

Appel d'offre pour un poste de **doctorant et un post-doctorant** à 100% du 1.8.2017 au 31.7.2021 dans l'équipe DiMaGe de l'université de Genève dans le cadre du projet financé par le Fonds National Suisse de la recherche scientifique (FNS) :

**La résolution de problèmes comme objet ou moyen d'enseignement
au cœur des apprentissages dans la classe de mathématiques :
un point de vue fédérateur à partir d'études dans différents contextes**

Piloté par Jean-Luc.Dorier@unige.ch et Sylvie.Coppe@unige.ch

Le projet de thèse que nous lançons et l'emploi d'un post-doc que nous proposons s'insèrent dans une recherche plus générale menée par divers acteurs de l'équipe DiMaGe de didactique des mathématiques de l'université de Genève (13 personnes au total), sur une durée de 4 ans, du 1.8.2017 au 31.7.2021.

Ce projet part du constat fait depuis les années 1980, que dans différents pays et à divers niveaux d'enseignement des mathématiques, tant les recherches en éducation que les responsables institutionnels et les programmes d'enseignement prônent la résolution de problèmes, non plus seulement comme une façon de valider la bonne utilisation des connaissances, mais aussi comme une méthode pour développer les apprentissages des élèves. Des recherches théoriques ou de type recherche-action ont été menées en ce sens sous des appellations différentes (problèmes ouverts, situations de recherches, *Inquiry based learning*, *problem solving/posing*, etc.). Néanmoins, les études montrent que les pratiques des enseignants n'évoluent guère. C'est pourquoi plusieurs projets européens se sont centrés sur le développement professionnel des enseignants et ont proposé des ressources, comme le projet PRIMAS auquel notre équipe a participé. Cependant, peu d'études interrogent de façon approfondie et sur le long terme les apprentissages effectifs réalisés dans ces différents cadres, ou s'intéressent aux effets différenciés selon certains profils d'élèves. Nous nous proposons d'interroger et d'évaluer les effets sur les apprentissages des élèves de la pratique de la résolution de problèmes en classe de mathématiques selon divers cadres théoriques relevant de la didactique des mathématiques ou de l'évaluation. Nous nous appuyons sur différents travaux de l'équipe, passés, en cours ou débutants, dans différents degrés scolaires où la résolution de problèmes est soit moyen soit objet d'enseignement. Pour le premier axe (3 travaux), nous cherchons à déterminer à quelles conditions il s'avère possible et viable pour l'enseignant, en fonction des contraintes institutionnelles et sociales, de proposer un enseignement basé sur la résolution de problèmes et comment les apprentissages de thèmes mathématiques classiques peuvent se réaliser principalement par la résolution de problèmes. Pour cela, nous évaluerons dans des classes expérimentales, les effets sur les élèves par la comparaison de leurs résultats à des tests avec des groupes témoins, mais aussi par des questionnaires. Pour le second (4 travaux) nous cherchons à mieux déterminer ce que l'on peut apprendre quand on se centre sur la résolution de problèmes indépendamment des contenus mathématiques, puis comment les élèves peuvent repérer ces savoirs et savoirs faire construits et quelles aides peuvent leur être fournies, et enfin comment peuvent être gérées les institutionnalisations. Il s'agit ici d'observer des classes, d'analyser à la fois les pratiques des enseignants (en particulier dans les phases de dévolution et d'institutionnalisation) et les apprentissages des élèves ainsi que les régulations en termes d'évaluation formative. L'objectif du projet est d'élaborer un dispositif fédérateur de questions communes portant sur ces travaux.

Sylvie Coppé et Jean-Luc Dorier superviseront l'ensemble des travaux. Des réunions d'équipe régulières (une demi-journée par mois environ) permettront aux 13 participants du projet de

présenter régulièrement l'avancée de leurs travaux et les questions en débat. Ceci constitue un premier niveau de cohésion de l'ensemble. Un des objectifs du projet sera, à l'issue des quatre ans, l'écriture d'un livre rassemblant l'ensemble des travaux.

