

Migration de concepts de la didactique des mathématiques à la didactique professionnelle¹

Janine Rogalski

rogalski.muret@gmail.com

Directeur de recherche CNRS honoraire

*Laboratoire de Didactique André Revuz. Universités de Paris, CY Cergy Paris, Paris Est Créteil,
Rouen Normandie*

Résumé

La migration des concepts de la didactique des mathématiques à la didactique professionnelle est étudiée dans le contexte français (avec les références théoriques à Vergnaud, Brousseau, Chevallard, et à Pastré). Les grands concepts considérés sont ainsi les champs conceptuels, les situations didactiques, la transposition didactique et les concepts pragmatiques. On montre l'importance de l'analyse épistémologique et de la prise en compte de leur complexité conceptuelle dans les deux didactiques disciplinaires alors que l'analyse des situations (et de leur transposition) est au cœur de la didactique professionnelle. Certains des concepts ont migré directement en didactique professionnelle : situation didactique (ou milieu didactique), contrat didactique, transposition didactique. D'autres sont propres à la didactique professionnelle, dans laquelle la notion de concepts pragmatiques, introduite par Pastré, joue un rôle central. La genèse de la didactique professionnelle est mise en relation avec la mise en relation de deux communautés scientifiques soutenues par le CNRS (Centre national de la recherche scientifique) : un groupement de recherches (GDR) en didactique des disciplines scientifiques et un GDR de psychologie cognitive ergonomique, considérant l'activité de travail. La conclusion de l'article discute des apports de la didactique professionnelle à la didactique des mathématiques, avec l'analyse de l'activité enseignante comme un cas spécifique de gestion d'environnement dynamique, et l'articulation de la didactique des mathématiques et la psychologie ergonomique dans le cadre théorique de la Double Approche initié par Robert et Rogalski, il s'y ajoute une dimension instrumentale pour la prise en compte du rôle des techniques de l'information (TICE).

Mots clés: didactique professionnelle, didactique des mathématiques et de l'informatique, champs conceptuels, transposition

Migración de conceptos de la didáctica de las matemáticas a la didáctica profesional

Resumen

La migración de los conceptos de la didáctica de las matemáticas a la didáctica profesional se estudia en el contexto francés (con referencias teóricas a Vergnaud, Brousseau, Chevallard y Pastré). Los grandes conceptos considerados son los campos conceptuales, las situaciones didácticas, la transposición didáctica y los conceptos pragmáticos. Se muestra la importancia del análisis epistemológico y de tener en cuenta su complejidad conceptual en las dos didácticas disciplinarias, mientras que el análisis de las situaciones (y de su transposición) está en el centro de la didáctica profesional. Algunos de los conceptos han migrado directamente a la didáctica profesional: situación didáctica (o medio didáctico), contrato didáctico, transposición didáctica. Otros son propios de la didáctica profesional, en la que el concepto de conceptos pragmáticos, introducido por Pastré, desempeña un papel central. La génesis de la didáctica profesional se pone en relación con la puesta en relación de dos comunidades científicas apoyadas por el CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique): un agrupamiento de investigaciones (GDR) en la didáctica de las disciplinas científicas

¹ Este artículo fue publicado originalmente como: Rogalski, J. (2021). Migration de concepts de la didactique des mathématiques vers la didactique professionnelle. *Éducation Permanente*, 228, 19–30.

Se reproduce en REIEC con autorización expresa de la autora y del editor de la revista *Éducation Permanente*.

y un GDR de psicología cognitiva ergonómica, considerando la actividad laboral. La conclusión del artículo discute las aportaciones de la didáctica profesional a la didáctica de las matemáticas, con el análisis de la actividad docente como un caso específico de gestión de entorno dinámico, y la articulación de la didáctica de las matemáticas y la psicología ergonómica en el marco teórico del Doble Enfoque iniciado por Robert y Rogalski, se añade una dimensión instrumental para tener en cuenta el papel de las técnicas de la información (TICE).

