

Acronyme / Acronym	NéOPRÆVAL		
Titre du projet	Nouveaux Outils pour de nouvelles PRAtiques d'EVALUATION et d'enseignement des mathématiques		
Proposal title	New assessment tools for new practices of teaching mathematics		
Axe(s) thématique(s) / theme(s)	<input type="checkbox"/> 1 X 2 <input type="checkbox"/> 3		
Type de recherche / Type of research	<input checked="" type="checkbox"/> Recherche Fondamentale / Basic Research <input type="checkbox"/> Recherche Industrielle / Industrial Research <input type="checkbox"/> Développement Expérimental / Experimental Development		
Coopération internationale (si applicable) / International cooperation (if applicable)	Le projet propose une coopération internationale / International cooperation : Oui <input type="checkbox"/> Non X		
Aide totale demandée / Grant requested	xxxxxxx €	Durée du projet / Project duration	36 mois
Partenaire coordinateur / Coordinator partner	Identité du coordinateur (nom, prénom) :GRUGEON-ALLYS Brigitte Identification de l'établissement (laboratoire, tutelle, entreprise...) : LDAR, EA 4434, Université Paris Diderot - Paris 7		
Lien avec un projet du programme Investissements d'Avenir (IA) / Link with a project of the Investement for the Future program	<input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui si oui : préciser :		

1.	RESUME DE LA PROPOSITION DE PROJET / EXECUTIVE SUMMARY OF THE PROPOSAL	5
2.	CONTEXTE, POSITIONNEMENT ET OBJECTIFS DE LA PROPOSITION / CONTEXT, POSITION AND OBJECTIVES OF THE PROPOSAL	6
2.1.	Objectifs et caractère ambitieux et novateur du projet / Objectives, originality and novelty of the project	7
2.2.	État de l'art / State of the art	9
2.3.	Positionnement du projet / Position of the project	14
3.	PROGRAMME SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE, ORGANISATION DU PROJET / SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROGRAMME, PROJECT ORGANISATION	16
3.1.	Programme scientifique et structuration du projet / Scientific programme and project structure	16
3.2.	Description des travaux par tâche / Description by task	17
3.3.	Calendrier / Tasks schedule	25
4.	STRATEGIE DE VALORISATION, DE PROTECTION ET D'EXPLOITATION DES RESULTATS / DISSEMINATION AND EXPLOITATION OF RESULTS. INTELLECTUAL PROPERTY	26
5.	DESCRIPTION DU PARTENARIAT / CONSORTIUM DESCRIPTION	27
5.1.	Description, adéquation et complémentarité des partenaires / Partners description, relevance and complementarity	27
5.2.	Qualification, rôle et implication des participants / Qualification and contribution of each partner	29
6.	JUSTIFICATION SCIENTIFIQUE DES MOYENS DEMANDES / SCIENTIFIC JUSTIFICATION OF REQUESTED RESSOURCES	33
6.1.	Partenaire 1 / Partner 1 : LDAR, université Paris Diderot-Paris7	33
6.2.	Partenaire 2 / Partner 2 : EDA, Université PARIS DESCARTES	33
6.3.	Partenaire 3 / Partner 3 : LIP6, université UPMC	34
7.	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES / REFERENCES	34

1. RESUME DE LA PROPOSITION DE PROJET / EXECUTIVE SUMMARY OF THE PROPOSAL

L'objectif du projet NéOPRÆVAL consiste à outiller les enseignants pour gérer l'hétérogénéité des apprentissages en mettant à leur disposition des outils d'évaluation diagnostique automatique utilisables dans leurs classes ainsi que des ressources appropriées aux besoins repérés des élèves. Ce projet pluridisciplinaire, novateur, articulant les domaines de recherche en évaluation, didactique des mathématiques, psychologie cognitive, informatique et éducatrice, aborde conjointement la question cruciale de l'évaluation et de la conception de dispositifs d'évaluation au regard des enjeux visés, ainsi que leur développement informatique sur une plateforme en ligne largement utilisée par les enseignants et leurs usages dans les pratiques enseignantes. Sa force tient à la fois dans l'articulation des différents champs de recherche impliqués, la richesse des productions prévues et dans la diversité des publics auxquelles ces dernières s'adresseront (chercheurs, évaluateurs du système scolaire, formateurs, enseignants, élèves).

Nous nous appuyons sur des résultats de recherche sur :

- L'évaluation diagnostique automatique Pépite (Delozanne, Prévité, Grugeon et Chenevotot 2010, Grugeon-Allys, Pilet, Chenevotot et Delozanne 2012, Pilet 2012) en algèbre élémentaire en fin de collège disponible sur la plateforme en ligne LaboMep¹ ;
- Les pratiques enseignantes (Robert et Rogalski 2002, Roditi 2011).

Le programme scientifique s'organise autour de trois tâches :

1. Développer une expertise pour étudier la validité des outils d'évaluation et concevoir des dispositifs d'évaluation

Nous partirons d'une étude comparative de dispositifs d'évaluation, fondée sur différentes approches, didactique, psychologique et statistique. Nous définirons des conditions de validité des dispositifs d'évaluation à partir d'une synthèse des travaux scientifiques portant sur les évaluations externes depuis 30 ans et ceux issus de l'évaluation diagnostique Pépite, pour le domaine de l'algèbre en fin de collège. Nous caractériserons une méthodologie d'expertise des dispositifs d'évaluation visant à faire évoluer des dispositifs d'évaluation existant, évaluations bilans CEDRE conçues par la DEPP et évaluations EVAPM et Pépite.

2. Utiliser cette expertise pour étendre des dispositifs d'évaluation existants

Notre objectif est d'enrichir l'évaluation Pépite. D'une part, nous étendrons le diagnostic automatique en algèbre pour les différents niveaux du collège, en prenant en compte les conditions de validité définies dans la méthodologie d'expertise. D'autre part, nous généraliserons la démarche de conception de dispositifs d'évaluation au domaine de l'arithmétique (calculs et problèmes numériques) au cycle 3 de l'école élémentaire. Il s'agit d'étendre les modèles didactiques et formels afin de développer de nouveaux prototypes d'évaluation diagnostique qui viendront enrichir l'offre sur LaboMep. Ces prototypes s'accompagneront de ressources pour réguler l'enseignement en fonction des besoins d'apprentissage repérés chez les élèves.

3. Analyser les pratiques enseignantes en classe : programmation des enseignements et régulation des apprentissages

Au delà de l'analyse des pratiques, il s'agit de repérer les organisateurs des pratiques liés à leurs dimensions socio-institutionnelle et personnelle et d'identifier l'évolution des usages de ressources dédiées à l'évaluation et à la régulation.

Ce projet développera :

- Une méthodologie d'expertise pour analyser et concevoir des dispositifs d'évaluation, force de proposition pour faire évoluer des dispositifs d'évaluation existant (CEDRE),
- Des ressources d'évaluation diagnostique automatique et de régulation implémentées sur la plateforme LaboMep,
- Une catégorisation de pratiques d'évaluation et la formulation de conditions pour favoriser le développement professionnel des enseignants dans le domaine de l'évaluation.

¹ LaboMep, plateforme en ligne développée par l'association de professeurs de mathématiques Sésamath : www.labomep.net/

2. CONTEXTE, POSITIONNEMENT ET OBJECTIFS DE LA PROPOSITION / CONTEXT, POSITION AND OBJECTIVES OF THE PROPOSAL

Actuellement les évaluations construites par la DEPP se multiplient avec des objectifs divers : évaluer les connaissances et les compétences des élèves au regard des programmes d'enseignement (Bilan CEDRE fin d'école et fin de collège), fournir des indicateurs pour la maîtrise des compétences de base ou du socle, évaluer la culture mathématique (à travers PISA) des élèves âgés de 15 ans, analyser la relation entre les résultats des élèves et différents facteurs sociaux, culturels et personnels, ... Globalement pour les mathématiques, toutes ces évaluations mettent en avant une augmentation du nombre d'élèves en grande difficulté et une grande hétérogénéité des élèves en fin de cycle 3 du primaire et en fin de 3ème en collège quant à ce qu'ils ont appris. C'est pourquoi, d'un certain point, il nous semble possible de s'interroger sur l'impact des évaluations externes sur les apprentissages et performances des élèves.

En France, à la faveur de l'écho médiatique donné aux évaluations internationales, les évaluations « nationales » construites par le MEN, ont suscité récemment de nombreuses polémiques. En effet, certaines évaluations institutionnelles sont perçues comme le « bras armé » de politiques issues du « new public management ». Hadji (2012) les qualifie d'« opération d'évaluation ambiguë quant à leurs fins » et retient l'année 2007 comme début de la dérive. Bardi et Mégard (2009), plus nuancées en raisons de leur statut (IGEN), s'accordent avec Hadji. Pour ces auteur(e)s, la pluralité – souvent feinte – des fonctions des évaluations nationales (visée formative pour les enseignants et indicateurs locaux ou nationaux pour le pilotage) ne permet finalement "ni à l'administration de disposer des indicateurs nécessaires, ni aux enseignants de bénéficier des outils de régulation attendus" (Bardi & Mégard, 2009).

Parallèlement, et face à ces constats, les injonctions ministérielles font une priorité de la personnalisation des enseignements et des parcours pour que chaque élève maîtrise les savoirs fondamentaux, notamment dans le cadre du socle à l'école et au collège (Eduscol) ; il est ainsi demandé aux enseignants d'apporter une réponse diversifiée aux besoins des élèves, mais finalement peu de ressources, en particulier en mathématiques, sont mises à leur disposition pour repérer des difficultés d'apprentissage et les prendre en charge efficacement.

Si l'évaluation peut effectivement constituer un levier pour contribuer à une modification des pratiques d'enseignement en vue d'une « amélioration des conditions d'apprentissage et des apprentissages proprement dits », nous pensons que des dispositifs novateurs dans le domaine de l'évaluation peuvent effectivement y contribuer plus habilement et efficacement que ceux développés actuellement à une échelle macro, nationale, voire internationale. Il s'agit aussi de remettre en question le pouvoir largement conféré aux dispositifs d'évaluation actuels, à la fois macro et externes, conçus comme des outils de « pilotage des systèmes éducatifs ».

Ce projet a précisément pour objet d'aborder conjointement la conception d'épreuves et les usages institutionnels ou non, qui sont faits d'évaluations externes, et leurs impacts sur les conceptions ou le choix de tâches lors d'évaluations internes. « Externe » signifie pour nous toute forme d'évaluation qui n'est pas produite par un enseignant à destination de ses élèves, ce qui ouvre le projet à d'autres outils que les évaluations produites afin d'évaluer les systèmes éducatifs ; en particulier, le logiciel Pépite (Delozanne, Prévot, Grugeon et Chenevotot 2010, Grugeon-Allys, Pilet, Chenevotot et Delozanne 2012) est une évaluation externe qui construit automatiquement le profil cognitif en algèbre d'un élève de niveau fin de 3ème / début de 2nde et la géographie de la classe à partir des réponses à un test conçu à cet effet.

Ainsi, l'opposition entre conception et usage paraît aller de soit car elle correspond à des moments différents du processus d'évaluation. Dans le champ de la psychométrie, cette question est prise en compte notamment par l'usage de tests à spectres plus ou moins larges. La conception et le choix de la méthode d'évaluation dépendent de la personne évaluée et de la finalité du diagnostic ; l'application d'épreuves très générales peut ainsi s'avérer d'un faible intérêt diagnostique pour le praticien. Si la question est de savoir si le « niveau monte » des outils très généraux peuvent y répondre, en revanche ces mêmes outils seront peu intéressants pour un enseignant qui trouvera dans les résultats de ses élèves « ses a priori confortés ». Ainsi, les épreuves standardisées sont trop générales pour avoir une portée diagnostique intéressante pour les enseignants et à la fois trop riches pour les débats médiatiques sur l'éducation.

L'opposition entre conception et usage peut également être éclairante pour les choix méthodologiques. Pour résumer la position de Cardinet (1988), si l'ambition n'est pas de prendre des décisions à propos d'un individu mais de décrire une très large population, on peut tolérer plus facilement les deux risques inhérents à toute évaluation de produire des faux positifs ou des faux négatifs (Dubus, 2006). Bien que, depuis un certain temps et d'un point de vue théorique, les processus de validation des outils d'évaluation reposent sur une étude de leur conception tout en intégrant un questionnement sur leur utilisation (Raïche Paquette-Côté, & Magis 2011, Laveault & Grégoire 2002), il nous semble que, du côté de la pratique en éducation, cela ne soit pas toujours la règle : ce qui nous incite aussi à renouveler les questions de recherche sur les critères de conception des évaluations et les conditions de validité des dispositifs d'évaluations externes.

Un même outil peut-il alors remplir des fonctions aussi diverses que d'avoir une portée diagnostique pour les enseignants et être le support de l'évaluation du système d'éducation ? Dans une partition simple des pratiques d'évaluations qui ont longtemps eu cours, l'évaluation des élèves était du ressort des enseignants tandis que celle du système d'éducation se faisait avec d'autres outils d'évaluation que ceux proposés en classe. Il nous semble important d'une part de trouver des moyens pour dépasser l'opposition entre évaluations internes et externes et d'étudier les conditions pour que les évaluations externes soient susceptibles d'être utilisées par les enseignants pour contribuer à la régulation des apprentissages de leurs élèves.

Alors que l'enseignement des mathématiques bénéficie du développement d'innovations technologiques et de la mutation rapide des ressources existantes qui en découle et que les évaluations internationales se développent sur support numérique², la conception et le développement d'outils d'évaluation doivent aussi prendre en compte cette dimension.

Dans une période où les résultats des élèves, en particulier en mathématiques, semblent stagner ou pire régresser par rapport aux autres pays de l'OCDE (OCDE 2011) et où les difficultés des enseignants à gérer l'hétérogénéité persistent durablement, comment accompagner les enseignants à utiliser de nouvelles ressources en développant de nouvelles pratiques d'évaluation ? Quel rôle joue l'appropriation de ces outils pour la conception de nouvelles évaluations ou production de parcours différenciés d'apprentissages ? Des évaluations qui auraient une portée diagnostique plus enrichissante pour les enseignants peuvent-elle faire l'objet d'un traitement à grande échelle et quelle serait la valeur informative de ces résultats ? Comment la coordination entre des champs de recherches d'ordinaire disjoints, ceux de la didactique des mathématiques, de la psychologie cognitive, de l'informatique, peut-elle répondre à ces questions ?

2.1. OBJECTIFS ET CARACTERE AMBITIEUX ET NOVATEUR DU PROJET / OBJECTIVES, ORIGINALITY AND NOVELTY OF THE PROJECT

Dans ce contexte, cette recherche s'inscrit dans l'axe thématique 2 du programme « Apprentissages » : nouvelles pratiques, nouveaux outils ...

L'objectif global du projet pluridisciplinaire NéOPRÆVAL est de concevoir et de produire des outils d'évaluation diagnostique automatique à visée formative ainsi que des ressources appropriées aux besoins repérés des élèves, utilisables dans des classes ordinaires par les enseignants, pour réguler leur enseignement et gérer l'hétérogénéité des apprentissages. C'est pourquoi ce projet aborde conjointement la question cruciale de l'évaluation et de la conception de dispositifs d'évaluation (items du test, analyse des réponses, interprétation des données) adaptés aux enjeux visés, leur développement informatique sur une plateforme en ligne largement utilisée par les enseignants³ et leurs usages dans les pratiques enseignantes.

Cette recherche s'effectuera selon trois axes complémentaires qui constitueront autant de tâches :

1. Développer une expertise pour étudier la validité des outils d'évaluation et concevoir des dispositifs d'évaluation

Pour établir la pertinence scientifique, validité et fiabilité, de dispositifs d'évaluation destinés à la régulation de l'enseignement et des apprentissages dans les classes, nous étudierons d'une part les résultats produits par les évaluations externes depuis 30 ans puis d'autre part ceux issus de l'évaluation diagnostique

² PISA 2009 inclut une nouvelle composante concernant la capacité des élèves à lire et comprendre des textes sur un tel support

³ Plateforme LaboMep de l'association Sésamaths : www.labomep.net/

automatique Pépite, portant sur le domaine mathématique du calcul algébrique en fin de collège. Nous nous appuyerons sur une synthèse d'articles de revues portant sur de telles études (Bodin 1997, 2006, 2007, Laveault et Grégoire 2008, Bardi & Mégard 2009, DEPP 2008, 2010, 2012).

Cette étude des dispositifs d'évaluation aura une dimension comparative fondée sur différentes approches - didactique, psychologique (cognitive) et psycho-éducatrice – afin d'appréhender leur conception, leur(s) fonction(s) et leurs usages, ainsi qu'une dimension historique pour suivre les évolutions de ces dispositifs. Nous faisons l'hypothèse que l'étude croisée des différentes approches va permettre de dégager des critères pour étudier la validité des outils d'évaluation relativement aux apprentissages évalués et aux usages visés : régulation de l'enseignement ou pilotage des systèmes d'enseignement.

Au delà des analyses s'appuyant sur des outils de la didactique et de la psychologie, une analyse statistique effectuée par des méthodes de fouille de données sur le corpus important des réponses d'élèves à des tests diagnostiques en algèbre passés sur LaboMep viendra renforcer l'analyse didactique déjà existante.

Nous pourrions ainsi dégager des conditions pour la conception de dispositifs d'évaluation externes valides en fonction des objectifs visés et proposer une méthodologie d'expertise de ces dispositifs d'évaluation.

D'une part, cette expertise permettra de faire évoluer des dispositifs d'évaluation externes existants, aussi bien du côté de la conception que de l'analyse des résultats, en lien avec la DEPP. D'autre part, cette expertise contribuera au développement de l'outil d'évaluation pépite et à son exploitation par les enseignants pour gérer l'hétérogénéité des apprentissages élèves.

