

Recrutement d'un.e doctorant.e dans le cadre du projet ANR "APPAM" (2024-2028)

Les assistants de preuve pour les apprentissages mathématiques Diagnostiquer, analyser, concevoir, expérimenter, évaluer

1. Présentation résumée du projet APPAM

La preuve est constitutive de l'activité mathématique. Elle est une composante caractéristique de son épistémologie. Fondamentale à tous les niveaux de la scolarité et de la formation, elle contribue de manière significative aux processus d'apprentissage des connaissances mathématiques. Les enquêtes internationales à grande échelle montrent qu'elle occupe une place trop marginale dans l'enseignement, à tous les niveaux de la scolarité (e.g. TIMSS), avec une formation des enseignants insuffisante voire inadéquate. La rupture entre le secondaire et le supérieur, constatée par les didacticiens à l'échelle internationale, est marquée par un changement d'exigences et de rapport aux objets et processus de preuve, plus complexes et plus formels, qui nécessite une acculturation aux pratiques des mathématiciens. Les étudiants eux-mêmes se sentent en grande difficulté avec la logique et le formalisme requis pour concevoir des preuves et écrire des démonstrations. Les nouvelles technologies influencent les pratiques des mathématiques et créent de nouvelles dynamiques apportées par l'usage d'outils informatiques, reflétant la réalité du travail sur la preuve des mathématiciens contemporains. La nécessité de développer de nouvelles approches de l'enseignement de la preuve prenant en compte les assistants de preuve est démontrée depuis peu. Ceux-ci transforment le rapport épistémologique à la preuve et la structure des démonstrations, les exemples les plus connus étant la vérification du Théorème des 4 couleurs ou de la Conjecture de Kepler. Les assistants de preuve (Coq, L \exists \forall N, Isabelle etc.) utilisés par les mathématiciens sont des logiciels libres open-source vérifiant mécaniquement une démonstration. Utilisés parfois dans certaines universités dans l'enseignement des fondements théoriques de l'informatique, ils sont exploités depuis peu dans l'enseignement des mathématiques, éventuellement avec des interfaces graphiques (D \exists \forall DUCTION & Edukera pour Lean et Coq) : ils interrogent directement mathématiciens et didacticiens sur la manière dont les processus de preuve pourraient être enseignés aujourd'hui.

Le projet APPAM a ainsi pour ambition de combler le manque avéré de recherches en France sur l'apprentissage de la preuve à la transition secondaire-supérieur avec une approche pluri et interdisciplinaire (combinant outils, résultats et méthodes des sciences et des SHS) pour développer et évaluer une nouvelle approche de l'enseignement de la preuve en mathématiques fondée sur l'adaptation et l'intégration d'assistants de preuve en début d'université.

Trois objectifs le structurent :

- Diagnostiquer les difficultés des apprenants et usages existants des assistants de preuve en France ;

- Analyser les assistants de preuve dans une perspective d'apprentissage en mathématiques ;
- Expérimenter et évaluer les apports des assistants de preuve au début de l'enseignement supérieur dans l'enseignement des mathématiques.

Les méthodes utilisées pour atteindre ces objectifs mobilisent les cadres épistémologiques, didactiques et cognitifs sur la preuve, validés à l'international, et articulent approches quantitatives et qualitatives. Les résultats de ce projet informeront chercheurs, enseignants, formateurs, décideurs des politiques éducatives sur : les difficultés des lycéens et étudiants sur la preuve, les usages et adaptations d'assistants de preuve à des fins éducatives, l'évaluation des apports d'assistants de preuve dans l'enseignement, et préconisations didactiques pour l'enseignement de la preuve au lycée et à l'université.

Le projet APPAM regroupe 11 chercheurs en didactique des mathématiques, informatique et mathématiques, répartis sur le territoire (Ile de France, Rhône-Alpes, Strasbourg, Montpellier). Différentes expérimentations seront réalisées sur ces sites géographiques.