Palabras clave: Didáctica profesional, Didáctica de las matemáticas y la Informática, Campos conceptuales, Transposición

Migration of concepts from mathematics didactics to professional didactics

Abstract

The migration of concepts from mathematics didactics to professional didactics is studied in the French context (with theoretical references to Vergnaud, Brousseau, Chevallard, and Pastré). The major concepts considered are thus conceptual fields, didactic situations, didactical transposition and pragmatic concepts. We show the importance of epistemological analysis and considering their conceptual complexity in both disciplinary didactics while the analysis of situations (and their transposition) is at the heart of professional didactics. Some of the concepts have migrated directly into professional didactics: didactic situation (or didactic environment), didactic contract, didactical transposition. Others are specific to professional didactics, in which the notion of pragmatic concepts introduced by Pastré plays a central role. The genesis of professional didactics is linked to the linking of two scientific communities supported by the CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique): a research group (GDR) in didactics of scientific disciplines and a GDR of ergonomic cognitive psychology, considering work activity. The conclusion of the article discusses the contributions of professional didactics to mathematics didactics, with the analysis of teaching activity as a specific case of dynamic environment management, and the articulation of mathematics didactics and ergonomic psychology in the theoretical framework of the Double Approach initiated by Robert and Rogalski, there is added an instrumental dimension for taking into account the role of information technology (ICT).

Keywords: Mathematics Didactics and computer science; Conceptual fields; Transposition.

Migração de conceitos da didática da matemática para a didática profissional

Resumo

A migração de conceitos da didática da matemática para a didática profissional é estudada no contexto francês (com referências teóricas a Vergnaud, Brousseau, Chevallard e Pastré). Os principais conceitos considerados são campos conceituais, situações didáticas, transposição didática e conceitos pragmáticos. A importância da análise epistemológica e da consideração de sua complexidade conceitual é demonstrada tanto na didática específica de cada disciplina, quanto na análise de situações (e sua transposição), que é central para a educação profissional. Alguns conceitos migraram diretamente para a educação profissional: situação didática (ou ambiente didático), contrato didático e transposição didática. Outros são específicos da educação profissional, na qual a noção de conceitos pragmáticos, introduzida por Pastré, desempenha um papel central. A gênese da didática profissional está ligada à colaboração entre duas comunidades científicas apoiadas pelo CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique): um grupo de pesquisa (GDR) em didática das disciplinas científicas e um GDR em psicologia ergonômica cognitiva, com foco na atividade laboral. O artigo conclui discutindo as contribuições da didática profissional para a didática da matemática, analisando a atividade docente como um caso específico de gestão de um ambiente dinâmico e articulando a didática da matemática e a psicologia ergonômica dentro da estrutura teórica da Abordagem Dual, proposta por Robert e Rogalski. Uma dimensão instrumental também é adicionada para considerar o papel das tecnologias de informação e comunicação (TICs).

Palavras-chave: Didática profissional; Didática da matemática e da informática; Campos conceituais; Transposição.

1. INTRODUCTION

Nous aborderons la question selon la tradition française initialement appuyée sur les cadres théoriques de Piaget d'une part et de Bachelard d'autre part pour la dimension épistémologique des références. En didactique des mathématiques les influences sont celles de Vergnaud

(théorie des champs conceptuels), à l'articulation avec la problématique du développement cognitif, de Brousseau pour nombre de concepts de didactique (contrat didactique, situations didactiques, ...), et les concepts de Chevallard quant à l'analyse épistémologique (au premier chef, celui de transposition didactique). Les mouvements conceptuels de la didactique des mathématiques à la didactique professionnelle

sont aussi passés par la didactique de l'informatique. En effet l'informatique a des proximités conceptuelles fortes avec les mathématiques, via en particulier l'algorithmique, la logique et la démonstration. Mais, par ailleurs, son caractère de technique matérielle la rapproche des domaines techniques qui ont vu la naissance de la didactique professionnelle.

En ce qui concerne la didactique des mathématiques et celle de l'informatique, un point commun essentiel est l'approche épistémologique (la didactique d'un contenu savant", la Fachdidaktik). Cela se retrouve dans la terminologie liée à l'approche didactique qui est commune à la France et à l'Allemagne. Deux références de colloques orientés vers la confrontation d'approches font explicitement apparaître des collectivités scientifiques distinctes : le premier colloque franco-allemand de didactique des mathématiques et de l'informatique porte explicitement didactique dans son titre, aussi bien pour l'informatique que pour les mathématiques (Laborde, 1988) (note 1). La différence avec les approches anglophones apparaît dans un ouvrage issu d'un colloque sur l'étude de l'enseignement des mathématiques, où les perspectives française et anglophone parlent respectivement l'une de « didactique des mathématiques » et l'autre de « mathematics education » (Jaworski et Robert, 2018). Dans l'ouvrage coordonné par C. Laborde, on peut identifier l'utilisation directe de concepts de didactique des mathématiques en informatique. Mais on y repère aussi une propriété de la didactique de l'informatique qui justifie de la situer comme un intermédiaire avec la didactique professionnelle : il s'agit de l'importance des représentations du dispositif informatique (Rogalski, 1988) pour les acquisitions en programmation. La dimension matérielle et technique de l'informatique - et de la programmation informatique elle-même - est en effet partagée avec les domaines techniques pour lesquels Pastré (1992) a souligné la place des représentations des dispositifs techniques dans l'activité des opérateurs.