2. Utiliser cette expertise pour étendre des dispositifs d'évaluation existants

Pour enrichir l'évaluation diagnostique automatique Pépite, d'une part, nous étendrons l'évaluation diagnostique automatique en algèbre pour les différents niveaux du collège, en prenant en compte les conditions de validité définies dans la méthodologie d'expertise. Et d'autre part, nous transposerons la démarche de conception de dispositifs d'évaluation à l'arithmétique (calculs et problèmes numériques) au cycle 3 de l'école élémentaire. Il s'agit d'étendre les modèles didactiques et formels afin de développer de nouveaux prototypes d'évaluation diagnostique automatique qui viendront enrichir l'offre sur *Labomep*. Ces prototypes s'accompagnent de ressources pour réguler l'enseignement en fonction des besoins d'apprentissage repérés chez les élèves.

3. Analyser les pratiques enseignantes en classe : programmation des enseignements et régulation des apprentissages

Comment les dispositifs d'évaluation mis à la disposition des enseignants influencent-ils leurs pratiques ? C'est le troisième objectif de ce projet que d'étudier l'impact des outils conçus par la recherche sur le travail des destinataires même de ces outils. En plus de l'analyse de l'usage des nouveaux outils par les enseignants, deux pistes de recherche apparaissent dès lors qu'on considère leurs pratiques avec une approche globale : l'effet sur l'activité de programmation de l'enseignement compte tenu des besoins identifiés des élèves, et l'effet de la meilleure connaissance des acquis sur l'activité de régulation des apprentissages en classe.

Verrous scientifiques et techniques à lever par la réalisation du projet

Notre projet, novateur, permettra de lever les verrous scientifiques suivants :

- *Au niveau scientifique :*

Ce projet dépasse une vision parcellaire et déconnectée des différents types d'évaluation (Bodin 2007) à travers l'utilisation d'une méthodologie d'expertise appuyée sur des approches issues de différents champs de recherche, didactique des mathématiques, psychologie cognitive, psycho-éducatrice.

De plus, ce projet développe une approche conjointe, originale, de l'évaluation et de la régulation en appui sur une analyse didactique.

- *au niveau méthodologique :* la méthodologie utilisée s'appuie sur la combinaison d'études qualitatives et d'études quantitatives et sur l'usage d'outils issus de champs de recherche différents.

- *au niveau technique :* il existe très peu de formation initiale et continue des enseignants à l'évaluation. Notre projet prévoit un important volet de formation qui s'appuie sur des formations académiques et des

ressources en ligne pour faire évoluer les pratiques de régulation des enseignants.

Les résultats escomptés :

1. La définition de conditions de validité des dispositifs d'évaluation.
2. L'extension d'un modèle didactique et formel de diagnostic (élaboré dans le cadre du projet Pépité)
 - au domaine arithmétique en fin de primaire,
 - au domaine algébrique pour les niveaux 5^e et 4^e.

Cette extension vise aussi la proposition d'exercices adaptés en fonction des besoins repérés des élèves.

3. La définition de conditions de viabilité des usages des outils d'évaluation et de ressources de régulation dans les classes réelles.
4. La catégorisation de pratiques d'évaluation, hors la classe et dans la classe, et la formulation de conditions pour favoriser le développement professionnel des enseignants dans ce domaine.

Les produits finaux développés :

Pour les chercheurs, la DEPP

Une méthodologie d'expertise des différents types d'évaluation et des propositions pour faire évoluer des dispositifs et épreuves d'évaluations (en autres, banqoutils) ;

Pour les enseignants

Des outils de diagnostic et des ressources de régulation disponibles sur LaboMep, plateforme d'exercices en ligne de Sésamath (test pour l'élève, profil de l'élève et géographie de la classe).

2.2. ÉTAT DE L'ART / STATE OF THE ART

Nous présentons les principaux résultats de recherche impliqués dans ce projet issus de différentes approches théoriques. Leur articulation constitue une position novatrice et très peu répandue dans les travaux antérieurs. La présentation que nous faisons ici n'est donc qu'une ébauche qu'il conviendra d'approfondir.

A. Didactique des mathématiques et évaluation

Les premiers travaux empiriquement fondés dans le domaine de l'évaluation relèvent de la docimologie (pour une synthèse, voir Piéron, 1969) et abordent la thématique de la fidélité en étudiant les divergences entre notateurs. Partant des constats répétés produits par les précurseurs, le premier enjeu de la docimologie expérimentale (Noizet & Caverni, 1978) fut de décrire les processus pouvant conduire au « manque de fiabilité » de l'évaluation. Décrire de manière systématique des biais de jugements, dans un cadre strictement expérimental, les contraignit à ne pas jouer sur les contenus. C'est au terme de cette phase de travaux que s'est imposée, aux docimologues expérimentaux, la nécessité de prendre en compte les contenus pour modéliser l'activité de l'évaluateur, sans que cette perspective ait finalement ouvert la voie à de nombreux travaux. Les apports conjoints de la psychologie cognitive et des didactiques disciplinaires permettent aujourd'hui de renouveler profondément les recherches sur l'activité de l'évaluateur, tant du point de vue de la conception des épreuves que de leur correction, et ce en mettant au centre le rôle des connaissances à la fois de l'évaluateur et de l'évalué (Vantourout & Maury, 2006).

La place de l'évaluation en didactique des mathématiques

Les chercheurs en didactique des mathématiques se sont peu intéressés à la thématique de l'évaluation⁴. Bodin (1997) et Vantourout (2004) en ont fait le constat : il existe peu de travaux explicites sur les phénomènes d'évaluation alors que les didacticiens des mathématiques semblaient avoir été depuis longtemps conscients de l'importance de ces phénomènes (Bodin 1997). Chevallard et Feldmann (1986) avaient ouvert le débat en 1986 pour proposer une autre approche des faits didactiques de l'évaluation. D'après Bodin, « une des raisons que l'on peut invoquer pour expliquer cette mise entre parenthèses est sans doute que les actions qui se réclament de l'évaluation se constituent en un réseau quasiment indépendant du système didactique » (Bodin 1997). Si l'on se réfère à la typologie la plus consensuelle des

⁴ Il existe bien sûr des publications consacrées à l'évaluation, mais il s'agit plus généralement d'une littérature grise ou d'articles publiés dans des revues d'interface, comme Grand N et Petit x.

formes d'évaluations en éducation (Scallon 2000), l'intérêt – mesuré – des didacticiens pour l'évaluation concerne principalement l'évaluation formative, intégrée à l'apprentissage (Allal 1979, Ravenstein & Sensévy 1993, Scallon 2004, Vergnaud 1997, 2001). L'évaluation diagnostique est au centre du projet. Toutefois, cette évaluation diagnostique est aussi formative et reste en connexion forte avec des préoccupations en matière d'apprentissages mathématiques (Grugeon-Allys et al. 2012). Les spécialistes de l'évaluation s'accordent sur la proximité des évaluations à visée formative et diagnostique (Scallon 2000), toutes deux partageant (de notre point de vue) une « descente vers le cognitif » contribuant ensuite à la régulation ; pour les distinguer, les spécialistes retiennent comme critère la temporalité et le délai entre le recueil d'information et la régulation, simultanée lorsqu'il s'agit d'évaluation formative, différée lorsqu'il s'agit d'évaluation diagnostique (Scallon 2000). Pour résumer, nous nous intéresserons donc à des évaluations diagnostiques, pouvant comporter une visée formative.

Compétence et évaluation

Actuellement, la notion de compétence occupe une place majeure dans le champ scolaire, en particulier lorsqu'il s'agit d'évaluation. Sous l'angle de nos préoccupations, on peut dire que deux grandes conceptions de la notion s'opposent : celle défendue par des « pédagogues » (Carette & Rey 2010) et celle défendue par Vergnaud (2001) que nous adoptons. Les premiers refusent toute psychologisation de la notion de compétence, celle-ci ne « se définissant pas par les processus psychologiques ou physiologiques qui doivent être activés dans l'exercice de la compétence, mais bien par la tâche ou la gamme de tâches qu'elle permet d'accomplir. » (Carette & Rey 2010). Il en résulte chez ses auteurs, très influents auprès de l'institution scolaire et des personnels d'encadrement, une absence d'analyse des ressources mobilisées lors de la mise en œuvre d'une compétence. Dans le cadre de la théorie des champs conceptuels, Vergnaud (1990) définit : « Les compétences sont des réseaux organisés de connaissances et de schèmes (...) ; chaque compétence étant associée à une classe de situations ». Pour G. Vergnaud, tout concept est appréhendé par un ensemble de situations qui donnent du sens au concept (référence), un ensemble de propriétés (invariants) sur lequel repose l'opérationnalité des schèmes (signifié) et un ensemble de formes langagières et non langagières qui permettent de représenter symboliquement le concept, ses propriétés, les situations et les procédures de traitement (signifiant) (Vergnaud 1992). La position défendue par Vergnaud (2001) se situe à l'opposé de celle de Carette et Rey. S'intéresser à la compétence suppose une méthode d'analyse que l'on peut qualifier de descente vers le cognitif : « pas d'analyse des compétences sans analyse de l'activité, pas d'analyse de l'activité sans analyse des conceptualisations sous-jacentes » (p. 47).

Validité d'une évaluation

Les spécialistes de l'évaluation et de la mesure, en éducation et en psychologie, s'accordent pour considérer que la notion de validité est la plus fondamentale des qualités métrologiques dans le domaine des tests et des examens (De Landsheere 1976, Dickes & al. 1994, Laveault & Grégoire 2002). En première approche, on s'accorde pour dire que pour être valide une épreuve ou un outil d'évaluation (ou de mesure) doit évaluer (ou mesurer) effectivement ce qu'il est censé évaluer (ou mesurer). La notion de validité a jusqu'à maintenant été essentiellement appréhendée dans une perspective statistique par des spécialistes de la mesure, éduométriciens et psychométriciens. Ils retiennent trois grands types de validité, la définition générale figurant ci-dessus étant pour eux imprécise et non-opérationnelle : la validité critérielle (reprend et complète l'idée de valeur pronostique), la validité de contenu (pertinence et représentativité des items de l'instrument de mesure ; couverture du domaine évalué) et la validité de construit (qui vise à montrer l'existence du construit psychologique mesuré).

Mais, la validité de contenu ainsi définie ne prend en compte, ni une étude épistémologique des savoirs en jeu impliqués dans l'évaluation, ni une analyse *a priori* de la complexité des items de l'évaluation. Bodin (1996) signale d'ailleurs que les échelles de score obtenues dans les évaluations nationales et internationales « auraient quelque intérêt si elle concernaient un *champ conceptuel* (ou une classe de questions ayant une cohérence suffisante), dans lequel on aurait préalablement repéré des hiérarchies ». Il insiste sur la nécessité de faire « des recherches qui ne devraient plus faire l'impasse sur la question de la validité épistémologique, ni de la validité didactique, des questions utilisées pour les évaluations » (Bodin 2006) et que « dans de telles études, les outils de la didactique trouveraient leur emploi tantôt pour remplacer, tantôt pour compléter les outils issus de l'éduométrie (Bodin 2007). L'apport de concepts issus de

cadres théoriques de la didactique : praxéologie définie dans la théorie anthropologique du didactique (Chevallard 2002, Bosch et Gascon 2005, Castela 2008), niveaux de mise en fonctionnement des connaissances définis dans la double approche didactique et ergonomique (Robert et Rogalski 2002), permet de combler ce manque.

Psycho-didactique et évaluation – Validité psycho-didactique

Les didacticiens des mathématiques (Brousseau, 1998 ; Charnay, 1996 ; Lemoyne & Conne, 1999 ; Houdement, 2011) et les psychologues qui s'intéressent au développement et à l'acquisition de connaissances mathématiques (Julo, 1995 ; Vergnaud, 1983, 1990, 1997 et 2001) s'accordent largement sur la nécessité d'analyser les productions spontanées des élèves, en particulier lorsque ces derniers sont confrontés à des situations nouvelles. Conjointement, l'analyse des tâches proposées aux élèves est à juste titre considérée par ces auteurs comme décisive, « l'analyse des opérations de pensée, qui représente l'analyse cognitive proprement dite, form(ant) le noyau de l'analyse de la tâche » (Vergnaud, 1983). Dans le domaine de l'apprentissage des mathématiques et de leur enseignement, il existe une multitude de travaux, dont certains « historiques » (Brousseau, 1998 ; Vergnaud, 1983), qui relèvent de cette perspective et qui sont à l'origine de résultats majeurs en didactique. Notre façon d'aborder la thématique de l'évaluation s'inscrit dans la perspective évoquée ci-dessus que nous qualifions de « psycho-didactique » et, pour qualifier nos travaux, nous parlons d'approches psycho-didactiques en évaluation (APDE) (Vantourout, soumis). Weil-Barais et coll. (2005, p. 133) présentent les approches psycho-didactiques comme « une conception développementale du processus d'enseignement-apprentissage, qui s'appuie sur une analyse des processus psychologiques, en regard des caractéristiques épistémologiques du savoir en jeu ». A l'instar des approches psycho-didactiques centrées sur l'enseignement où l'étude du fonctionnement cognitif du sujet en situation est considérée comme essentielle (Maury, 2001), celle-ci nous paraît tout autant pertinente pour aborder la thématique de l'évaluation scolaire, en particulier lorsqu'il s'agit d'évaluation de compétences, de connaissances. Au sein des approches psycho-didactiques le concept de situation est fondamental et, comme chez Vergnaud (1990), il y reçoit la signification qui lui est habituellement donnée en psychologie : « les processus cognitifs et les réponses des sujets sont fonction des situations auxquelles ils sont confrontés » (p. 150). En accord avec ce qui précède, on fait l'hypothèse que l'analyse de tâches d'évaluation occupe une place majeure dans APDE et que cette analyse se focalise sur le fonctionnement cognitif du sujet en situation.

Nous nommons validité « psycho-didactique » le type de validité auquel nous nous intéressons. Ce type de validité est en relation directe avec l'activité des élèves et leurs productions. Cette nouvelle forme de validité, qualitative, se veut complémentaire des autres formes de validités quantitatives et est abordée à l'aune de travaux de didacticiens et de psychologues. La notion de validité « psycho-didactique » (Vantourout, soumis) permet d'aborder également une série de questions-clés qui portent sur la forme du diagnostic et sur sa diffusion auprès des professeurs évaluateurs, ainsi que sur les relations entre les évaluations externes et les évaluations internes (voir ci-après). Le diagnostic visé dans le cadre d'un questionnement psycho-didactique en évaluation va au-delà de la performance et devient qualitatif, en accord avec la conception de la compétence que nous adoptons (voir ci-dessus Vergnaud).

C. Evaluation et régulation dans le domaine de l'algèbre élémentaire

Le diagnostic Pépite (Grugeon 1997, Grugeon-Allys, Pilet, Chenevotot et Delozanne 2012) vise une analyse globale multidimensionnelle des connaissances et compétences des élèves en algèbre élémentaire. Il s'appuie sur une évaluation des réponses des élèves (erreurs et procédures) sur le domaine algébrique, en termes de cohérence de fonctionnement. Il n'utilise pas de modèles psychométriques mais se fonde sur une étude cognitive et épistémologique de l'algèbre élémentaire élargie à des études empiriques.

La structuration du diagnostic de l'activité algébrique s'appuie sur une synthèse des travaux internationaux et nationaux de didactique de l'algèbre (Chevallard 1985, 1989, 1990, Kieran 2007). Grugeon (1997) a défini le champ conceptuel de l'algèbre élémentaire en fin de scolarité obligatoire, référence pour organiser un diagnostic dans ce domaine. Les connaissances algébriques sont structurées selon deux dimensions non indépendantes et partiellement hiérarchisées, les dimensions *outil* et *objet* (Douady 1986).

Dans sa dimension *outil*, l'algèbre est mobilisée :

- comme outil de résolution *via* la modélisation pour résoudre des problèmes « arithmétiques » sous forme d'équations et, au-delà, pour résoudre des problèmes sous forme de relations fonctionnelles,
- comme outil de calcul dans les cadres algébrique et fonctionnel,
- mais aussi comme outil de généralisation et de preuve dans le cadre numérique.

Dans sa dimension *objet*, l'algèbre est un ensemble structuré d'objets – les expressions algébriques, les formules, les équations, les inéquations – avec des propriétés spécifiques, des représentations sémiotiques associées à différents registres. Le registre des écritures algébriques est articulé avec d'autres registres sémiotiques (écritures numériques, représentations graphiques, figures géométriques, langue naturelle), des modes de traitement. Le traitement formel des objets met en jeu leur double aspect syntaxique et sémantique (en particulier, la dénotation et équivalence des expressions).

Les différents aspects de l'activité algébrique d'un élève se développent à travers les usages variés du calcul algébrique dans la résolution de différents types de problèmes du domaine algébrique. Les travaux en didactique de l'algèbre (Kieran 2007) pointent des ruptures potentielles en jeu lors de l'entrée dans la pensée algébrique telles que la rupture épistémologique avec l'arithmétique (Vergnaud 1987, Sfard 1991).

Cette caractérisation du domaine algébrique permet de délimiter les types de problèmes à prendre en compte pour définir un test diagnostique destiné à analyser les différents aspects de l'activité algébrique des élèves⁵ ainsi que la manière de caractériser les réponses et de les exploiter.