Par ailleurs, nous voulons lancer un travail de doctorat qui abordera des questions transversales qui pourront se nourrir en partie de certaines données expérimentales des travaux précédents et y apporter un éclairage complémentaire. L'objectif de cette thèse sera d'analyser différentes données pour voir comment la gestion des erreurs, par les enseignants et les élèves, peut jouer un rôle central dans les phénomènes d'apprentissage en résolution de problèmes. Notre réflexion sur l'évaluation formative, mais aussi plusieurs travaux de recherche et nos premières analyses de terrain nous ont en effet fait apparaître l'importance de la gestion des erreurs par les enseignants mais aussi par les élèves dans le cadre de la résolution de problèmes. Aussi dans ce travail de thèse, nous proposons de nous centrer sur la question du rôle et de la gestion des erreurs. Les travaux de psychologie cognitive et de didactique des mathématiques reconnaissent de longue date l'importance du rôle de l'erreur dans la construction des connaissances. Pour de nombreux thèmes mathématiques, des recherches en didactique ont permis de bien documenter les erreurs classiques et d'en produire des typologies. De plus, les formations d'enseignants comportent classiquement des modules portant sur l'analyse des erreurs. Cependant, les recherches portant sur leur gestion et leur traitement montrent que les enseignants ont du mal à donner aux élèves des informations, des feedback sur les erreurs lors des phases de mise en commun par exemple (DeBlois, 1996 ; Horoks & Pilet, à paraître ; Maurice, 1996 ; Roditi, 2005, 2008). C'est pourquoi Grugeon-Allys et al. (2012), Bedja (2015) et Pilet (2015)¹ proposent des ressources numériques constituées de parcours différenciés en algèbre pour les enseignants dans le cadre de la classe. Or, l'évaluation formative, les notions de feedback ou de régulation interactive, rétroactive ou proactive (Allal, 1988) sont des entrées qui pourront permettre d'aborder cette question avec un nouveau regard et de nouveaux outils. Les processus d'autoévaluation ou d'évaluation entre pairs constitueront des outils pour ce changement. Cette thèse viserait donc à mieux identifier comment les enseignants traitent les erreurs dans le cadre de la résolution de problèmes et à quels niveaux (des réponses, des procédures ou des connaissances) se font les régulations. Côté élèves, les analyses porteront sur les procédures mises en œuvre et les difficultés rencontrées lors de résolution de problèmes, mais aussi sur les autorégulations des erreurs dans les temps de recherche. Ce travail pourra dans un premier temps s'appuyer sur les données d'observations des autres travaux pour dégager les premières pistes qui pourront être affinées par de nouvelles observations propres, en ciblant prioritairement l'école primaire, sur un thème mathématique à déterminer, qui constituera le support de l'analyse et non le thème principal de recherche.

Outre les réunions collectives, la coordination par les deux requérants et la thèse précédente, nous envisageons de développer des outils d'analyse et de comparaison communs à l'ensemble des travaux. Ils porteront d'une part, sur les contenus enseignés dans les différents travaux et la façon dont la résolution de problèmes est abordée et d'autre part, sur la façon dont les élèves investissent les dispositifs expérimentés. Ce travail fédérateur sera supervisé par les deux responsables du projet et par un post-doctorant, dont le poste est le deuxième objet de cet appel d'offre. **Ce post-doc aura donc sur les 4 ans du projet à développer un cadre d'analyse et un travail en partie autonome dans le cadre d'une collaboration étroite avec l'ensemble des différents acteurs du projet.**

¹ Pour la bibliographie nous renvoyons à la description totale du projet disponible sur demande.

Pour le premier point, il s'agira tout d'abord de récolter, dans les différentes recherches, les activités proposées et les progressions et d'en faire une analyse afin de faire une typologie des tâches de résolution de problèmes. Un deuxième aspect consistera à documenter et analyser, dans les différentes recherches, la façon dont les enseignants gèrent les activités de résolution de problèmes. A l'appui des observations, qui pourront le cas échéant être complétées d'entretiens avec les enseignants, il s'agira de dégager comment les professeurs travaillent l'articulation entre dévolution et institutionnalisation, non seulement sur les savoirs enseignés mais aussi sur les démarches.

Le deuxième point porte sur les élèves. Plus précisément, nous nous intéressons ici à déterminer à quel point un enseignement intégrant fortement la résolution de problèmes (que ce soit comme objet ou comme moyen d'enseignement) permet d'une part de développer la motivation des élèves pour les mathématiques et d'autre part leurs compétences mathématiques. Il s'agira de concevoir des questionnaires communs à tous les travaux visant à mesurer le degré d'adhésion des élèves et ce qu'ils retirent des expérimentations.

Par ailleurs, nous voulons tenter de mesurer les effets différenciés notamment sur les élèves en difficulté, de la résolution de problèmes. Ce questionnement pourra être documenté sur la base des résultats à la fois internes aux différentes recherches et sur le questionnaire précédent. On vise ainsi à faire une certaine typologie des élèves, en fonction de leur niveau en mathématique (résultats aux pré-tests, données des enseignants ou déclaration des élèves), de leur réussite aux expérimentations (données obtenues dans les différentes recherches) et de la nature de leur motivation (résultats aux questionnaires communs). Sur la base de cette typologie, nous pourrions choisir un échantillon de quelques élèves représentatifs avec lesquels mener des entretiens individuels complémentaires. Ces entretiens viseront à déterminer d'une part des facteurs motivationnels ou bloquants de la résolution de problèmes et d'autre part, de mieux décrire de façon qualitative les apports en termes d'apprentissages. Cette approche de type clinique s'appuiera en particulier sur la méthodologie de l'entretien d'explicitation (Vermersch, 1994), certains membres de l'équipe étant formés à cette technique.