Nous allons dans ce papier considérer la perspective didactique, et contextualiser nos analyses à la recherche française (et parfois francophone). Nous suivons en cela Gert Schubring soulignant la dimension contextuelle comme essentielle dans l'approche des théories de l'enseignement des mathématiques (TME) (Schubring, 1988, pp. 162-163) :

“[...] mathematics educators do not exist as isolated individuals: they have to work within institutions, usually institutions of higher education. [...] Therefore, the initial questions: who are, or who were, the mathematical educators, are nearly identical with the questions: at which institutions of one country were/are mathematics educators working? and: which objectives do these institutions have? What role does research play in the official duties of the professionals?”

Quant à la référence théorique en didactique professionnelle, nous retenons celle initiée dans la thèse de P. Pastré (1992), dont il présente les développements dans (Pastré, 2011).

2. UN TOUR D'HORIZON DU DÉVELOPPEMENT DES DIFFÉRENTS CHAMPS DE LA DIDACTIQUE, DES DISCIPLINES SCOLAIRES AU DOMAINE PROFESSIONNEL

Les différents champs de la didactique ont une histoire plus ou moins récente par rapport aux domaines qu'ils abordent, et cela a influé sur leur genèse et leur développement. Les mathématiques sont une "vieille" science. Leur place dans la formation des élèves a été importante dès la seconde moitié du 19ème siècle, avec une participation des mathématiciens à ce débat de manière structurée dès le début du 20ème. La didactique de l'informatique et la didactique professionnelle sont des disciplines plus jeunes, pour des raisons différentes. Une première raison évidente est le déploiement beaucoup plus récent de l'informatique elle-même, et a fortiori des questions de son enseignement systématique dans la formation générale (pour une histoire de ces débuts voir Baron, 1987). La recherche sur les acquisitions en informatique a d'abord été l'objet de la psychologie ergonomique, dans un cadre non didactique (Rouanet & Gâteau, 1967). L'objet central était de comprendre les problèmes rencontrés par des professionnels en relation avec les langages de programmation (Hoc, 1983). En France, c'est l'introduction expérimentale d'une option informatique à partir de la seconde (dans les années 80-90) qui a contribué au développement d'une didactique de l'informatique en tant que discipline (et non plus l'enseignement d'un langage spécialisé comme dans des contextes de formation professionnelle).

À la différence des deux didactiques précédentes, la didactique professionnelle n'est pas liée à un contenu de savoirs et de pratiques que l'on pourrait circonscrire a priori : chaque champ d'action professionnelle a ses propres savoirs, techniques, outils, organisation. En fait la didactique professionnelle a eu un caractère qu'on pourrait dire délibérément unificateur dès son origine. Une dimension de son unité tient à une méthodologie issue de la psychologie ergonomique cognitive : l'analyse des tâches et l'analyse de l'activité de professionnels dans des situations de travail. La psychologie ergonomique (cognitive ergonomics, dans les termes anglo-saxons) propose des catégorisations de situations, et apparaît alors comme un instrument méthodologique de la didactique professionnelle. La visée est souvent double : d'une part, informer le domaine d'étude lui-même sur la conception ou l'amélioration possibles des situations de formation, d'autre part, permettre des généralisations « décontextualisant » les concepts et méthodes et mettant en lumière des processus communs.