Mais, l'approche cognitive et épistémologique mentionnée plus haut ne prend pas en compte le contexte institutionnel de l'apprentissage / enseignement. Nous postulons que la pratique de diagnostic doit tenir compte de l'institution dans laquelle l'élève apprend et des praxéologies mathématiques (Chevallard 2002) impliquées dans la résolution des problèmes proposés dans l'institution⁶. Les évaluations doivent permettre de situer l'activité algébrique des élèves lors de la résolution des types de tâches travaillés à un niveau scolaire donné et les éléments technologiques investis dans leur résolution par rapport à ceux attendus. Chaque tâche diagnostique est ainsi caractérisée par : un type de tâche, les registres sémiotiques et la complexité des objets algébriques mis en jeu, le niveau d'intervention des organisations mathématiques dans la tâche (Castela 2008 p. 152), des techniques attendues relativement aux éléments technologiques et théoriques visés.

Dans le projet PépiMeP, qui vise à outiller les enseignants pour gérer l'hétérogénéité des apprentissages des élèves et mettre en place d'un enseignement différencié dans leurs classes, Pilet (2012) a modélisé des parcours d'enseignement différencié, c'est-à-dire un ensemble d'exercices variant selon les spécificités des connaissances des élèves repérées par le test Pépité et relevant d'un objectif commun d'apprentissage à la classe. Pour les modéliser, il est nécessaire d'identifier des besoins d'apprentissage ou des décalages entre les rapports institutionnels aux objets de savoir, qui, selon nous, peuvent renforcer les difficultés conceptuelles des élèves en algèbre. Les travaux se situent dans le cadre de la théorie anthropologique du didactique (Chevallard 2002) afin de prendre en compte le fait que l'élève apprend dans une institution donnée où le savoir y est transmis selon certaines conditions. Une praxéologie mathématique de référence en algèbre, définie à partir d'une synthèse de travaux de didactique de l'algèbre (Chevallard 1985, Ruiz-Munzon et al. 2012, Kieran 2007), est utilisée comme unité d'analyse pour identifier des savoirs et savoir-faire ignorés. Elle permet d'analyser et de déterminer l'écart entre les praxéologies apprises, à partir du test de diagnostic Pépité (classes d'erreurs, techniques et éléments technologiques mobilisés par les élèves), et celles à enseigner au collège et en seconde à partir des instructions officielles, des manuels scolaires et des documents d'accompagnement. Ces choix théoriques et méthodologiques permettent de mettre en évidence des questions génératrices (des éléments théoriques et technologiques) à aborder dans les parcours différenciés pour travailler les savoirs et savoir-faire ignorés.

Les travaux menés dans le cadre des tâches 1 et 2 prennent en compte ce fondement. Ce point de vue permet d'adapter le diagnostic en algèbre élémentaire à différents niveaux d'enseignement (Chenevotot-Quentin, Grugeon & Delozanne 2011).

⁵ Des problèmes de généralisation, de production de formule dans différents cadres, de preuve, de reconnaissance d'expressions, de calcul algébrique (développer, factoriser) permettent d'étudier différents aspects de l'activité algébrique.

⁶ Les praxéologies sont définies à partir de l'étude des programmes, des documents d'application et des principaux manuels utilisés dans les classes.

D. Analyse de l'activité des enseignants

D'abord développée au États-Unis dans les années 1930, la recherche sur les pratiques enseignantes a donné lieu à de nombreux travaux visant à mettre au jour des critères d'efficacité relatifs à la personnalité de l'enseignant. Bressoux (1994) l'explique dans sa note de synthèse sur les effets-maîtres où il cite les travaux de Gage (1976) à ce propos. Sans résultats probants, les chercheurs ont emprunté une voie nouvelle en s'intéressant à ce que font les enseignants en classe plutôt qu'à ce qu'ils sont. Leurs études ont alors porté sur « les liaisons directes entre les variables relatives à la façon de faire des enseignants et les indicateurs d'efficacité » (Doyle, 1986 cité par Bressoux, 1994). Comme le rappelle Bru (2002), les résultats n'ont pas été à la hauteur des attentes. Lorsqu'une corrélation positive a pu être montrée, localement, entre une forme d'enseignement et les apprentissages des élèves, les moyens de la généraliser n'ont pas été déterminés. Les pratiques des enseignants ont alors été étudiées selon un paradigme écologique d'après lequel le maître répond à des contraintes liées à son environnement professionnel. Dans une telle perspective, Crahay (1989) propose d'améliorer l'enseignement en agissant sur les pratiques par une modification des ressources des professeurs. Des travaux menés en didactique des mathématiques ont néanmoins montré que les pratiques varient d'un enseignant à l'autre même lorsqu'ils disposent de ressources identiques, et même lorsqu'ils les ont construites ensemble (Josse & Robert, 1993). Comme l'indique Tochon (2002), les recherches en psychologie sociale sur les représentations ont marqué certaines études sur l'enseignant. En France, en référence aux travaux d'Abrieu (1989, 1994), plusieurs didacticiens des mathématiques étudient ainsi le lien entre les représentations des enseignants et leur pratique (Maury, 1992 ; Josse & Robert, 1993), ces représentations pouvant porter sur les mathématiques elles-mêmes (Vantourout & Maury, 2006).

Comment aborder alors les pratiques enseignantes dans leur complexité ? Un courant important de travaux s'est développé depuis les années 1980 sur le plan international à partir des recherches menées au sein de l'ISATT (International Study Association on Teachers and Teaching). Certains ont approfondi la question des connaissances que les enseignants mettent en œuvre dans la pratique (Schulman, 1986). D'autres ont plus radicalement proposé une rupture avec la dualité pensée / pratique en envisageant une pensée pratique en situation (Schön, 1983/1994). Parallèlement, en psychologie du travail principalement, des recherches se sont développées dans la lignée des travaux des psychologues russes : Vygotski (1934/1985) qui confère une dimension sociale à l'apprentissage, et Leontiev (1975/1984) qui envisage l'activité comme étant co-déterminée par le sujet et le contexte. Elles ont influencé la recherche en éducation et en didactique des mathématiques. C'est à elles que nous nous référons pour effectuer la tâche 3, car elles visent à comprendre le travail tel qu'il se fait plutôt que tel qu'il est commandé, et en tenant compte du point de vue de celui qui le fait.

Plus près des didactiques, les recherches menées à la suite de celles de Vergnaud (1991, 1996) sur les champs conceptuels et la conceptualisation dans l'action, ont donné naissance à la didactique professionnelle (Pastré, Mayen & Vergnaud 2006). Pastré (2011) explique : l'activité ne coïncide pas avec la mise en œuvre de savoirs, c'est pourquoi la didactique professionnelle se distingue d'une didactique disciplinaire. On peut percevoir aussi ce qui les rapproche malgré ce qui les différencie : il n'y a pas de savoir sans activités de construction et de mise en œuvre de ce savoir ; et il n'y a pas d'activité sans savoirs, appliqués ou en actes. Se trouve ainsi mise en lumière une certaine genericité des activités d'enseignement et d'apprentissage, genericité qu'on retrouve d'ailleurs dans les approches comparatives en didactiques (Mercier, Schubauer-Leoni & Sensevy 2002).

En didactique des mathématiques, le cas est un peu particulier à plusieurs titres. D'abord, ce champ de recherches s'est construit, en France, de manière assez autonome, au sein des mathématiques plutôt que des sciences de l'éducation (Roditi 2010), en développant des théories propres (Douady, 1986 ; Brousseau, 1998 ; Chevallard, 1992, 1999) qui visent à rendre compte, dans l'enseignement, de l'authenticité mathématique des activités des élèves comme de la fidélité de l'enseignement aux savoirs mathématiques, et cela malgré la transposition didactique que ces savoirs doivent nécessairement subir pour être enseignés. Une didacticienne des mathématiques et une psychologue du travail, non sans lien avec la didactique professionnelle, ont développé au début des années 2000 une « double approche didactique et ergonomique des pratiques d'enseignement des mathématiques » (Robert & Rogalski, 2002) visant simultanément

L'analyse des activités des enseignants et celle des apprentissages des élèves. Cette double approche fonde actuellement les travaux de nombreux chercheurs qui étudient les pratiques enseignantes en mathématiques : Peltier-Barbier (dir.) (2004), Roditi (2005), Haspékian (2005), Sayac (2006), Horoks (2008), Vandebrouck (dir.) (2008), Charles-Pézar, Butlen & Masselot (2012). Ces travaux ont en commun de viser une compréhension des pratiques enseignantes qui prend en compte leur dimension personnelle, sociale et institutionnelle.

Ceux qui seront menés pour la réalisation de la tâche 3 s'inscrivent dans cette lignée, ils cherchent à interroger le lien entre les nouveaux outils offerts aux enseignants et les pratiques qui en découlent.

E. Démarche itérative et collaborative en EIAH

Dans le cadre de ce projet, nous nous appuyerons sur une démarche de recherche itérative fondée sur la réalisation de prototypes pour mettre à l'épreuve des hypothèses, produire des résultats et formuler de nouvelles questions de recherche. Le rôle du prototypage dans la conception de logiciels interactifs est bien documenté (Nicolle 2001, Beaudoin-Lafon et Mackay 2002, Delozanne 2006, Delozanne et al. 2010). Les prototypes ont un rôle central et multiple dans la recherche pluridisciplinaire, principalement :

- Ils réifient les idées et facilitent la création d'une culture commune entre les différents acteurs et les différentes disciplines; éventuellement ils aident à faire émerger de nouveaux modèles ;
- Ils autorisent un travail fructueux avec les futurs utilisateurs ;
- Ils mettent à l'épreuve les «modèles discursifs» issus des Sciences Humaines et Sociales (SHS). Il faut les systématiser, les désambiguïser et les spécifier à un niveau de précision inconnu dans ces disciplines, ce qui amène à les faire évoluer. Construire un prototype informatique, nécessite un gros travail de modélisation pour produire un modèle exécutable par une machine ;
- Ils permettent de partager des modèles et de les discuter avec d'autres chercheurs, avec des futurs utilisateurs et, à partir de là, de créer des modèles plus génériques et de faire surgir de nouvelles questions de recherche.

Éventuellement, selon leur niveau de développement, le niveau de déploiement et les questions de recherche, ils permettent de tester par l'usage, la pertinence des modélisations par rapport aux objectifs opérationnels. Nous reprenons cette démarche de recherche qui s'accorde avec la démarche de développement adoptée par les développeurs de Sésamath. Aussi pour le développement informatique, nous nous appuyerons sur l'organisation des développeurs de Sésamaths, organisation qui s'est montrée déjà très efficace (Artigue 2006) pour développer des logiciels de façon collaborative et très réactive aux besoins et aux contraintes des utilisateurs. Il s'agit de développer très rapidement des prototypes qui sont immédiatement testés par un cercle restreint d'utilisateurs experts, puis modifiés avant d'être mis à disposition de tous sur la plateforme en ligne *Labomep*. Les retours des utilisateurs sont soigneusement étudiés et classés pour être, soit immédiatement pris en compte, soit étudiés pour une version ultérieure.

Pour le développement de la recherche, notre méthodologie est fondée sur un point de vue analytique et un point de vue d'ingénierie qui permet d'étudier les questions de recherche en confrontant les analyses *a priori* et les modèles mis au point à leur mise en oeuvre dans les classes ou dans des logiciels (Bruillard et al. 2000, Grugeon et al 2008).

Les travaux menés dans le cadre des tâches 2 prennent en compte cette démarche.

2.3. POSITIONNEMENT DU PROJET / POSITION OF THE PROJECT

Le projet NéOPRÆVAL s'inscrit dans l'axe thématique 2 du programme « Apprentissages » : nouvelles pratiques, nouveaux outils ...

La baisse actuelle des résultats des élèves français aux évaluations nationales et internationales interpelle et il est clair qu'endiguer ces mauvais scores représente un enjeu sociétal fort. L'appel d'offre ANR « Apprentissages » incite « à développer des méthodes et des outils éducatifs plus efficaces, les techniques d'information et de communication devant notamment y être de mieux en mieux mobilisées ». Notre projet vise à développer des outils d'évaluation et des ressources de régulation pour faire évoluer les connaissances et compétences des élèves en fin de cycle 3 et de collège dans deux domaines : l'arithmétique en fin de cycle 3 et l'algèbre élémentaire. De plus comme le conseille le programme « Apprentissages », « il convient en effet de développer des méthodes et des outils validés scientifiquement

et expérimentés en situation écologique, qui améliorent effectivement les performances des dispositifs de formation et de construire des dispositifs didactiques mieux adaptés au futur ». Au delà de la conception et du développement des ressources, il s'agit de les tester dans des classes réelles pour étudier les conditions de viabilité en s'appuyant sur des recherches déjà engagées, fondées sur des résultats théoriques et méthodologiques bien délimités (Cf. 2.2 Etat de l'art), autour de l'évaluation, de la conception et du développement de ressources informatiques, des pratiques enseignantes.

Positionnons maintenant ce projet par rapport à des actions et projets déjà réalisés qui visaient à :

- Proposer des dispositifs de différenciation en appui sur une évaluation diagnostique en lien avec la progression de l'enseignant : projets Pépite (Grugeon-Allys, Pilet, Chenevotot et Delozanne 2012) ;
 - Faire évoluer des évaluations standardisées vers des contenus disciplinaires fondés statistiquement et didactiquement, en particulier, CEDRE ;
 - Accompagner les enseignants pour différencier et réguler leur enseignement : projet PACEM (Chesné 2012).
- Nous indiquons comment à travers le projet NéOPRÆVAL, nous allons faire évoluer les résultats déjà obtenus.

Les projets autour de *Pépite*

Ces recherches ont permis de développer des outils de diagnostic, *Pépite*, et des parcours d'enseignement différencié, sur le domaine mathématique de l'algèbre élémentaire, pour organiser la régulation de l'enseignement en fin de collège et début de seconde et la gestion de l'hétérogénéité des apprentissages des élèves en fonction des besoins repérés. Ils ont conduit aux résultats suivants :

- Une méthodologie pour caractériser à partir d'une analyse didactique, les tâches diagnostiques d'un domaine mathématique, les grilles d'analyse des réponses, puis décrire les principales caractéristiques du profil de l'élève, en termes de cohérences sur ce domaine (Grugeon 1997) ;
- La caractérisation de besoins d'apprentissage ignorés dans les programmes et des objectifs d'apprentissage à travailler dans le cadre de la différenciation de l'enseignement en fonction des besoins repérés d'élèves spécifiques d'une classe, de groupes d'élèves (Pilet 2012) ;
- Le développement de prototypes de diagnostic s'appuyant sur l'analyse des réponses à des questions ouvertes *via* un analyseur des productions des élèves en particulier des expressions algébriques (Prévit 2008) ;
- Le développement de ressources adaptées aux besoins des élèves, à partir du modèle de parcours d'enseignement différencié relatif aux expressions (Pilet 2012), d'une ontologie pour indexer des exercices (El Kechai 2011).

L'implémentation du diagnostic sur LaboMep, plateforme en ligne de l'association Sésamath⁷, a été permise grâce à un travail en étroite collaboration avec les enseignants développeurs de Sésamath. Leur grande disponibilité et expertise a permis une démarche itérative indispensable à l'expérimentation des ressources dans les classes et à l'évolution des modèles.

Un des enjeux du projet est de mettre à l'épreuve cette version *Pépite* sur une plus grande échelle, d'étendre le modèle didactique et formel de diagnostic au domaine arithmétique en fin de cycle 3 de l'école primaire, au domaine algébrique pour les niveaux 5^e et 4^e de collège. Cette extension vise aussi la proposition d'exercices adaptés en fonction des besoins repérés des élèves relatifs aux équations en fin de collège.

Des études de cas, menées auprès d'enseignants de classes ordinaires utilisant le diagnostic *Pépite* et des ressources de différenciation, a permis de montrer une évolution des connaissances et compétences des élèves en algèbre (Pilet 2012). Ces résultats sont encourageants mais nécessitent de poursuivre l'analyse des pratiques enseignantes : évaluation des connaissances, programmation des enseignements et régulation des apprentissages, dans différents contextes (classes ordinaires de cycle trois et collège). Un autre objectif du projet NéOPRÆVAL est de définir des conditions de viabilité pour l'usage d'outils informatiques

⁷ 1 500 000 visites par mois sur le site mathEnPoche de Sésamath, 15 000 professeurs de mathématiques adhérents à sa lettre de diffusion, 450 000 élèves inscrits sur la version réseau destinée à une utilisation de LaboMep par le professeur avec sa classe.

d'évaluation et le développement de ces pratiques. Les fondements théoriques et les démarches déjà initiées seront mobilisées dans le projet NéOPRÆVAL.

Des évolutions engagées dans la conception de CEDRE en lien avec les études didactiques

Des membres de l'équipe⁸ participent depuis deux ans au groupe de pilotage mis en place par la DEPP⁹ ou sont membres d'équipes de concepteurs d'épreuves pour la prochaine évaluation CEDRE¹⁰ (Cycle des évaluations disciplinaires réalisées sur échantillon) en mathématique. Cette collaboration a permis de prendre en compte des résultats de travaux de didactique pour fonder le choix et la formulation des items de l'évaluation (Sayac et Grapin à paraître), et pour faire évoluer le panel des items (validité de contenu) et les réponses proposées dans les QCM. Cette évolution peut favoriser l'utilisation des résultats de CEDRE sur des contenus fondés statistiquement et didactiquement afin de les exploiter pour proposer par exemple des supports de formation.

Dans le cadre de ce projet, nous proposons une analyse des dispositifs d'évaluations externes en mathématiques pour définir une méthodologie d'expertise de ces dispositifs afin de formuler des propositions pour faire évoluer des dispositifs et épreuves d'évaluations.