2. Travail à réaliser dans la thèse

Le travail de la personne recrutée sera axé sur l'étude des conceptions et difficultés de lycéens et étudiants à l'université relatives à la preuve en mathématiques, d'une part, et l'évolution de celles-ci lors de l'utilisation d'assistants de preuve d'autre part. La conception de questionnaires et entretiens et de leurs grilles d'analyses respectives, la passation des questionnaires et des entretiens (pré- et post- interventions avec des assistants de preuve), leurs encodages et leurs analyses quantitatives et qualitatives seront le corps de la thèse. Un choix préliminaire d'outils théoriques et méthodologiques pour mener à bien cette étude des conceptions et difficultés des élèves et étudiants est proposé dans la définition du projet APPAM. La personne recrutée peut s'en saisir, les faire évoluer et/ou proposer d'autres outils et cadres, dans la thèse, tout en restant dans la ligne théorique et méthodologique du projet APPAM.

Le corpus de données sera conséquent et fera l'objet d'analyses qualitatives et quantitatives dans le cadre de la thèse.

3. Environnement de la thèse

La thèse sera financée sur le projet APPAM (ANR) et encadrée par Cécile Ouvrier-Bufferet, professeure au Laboratoire de Didactique André Revuz (LDAR), Université Paris-Est Créteil (UPEC). Un ordinateur avec suites logiciels sera fourni à la/au doctorant.e dans le cadre du projet.

Des déplacements (recueils de données sur les sites géographiques du projet), réunions de coordination, temps de formation doctorale, diffusion des résultats de la thèse dans des

conférences nationales et internationales) sont à prévoir. Ceux-ci seront financés sur le budget du projet.

4. Profil recherché

Une formation de niveau master en recherche en didactique des mathématiques est requise.

Idéalement, la personne recrutée devra avoir des connaissances et compétences qui lui permettront de s'investir sur les points suivants au niveau didactique et méthodologique :

- Au niveau méthodologie expérimentale, la personne recrutée devra maîtriser ou avoir des connaissances sur la conception, la passation de questionnaires et d'entretiens, ainsi que l'analyse quantitative (statistique) et qualitative de données. En effet, au vu du traitement des données au niveau quantitatif, des compétences sont attendues en statistiques (concepts et outils logiciels).
- Dans le cadre de ce projet, une connaissance préliminaire des résultats des travaux en didactique au niveau international sur la preuve (principaux cadres théoriques, méthodes, et résultats) est bienvenue.

Les expérimentations dans le cadre de cette thèse seront réalisées en français. Une très bonne maîtrise de la langue française (écrit et oral) est donc nécessaire. Par ailleurs, de bonnes compétences en langue anglaise (écrit et oral) sont également attendues, en particulier pour l'appropriation de la littérature de recherche internationale sur la question de la preuve et la communication des résultats de la thèse dans des colloques et revues internationales.

Une connaissance du fonctionnement des assistants de preuve en particulier, et des environnements numériques pour l'apprentissage en général, est un plus.

La personne recrutée aura à interagir régulièrement avec les autres membres du projet : des compétences développées du travail en équipe sont donc requises, ainsi que des compétences en termes de prise d'initiative.

5. Informations complémentaires

- **Durée** de contrat : 36 mois
- **Date de début de contrat** : 1er ou 2ème semestre 2024 (date exacte à déterminer avec la personne recrutée, en fonction de l'inscription à l'école doctorale)
- **Rémunération brute mensuelle** : 2100 euros.

6. Pour postuler

- Merci d'adresser votre dossier de candidature (CV + lettre de motivation + mémoire de recherche de niveau (au moins) master en didactique des mathématiques) par mail, au format pdf uniquement, à : cecile.ouvrier-buffet@u-pec.fr
- Date limite de réception des candidatures : 15/10/2023
- Procédure de recrutement : sélection des candidatures sur dossier et entretien.