Concernant l'informatique, il n'existe pas encore (en 2021) de tradition stabilisée dans l'enseignement général (même si un curriculum général a été défini), ce qui contribue à distinguer sa didactique de celle des mathématiques. En fait, elle présente à l'origine des points communs avec la didactique professionnelle, du fait du caractère technologique de l'informatique et de la diversité de pratiques professionnelles multiples, des chercheurs en informatique aux praticiens des nombreux domaines qui l'utilisent comme outil (comme en témoigne l'ouvrage édité par G.-L. Baron, E. Bruillard et B. Drot-Delange ; 2015). Lors de la 7ème école d'été de didactique des mathématiques la diversité des communautés intéressées par l'enseignement de l'informatique était déjà soulignée : "psychologues, informaticiens, enseignants d'informatique, enseignants de mathématiques, didacticiens, [qui] ont chacune son approche particulière" (Rogalski, 1990, p. 408). L'intervention des mathématiciens en didactique des mathématiques a surtout

indirecte, médiée par la formation des enseignants de mathématiques dans les universités. En revanche, des enseignants et chercheurs en informatique ont joué un rôle direct dans l'implémentation de son enseignement dans l'option informatique des lycées.

Par ailleurs, la programmation informatique a d'abord concerné les professionnels, d'où des interrogations initiales en psychologie ergonomique, comme en France avec J.-M. Hoc, interrogeant l'activité effective vis-à-vis de normes de programmation enseignées et en principe imposées sur le terrain professionnel (Hoc, 1983). C'est sans doute l'impact de l'introduction de LOGO dans les classes qui a conduit à des interrogations rencontrant celles de la didactique des mathématiques. En effet, ce sont d'abord des contenus qui sont questionnés, comme dans le numéro spécial de Psychologie Française sur les langages de programmation dans l'enseignement (Hoc et Mendelsohn, 1987). Toutefois, Rogalski et Vergnaud y mettent explicitement en relation l'activité de programmation alors étudiée en ergonomie cognitive et la didactique de l'informatique. C'est une raison qui me fait parler de la didactique de l'informatique comme "transition" entre didactique des mathématiques et didactique professionnelle (note 2).

3. UN POINT DE VUE DE DIDACTIQUES DISCIPLINAIRES : UNE APPROCHE PARALLÈLE DE LA COMPLEXITÉ CONCEPTUELLE EN DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES ET EN DIDACTIQUE DE L'INFORMATIQUE

Du point de vue de la complexité conceptuelle pour les élèves, l'intervention de l'Ecole d'été avait souligné deux points centraux, pour l'informatique comme pour les mathématiques : d'une part, l'importance des pré-requis dans le champ conceptuel en jeu, du point de vue des instruments du raisonnement et du point de vue des systèmes de représentation ; d'autre part, la lente évolution des modèles engagés par les élèves dès lors qu'on abordait des concepts nouveaux et cognitivement complexes, en tant qu'objets et non seulement en tant qu'outils, alors même que des procédures mathématiques peuvent aisément se traduire dans le paradigme de la programmation impérative (celui des langages utilisés au lycée).

Un débat avait été engagé dès le début de l'intervention de l'informatique dans le système éducatif entre J. Hebenstreit et J. Arsac à propos des caractères outil - cible essentielle pour le premier - ou objet - à introduire pour le second (Arsac, 1976/2002 ; Hebenstreit, 1976/2002).

La mise en relation conceptuelle des deux disciplines, mathématiques et informatique, a fait apparaître des relations complexes. On en relèvera deux : le concept de variable et la récursivité. Le concept de variable "vit" de manière différente en mathématiques et en informatique. La variable mathématique est un précurseur pour la notion informatique (dans les études dans le secondaire supérieur – grades 10-12), avec des caractères "producteurs" - qui aident à l'acquisition des élèves quant à la variable informatique - et "réducteurs" - qui provoquent des représentations et des traitements inappropriés. La situation complexe de la variable informatique a été particulièrement analysée par R. Samurçay

(1985), qui reste une référence en didactique de la programmation.

La récurrence en mathématique et la récursivité en programmation informatique sont conceptuellement et cognitivement étroitement liées. Dans les deux contextes d'enseignement, les élèves rencontrent des difficultés importantes, et la recherche de situations didactiques conduisant les élèves à surmonter ce qui apparaît comme un obstacle épistémologique est convergente. Des langages informatiques fonctionnels "contraignants" à l'usage de la récursivité pourraient être un outil en ce sens ; mais l'entrée actuelle de la programmation informatique dans l'enseignement secondaire (en France) se fait via les mathématiques et un appel à l'algorithme, dont le modèle le plus immédiat est celui de la transposition de procédures déjà connues en mathématiques.