Transformation des pratiques enseignantes : le projet PACEM en CM1/CM2 (Marseille) et en 6^e/5^e (Créteil)

L'expérimentation PACEM vise explicitement l'amélioration des acquis des élèves en mathématiques en misant sur la transformation des pratiques des enseignants dans le cadre d'un dispositif de formation continue. Pour chercher à atteindre cet objectif, le dispositif investigate deux aspects potentiels du développement professionnel des enseignants : la formation aux pratiques d'évaluation via un décryptage des évaluations standardisées, la mise en place d'un dispositif étagé pour générer un effet d'entraînement collectif dans les écoles et les établissements au-delà du changement de pratiques des seuls enseignants ayant bénéficié de la formation. Menée en 2010-2012 par Jean-François Chesné au sein de la DEPP, cette expérimentation concerne l'enseignement des mathématiques à un moment clé de l'école du socle : la fin de l'école élémentaire (CM1-CM2) dans le domaine des grandeurs et des mesures, et le début du collège (6^e-5^e) dans le domaine des nombres et du calcul. A l'issue de l'expérimentation, les performances des élèves expérimentateurs, par comparaison à celles d'élèves témoins, sont significativement meilleures. Cela tendrait à montrer qu'un investissement spécifique de formation et d'accompagnement des enseignants peut effectivement conduire à une amélioration sensible des performances scolaires des élèves. Dans le cadre de ce projet, dans la méthodologie d'analyse des pratiques enseignantes, nous voulons étudier l'exploitation des indicateurs fournis par ce type de dispositif et comment les enseignants intègrent ces objets de culture professionnelle.

3. PROGRAMME SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE, ORGANISATION DU PROJET / SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROGRAMME, PROJECT ORGANISATION

3.1. PROGRAMME SCIENTIFIQUE ET STRUCTURATION DU PROJET / SCIENTIFIC PROGRAMME AND PROJECT STRUCTURE

Le projet vise à concevoir et à produire des outils d'évaluation diagnostique automatique à visée formative ainsi que des ressources appropriées aux besoins repérés des élèves, utilisables dans des classes ordinaires par les enseignants, pour réguler leur enseignement et gérer l'hétérogénéité des apprentissages, sur deux champs mathématiques : l'arithmétique en fin de cycle 3 de l'école élémentaire et l'algèbre élémentaire en fin de collège. Le programme scientifique s'appuie sur les travaux déjà développés par les participants dans les différents champs de recherche impliqués et dans le cadre du projet Pépite. Il s'agit aussi de faire

⁸B. Grugeon-Allys et N. Sayac (groupe pilotage), N. Grapin (équipe de concepteurs)

⁹ La DEPP est la Direction de l'Evaluation de la Prospective et de la Performance du Ministère de l'Education Nationale.

¹⁰ Ce dispositif d'évaluation des compétences et connaissances des élèves se déroule sur un cycle de 6 ans, par discipline et aura lieu en 2014 pour les mathématiques. Il prend en compte les caractéristiques du système et les politiques éducatives.

évoluer des dispositifs d'évaluation externes existants, aussi bien du côté de la conception que de l'analyse des résultats, en lien avec la DEPP.

Le programme scientifique va se décliner en cinq sous programmes ou tâches (Cf. figure 1) : trois tâches liées à la problématique et deux tâches 0 et 4 qui visent à organiser le projet, à diffuser et valoriser les résultats et les ressources obtenus. Nous précisons ici les objectifs des tâches 1 à 3.

Tâche 1 : Analyse de dispositifs d'évaluations externes en mathématiques.

Cette première tâche vise à développer une méthodologie d'expertise d'évaluations externes prenant en compte différents champs (didactique, psychologie, éducatrice) à partir d'une synthèse des travaux scientifiques portant sur les dispositifs d'évaluation. Il s'agit par la suite de caractériser des conditions pour la conception de dispositifs d'évaluation externes, valides d'un point de vue didactique et psychologique. Cette étude portera principalement sur deux champs mathématiques : l'algèbre élémentaire en fin de collège et l'arithmétique en fin de cycle 3 de l'école élémentaire.

Tâche 2 : Conception de modèles didactiques et informatiques pour l'élaboration de dispositifs d'évaluation en ligne.

Cette deuxième tâche vise à étendre le diagnostic automatique en algèbre pour les différents niveaux du collège et à développer d'autres ressources pour réguler l'enseignement à partir des besoins repérés d'apprentissage des élèves, en prenant en compte les conditions de validité définies dans la méthodologie d'expertise. Il s'agit aussi de généraliser la démarche de conception de dispositifs d'évaluation au domaine mathématique relatif au domaine de l'arithmétique au cycle 3 de l'école élémentaire. La question de la validité « psycho-didactique » des tâches diagnostiques proposées dans les tests sera particulièrement étudiée à partir de l'analyse de l'activité des élèves durant les passations.

Tâche 3 : Analyse des pratiques enseignantes : évaluation des connaissances, programmation des enseignements et régulation des apprentissages.

La tâche 3 vise à identifier les effets éventuels de ces nouveaux outils, leur diversité (inter-enseignants) et leur variabilité (intra-enseignants), ainsi que les processus qui conduisent à ces effets. Nous envisageons une telle étude dans un contexte où les diverses évaluations externes peuvent, elles aussi, influencer sur les pratiques des enseignants.

3.2. DESCRIPTION DES TRAVAUX PAR TACHE / DESCRIPTION BY TASK

Nous présentons chacune des tâches.

Tâche 0 (Responsable : B. Grugeon-Allys, LDAR) : aspects organisationnels et coordination du projet

Cette tâche correspond à la répartition du travail entre les autres tâches, à la gestion de l'avancement du travail de recherche, à la mise en synergie des méthodes et des résultats. Elle sera précisée lors de la réunion de mise en place du projet. La structuration du travail se fait à plusieurs niveaux :

- articulation entre le travail pour déterminer une méthodologie d'expertise d'évaluations externes et le travail d'exploitation (tâche 1) : synthèse régulière des résultats obtenus ;
- articulation entre travail théorique et travail expérimental sur le terrain (tâches 2 et 3) : un ou deux chercheurs travaillent avec un groupe d'enseignants et/ou de formateurs, soit sur l'arithmétique, soit sur l'algèbre ;
- réunions selon les axes (expertise, conception et développement d'outils, analyse de pratiques) et/ou les thèmes (arithmétique, algèbre) : tous les participants se réunissent au moins six fois par année universitaire.
- réunions de l'ensemble du groupe : cinq fois dans l'année à Paris. Ces réunions de l'ensemble du projet permettent de mettre en commun et de faire une synthèse des avancées sur les trois axes de travail du projet. C'est aussi l'occasion de discuter du transfert de la méthodologie de conception d'outils de diagnostic et de ressources entre deux contenus : l'arithmétique, l'algèbre. Les réunions sont préparées par un travail à distance par courrier électronique et échange de documents sur une plate-forme.

Le responsable organisera la rédaction des rapports intermédiaires, en décembre 2014 et 2015, et du rapport final en décembre 2016, en articulant le travail entre les chercheurs intervenant dans les tâches 1, 2 et 3.

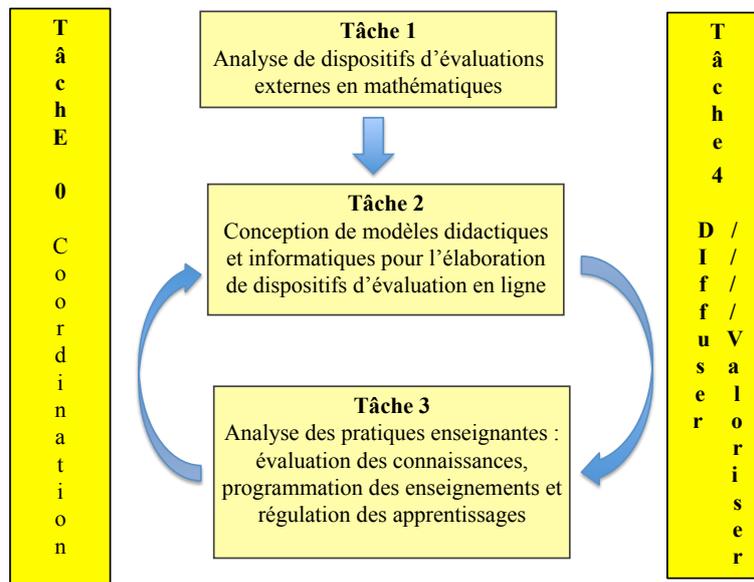


Figure 1. La structure du projet, organisée en trois tâches,

Tâche 1 : Analyse de dispositifs d'évaluations externes en mathématiques (responsables : M. Vantourout et R. Goasdoué, LDAR)

L'objectif de la tâche 1 est le développement et la mise en œuvre d'une méthodologie d'analyse d'évaluations externes avec des approches didactique, psychologique, édumétrique.

- *Cadre de la recherche relative à la tâche 1*

Différents travaux sur l'évaluation ont permis d'interroger les trois grands types de validité d'un point de vue statistique : la validité critérielle, la validité de contenu et la validité de construit (De Landsheere 1976, Dickes & al. 1994, Laveault & Grégoire 2002). C'est pourquoi, l'apport de concepts issus de cadres théoriques de la didactique décrits dans l'état de l'art va permettre d'étudier différentes conditions pour déterminer la validité de contenu et la validité psycho-didactique des dispositifs d'évaluation.

Cela permet de réaliser une analyse multidimensionnelle fondée sur plusieurs critères.

- *Objectifs spécifiques*

Objectif 1 : Définir une méthodologie d'analyse des évaluations externes

A partir d'une synthèse des travaux scientifiques portant sur les dispositifs d'évaluation dans les différents domaines de recherche impliqués (articles et annexes présentant les tests et les cadres méthodologiques mobilisés dans diverses évaluations externes) et dans l'évaluation diagnostique *Pépité*, il s'agira de construire une grille d'analyse multidimensionnelle d'évaluation prenant en compte et articulant : la validité de contenu (tâches proposées, couverture du champ conceptuel, forme des items...), la validité psycho-didactique (activité de l'élève...) et la qualité psychométrique des items. Cela aboutira à construire une méthodologie d'expertise d'évaluations externes prenant en compte différents champs (didactique, psychologie, édumétrie) et à caractériser des conditions de validité pour la conception de dispositifs d'évaluation externes, valides d'un point de vue didactique et psychologique. Cette étude portera principalement sur deux champs mathématiques : l'algèbre élémentaire en fin de collège et l'arithmétique en fin de cycle 3 de l'école élémentaire.

Objectif 2 : Exploiter la méthodologie d'expertise et faire évoluer des dispositifs d'évaluations externes existant pour deux domaines mathématiques : algèbre au collège et arithmétique à l'école

Il s'agit d'interroger et de comparer les évaluations existantes et les résultats produits. Cette analyse concernera principalement des évaluations externes bilans conçues par la DEPP (Direction de l'Évaluation, de la Prospective et de la Performance) et deux autres évaluations externes (EVAPM et

Pépité) développées dans le cadre de la didactique des mathématiques. L'enjeu est de construire des évaluations fondées à la fois statistiquement et didactiquement. La grille d'analyse construite dans la tâche 1 sera appliquée pour analyser la validité (contenu, psycho-didactique et psychométrique) des évaluations sur les deux domaines mathématiques choisis. Cela permettra de proposer des pistes pour faire évoluer le contenu des évaluations-bilans CEDRE mathématique fin d'école et fin de collège en partenariat avec la DEPP.

Objectif 3 : Développer des techniques de diagnostic symbolique et numérique (méthode de classification automatique, ...) pour constituer des catégories de profils d'élèves.

Le logiciel Pépité après analyse et codage des réponses des élèves sur les tâches diagnostiques répartit les élèves selon trois groupes en fonction des niveaux de raisonnement et des notions utilisés. L'expérimentation depuis un an à partir des tests passés sur la plateforme LaboMep de Sésamath a permis de recueillir un corpus important de réponses d'élèves à ces tests diagnostiques en algèbre. Il s'agit maintenant de réaliser, à partir de ce corpus important des réponses d'élèves, une analyse statistique effectuée par des méthodes de fouille de données, par exemple la méthode d'analyse statistique implicite (Gras 2013), méthode d'analyse de données non symétrique. L'enjeu est d'interroger l'analyse didactique déjà existante sur les catégories de profils d'élèves. Elle sera exploitée dans la tâche 2.

- *Responsable, partenaires impliqués et leurs contributions*

Responsable		
Marc Vantourout et Rémi Goasdoué (EDA)		
Partenaires : objectif 1	Partenaires : objectif 2	Partenaires : objectif 3
J. F. Chesné (LDAR, DEPP) R. Goasdoué (EDA) N. Grapin (LDAR) B. Grugeon-Allys (LDAR) T. Rocher (DEPP) M. Vantourout (EDA) N. Sayac (LDAR)	F. Chenevotot (LDAR) J.F. Chesné N. Grapin (LDAR) R. Goasdoué (EDA) B. Grugeon-Allys (LDAR) M. Vantourout (EDA) N. Sayac (LDAR)	N. Gauvrit (LDAR) T. Rocher (DEPP)

- *Livrables : inventaire par objectif*

Objectif 1 : Responsables R. Goasdoué (EDA) et B. Grugeon-Allys (LDAR)

Livrable 1.1.a. Méthodologie et grille d'analyse pour étudier la validité d'un dispositif d'évaluation (juin 2014).

Des allers et retours « conception / mise en œuvre » conduiront à des évolutions de cette grille d'analyse (Goasdoué et Grugeon, décembre 2014, juin 2015)

Livrable 1.1.b. Méthodologie d'expertise des différents types d'évaluation dans un domaine donné (Goasdoué et Grugeon, Décembre 2015)

Objectif 2 : Responsable M. Vantourout (EDA)

Livrable 1.2.a. Analyse de la validité de contenu et la validité psycho-didactique des items des évaluations bilan Cèdre fin d'école et fin de collège dans les deux domaines (Vantourout, Décembre 2014) Des allers et retours « conception / mise en œuvre » conduiront à des évolutions de cette analyse, Décembre 2015)

Livrable 1.2.b. Analyse complémentaire à celle produite par la DEPP sur les résultats des évaluations bilans Cèdre 2014 (Vantourout, Décembre 2015)

Objectif 3 : Responsable N. Gauvrit (LDAR)

Livrable 1.3. Méthode de classification automatique statistique implicite pour constituer des catégories de profils d'élèves (dans le domaine de l'algèbre élémentaire). (Gauvrit, Décembre 2014). Exploitation pour la tâche 2, en arithmétique (Gauvrit, Décembre 2016)

Travaux et méthodes

Pour les deux domaines mathématiques concernés, il s'agira d'étudier l'ensemble des items conçus dans les différentes évaluations externes concernées et d'interroger leur validité (contenu, psycho-didactique et psycho-

métrique) à l'aide des outils issus de la didactique des mathématiques (analyse épistémologique du savoir en jeu, analyse de tâches, complétude du champ conceptuel concerné ...), de la psychologie cognitive (analyse clinique sur certains items) et des méthodes utilisées en psychométrie.

Pour l'objectif 3, il s'agit d'étudier par une méthode statistique l'ensemble des données recueillies après l'utilisation de Pépite sur LaboMep.

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

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

- Cadre de la recherche relative à la tâche 2

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 numériques¹¹. 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 Kechai, 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 relatif à la tâche 2

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 5ème et 4ème) 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.

¹¹ 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).

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, 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 terme 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 Julot (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 : Responsable F. Chenevotot (LDAR) et Elisabeth Delozanne (LIP6)

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

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

Livable 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, version1 Décembre 2015, version 2 Décembre 2016)

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

Livable 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)

Livable 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, version1 juin 2016, version 2 Décembre 2016)

Objectif 2 : Responsable N.Sayac (LDAR)

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

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

Livable 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, version1 juin 2016, version 2 Décembre 2016)

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

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

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

Livable 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)

Tâche 3 : Analyse des pratiques enseignantes : évaluation des connaissances, programmation des enseignements et régulation des apprentissages. Conditions pour le développement de ces pratiques et l'usage d'outils informatiques d'évaluation et de conception de dispositifs d'enseignement.

Nous présentons ci-dessous le cadre de la recherche relative à la tâche 3 et développons les objectifs scientifiques poursuivis dans ce projet ainsi que le programme de travail envisagé pour les atteindre.

- *Cadre de la recherche relative à la tâche 3*

Nous considérons l'enseignant comme un individu en situation de travail (Robert & Rogalski, 2002) auquel incombe différentes tâches dont celles de programmer son enseignement, de réaliser ce programme en classe en tenant compte des élèves dont il a la charge et d'évaluer les apprentissages qu'ils ont construits (Roditi, 2011). Ces tâches sont interdépendantes, en particulier car l'évaluation revêt une pluralité d'objectifs (Allal et al, 1979 ; De Ketele, 1986 ; Perrenoud, 1998). Sommative, elle conduit à positionner les élèves en fonction des attendus ; formative, elle permet à l'enseignant d'adapter son enseignement en fonction du niveau des élèves ; formatrice, elle nourrit la régulation des apprentissages de savoirs précis lors des interactions langagières qui se déroulent en classe (Hadjji, 1995 ; Vantourout & Goasdoué, 2011). Si l'automatisation de la conception de situations d'enseignement, il reste, comme le montrent de nombreux travaux (par exemple : Butlen, Peltier-Barbier & Pézard, 2002 ; Bautier & Goigoux, 2004 ; Roditi, 2005), que les situations d'enseignement programmées ne constituent pas un élément suffisant permettant – aux chercheurs – d'anticiper les activités effectives des élèves en classe ni, par conséquent, les apprentissages qu'ils pourront y construire. En classe, tant que faire se peut, l'enseignant cherche à mettre ses élèves au travail et à ce qu'ils réussissent à faire ce qui leur est demandé. Pour y parvenir, il est souvent conduit, une fois la situation proposée aux élèves, à modifier celle-ci parfois sensiblement, si bien que l'activité « potentielle » des élèves qui pouvait être anticipée à l'analyse *a priori* de la seule situation ne correspond pas à l'activité « effective » qui peut être observée *a posteriori* (Roditi, 2008). Pendant les entretiens avec les chercheurs, les enseignants expliquent très bien ces modifications des situations durant les interactions avec les élèves, ils se réfèrent aux évaluations formatrices locales qu'ils effectuent durant ces interactions et les interprétations qu'ils font des résultats les aident à prendre leurs décisions (Robert & Rogalski, 2005). Ces décisions dépendent grandement des ressources (documentaires mais aussi et surtout personnelles : mathématiques, didactiques, psychologiques, etc.) dont disposent les enseignants et qui s'acquièrent principalement en amont des interactions, en formation initiale ou continue comme par les expériences professionnelles précédemment vécues (DeBlois & Roditi, 2007, 2008 ; Robert, Roditi & Grugeon, 2007). Enfin, en cohérence avec nos autres références théoriques, nous nous référons à la didactique professionnelle (Pastré, Mayen & Vergnaud, 2006 ; Pastré, 2011) pour l'analyse du développement (ou des sources de développement) des pratiques enseignantes. La didactique professionnelle puise en effet ses sources auprès de trois champs scientifiques : la didactique des disciplines, la psychologie ergonomique et la psychologie du développement.