Calendrier et objectifs des étapes

Le projet s'appuie sur quatre travaux de recherches et trois thèses, financés en interne à l'université de Genève ou dans des partenariats avec d'autres institutions. Ces travaux auront commencé un ou deux, voire trois ans avant le début du projet. Outre un appui logistique (pour du matériel, des transcriptions, l'organisation de réunions et d'un workshop ou des déplacements scientifiques), le Fonds National Suisse de la Recherche scientifique finance les travaux fédérateurs de l'ensemble du projet :

- Un poste de doctorant dont la thèse décrite plus haut porte sur les erreurs.
- Un poste de Postdoc à 100% sur les 4 ans du projet qui aura pour rôle principal de mener à bien les travaux fédérateurs décrits plus haut consistant à mettre en place des outils d'analyse et de comparaison communs à l'ensemble des travaux d'une part sur les contenus enseignés dans les différents travaux et la façon dont la résolution de problèmes est abordée et d'autre part sur la façon dont les élèves investissent les dispositifs expérimentés.

Nous donnons ci-dessous un calendrier à grands traits pour l'ensemble du dispositif.

L'année 1 (et celle précédant le début du financement du FNS) seront consacrées, pour les thèses et les travaux débutants, à :

- définir et rédiger des canevas de thèse, ou les programmes de recherche,
- élaborer et partager les références bibliographiques,
- définir des méthodologies de recueil de données spécifiques, les partager et en élaborer des communes.

Chacune des recherches pourra s'appuyer sur un cadre théorique spécifique, cependant toutes partageront des outils et des éléments théoriques classiques en didactique des mathématiques, présentés plus haut comme les deux duos de notions contrat/milieu et dévolution/institutionnalisation, issues de la théorie des situations didactiques. Mais nous utiliserons aussi des éléments de la théorie anthropologique du didactique ou de la double approche didactique et ergonomique, ou encore issus du champ de l'évaluation.

Des réunions d'équipe (d'une demi-journée par mois environ sur toute la durée du projet) permettront de partager les questions en vue de construire une culture commune. Le Postdoc sera amené à y jouer un rôle central et à en assumer progressivement le co-leadership avec les deux requérants au fur et à mesure de l'avancée du projet. En effet, il devra mener une réflexion globale sur les types d'activités qui seront en train de se mettre en place et aider à en dégager les traits communs, voire une forme de typologie. La vision surplombante sur l'ensemble devrait aussi permettre d'aider à dégager les savoirs transversaux sur la résolution de problèmes, ainsi que sur la façon dont ils peuvent être institutionnalisés. C'est durant cette année que devra être élaborée la méthodologie pour les observations et les entretiens avec les enseignants, qui seront menées dans les années suivantes sous la responsabilité du Postdoc. Par ailleurs, la partie du travail sur le recueil de données auprès des élèves commencera à être élaborée et permettra de fédérer les différents travaux autour de la question centrale des apprentissages. Pour les quelques travaux plus avancés, le Postdoc pourra déjà commencer à recueillir quelques données qui permettront d'affiner les questions et les outils d'analyse.

L'année 2 sera essentiellement consacrée aux expérimentations sur le terrain et au recueil des données. Les quelques recherches plus avancées permettront ici aussi d'anticiper certaines étapes.

Les années 3 et 4 seront consacrées aux retranscriptions, au traitement et à l'analyse des données et enfin à la rédaction des divers documents.

A la fin de l'année 3, un workshop avec les partenaires étrangers permettra en communiquant les premiers résultats de bénéficier d'un regard critique et d'initier des débats.

A la fin du projet, nous visons la production d'un livre synthétisant l'ensemble.

Portée du projet

Ce projet vise à nous permettre d'avoir une connaissance plus approfondie des apprentissages des élèves en lien avec des pratiques d'enseignement des mathématiques intégrant fortement la résolution de problèmes à divers niveaux et dans différents contextes. Ces résultats seront bien sûr présentés lors de colloques et diffusés dans des articles scientifiques, mais aussi dans un livre comme indiqué précédemment. En outre, le travail pourra déboucher sur la production de ressources pour la formation initiale et continue des enseignants, tant sur le plan de certains thèmes mathématiques que sur l'enseignement de la résolution de problèmes. Pour la formation c'est un point fondamental car cela devrait permettre d'apporter des éléments théoriques mais aussi des résultats et des ressources qui pourront être un levier pour faire évoluer les pratiques des enseignants formés.