Par ailleurs, du côté de la didactique proprement dite, l'introduction de la programmation dans l'enseignement a conduit à différencier deux approches, l'une "orientée par les concepts" et l'autre "orientée par les problèmes" (Rogalski, 1990 p. 420). Approches profondément liées à la détermination du savoir à enseigner et du savoir effectivement enseigné en classe, avec l'existence d'une double transposition : "transposition d'une organisation conceptuelle de la discipline informatique" et "transposition des pratiques professionnelles de conception et de "suivi" des programmes et systèmes informatiques" (op. cit. p.421).

La question de cette double transposition se présente dès l'introduction de la programmation informatique, ce que nous appelons l'alphabétisation informatique ; un processus similaire existe bien sûr en ce qui concerne la pratique mathématique des mathématiciens, cependant il ne se manifeste pas dès les premières rencontres avec les concepts mathématiques, mais seulement au-delà de l'enseignement général. Ce processus de transposition de pratique professionnelle va ainsi rapprocher la didactique de l'informatique de la didactique professionnelle. C'est en ce sens que nous aborderons plus loin les relations entre les concepts des deux domaines.

4. UNE LIGNÉE DE RECHERCHES ARTICULANT DES CONCEPTS DE DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES À DES CONCEPTS DE DIDACTIQUE PROFESSIONNELLE.

L'ouvrage synthétique de P. Pastré sur la didactique professionnelle (Pastré, 2011) présente un riche historique sur la "Naissance de la didactique professionnelle" (pp. 11-57). Il fait apparaître une lignée de la didactique professionnelle, venue de la formation des adultes, qui a convergé avec celle, partie de la didactique des mathématiques, à laquelle j'ai fait référence plus haut. Une seconde lignée est issue de la théorisation dans ses propres travaux, dans sa thèse de (1992) qui met le premier en avant, dans son titre même, le terme de didactique professionnelle. Il en présente plus tard l'histoire et les origines dans une étude sur le dessin technique, de P. Rabardel et P. Véronique, qui s'empare de la question de la didactique des techniques, placer l'homme au cœur du processus technologique. [...] On est dans le cadre d'une didactique disciplinaire, celle du dessin technique..." (Pastré, 2011, p. 14).

Toutefois, le rapprochement des didacticiens des mathématiques et de l'informatique avec les didacticiens des techniques ne se fera que marginalement au travers de la participation de P. Rabardel au GDR de didactique des disciplines. D'ailleurs, dans un ouvrage coordonné par Y. Lenoir et P. Pastré (Didactique professionnelle et didactiques disciplinaires en débat, 2008), Habboub, Lenoir et Tardif analysent un corpus de recherches d'Europe francophone, où ils montrent que les travaux de didactique professionnelle où la formation est orientée vers le développement de compétences professionnelles sont massivement dominantes, à côté de publication de "didactique des savoirs professionnels" (DSP) dans le contexte d'un enseignement technique (ce qu'a été le dessin technique). Ces savoirs sont typiquement des savoirs "outils" qui ne s'identifient pas au corpus des savoirs "objets" organisés en disciplines académiques, qui sont, eux, des objets des didactiques disciplinaires (Raisky, 1993, p. 115, cité par Habboub et al. op. cit. p. 37) (note 3).

D'un point de vue institutionnel, il a existé en France des acteurs et des institutions qui vont porter un courant de didactique professionnelle qui s'inspire des approches de didactique des mathématiques en les insérant dans un cadre de psychologie ergonomique. Ce courant met en avant l'analyse des situations de travail et de l'organisation de l'activité. Dans un premier temps elle portera plus spécifiquement sur le contrôle de processus ; l'analyse sera élargie ensuite à la gestion de situations (ou environnements) dynamiques. L'institution centrale en France dans ce mouvement est le CNRS, qui va soutenir équipes de recherches et projets de coordination sur le plan national (par des Groupes de Recherche – GDR) et sur le plan international.

Le GDR "Didactique des disciplines scientifiques" a intégré la didactique de l'informatique dès le projet de GRECO de 1984, avec le thème suivant : "Signification et fonctionnement des concepts informatiques chez l'élève en interaction avec la formation des connaissances mathématique et physiques". (En fait, les travaux sur ce thème seront surtout centrés sur les concepts informatiques eux-mêmes.)