- *Objectifs spécifiques*

Cet axe du projet est résolument didactique en ce sens qu'il vise la compréhension des phénomènes étudiés en tant qu'ils sont spécifiques aux contenus disciplinaires d'enseignement en jeu. Cette compréhension se décline en trois objectifs de recherche :

Le premier objectif consiste donc à enrichir et affiner, en fonction des contenus mathématiques enseignés, les catégories permettant de décrire les pratiques enseignantes quant à la programmation de leur enseignement, quant à la régulation des situations d'apprentissage en classe et quant aux évaluations sommatives et formatrices qu'ils mettent en œuvre.

Le deuxième objectif est la mise en relation des observables relevant de ces catégories afin de mettre au jour diverses cohérences des pratiques enseignantes. À travers ces cohérences, leurs organisateurs seront recherchés relativement à leur dimension socio-institutionnelle des pratiques (par exemple : degré d'enseignement et programmes officiels d'enseignement des mathématiques à ce degré d'enseignement, évaluations externes nationales et internationales des apprentissages mathématiques à ce degré d'enseignement, travail dans un établissement relevant de l'éducation prioritaire, etc.) ainsi qu'à leur dimension personnelle (rapport au savoir mathématique de l'enseignant, sa formation en mathématiques et en didactique, ses interprétations des inégalités d'apprentissage, ses usages des outils technologiques, etc.).

Le troisième objectif consiste à établir des critères portant sur la formation mathématique et didactique des enseignants comme sur leur connaissance des difficultés des élèves. Ce dernier objectif est vaste. Il vise l'identification de l'évolution des usages des ressources informatiques dédiées à l'évaluation et la différenciation, tant pour la programmation des enseignements que pour la régulation des situations d'apprentissage. Il vise aussi la mise au jour de facteurs permettant une telle évolution, évolution qu'on peut supposer *a priori* variable suivant les enseignants. Il vise enfin, à terme, la conception de dispositifs de formation à l'usage de d'outils informatisés pour identifier les besoins d'apprentissage des élèves et différencier l'enseignement par une adaptation à ces besoins.

- Responsable, partenaires impliqués et leurs contributions

Responsable		
Éric Roditi, EDA		
Partenaires : objectif 1	Partenaires : objectif 2	Partenaires : objectif 3
J.-F. Chesné, DEPP N. Grapin, LDAR É. Roditi, EDA N. Sayac, LDAR M. Vantourout, EDA	N. Grapin, LDAR M. Haspékian, EDA M. Kiwan, EDA Julia Pilet, EDA É. Roditi, EDA M. Vantourout, EDA C. Cazes, LDAR	S. Bedja, LDAR B. Grugeon Allys, LDAR M. Haspékian, EDA J. Horoks, LDAR M. Kiwan, EDA J. Pilet, EDA É. Roditi, EDA

- Livrables : inventaire par objectif

Objectif 1 : Responsable Éric Roditi (EDA)

Livable 3.1a. Catégories d'analyse des tâches – relatives à la résolution de problèmes numériques à l'école ou à l'algèbre élémentaire au collège – en fonction des activités potentielles qu'elles peuvent induire chez les élèves (E. Roditi, juin 2014)

Livable 3.1b. Catégories d'analyse des interactions professeur-élèves relatives à la régulation des activités d'apprentissage de la résolution de problèmes numériques à l'école ou de l'algèbre élémentaire au collège (E. Roditi, décembre 2014)

Livable 3.1c. Catégories d'analyse de dispositifs d'évaluation relatifs à la résolution de problèmes numériques à l'école ou de l'algèbre élémentaire au collège (N. Sayac, décembre 2014)

Livable 3.1d. Catégories d'analyse des usages d'outils (informatiques) pour l'évaluation des acquis des élèves et la conception de dispositifs d'enseignements adaptés aux besoins d'apprentissage des élèves (M. Haspékian, décembre 2014)

Objectif 2 : Responsable Éric Roditi (EDA)

Livable 3.2a. Organismes des pratiques d'enseignement de la résolution de problèmes numériques à l'école ou de l'algèbre élémentaire au collège (E. Roditi, juin 2015)

Livable 3.2b. Typologie de pratiques d'enseignement de la résolution de problèmes numériques à l'école ou de l'algèbre élémentaire au collège (E. Roditi, juin 2015)

Objectif 3 : Responsables Brigitte Grugeon (LDAR) & Mariam Haspékian (EDA)

Livable 3.3a. Typologie des évolutions des usages des outils (informatiques) pour l'évaluation des acquis des élèves et la conception de dispositifs d'enseignements adaptés aux besoins d'apprentissage des élèves (M. Haspékian, juin 2016)

Livable 3.3b. Catégories des facteurs favorables ou défavorables à l'évolution des usages de tels outils (B. Grugeon, décembre 2016)

Livable 3.3c. Éléments pour concevoir des dispositifs de formation des enseignants à l'usage de tels outils (B. Grugeon, décembre 2016)

Travaux et méthodes

Les travaux programmés pour la réalisation de la tâche 3 sont essentiellement des analyses comparatives de pratiques enseignantes d'évaluation, de conception de situations d'apprentissage et de régulation de ces situations en classe. Ces analyses comparatives peuvent être différentielles (comparaisons inter-enseignants) et développementales (analyse de l'évolution des pratiques d'un même enseignant). Conformément au cadre théorique indiqué, les analyses convoquent des outils issus de trois champs scientifiques : la didactique des mathématiques, la psychologie ergonomique et la didactique professionnelle.

Les enseignants dont les pratiques sont analysées et éventuellement comparées exercent au niveau primaire (en cycle 3) et au niveau secondaire (cycle central), ils utilisent ou non des outils informatiques d'évaluation et de conception de situations d'enseignement.

Les pratiques sont analysées à partir de corpus comprenant : les sources documentaires relatives aux contenus enseignés (dont celles utilisées par les enseignants), des observations (éventuellement filmées) de séances d'enseignement en classe, des entretiens avec les enseignants (avant et après les séances observées, éventuellement à partir de vidéos tournées dans leurs classes). Nous convoquons pour ces analyses des méthodes générales des pratiques déjà éprouvées en didactique des mathématiques et didactiques professionnelle que nous adaptons aux contenus enseignés et aux problématiques précises de la recherche (voir bibliographie).

Si les résultats obtenus le permettent, une étude à plus grande échelle peut être envisagée sur une population d'enseignants utilisant des outils informatiques disponibles en ligne sur le site Labomep, une telle étude serait alors réalisée sur les pratiques déclarées des enseignants, pratiques qui seraient recueillies par questionnaires.

Tâche 4 : Action de diffusion et de valorisation des résultats et des ressources créées (Responsable : B. Grugeon-Allys, J.F. Chesné et E. Roditi)

- Cette tâche vise à organiser la communication et la diffusion des résultats de la recherche, dans les différentes communautés de recherche, comme présenté au paragraphe 4 suivant.
- Cette tâche vise à valoriser les résultats relatifs aux ressources de différenciation, en particulier sur le site LaboMep, voire sur d'autres banques en ligne. En particulier il s'agira de négocier, d'une part avec la DEPP du ministère de l'éducation nationale, l'exploitation des analyses effectuées lors de la recherche dans l'architecture globale des évaluations et dans la conception des tests et d'autre part avec les rectorats de Paris, Créteil et Versailles, la proposition de formation continue dans le cadre du PAF.

3.3. CALENDRIER / TASKS SCHEDULE

2014		2015		2016		
Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	
Réunion de démarrage		Tâche 0 coordination du projet (B. Grugeon- Allys)				Symposium final
Tâche 1 (R. Goasdoué & M. Vantourout)						
1.1a	1.1a 1.2a 1.3 (v1)	1.1a	1.1b 1.2b		1.3 (v2)	
Tâche 2 (F. Chenevotot)						
2.1a	2.1b&2.1d 2.2a		2.1c (v1)&2.1e 2.2b 2.3a	2.1f (v1) 2.3b	2.1c (v2) &2.1f(v2)	
Tâche 3 (E. Roditi)						
3.1a	3.1b&c&d	3.2a&b		3.3a	3.3b&c	
Tâche 4 Diffusion & valorisation (B. Grugeon-Allys, J.F. Chesné et E. Roditi)						

4. STRATEGIE DE VALORISATION, DE PROTECTION ET D'EXPLOITATION DES RESULTATS / DISSEMINATION AND EXPLOITATION OF RESULTS. INTELLECTUAL PROPERTY

La valorisation des résultats sur deux plans, recherche scientifique et, retombées sur l'enseignement et la formation des maîtres, fait partie intégrante du projet. C'est un enjeu majeur du projet pluridisciplinaire puisque, au-delà des résultats théoriques pour la recherche fondamentale, la recherche vise la production de ressources utilisables dans l'enseignement ordinaire à partir d'une plate-forme en ligne et le développement professionnel des professeurs.

La communication scientifique

Participation à des congrès internationaux et nationaux à destination des chercheurs, des doctorants
Colloques annuels de l'Association pour le Développement des Méthodologies d'Évaluation en Éducation ADMEE 2014, ADMEE 2015, ADMEE 2016. Colloques annuels Psychology of Mathematics Education PME 2014, 2015, 2016.

Colloque de l'Espace Mathématique Francophone EMF 2015. Colloques de l'European society for Research in Mathematics Education CERME9 2015 et CERME10 2017. Colloque de l'International Commission on Mathematical Instruction ICME13 en 2016. Ecole d'été de didactique des Mathématiques 2015.

Colloques Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement TICE 2014, 2016. Colloques Intelligent Tutoring Systems ITS14 en 2014, ITS15 en 2013. Colloques annuels Environnement Informatique d'Apprentissage Humain EIAH 2014, 2015, 2016.

Participation à des colloques nationaux à destination de formateurs d'enseignants et d'enseignants :

Colloques nationaux annuels de la COPIRELEM (COmmission des IRem pour l'école ELEMentaire), de la CORFEM (COmmission de Recherche sur la Formation des Enseignants de Mathématiques), journées nationales annuelles de l'APMEP (Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public), destinés respectivement aux formateurs d'enseignants du premier degré, et du second degré.

Organisation de colloquim ou de journées d'étude avec des chercheurs nationaux et internationaux sur le champ de recherche de l'évaluation et de la régulation de l'enseignement en 2015 et 2016

Publications

Ce projet donnera lieu à des publications scientifiques dans des revues nationales ou internationales de :

- Didactique des mathématiques : Recherche en Didactique des Mathématiques (RDM), Educational Studies in Mathematics (ESM), Education et Didactique (ED).

- EIAH : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation (STICEF)

- Sciences de l'éducation : Revue Française de Pédagogie (RFP), Mesure et Evaluation en Education.

Ce projet donnera lieu à l'écriture de **deux ouvrages collectifs**, synthèse des démarches et résultats, sur les pratiques d'évaluation des enseignants en mathématiques, l'un à destination du monde scientifique et l'autre du milieu de l'enseignement et de la formation.

La promotion faite à la culture scientifique et exploitation des résultats

Le projet va permettre la dissémination de résultats de recherche sur le diagnostic cognitif pour organiser la différenciation des apprentissages (Grugeon-Allys, Pilet, Chenevotot et Delozanne 2012) *via* la production de ressources numériques sur la plateforme LaboMep, et les articles sur Mathématique, revue en ligne de sésamaths. L'enjeu est d'engager les enseignants dans de nouvelles pratiques d'évaluation et de différenciation.

Des conventions devront être signées pour le déroulement du projet au moins avec les rectorats de Paris et Créteil et Versailles. Ces relations, déjà existantes, devraient favoriser, au moins au niveau local, les retombées du projet sur la formation des enseignants. Le rectorat de Créteil joue un rôle particulier dans la mesure où **nous collaborons déjà avec des membres de la cellule « Innovation » pour organiser des**

formations sur la gestion de l'hétérogénéité des apprentissages et la différenciation des parcours.

La plupart des membres de l'équipe sont actifs dans des institutions susceptibles de diffuser les résultats de recherche dans la formation (ESPE). De ce fait, ils ont des contacts réguliers avec les instances locales de pilotage des formations des enseignants et avec les rectorats de Créteil, Paris et Versailles. Deux membres de l'équipe ont participé à l'élaboration de manuels scolaires (J.-F. Chesné et N. Grapin). D'autres participent à la diffusion des travaux en didactique par leur activité dans les comités de rédaction de revues Interface (Grugeon-Allys pour la CORFEM). M. Vantourout est délégué de la section française de l'ADMEE Europe. Grugeon-Allys est active (présidente pendant 4 ans) dans les commission InterIREM pour la formation des enseignants du second degré (CORFEM).

Les retombées (normalisation, information des pouvoirs publics, ...),

En lien avec le Ministère de l'éducation nationale :

Des présentations de la recherche et de ses résultats dans le cadre de manifestations seront organisées par la Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance (jeudi de la DEPP, atelier), avec publication partielle des travaux dans la revue Education et formations.

Des analyses effectuées lors de la recherche seront prises en compte dans l'architecture globale des évaluations et dans la conception des tests. Une convention sera signée avec la DEPP pour analyser des données issues des évaluations CEDRE et exploiter les analyses effectuées dans le cadre de la recherche.

Les contributions au contenu des formations de l'enseignement supérieur

- **Master 1 « Formation des enseignants du premier degré »** : Transfert des méthodes de diagnostic et de différenciation dans la formation des étudiants de master 1 à l'ESPE de Créteil dans le cadre du projet « ORPELA » mené dans les projets IDEA soutenus par l'UPEC. Il s'agit à partir de la rentrée 2013 de proposer des enseignements adaptés aux besoins des étudiants du 93 en difficultés pour les accompagner à devenir professeur des écoles.

- **Formation en master de didactique des mathématiques, de sciences de l'éducation, en DU et en master d'informatique** pour des étudiants, respectivement des universités Paris Diderot-Paris7, Paris Descartes-Paris5, et UMPC Paris-Universitas.

- **Formations à destination d'enseignants du premier degré et du second degré dans les trois académies d'Ile-de-France** : Formation continue des enseignants du premier degré, inscrite au PAF, stage de 2 jours à 3 pour des enseignants du 1er ou du 2nd degré, en lien avec le PAF des Académies de Paris, Créteil et Versailles, IREM de Paris 7.

Objectifs : Usages d'outils de diagnostic et de ressources de différenciation pour l'apprentissage de l'arithmétique au cycle 3 ou pour l'apprentissage de l'algèbre, outils et ressources implémentées sur la plateforme *LaboMep*.

Les échéances et la nature des retombées technico- économiques attendues

Formation continue au PAF des académies de Créteil, Paris et Versailles dans le cadre de l'IREM de Paris Diderot-Paris 7 : plusieurs stages de 2 à 3 jours, années scolaires 2013-2014, 2014-2015, 2015-2016.

Formation en master: années universitaires 2014-2015, 2015-2016.

5. DESCRIPTION DU PARTENARIAT / CONSORTIUM DESCRIPTION

5.1. DESCRIPTION, ADEQUATION ET COMPLEMENTARITE DES PARTENAIRES / PARTNERS DESCRIPTION, RELEVANCE AND COMPLEMENTARITY

Ce projet s'inscrit dans le contexte des projets de recherche pluridisciplinaire en EIAH (Environnements Informatiques d'Apprentissage Humain) autour du diagnostic Pépite, fruits d'une collaboration de plus de quinze ans entre chercheurs en didactique des mathématiques du LDAR et en informatique du LIP6. Un travail de recherche sur les pratiques enseignantes est mené depuis près de quinze ans dans les deux laboratoires EDA et LDAR ; une collaboration dans ce domaine réunit des chercheurs des deux équipes depuis plusieurs années.

PARTENAIRE n°1 : L'équipe LDAR (EA 4434), université Paris Diderot-Paris 7

Le Laboratoire de Didactique André Revuz (LDAR) de l'Université Paris Diderot-Paris 7 rassemble une cinquantaine de chercheurs en didactique des mathématiques et des sciences expérimentales (sciences physiques, chimie, sciences de la Vie et de la Terre). B. Grugeon-Allys et F. Chenevotot chercheuses impliquées dans ce projet sont investies dans le groupe de travail « Apports des TICE » qui regroupe une douzaine de chercheurs travaillant sur la conception d'environnements logiciels, l'intégration des technologies dans l'enseignement (dont les bases d'exercices en ligne) ainsi que les phénomènes de développement professionnel associés. Ces travaux de recherche ont produit le logiciel de diagnostic Pépite, des parcours d'enseignement différencié (implémentés dans la plateforme LaboMep) et de nombreuses publications scientifiques. B. Grugeon-Allys, F. Chenevotot impliquées dans ces projets ont ainsi développé une expertise reconnue dans le domaine de la conception collaborative de ressources de diagnostic et de différenciation pour gérer la diversité cognitive des élèves et favoriser leur réussite dans l'apprentissage de l'algèbre. Une partie des travaux de B. Grugeon-Allys et de J. Horoks porte sur l'analyse des pratiques enseignantes et des apprentissages, dans des environnements informatiques en lien avec l'approche instrumentale pour ceux de B. Grugeon-Allys.