Le GDR "Psychologie ergonomique" (2006-2011) (note 4) comporte quant à lui un groupe thématique, sous la responsabilité de J.-M. Boucheix, dénommé : "Formation et gestion des compétences". Il fait une place explicite à la didactique professionnelle, et rappelle le "format" de la conception de formation professionnelle en quatre étapes : analyse de l'activité, transposition didactique (ou reconstitution sélective de la situation de référence qui consiste à conserver tout ou partie des fonctionnalités de la situation de travail de référence, la conception des situations d'apprentissage et, enfin, leur évaluation. Boucheix souligne que "très peu de travaux abordent le problème de l'évaluation des effets des formations [...]. De même, les travaux concernant l'activité et le rôle du formateur ne font que débuter. L'organisation de la conception de ces situations s'éloigne assez fortement de celle des ingénieries en didactique des mathématiques."

Ces remarques ont gardé leur actualité, même si l'analyse de l'activité des enseignants (de maths d'abord) et des formateurs s'est depuis développée : l'évaluation, du côté des

enseignants, reste la "Cendrillon" des recherches de didactique(s). Abboud et al. (à paraître) en ont relevé la difficulté dans le champ de la formation des enseignants de mathématiques, au vu de l'intrication des variables en jeu. Dans le domaine professionnel, on observe souvent que l'évaluation est "rabattue" sur l'acquis de procédures, du côté de la performance des "élèves" (stagiaires) et pas du côté de ce qui la conditionne, à savoir la compétence, incluant les connaissances opérationnelles et la capacité à se gérer comme acteur. L'évaluation de la formation elle-même est souvent appuyée sur des retours "réflexifs" des participants, donc du point de vue intrinsèque des acteurs, non d'un point de vue extrinsèque cherchant à identifier les acquis.

5. MOUVEMENTS CONCEPTUELS ET MÉTHODOLOGIQUES DE LA DIDACTIQUE DES MATHEMATIQUES A LA DIDACTIQUE PROFESSIONNELLE

La didactique professionnelle a été initialement nourrie des concepts relevant des cadres théoriques de G. Vergnaud, qui a toujours soutenu la place de la psychologie du développement et de l'éducation dans le champ des didactiques. (Rappelons-en les acteurs majeurs : G. Vergnaud, théorie des champs conceptuels - TCC, G. Brousseau, théorie des situations didactiques – TSD, et Y. Chevallard – théorie anthropologique du didactique TAD).

Certains de ces concepts ont migré directement en didactique professionnelle : situation didactique (ou milieu didactique), contrat didactique, transposition didactique. Ils sont maintenant souvent utilisés comme des concepts-en-acte, particulièrement identifiables dans les discussions des situations de formation professionnelle via la simulation. Le terme de « situation de formation » davantage utilisé est en fait moins marqué théoriquement que celui de situation didactique.

On retrouve, souvent en acte, le concept de contrat didactique. Dans l'étude du déroulement de situations de formation, la discussion peut porter sur le mode d'engagement des « formés » : cherchent-ils à répondre aux exigences de la situation ou aux attentes du formateur (ou essaient-ils de réaliser à un compromis entre les deux, en explicitant comment leur activité répond à ce que le formateur leur a appris).

En didactique professionnelle, le concept de "transposition" des savoirs (un des concepts au cœur de la TAD, largement partagé dans la communauté de didactique des mathématiques) se transpose lui-même en transposition des situations. Il s'agit de passer des situations-cibles de la formation dans un domaine professionnel (parfois appelées « situations authentiques ») à des situations didactiques dont le traitement par les stagiaires sera encadré dans un dispositif de formation. La visée est de faire jouer un rôle formateur aux situations transposées elles-mêmes (on peut penser ici à la recherche d'un statut de situation a-didactique dans la TSD). En fait, l'activité qui s'ensuit peut être comprise comme une forme de compromis chez les stagiaires entre la réponse au contrat didactique et le traitement efficace de la situation. A la notion de validité épistémologique en didactique disciplinaire répond alors la conservation de la conceptualisation attendue de la situation de formation, c'est-

à-dire aussi bien les savoirs impliqués que le rapport des formés à ces savoirs (Vadcard, 2017, p. 88).