N. Sayac et N. Grapin développent des recherches sur l'évaluation en mobilisant des outils issus de la théorie de l'activité. J. F. Chesné, chef de bureau de l'évaluation des actions éducatives et des expérimentations à la Direction de l'Évaluation, de la Prospective et de la Performance (DEPP) du Ministère de l'Éducation Nationale, y mène sa thèse sur l'Acquisition de Compétences par les Élèves en Mathématiques avec A. Robert.

PARTENAIRE n°2 : L'équipe EDA, université Paris Descartes

Le laboratoire EDA (EA 4071) est une unité de recherche pluridisciplinaire de la Faculté des Sciences Humaines et Sociales – Sorbonne de l'Université Paris Descartes, qui comporte 22 membres permanents essentiellement didacticiens, psychologues ou linguistes et dont les travaux portent sur les questions relatives à l'éducation, aux apprentissages et aux discours qui les traversent.

En lien avec le présent projet ANR les membres d'EDA apportent des compétences quant à trois domaines majeurs en complément à ceux apportés par les autres partenaires. L'analyse des pratiques enseignantes est travaillée par M. Haspékian, J. Pilet, M. Vantourout et É. Roditi qui en a fait l'objet de sa note de synthèse pour l'habilitation à diriger des recherches. En ce qui concerne l'analyse des pratiques enseignantes, les cadres convoqués par les membres d'EDA réfèrent largement à la théorie de l'activité, à la didactique professionnelle et à la didactique de la discipline correspondant aux contenus enseignés. En outre, les travaux de M. Haspékian et de Julia Pilet se réfèrent à l'approche instrumentale, particulièrement utile pour l'analyse des pratiques et des apprentissages dans des environnements informatiques. Ces choix théoriques sont en cohérence avec ceux des membres du LDAR, cela permet une collaboration des deux équipes sur cette partie du projet. En didactique des mathématiques, E. Roditi et M. Vantourout ont produit des recherches sur l'enseignement de l'arithmétique à l'école ; M. Haspékian et J. Pilet sur l'enseignement de l'algèbre élémentaire. Enfin, R. Goasdoué et M. Vantourout consacrent l'essentiel de leur activité de recherche sur les questions relatives à l'évaluation, tant sur la conception des épreuves que sur leur correction. Leurs travaux font référence dans le champ de la recherche en éducation sur l'évaluation.

PARTENAIRE n°3 : Le laboratoire LIP6, université Pierre et Marie Curie-Paris 6

Le LIP6 est un laboratoire de recherche en informatique sous tutelle de l'Université Pierre & Marie Curie, et du CNRS (UMR 7606). Les membres du LIP6 participant au présent projet ANR font partie de l'équipe MOCAH : Modèles et Outils en ingénierie des Connaissances pour l'Apprentissage Humain. J. Marc Labat est le responsable de l'équipe. E. Delozanne a participé aux précédents projets Pépite, Lingot et PépiMep et a encadré des thèses menées dans ce cadre. Les recherches de l'équipe MOCAH portent sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH). Les principales problématiques abordées concernent : le diagnostic cognitif de l'apprenant, la modélisation de l'apprenant, la conception d'outils auteurs pour le développeur ou pour l'enseignant, l'ingénierie d'apprentissage par le jeu. Des outils logiciels génériques comme le diagnostic cognitif et la génération de parcours de remédiation en algèbre élémentaire ont été développés dans le cadre de ces projets et constituent un support à la recherche actuelle.

Dans le projet ANR, les chercheurs en didactique des mathématiques du LDAR poursuivront les recherches et le partenariat engagé avec les chercheurs en informatique du LIP6, tout en nouant de nouveaux liens avec des chercheurs d'EDA, spécialistes de problématiques sur l'évaluation et sur les pratiques enseignantes.

PARTENAIRE n°4 : Association Sésamath – Président Christophe Rindel

Cette association cherche à rapprocher les professeurs de mathématiques utilisant les TICE, à leur faire concevoir collaborativement des documents numériques. Sésamath vise aussi à faire échanger des pratiques innovantes afin de favoriser leur diffusion parmi de nombreux professeurs de mathématiques.

5.2. QUALIFICATION, ROLE ET IMPLICATION DES PARTICIPANTS / QUALIFICATION AND CONTRIBUTION OF EACH PARTNER

GRUGEON-ALLYS Brigitte 59 ans Responsable du projet ANR
 Professeur des Universités, Université Paris Diderot-Paris 7.

• *Cursus et parcours professionnel*

HDR 26° (Paris Diderot-Paris 7, 2008), PU depuis 2008.

Responsable d'un projet national – projet cognitif de 2002 à 2005, d'un projet PICRI – Ile de France (convention n° 09 003412 de 2009 à 2012, de 4 projets en réponse à l'appel d'offre de l'IUFM d'Amiens de 1999 à 2008, sur des thèmes développés dans ce projet : diagnostic en algèbre, développement de ressources et pratiques enseignantes

• *Publications et communications scientifiques*

Cinq publications majeures en lien avec le projet depuis 2007

Grugeon-Allys, B., Pilet, J., Chenevotot-Quentin, F., Delozanne, E. (2012) Diagnostic et parcours différenciés d'enseignement en algèbre élémentaire. In Coulange, L., Drouhard, J.-P., Dorier, J.-L., Robert, A. (Eds.) *Recherches en Didactique des Mathématiques, Numéro spécial hors-série, Enseignement de l'algèbre élémentaire : bilan et perspectives* (137-162). Grenoble : La Pensée Sauvage.

Delozanne, E., Prévôt, D., Grugeon-Allys, B., Chenevotot-Quentin, F. (2010) Vers un modèle de diagnostic de compétence. *Revue Techniques et Sciences Informatiques* 29(8-9) (899-938).

Grugeon B. (2010) Evolution des pratiques des professeurs débutants de mathématiques pendant les premières années d'exercice, In R. Goigoux, L. Ria et M.C.Toczek-Capelle (eds), *Les parcours de formation des enseignants débutants*, Presses Universitaires Blaise Pascal. ISBN 978-2-84516-401-7.

Grugeon B, Lagrange J.B., Jarvis D. (2010) Teacher education courses in mathematics and technology: analyzing views and options, In C. Hoyles, J.B. Lagrange (eds), *Digital Technologies and Mathematics teaching with technology: Rethinking the terrain* pp. 329-345. New York : Springer.

Grugeon-Allys B. (2008) Pratiques d'intégration d'un logiciel de géométrie dynamique à l'école élémentaire, In E.-H. Riard et B. Poucet (eds), *Revue Carrefours de l'éducation* 25 73-88.

Autres publications : 4 ACLN, 2 chapitres d'ouvrage, 12 ACT

CHESNÉ Jean-François 53 ans

Professeur agrégé de mathématiques, doctorant en didactique des mathématiques

Chef de bureau à la direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance (DEPP) du M. E. N.

Autres expériences professionnelles :

PRAG à temps partagé à l'IUFM de Créteil en mathématiques pour le second degré, en formation initiale et en formation continue. Membre du projet COMENIUS intitulé LOSSTT IN MATH sur la comparaison des systèmes scolaires, des programmes de mathématiques - école élémentaire, collège - et des systèmes de formation des enseignants.

Membre du jury du CAPES interne de mathématiques. Directeur de collection et auteur de manuels scolaires pour le collège et le lycée.

Publications :

Chesné (2013). Quels types de résultats fournissent les enquêtes de la DEPP et les évaluations nationales ? Quels sont les effets sur les pratiques enseignantes ? *Bulletin vert n°503 de l'APMEP*

Chesné (2012). PACEM : une expérience de formation d'enseignants en mathématiques à l'école et au collège, *Actes des 17^e et 18^e colloques de la CORFEM*.

Chesné, Prost-Dambélé et Lardeux (2012). PACEM : une expérimentation de formation continue d'enseignants en mathématiques, *résultats en sixième*, Note d'information 12. 23 de la DEPP.

Chesné (2011) *Les acquis des élèves en calcul à l'issue de l'école primaire*, La documentation française.

Chesné, Paries, Robert (2009). A partir des pratiques en formation professionnelle des enseignants de mathématiques des lycées et collèges, *Revue Petit 'x*, n°80.

CHENEVOTOT-QUENTIN Françoise 42 ans

Cursus : 1992 : Doctorat en "Mathématiques appliquées" de l'Université de Technologie de Compiègne (U.T.C.) 1989 : Diplôme d'ingénieur en informatique de l'U.T.C. Major de promotion.

Situation actuelle : Maître de conférences en mathématiques appliquées, CNU section 26, depuis 1993.

Activités de recherches depuis 2002 : Didactique des mathématiques. Usage des TICE dans l'enseignement, analyse des pratiques enseignantes et formation des maîtres relatives à l'usage des TICE.

5 publications les plus significatives, en relation avec le projet

1) Grugeon-Allys, B., Pilet, J., Chenevotot-Quentin, F., Delozanne, E. (2012) Diagnostic et parcours différenciés d'enseignement en algèbre élémentaire. In Coulange, L., Drouhard, J.-P., Dorier, J.-L., Robert, A. (Eds.) *Recherches en Didactique des Mathématiques, Numéro spécial hors-série, Enseignement de l'algèbre élémentaire : bilan et perspectives* (137-162). Grenoble : La Pensée Sauvage.

2) Abboud-Blanchard, M., Cazes, C., Chenevotot-Quentin, F., Grugeon, B., Haspekian, M., Lagrange, J.-B., Vandebrouck, F. (2012) Les technologies numériques en didactique des mathématiques. In Elalouf, M.-L., Robert, A., Belhadjin, A., Bishop, M.-F (Eds.) *Les didactiques en question(s). Etat des lieux et perspectives pour la recherche et la formation* (pp.211-229). Bruxelles : De Boeck.

3) Delozanne, E., Prévité, D., Grugeon-Allys, B., Chenevotot-Quentin, F. (2010) Vers un modèle de diagnostic de compétence. *Revue Techniques et Sciences Informatiques* 29(8-9) (899-938).

4) Hinault, M.-H., Chenevotot, F. (2012) Entretiens individuels en calcul algébrique. *Repères-IREM* (89) (57-87).

5) Chenevotot-Quentin, F., Grugeon, B., Delozanne, E. (2009) Diagnostic cognitif en algèbre élémentaire à différents niveaux de la scolarité. *Actes du colloque « Approches plurielles en didactique des mathématiques » DIDIREM2008* (pp. 141-149). Paris, du 4 au 6 septembre 2008.

GAUVRIT Nicolas 41 ans

Cursus et parcours professionnel

Agrégation et magistère de mathématiques (ENS Lyon). Master professionnel de psychologie de l'enfant (Paris 8). Doctorat en science cognitive (EHESS/ENS/X)

Autres expériences professionnelles :

Actuellement maître de conférences à l'Université d'Artois. Chercheur au LDAR, Université Paris Diderot-Paris 7. Anciennement PRAG, Université de Metz.

Publications et communications scientifiques

Gauvrit, N. (Sous presse). À propos du biais d'équiprobabilité. *Recherches en Didactique des Mathématiques*.

Gauvrit, N. (Sous presse). Conceptions du hasard et biais probabilistes chez des enseignants du second degré : effet d'une formation courte. *Statistique et Enseignement*.

Gauvrit, N., Delahaye, J.-P., & Zenil, H. (2013). Sloane's Gap. Mathematical and Social Factors Explain the Distribution of Numbers in the OEIS. *Journal of Humanistic Mathematics*, 3 (1), 3-19.

Gauvrit, N. (2012) Gènes et mathématiques : La génétique peut-elle présenter un intérêt pour la didactique ? *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 17, 9-26.

Gauvrit, N. (2012). Didactique des mathématiques et psychologie. L'impossible débat ? *A.N.A.E.*, 120-121, 525-528.

Autres publications : ACL 5, ACLN 12

GOASDOUÉ Rémi 38 ans

Docteur psychologie et maître de conférences en sciences de l'éducation, Université Paris Descartes, Laboratoire EDA (depuis septembre 2007).

Publications (cinq publications majeures en lien avec le projet depuis 2006) :

Romainville, M., Goasdoué, R. & Vantourout, M (dir.). (2012). Evaluation et enseignement supérieur. Bruxelles : De Boeck.

Goasdoué, R. (2012), *La folie des grands nombres ou la construction sociale des marchés de la recherche*, in Romainville, M., Goasdoué, R. & Vantourout, M (dir.). (2012). Evaluation et enseignement supérieur. Bruxelles : De Boeck.

Vantourout, M. Goasdoué, R., Maury, S. & Nabbout, M. (2012). A la frontière entre l'écologie et l'expérimental : des situations aménagées pour l'étude de l'activité évaluative en mathématiques. In M. Altet, M. Bru et C. Blanchard-Laville (dir.). *Observer les pratiques enseignantes* (191-204). Paris : L'Harmattan.

Vantourout, M. & Goasdoué, R. (2011). Correction de dissertations en SES. *Idées n° 163*, 71-77.

GRAPIN Nadine 37 ans

Cursus : Capes de mathématiques (1998) ; Master 2 de didactique des mathématiques (Paris 7, 2009).

Situation actuelle : PRCE à l'université de Paris-Est-Créteil (IUFM) depuis 2009.

Autres expériences professionnelles Professeur dans le second degré (de 1998 à 2009) ; co-auteur d'un manuel mathématique au collège aux éditions Didier (Hélice 6^e); participation aux groupes de la DEPP pour la conception et l'analyse des évaluations bilan mathématiques CEDRE (fin d'école et fin de collège) et PISA (depuis 2006).

Publications les plus significatives des cinq dernières années

Grapin N., Sayac N. (2013) Former à l'évaluation à partir d'un outil de chercheur: enjeux et perspectives *Actes du XXXVIII Colloque Admee – Fribourg (à paraître)*

Grapin N., Sayac N. (2012) Un outil pour analyser les résultats aux évaluations mathématiques de fin d'école : conception et utilisation en formation *Actes du XXXVIII Colloque Copirelem – Dijon 2011*

PILET Julia 27 ans

Cursus 2012 : Doctorat en Didactique des disciplines, option Didactique des mathématiques, Université Paris-Diderot

2007 : Admission au C.A.P.E.S. de Mathématiques

Situation actuelle : A.T.E.R. à l'université Paris-Descartes, Laboratoire E.D.A.

5 publications les plus significatives, en relation avec le projet

Grugeon, B., Pilet, J., Chenevotot, F., & Delozanne, E. (2012). Diagnostic et parcours différenciés d'enseignement en algèbre élémentaire. *Recherches en didactique de mathématiques, Enseignement de l'algèbre, bilan et perspectives*, hors série, 137-162.

Pilet, J., El-Kechai, N., Delozanne, E., Grugeon, B., & Chenevotot, F. (accepté). Séances différenciées en algèbre élémentaire : une étude de cas. In *Sixième édition de la conférence en Environnements informatiques pour l'apprentissage humain, du 29 au 31 mai 2013 à Toulouse* (p. 12).

Pilet, J. and Chenevotot, F. and Grugeon, B. and El-Kechai, N. and Delozanne, E. (accepté). Bridging diagnosis and learning of elementary algebra using technologies. In *Proceedings of the Eighth Congress of the European Research in Mathematics Education. Antalya, Turquie, du 6 au 10 février 2013* (p. 10).

Grugeon, B., Chenevotot, F., Pilet, J., & Delozanne, E. (à paraître en 2013). Development and use of a diagnostic tool in elementary algebra using an online item bank. In B. Barton & S. Je Cho (Eds.), *Proceedings of International Congress on Mathematical Education, ICME 2012, Séoul, Corée, du 8 au 15 juillet 2012* (p. 10).

Chenevotot, F. and Grugeon, B. and Pilet, J. and Delozanne, E. (2012). De la conception à l'usage d'un diagnostic dans une base d'exercices en ligne. In J.-L. Dorier (Ed.), *Actes du colloque Espace Mathématique Francophone, Enseignement et contrat social : Enjeux et défis pour le 21ème siècle, EMF 2012, Genève, février 2012*. 808-823.

http://www.emf2012.unige.ch/index.php?option=com_content&view=article&id=57

RODITI Eric 50 ans

Professeur des Universités, Université Paris Descartes (Paris 5), Directeur adjoint du Laboratoire EDA (4071). Directeur à partir de sept 2013. Prime d'excellence scientifique en 2011.

• *Cursus et parcours professionnel*

HDR (Paris 5, 2011), Agrégation de mathématiques (1994), PU depuis 2012.

• *Publications et communications scientifiques*

Cinq publications majeures en lien avec le projet depuis 2007

Roditi, E. (2013). Le métier d'enseignant et l'éclairage de la recherche collaborative. *In* N. Bednarz (dir.). *Recherche collaborative et Pratique enseignante* (pp. 351-364). Paris : L'Harmattan.

Roditi, E. (2012). Un point de vue didactique sur les questions d'évaluation en éducation. *In* M. Lattuati, J. Penninckx & A. Robert (Dir.). *Une caméra au fond de la classe de mathématiques* (pp. 275-289). Besançon : Presses universitaires de Franche-Comté.

Roditi, E. (2010). Une collaboration entre chercheurs et enseignants dans le contexte français de la didactique des mathématiques, *Éducation & Formation*, 293, 199-210.

Roditi, E. (2008). Des pratiques enseignantes à la fois contraintes et personnelles, et pourtant cohérentes. *In* F. Vandebrouck (dir.). *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* (73-94). Toulouse : Octares.

Roditi, E. (2007). La comparaison des nombres décimaux, conception et expérimentation d'une aide aux élèves en difficulté. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 12, 55-81.

Autres Publications : Ouvrages : Monographie (1), direction (2), chapitres (9)

ACL : dans des revues scientifiques (9) et actes de colloques (18)

VANTOUROUT Marc 52 ans

Maître de conférences en sciences de l'éducation, Université Paris Descartes, Laboratoire EDA

Délégué de la section française de l'ADMEE-Europe depuis janvier 2008

Autres expériences professionnelles

Instituteur (1981), maître formateur (1990), puis conseiller pédagogique (1995)

Publications (cinq publications majeures en lien avec le projet depuis 2006) :

Romainville, M., Goasdoué, R. & Vantourout, M. (dir.). (2012). *Evaluation et enseignement supérieur*. Bruxelles : De Boeck.

Vantourout, M. Goasdoué, R., Maury, S. & Nabbout, M. (2012). A la frontière entre l'écologie et l'expérimental : des situations aménagées pour l'étude de l'activité évaluative en mathématiques. *In* M. Altet, M. Bru et C. Blanchard-Laville (dir.). *Observer les pratiques enseignantes* (191-204). Paris : L'Harmattan.

Vantourout, M. & Goasdoué, R. (2011). Correction de dissertations en SES. *Idées n° 163*, 71-77.

Vantourout, M. 2007. Etude de l'activité évaluative de professeurs stagiaires confrontés à des productions d'élèves en mathématiques : quel référent pour l'évaluateur ? *Mesure et évaluation en éducation*, vol. 30, n°3, 29-58.

Vantourout, M. & Maury, S. 2006. Quelques résultats relatifs aux connaissances disciplinaires de professeurs stagiaires dans des situations simulées d'évaluation de productions d'élèves en mathématiques. *Revue des sciences de l'éducation*, vol. 32, n°3, 759-782 (Montréal, Canada).

DELOZANNE Elisabeth 59 ans

1992 : Doctorat d'Informatique au LIUM (Laboratoire d'Informatique de l'Université du Maine), spécialité Intelligence Artificielle

1979 : CAPES de Mathématiques

Depuis 1999, Maître de Conférences en Informatique, depuis 2007, à LUTES et à l'UFR d'ingénierie de l'université Pierre et Marie Curie et membre du LIP6 (Laboratoire d'informatique de Paris 6)

Thèmes de recherche: La génération automatique d'exercices de diagnostic (projet PépiGen 2003-2008).

Publications (cinq publications majeures en lien avec le projet depuis 2006) :

Grugeon, B., Pilet, J., Chenevotot, F., & Delozanne, E. (2012). Diagnostic et parcours différenciés d'enseignement en algèbre élémentaire. *Recherches en didactique de mathématiques, Enseignement de l'algèbre, bilan et perspectives*, hors série, 137-162.

Delozanne, E., Prévité, D., Grugeon-Allys, B., Chenevotot-Quentin, F. (2010) Vers un modèle de diagnostic de compétence. *Revue Techniques et Sciences Informatiques* 29(8-9) (899–938).

Farouk M., Réty J.-H., Delozanne É., Grugeon B., Bensimon N., Martin J. C. (2007), In Roger Nkambou, Élisabeth Delozanne et Claude Frasson (eds), Stratégies d'utilisation de la direction du regard en situation de communication interpersonnelle enseignant-élève, Numéro spécial Les Dimensions émotionnelles de l'interaction dans un EIAH. *Revue STICEF*, 14 265-288.

C. Choquet, É. Delozanne, V. Luengo, Analyses des traces d'utilisation dans les EIAH, *Revue STICEF*, Volume 14, 2007. <http://sticef.org>

N. El-Kechaï, É. Delozanne, D. Prévité, B. Grugeon, F. Chenevotot, (2011), Evaluating the performance of a Diagnosis System in School Algebra, in H. leung et al. (Eds), ICWL 2011, LNCS 7048, Springer 263-272.

6. JUSTIFICATION SCIENTIFIQUE DES MOYENS DEMANDES / SCIENTIFIC JUSTIFICATION OF REQUESTED RESSOURCES

6.1. PARTENAIRE 1 / PARTNER 1 : LDAR, université Paris Diderot-Paris7

- *Personnel / Staff* »

Nous recruterons deux doctorants en didactique, un post-doc : les doctorants, déjà enseignants, sont financés. Post-doc (12 mois) : il interviendra dans la tâche 2 et dans la tâche 3 (analyse des pratiques enseignantes) – profil didactique des mathématiques

- *Dépenses de fonctionnement / Operating costs*

Achat de petit matériel

- 3 Caméras et 2 magnétophones numériques pour les observations, avec logiciel de traitement de vidéo.
- 3 scanner à main (avec carte mémoire) pour relever facilement les productions des élèves.
- Pour accueillir les post-doctorants, il faudrait disposer d'au moins un ordinateur portable (janvier 2014).
- Des consommables, notamment encre, pour les imprimantes.

En résumé :

3 caméras numériques et pieds (1000 € pièce) : 3300 € ; 2 magnétophones numériques (150 € pièce) : 300 €
 3 scanners « à main » + 3 cartes mémoire (130 euros pièce) : 390 € 1 ordinateur portable : 1000 €
 Consommables (matériel stockage, fournitures) : 850 €

Autres dépenses de charges externes :

- Paiement de vacations à des contractuels pour la transcription d'enregistrements et de vidéos.
- Paiement de vacations pour la production de ressources en direction des enseignants pour accompagner l'évaluation diagnostique et la gestion des ressources
 150 h à 200h par an sur 3 ans soit environ 500 h à 36,88 x 500 = 18440 €
- Gratifications de stage à des étudiants (master ou doctorat) pour l'aide aux observations et à l'organisation du symposium : 2 mois par an soit 6 mois à 450€ par mois soit 2700€
- Frais de reproductions de documents (imprimerie centrale) : posters, rapports internes sous forme de cahiers du LDAR et autres... : 500€
- Frais spécifiques à l'organisation du symposium (25 à 30 participants) : 5000€ (déplacement, hébergement et restauration des participants).

Frais de missions relevant de colloques, congrès...

- Missions pour les réunions internes de l'équipe à plusieurs niveaux (8 réunions par an par personne), pour 2 collègues du LDAR, hors de la région parisienne : 50 € x 8 x 3 = 1200 €
- Missions pour des colloques ou congrès en France ou à l'étranger (Alger EMF, Hambourg CERME) comprenant les droits d'inscription, le voyage et les frais d'hébergement.
 Pour envoyer au moins deux personnes du groupe à des colloques internationaux et 3 ou 4 à des colloques nationaux, il nous faut environ 5 000€ chaque année, soit 15 000 €.

6.2. PARTENAIRE 2 / PARTNER 2 : EDA, UNIVERSITE PARIS DESCARTES

- *Personnel / Staff* »

Deux doctorants déjà financés et un post-doctorant sont envisagés pour le projet.

Post-doctorant (12 mois) : Analyses statistiques pour la mise au jour des caractéristiques individuelles des pratiques enseignantes relativement au lien entre évaluation, programmation de l'enseignement et régulation des apprentissages. Profil didactique des mathématiques

• *Dépenses de fonctionnement / Operating costs*

Achat de petit matériel

- 2 caméras, 2 pieds pour caméras, 2 dictaphones numériques pour les observations de classe et 1 micro. Un logiciel de traitement statistique avec une licence multiposte.
- 3 appareils photos numériques pour le recueil des productions des élèves et des activités en classe.
- Deux ordinateurs portables ; Consommables : cartes mémoire, papier, tonner, etc.

En résumé :

2 caméras numériques + pieds (1000 € pièce) : 2200 € 1 logiciel statistique multiposte : 1000 €
 2 dictaphones numériques et micro : 500 € 3 appareils photos (250 euros pièce) : 750 €
 2 ordinateurs portables (1000 € pièce) : 2000 € ; Consommables (matériel stockage, fournitures) : 850 €

Autres dépenses de charge externe :

- paiement de vacations à des contractuels pour la transcription d'enregistrements et de vidéos, l'aide au traitement statistique de données,
- paiement de vacations ou d'heures à des enseignants pour la production de ressources en direction des enseignants pour former et accompagner à l'évaluation diagnostique, à la production de dispositifs d'enseignement adaptés et à la régulation des apprentissages :
 100h à 150h par an sur 3 ans soit environ 400 h à 36,88 x 500 = 14 752 €
- Gratifications de stage à des étudiants (master ou doctorat) pour l'aide aux observations et aux entretiens :
 3 stagiaires 2 mois par an sur 3 ans soit 18 mois à 450 € par mois soit 8 100 €
- Frais de reproductions de documents (imprimerie centrale) : posters, rapports internes... : 500€
- Frais spécifiques à l'organisation d'une journée d'étude ou colloquim (25 à 30 participants) : 5 000 € (déplacement, hébergement et restauration des participants).

Frais de missions relevant de colloques, congrès...

- Missions pour des colloques ou congrès en France ou à l'étranger (Alger EMF, Hambourg CERME) comprenant les droits d'inscription, le voyage et les frais d'hébergement.
 Prévision d'un colloque par an et pour 7 participants d'EDA (enseignants chercheurs et doctorants) sur 3 ans soit 21 missions à 750 € en moyenne : 15 750 €

6.3. PARTENAIRE 3 / PARTNER 3 : LIP6, université UPMC

• *Personnel / Staff* »

Nous recruterons un ingénieur informaticien (12mois). Il va assurer une sous-tâche de la tâche 2 - 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).

• *Dépenses de fonctionnement / Operating costs*

Achat de petit matériel

Consommables : encres pour les imprimantes 500€, 100 DVD pour donner des documents aux enseignants 50€, 6 clés USB 64 Go (50€pièce) : 300€

Frais de missions relevant de colloques, congrès...

- Missions pour des colloques ou congrès en France ou à l'étranger (droits d'inscription, voyage et frais d'hébergement) pour participation à des colloques nationaux et internationaux (3 ou 4) : 5000 €

Autres dépenses de charge externe :

- Gratifications de stage à des étudiants (master ou doctorat) pour l'aide aux observations et aux entretiens :
 2 stagiaires 6 mois par an sur 3 ans soit 36 mois à 450 € par mois soit 16200 €

6.4. PARTENAIRE 4 / PARTNER 4 : ASSOCIATION SESAMATH - Aucune demande financière

7. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES / REFERENCES

Les articles des auteurs participant au projet ANR sont dans les CV.

A. Didactique des mathématiques et évaluation

- Allal, L. (1979). Stratégies d'évaluation formative ; conceptions psycho-pédagogiques et modalités d'application. In L. Allal, J. Cardinet & P. Perrenoud (dir), *L'évaluation formative dans un enseignement différencié*, 130-156. Berne : Peter Lang.
- Artigue, M. (1988). Ingénierie didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 9(3), 281-308.
- Bardi A.M., Mégard M. (2009). L'évaluation des élèves en France, à un moment charnière de leur histoire ? *Mesure en Evaluation en Education*, 32.3, 125-149.
- Bastien, C. & Bastien-Toniazzo, M. (2004). *Apprendre à l'école*. Paris : Armand Colin.
- Baudelot, C. & Establet, R. (2009). *L'élitisme républicain*. Paris : Seuil.
- Blum, A. & Guérin-Pace, F. (2000). *Des lettres et des chiffres – Des tests d'intelligence à l'évaluation du « savoir lire », un siècle de polémiques*. Paris : Fayard.
- Bodin, A. (1997). L'évaluation du savoir mathématique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 17(1), 49-96.
- Bodin, A. (2006). Les mathématiques face aux évaluations nationales et internationales. *Repères IREM*, 65, 55-89.
- Bodin, A. (2007). Dissonances et convergences évaluatives. De l'évaluation dans la classe aux évaluations internationales : quelle cohérence ?, *APMEP*, 474, 47-79.
- Bosch M., Fonseca C., Gascon J. (2004). Incomplétude de las organizaciones matematicas locales en las instituciones escolares. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 24(2/3), 205-250.
- Cardinet, J. (1988). *Evaluation scolaire et Mesure*. Bruxelles : De Boeck.
- Carette, V. & Rey, B. (2010). *Savoir enseigner dans le secondaire – Didactique générale*. Bruxelles : De Boeck.
- Castela C. (2008). 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), 135-182.
- Chambris, C. (2008). *Relations entre les grandeurs et les nombres dans les mathématiques de l'école primaire. Évolution de l'enseignement au cours du 20e siècle. Connaissances des élèves actuels*. Thèse de doctorat, Université Paris-Diderot, Paris.
- Chevallard, Y. (1989a). Evaluation, véridiction, objectivation. In J. Colomb & J. Marsenach (Eds.), *L'évaluation en révolution. Actes des Rencontres internationales sur l'évaluation en éducation, Association pour le développement des méthodologies en Éducation-Europe, Paris, 27-29 septembre 1989* (p. 13-36). Paris : Institut national de recherche pédagogique.
- Chevallard, Y., & Feldemann, S. (1986). *Pour une analyse didactique de l'évaluation*. Marseille : IREM d'Aix-Marseille.
- Delcambre, I. (2007). Contenu d'enseignement et d'apprentissage. In Y. Reuter, *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques*, 45-51. Bruxelles : De Boeck.
- Dickes, P., Tournois, J., Flieller, A., & Kop, J.L. (1994). *La psychométrie*. Paris : PUF.
- Dubus, A. (2006). *La notation des élèves. Comment utiliser la docimologie pour une évaluation raisonnée*. Paris : Armand Colin.
- Gibbs, G., & Simpson, C. (2004). Conditions under which assessment supports students' learning. *Learning and teaching in Higher Educational Studies in Mathematics*, 3-31.
- Gras (2013). *L'analyse statistique implicite*. Toulouse : Cépaduès. 522 p.
- Guimard, P. (2010). *L'évaluation des compétences scolaires*. Rennes : PUR.
- Hadji, C. (2012). *Faut-il avoir peur de l'évaluation ?* Bruxelles : De Boeck.
- Houdement, C. (2003). La résolution de problèmes en question, *Grand N*, 71, 7-23.
- Houdement, C. (2011). Connaissances cachées en résolution de problèmes arithmétiques ordinaires à l'école primaire, *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 16, 67-96.
- Julo, J. (1995). *Représentation des problèmes et réussite en mathématiques*, Rennes: Presses Universitaires de Rennes.

- Landsheere (de), G. (1976). *Evaluation continue et examens – Précis de docimologie*. Bruxelles : Labor.
- Landsheere (de), V. (1988). *Faire réussir faire échouer – la compétence minimale et son évaluation*. Paris : PUF.
- Laveault, D. et Grégoire, J. (2002). *Introduction aux théories des tests en psychologie et en sciences de l'éducation*. Bruxelles : De Boeck.
- Lemoyne, G. & Conne, F. (1999). *Le cognitif en didactique des mathématiques*. Québec : PUM.
- Maury, S. (2001) Didactique des mathématiques et psychologie cognitive : un regard comparatif sur trois approches psychologiques, *Revue Française de Pédagogie*, 137, 85-93.
- Mons, N. (2009). Effets théoriques et réels des politiques d'évaluation standardisée, *Revue française de pédagogie*, 169, 99-140.
- Mounier, E. (2010). *Une analyse de l'enseignement de la numération au CP : vers de nouvelles pistes*. Thèse de doctorat, Université Paris-Diderot, Paris.
- Noizet, G. & Caverni, J.-P. (1978). *Psychologie de l'évaluation scolaire*. Paris : PUF.
- Piéron, H. (1969). *Examens et docimologie*. Paris : PUF.
- Pons, X. (2011). *L'évaluation des politiques éducatives*. Paris : PUF (collection Que sais-je ?).
- Raïche, G., Paquette-Côté, K. & Magis, D (dir.). (2011). *Des mécanismes pour assurer la validité de l'interprétation de la mesure en éducation. Volume 2 – L'évaluation*. Québec : PUQ.
- Perrenoud, P. (1998). *L'évaluation des élèves. De la fabrication de l'excellence à la régulation des apprentissages*. Bruxelles : De Boeck.
- Robert, A., Rogalski, M. (2002). Comment peuvent varier les activités des élèves sur des exercices ? Le double travail de l'enseignement sur les énoncés et sur la gestion en classe. *Petit x*, 60, 6-25.
- Robert, A. (2008). *Une méthodologie pour analyser les activités (possibles) des élèves en classe*, La Classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants, F. Vandebrouck Ed, 45-56.
- Roditi, E. (2012). Un point de vue didactique sur les questions d'évaluation en éducation. In M. Lattuati, J. Penninckx & A. Robert (Dir.) 2012. *Une caméra au fond de la classe de mathématiques* (pp. 275-289). Besançon : Presses universitaires de Franche-Comté.
- Scallon, G. (2000). *L'évaluation formative*. Bruxelles : De Boeck Université.
- Scallon, G. (2004). *L'évaluation des apprentissages dans une approche par compétences*. Bruxelles : De Boeck Université.
- Steffe, L. P., Cobb, P., & von Glasersfeld, E. (1988). *Construction of arithmetical meanings and strategies*. New York: Springer-Verlag.
- Vantourout, M. (soumis). *Validité psycho-didactique et évaluation de compétences scolaires*.
- Vergnaud, G., Roucher, A., Desmoulières, S., Landre, C., Marthe, P, Ricco, G., Samurçay, R., Rogalski, J., Viala, A. (1983). Une expérience didactique sur le concept de volume en classe de cinquième (12 à 13 ans), *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 4-1, 71-120.
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en didactique des mathématiques*, Vol. 10/2.3, 133-170.
- Vergnaud, G. (2001). Psychologie du développement cognitif et évaluation des compétences. In G. Figari, M. Achouche (Eds) *L'activité évaluative réinterrogée*. Bruxelles: De Boeck Université.
- Verschaffel, L., Greer, B. & De Corte, E. (2006). Whole number concepts and operations, In Lester, F. K. (Ed.), *Second handbook of Research on mathematics teaching and learning*, 557- 628.
- Vrignaud, P. & Bottani, N. (2005). La France et les évaluations internationales. Rapport établi à la demande du Haut Conseil de l'évaluation de l'école.
- Weil-Barais, A. (2005). Approches psycho-didactiques. In M. Goffard & A. Weil-Barais (dir.), *Enseigner et apprendre les sciences : recherches et pratiques*, 133-153.
- B. Evaluation et régulation dans le domaine de l'algèbre élémentaire**
- Bosch M. & Gascon J. (2005). La praxéologie comme unité d'analyse des processus didactiques. In A. Mercier & C. Margolinas (Eds.), *cours de la 12^e école d'été de Didactique des mathématiques à Corps du 21 au 30 août 2003*, p. 85-87. Grenoble : La Pensée Sauvage.