Les notions liées de «concept pragmatique» et de «structure conceptuelle de la situation» ont été développées par P. Pastré pour analyser l'activité professionnelle : elles transposent les notions de la théorie des champs conceptuels de G. Vergnaud pour étudier les situations didactiques et les acquisitions des élèves dans un domaine disciplinaire. Une étude détaillée en a été faite dans (Vidal-Gomel & Rogalski, 2007). On y cite des exemples accessibles de concepts pragmatiques qui apparaissent dans le domaine de la lutte contre les feux de forêt : l'axe de propagation, la vitesse du feu, la tête du feu, les flancs et l'arrière du feu concernent l'objet sur lequel porte l'action. Les paramètres sont pour certains météorologiques, pour d'autres liés au terrain de développement du feu. Les indicateurs sont ceux fournis par les acteurs sur le feu. Les modes d'action font partie de la structure conceptuelle : actions offensives (aller vers le feu pour l'attaquer) ou défensives (protéger des points sensibles). L'identification de concepts pragmatiques appelle un investissement dans le domaine qui est le pendant du travail épistémologique en didactique des mathématiques ou de l'informatique, et pose des problèmes méthodologiques encore ouverts.

Du point de vue des méthodes, c'est l'analyse de l'activité issue de la psychologie ergonomique qui introduit une dimension essentielle de la transition de la didactique des mathématiques à la didactique professionnelle, qui a déjà été préparée par la théorie de Vergnaud, avec une place décisive donnée au couple « analyser la tâche mathématique » pour « étudier l'activité de l'élève ». Il ne s'agit pas d'une transposition directe mais d'un déplacement important du focus de l'étude : le savoir issu de l'activité passée d'une communauté scientifique (par exemple : les mathématiciens) n'est pas le centre de l'analyse mais c'est la conceptualisation de l'action en situation professionnelle qui est visée. En schématisant, on pourrait parler d'une transposition de la dimension épistémique vers la dimension pragmatique.

Un autre composant de cette transposition concerne l'empan organisationnel et temporel dans l'analyse de l'activité professionnelle : en didactique des mathématiques, l'analyse des tâches-élèves et les évaluations des élèves dans ces tâches se situe pour l'essentiel dans un temps court. (note 5). En didactique professionnelle, il y a une variabilité plus grande. On peut en donner deux exemples. L'un est une étude des acquisitions des élèves-conducteurs au fil d'une formation en auto-école sur un empan temporel relativement long, avec cinq « points de rendez-vous » au cours de 40 heures de formation (Bocvara, 2011). L'autre est une étude de Cerf et al. (Cerf, Guillot & Olry, 2011) qui porte sur une intervention

auprès d'agriculteurs, sous une forme appelée « action-training » qui se déroule selon trois séances d'un ou deux jours d'intervention auprès d'agriculteurs : elle met en jeu non seulement de nouvelles compétences éventuelles, mais aussi de possibles remaniements identitaires. Cette question d'identité professionnelle qui a une forte dimension sociale est présente dans des recherches sur la formation et le développement professionnel: elle n'a guère de sens pour les élèves en mathématiques - ou en informatique - dans l'enseignement général.

6. DISCUSSION : UN RETOUR DE LA DIDACTIQUE PROFESSIONNELLE VERS LA DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES?

Si on considère que la didactique professionnelle est une analyse de l'activité en vue de la formation, elle apparaît comme un développement de la psychologie ergonomique. Celle-ci a déjà eu un impact sur la didactique des mathématiques, dans au moins deux directions. Une première direction a été l'analyse de l'activité enseignante comme un cas spécifique de gestion d'environnement dynamique, à la fois ouvert et humain (adressé à d'autres acteurs) (Rogalski, 2003). La poursuite de cette mise en relation s'est faite sous le titre de Double Approche (Robert & Rogalski, 2002); celle-ci articule didactique des mathématiques et psychologie ergonomique ; il s'y ajoute une dimension instrumentale pour la prise en compte du rôle des techniques de l'information (note 6). Elle fournit un cadre d'ensemble pour l'étude de l'activité enseignante et la conception de situations de formation (Abboud, Robert et Rogalski, 2021). Elle est désormais une des théories de didactique des mathématiques mise en œuvre pour étudier le couple enseignement / apprentissage, et pour orienter la formation. (Vandebruck, 2013). Une seconde direction est issue de l'approche instrumentale développée par P. Rabardel en psychologie ergonomique et en didactique professionnelle. Un des développements importants en est l'étude des ressources de l'enseignant de mathématiques (Gueudet et Trouche, 2010).