- Bosch, M. (2012). Doing research within the anthropological theory of the didactic : the case of school algebra. In *Proceedings du 12ème International Congress on Mathematical Education, du 8 au 15 juillet 2012, COEX, Séoul, Korea*.
- Chenevotot, F., Grugeon, B., & Delozanne, E. (2009). Vers un diagnostic cognitif dynamique en algèbre élémentaire. In A. Kuzniak & M. Sokhna (Eds.), *Actes du colloque Espace Mathématique Francophone EMF2009, Enseignement des mathématiques et développement : Enjeux de société et de formation*, 837-842. Dakar. Disponible sur <http://fastef.ucad.sn/EMF2009/Groupes6.html>
- Chenevotot-Quentin, F., Grugeon, B., & Delozanne, E. (2009). Diagnostic cognitif en algèbre élémentaire à différents niveaux de la scolarité. In C. Ouvrier-Buffet & M.-J. Perrin-Glorian (Eds.), *Approches plurielles en didactique des mathématiques*, 141-149. Université Paris Diderot - Paris 7 - L.D.A.R.
- Chenevotot-Quentin, F., Grugeon-Allys, B. (2011) PepiMEPproject : online database systems and differentiated learning routes for school algebra. In Pytlak M., Rawland T., Swoboda E. (Eds.) *Proceedings of the Seventh Congress of the European society for Research in Mathematics Education CERME 7*, 2991-2992. Rzeszow, Pologne, 9 au 13 février 2011.
- Chenevotot-Quentin, F., Grugeon, B., Pilet, J., Delozanne, E. (2012) De la conception à l'usage d'un diagnostic dans une base d'exercices en ligne. In Dorier J.-L. (Ed) *Actes du colloque Espace Mathématique Francophone EMF2012, Enseignement et contrat social : enjeux et défis pour le 21^{ème} siècle*, 808-823. Genève, Suisse, 3 au 7 février 2012. Disponible sur <http://www.emf2012.unige.ch/images/stories/pdf/Actes-EMF2012/Actes-EMF2012-GT6/GT6-pdf/EMF2012GT6CHENEVOTOT.pdf>.
- 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, 51-94.
- Chevallard, Y. (1989b). Le passage de l'arithmétique à l'algèbre dans l'enseignement des mathématiques au collège. Seconde partie. Perspectives curriculaires : la notion de modélisation. *Petit x*, 19, 43-72.
- Chevallard, Y. (1990). Le passage de l'arithmétique à l'algébrique dans l'enseignement des mathématiques au collège. Troisième partie. Voies d'attaque et problèmes didactiques. *Petit x*, 23, 5 - 38.
- Chevallard, Y., & Bosch, M. (2012). L'algèbre entre effacement et réaffirmation. Aspects critiques de l'offre scolaire d'algèbre. *Recherches en didactique de mathématiques. Enseignement de l'algèbre, bilan et perspectives, hors-série*, 19-40.
- Coulange, L., & Margolinas, C. (2007). Différenciations et hétérogénéités, étude d'une question vive. In A. Rouchier & I. Bloch (Eds.), *Perspectives en didactique des mathématiques : cours de la 13^e des mathématiques, Sainte-Livrade, Lot-et-Garonne, du 18 au 16 août 2005* (p. 85-87). Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Coulange, L., & Grugeon, B. (2008). Pratiques enseignantes et transmission de situations d'enseignement en algèbre. *Petit x*, 78, 5-23.
- Delozanne, E., Prévité, D., Grugeon, B., Chenevotot-Quentin, F. (2008). Automatic Multi-criteria Assessment of Open-Ended Questions: a case study in School Algebra. *Proceedings of Intelligent Tutoring Systems ITS 2008*, 101-110. Montréal : Springer. Disponible sur <http://www.springerlink.com/content/61032778414v1220/>
- El-Kechaï, N., Delozanne, E., Prévité, D., Grugeon, B., Chenevotot, F. (2011). Evaluating the performance of a diagnosis system in school algebra. In Leung H. et al (Eds.) *Proceedings of ICWL 2011, LNCS 7048*, 263-272. Berlin Heidelberg : Springer-Verlag. Disponible sur <http://www.springerlink.com/content/978-3-642-25812-1#section=1034163&page=1>
- Grugeon, B. (1997). Conception et exploitation d'une structure d'analyse multidimensionnelle en algèbre élémentaire. *Recherches en didactique des mathématiques*, 17 (2), 167-210.
- Grugeon-Allys, B., Pilet, J., Delozanne, E., Chenevotot, F., Vincent, C., Prévité, D., El Kechaï, N. (2011). PépiMep : différencier l'enseignement du calcul algébrique en s'appuyant sur des outils de diagnostic. *Revue MathémaTICE* 24. 14 Disponible sur <http://revue.sesamath.net/spip.php?article338>
- Grugeon B., Pilet J., Chenevotot-Quentin F. (2012). Projet de recherche « Conception et diffusion de ressources en ligne pour gérer la diversité cognitive des élèves et favoriser leur réussite dans

l'apprentissage de l'algèbre », *Rapport de recherche, Projet PICRI 2009, Programme « Partenariats Institutions – Citoyens pour la Recherche et l'Innovation » du Conseil Régional d'Ile de France, Rapport final*, décembre 2012. LDAR, LIP6, Sésamath. Disponible sur <http://lutes.upmc.fr/delozanne/Lingot/Lingot.htm>

Kieran, C. (2007). Learning and Teaching Algebra At the Middle School Through College Levels. Building Meaning for Symbols and Their Manipulation. In J. Lester F. K. (Ed.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (Vol. 2, p. 707-762). Charlotte, NC :I.A.P.

Pilet, J. (2012). *Parcours d'enseignement différencié appuyés sur un diagnostic en algèbre élémentaire à la fin de la scolarité obligatoire : modélisation, implémentation dans une plateforme en ligne et évaluation*. Thèse de doctorat, Université Paris-Diderot, Paris. Disponible en ligne <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00784039>

Prévit D. (2008) *Génération d'exercices et analyse multicritère automatique de réponses ouvertes*. Thèse de l'Université Pierre et Marie Curie – Paris 6, Paris.

Radford, L. (2000). Signs and Meanings in Students' Emergent Algebraic Thinking : a Semiotic Analysis. *Educational Studies in Mathematics*, 42, 237-268.

Ruiz-Munzón, N., Matheron, Y., Bosch, M., & Gascón, J. (2012). Autour de l'algèbre : les entiers relatifs et la modélisation algébrique-fonctionnelle. *Recherches en didactique de mathématiques, hors série, Enseignement de l'algèbre, bilan et perspectives, Hors-série*, 87-106.

Sfard, A. (1995). The Development of Algebra: Confronting Historical and Psychological Perspectives. *Journal of Mathematical Behavior*, 14, 15-39.

Sfard, A. (1991). On the dual nature of mathematical conceptions : Reflections on processes and objects as different sides of the same coin. *Educational Studies in Mathematics*, 22, 1-36.

C. Démarche itérative et collaborative en EIAH.

Abboud-Blanchard M., Cazes C., Vandebrouck F. (2007). Teachers' activity in exercices-based lessons. Some case studies, in Proceedings of the *Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, pp.1827-1836.

Artigue M. (dir), Abboud-Blanchard M., Cazes C., Vandebrouck F. (2006), *Suivi de l'expérimentation de la région Ile de France : ressources en ligne pour l'enseignement des mathématiques en classe de seconde*. Rapport interne IREM de Paris 7.

Beaudouin-Lafon M., Mackay W., (2002). « Prototyping Tools and Techniques », *Human Computer Interaction Handbook*, J.A. Jacko and A. Sears (Eds.), Lawrence Erlbaum Associates, pp. 1006-1031.

Bruillard E., Delozanne E., Leroux P., Delannoy P., Dubourg X., Jacoboni P., Lehuen J., Luzzati D., Teutsch P., (2000). Quinze ans de recherche sur les sciences et techniques éducatives au LIUM. *Education et informatique. Hommage à Martial Vivet. Sciences et Techniques éducatives*, vol. 7, n° 1, Hermès Science, 87-145.

Delozanne E. (2006)., « Interfaces en EIAH », *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain*, Collection IC2, M. Grandbastien, J.-M. Labat (Eds.), Hermes-Lavoisier, Paris, chapitre 10, pp. 223-248.

Delozanne É., Vincent C., Grugeon B., Gélis J.-M., Rogalski J., Coulange L. (2005), From errors to stereotypes: Different levels of cognitive models in school algebra, In G. Richards (eds), *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2005*, pp. 262-269, Chesapeake, VA: AACE.

Grugeon B., Delozanne E., (2003), EIAH et apprentissage de l'algèbre élémentaire : les projets Pépite et Lingot, in V. Durand-Guerrier, C. Tisseron (eds), *Actes du Séminaire National de Didactique des Mathématiques*, année 2003, pp. 11-43.

Hotte R., Godinet H., Permin J.-P. (dir.) (2008), *Scénariser l'apprentissage, une activité de modélisation*, *Revue Internationale des Technologies en Pédagogie Universitaire*.

Gueudet, G., Trouche, L. (dir.), (2010). *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques*. Rennes : PUR.

Grandbastien M., Labat J.M. (2006). *Environnements informatiques pour l'Apprentissage Humain*. Collection IC2.

Nicolle A. (2001), La question du symbolique en informatique. *La cognition entre individu et société*. Ed. Paugam-Moisy, H., Nyckees, V. and Caron-Pargue, J. Hermès, Paris. pp. 345-358

Tricot A., Plégat-Soutjis F., Camps J.-F., Amile A., Lutz G., Morcillo A. (2003). Utilité, Utilisabilité, Acceptabilité. *Communication au colloque ELAH*. Strasbourg.

Wenger E. (1998). *Communities of practice. Learning, meaning, identity*. New York: Cambridge University Press.

D. Analyse de l'activité des enseignants

Bandura, A. (2003). *Auto-efficacité : Le sentiment d'efficacité personnelle*. Paris : De Boeck.

Bautier, E. & Goigoux, R. (2004). Difficultés d'apprentissage, processus de secondarisation et pratiques enseignantes : une hypothèse relationnelle. *Revue française de pédagogie*, 148, 89-100.

Blanchard-Laville, C. (2001). *Les enseignants entre plaisir et souffrance*. Paris : Presses Universitaires de France.

Blanchard-Laville, C. (2013). *Au risque d'enseigner*. Paris : Presses Universitaires de France.

Bressoux, P. (1994). Les recherches sur les effets-écoles et les effets-maîtres. *Revue française de pédagogie*, 108, 91-137.

Butlen, D., Peltier, M.-L. & Pézard, M. (2002). Nommés en REP, comment font-ils ? Pratiques de professeurs d'école enseignant les mathématiques en REP : contradiction et cohérence. *Revue française de pédagogie*, 140, 41-52.

Charles-Pézard, M., Butlen, D. & Masselot, P. (2012). *Professeurs des écoles débutants en ZEP. Quelles pratiques ? Quelle formation ?* Grenoble : La Pensée Sauvage.

Crahay, M. (1989). Contraintes de situation et interactions maître-élèves. Changer sa façon d'enseigner, est-ce possible ? *Revue française de pédagogie*, 89, 67-94.

DeBlois, L. & Roditi, E. (2007). *Élargir les possibles pour intervenir en classe de mathématiques : un exemple de développement professionnel*. Communication donnée au colloque « Apprendre et former : pour quelles réussites scolaires ? » de la 10^e Rencontre internationale du REF. Sherbrooke, Canada : Université de Sherbrooke.

DeBlois, L. & Roditi, E. (2008). *Quel rôle la recherche sur les pratiques en enseignement des mathématiques joue-t-elle dans le développement professionnel des enseignants ? Le cas de l'analyse de productions d'élèves*. Communication présentée au 15^e congrès de l'AMSE. Université Cadi Ayyad de Marrakech, Tunisie.

DeBlois, L. & Squali, H. (2002). Implication de l'analyse de productions d'élèves dans la formation des maîtres. *Educational Studies in Mathematics* 50(2), 212-237.

De Ketele, J.-M. (dir.). (1986). *L'évaluation : approche descriptive ou prescriptive ?* Bruxelles : De Boeck.

Hadji, C. (1995). *L'évaluation : règles du jeu*. Paris : ESF.

Haspékian, M. (2005). An "instrumental approach" to study the integration of a computer tool into mathematics teaching: the case of spreadsheets. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 10(2), 109-141.

Horoks, J. (2008). Les triangles semblables en classe de seconde : de l'enseignement aux apprentissages. *Recherches en didactique des mathématiques*, 28(3), 379-416.

Josse, E. & Robert, A. (1993). Introduction de l'homothétie en seconde, analyse de deux discours de professeurs. *Recherches en didactique des mathématiques*, 13(1-2), 119-154.

Kherroubi, M. & Rochex, J.-Y. (2004). La recherche en éducation et les ZEP en France. 2. Apprentissages et exercice professionnel en ZEP : résultats, analyses, interprétations. *Revue française de pédagogie*, 146, 115-190.

Maury, S. (1992). La représentation du savoir chez l'enseignant, source de difficultés dans l'enseignement de certaines connaissances ? *TREMA*, 1, 75-80.

- Mercier, A., Schubauer-Leoni, M.-L. & Sensevy, G. (2002). Vers une didactique comparée. *Revue Française de pédagogie*, 141, 5-16.
- Pastré, P. (2011). *La didactique professionnelle. Approche anthropologique du développement chez les adultes*. Paris : PUF.
- Pastré, P., Mayen, P. & Vergnaud, G. (2006). La didactique professionnelle. *Revue française de pédagogie*, 154, 145-198.
- Peltier-Barbier, M. (dir). (2004). *Dur d'enseigner en ZEP*. Grenoble, France : La Pensée Sauvage.
- Perrenoud, P. (1998). La transposition didactique à partir de pratiques : des savoirs aux compétences. *Revue des sciences de l'éducation*, XXIV (3), 487-514.
- Robert, A. & Rogalski, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche, *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 2(4), 505-528.
- Robert, A. & Rogalski, J. (2005). A Cross-Analysis of the Mathematics Teacher's Activity. An Example in a French 10th-Grade Class, *Educational Studies in Mathematics*, 59(1-3), 269-298.
- Robert, A., Roditi, E. & Grugeon, B. (2007). Diversité des offres de formation et travail du formateur d'enseignants de mathématiques du secondaire. *Petit x*, 74, 60-90.
- Roditi E. (2011). *Recherches sur les pratiques enseignantes en mathématiques : apports d'une intégration de diverses approches et perspectives*. Note de synthèse présentée pour l'habilitation à diriger des recherches. Université Paris Descartes.
- Roditi, E. (2005). *Les pratiques enseignantes en mathématiques. Entre contraintes et liberté pédagogique*. Paris : L'Harmattan.
- Sayac, N. (2006). Étude à grande échelle sur les pratiques des professeurs de mathématiques de lycée: résultats liés à des variables spécifiques et essai de typologie. *Recherches en didactique des mathématiques*, 26(2), 231-278.
- Tochon, V.-F. (1992). À quoi pensent les chercheurs quand ils pensent aux enseignants ? *Revue française de pédagogie*, 99, 89-113.
- Vandebrouck, F. (coord.). (2008). *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants*. Toulouse : Octares.
- OCDE.(2011). Regards sur l'éducation 2011: Panorama Éditions OCDE.
- Rapport IGEN (2005). *L'apprentissage de la lecture*. Documentation française.
- L'évaluation PISA 2003 : les compétences des élèves français en mathématiques, compréhension de l'écrit et sciences (2007), *Les dossiers*, DEPP, Ministère de l'Education Nationale.
- Note d'information de la DEPP, 08-37 décembre 2008 : *Méthodologie de l'évaluation des compétences de base en français et en mathématiques en fin d'école et en fin de collège*, Ministère de l'Education Nationale.
- Note d'information de la DEPP, 08-08 janvier 2008 : *L'évolution des acquis des élèves de 15 ans en culture mathématique et en compréhension de l'écrit. Premiers résultats de l'évaluation internationale PISA 2006*, Ministère de l'Education Nationale
- Note d'information de la DEPP, 08-38 décembre 2008 : *Lire, écrire compter : les performances des élèves de CM2 à vingt ans d'intervalle 1987 - 2007*, Ministère de l'Education Nationale.
- Note d'information de la DEPP, 10-17 octobre 2010 : *les compétences en mathématiques des élèves de fin d'école primaire*, Ministère de l'Education Nationale.
- Note d'information de la DEPP, 10-18 octobre 2010 : *les compétences en mathématiques des élèves de fin de collège*, Ministère de l'Education Nationale