En revanche, l'impact des concepts et méthodes développés en didactique professionnelle est aujourd'hui peu visible en didactique de l'informatique. L'analyse de l'activité de programmation y reste marginale par rapport à des reprises de l'étude des acquisitions conceptuelles. Celles-ci sont aujourd'hui très liées aux concepts mathématiques du fait de la place donnée à l'algorithmique dans le curriculum, en tant que contenu commun aux deux champs disciplinaires (note 5). La situation pourra peut-être évoluer avec la volonté institutionnelle de faire intervenir des éléments de programmation très en amont dans l'enseignement général.

Notes

1. L'existence d'un dispositif matériel distingue la programmation informatique de l'algorithmique en mathématique - étroitement liées dans le curriculum actuel du lycée général en France.
2. De plus, historiquement, un petit groupe de chercheurs autour de Gérard Vergnaud sont personnellement passés de travaux en didactique des mathématiques à la didactique professionnelle, en développant en parallèle des recherches sur l'activité de programmation informatique et l'enseignement de la programmation.
3. Ces savoirs ont été peu étudiés : dans la revue de Habboud et al. ((op. cit.) une seule publication (sur 85) d'un autre auteur que Raisky s'en réclame.

3. Ce GDR a été prolongé par l'association ARPEGE (Association pour la recherche en psychologie ergonomique et ergonomie).
4. Les PER (programmes d'étude et de recherche) développés dans le cadre de la TAD se déroulent dans un temps assez long, mais ils se focalisent sur l'organisation de l'enseignement et pas sur les acquisitions des élèves.
5. On peut toutefois citer un article emblématique de S. Modeste (2020) qui ouvre de nouveaux possibles : " Prendre en compte l'épistémologie de l'algorithme. Quels apports d'un modèle de conceptions ? Quelle transposition didactique ? *Recherches en Didactique des Mathématiques*. N° 40(3), p. 363-404 ". Il y présente des modèles schématiques de l'activité de conception d'algorithmes (p. 374), et spécifie " nous ne cherchons pas à décrire les activités ou les pratiques qui peuvent être développées pour répondre à ces problèmes ", en précisant que " c'est une perspective pour la poursuite du travail ".
6. Il s'agit essentiellement des TICE (Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement). La problématique de la place de l'IA (Intelligence artificielle) dans l'enseignement et l'apprentissage est désormais ouverte.

7. RÉFÉRENCES

- Abboud, M.; Robert, A.; Rogalski, J. (2021). « Interroger les pratiques de formation des professeurs de mathématiques : orientations de recherche et perspectives (un agenda) ». *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*.
- Arsac, J. 1976/2002. « Clefs pour l'introduction de l'informatique dans l'enseignement secondaire. » *Bulletin de liaison de la section « informatique et enseignement » de l'INRDP*. Paris, INRDP / Association EPI.
- Baron, G.-L. (1987). *La constitution de l'informatique comme discipline scolaire : le cas des lycées*. Thèse de doctorat, Université Paris Descartes.
- Baron, G.-L. ; Bruillard, E. ; Drot-Delange, B. (dir. publi.) (2015). *L'information en éducation : perspectives curriculaires et didactiques*. Clermont-Ferrand, Presses Universitaires Blaise Pascal.
- Boccara, V. (2011). *Développement des compétences en situation de tutelle au cours de la formation à la conduite automobile : apports croisés de la psychologie ergonomique et de la psychologie sociale*. Thèse de Psychologie ergonomique, Université Paris 8 Vincennes-Saint-Denis.
- Breton, Ph. ; Dufourd, G. ; Hellmann, E. 1990. *L'option informatique au lycée*. Paris, Hachette.
- Cahour, B. ; Lancry, A. (2011). « Émotions et activités professionnelles et quotidiennes. Introduction du numéro spécial " Émotions et activités " ». *Le Travail humain*. N°74(2), p. 97-106.
- Cerf, M.; Guillot, M.-N.; Olry, P. (2011). « Acting as a change agent in supporting sustainable agriculture: How to cope with new professional situations? » *The Journal of Agricultural Education and Extension*, N°17(1), p. 7-19.
- Gueudet, G.; Trouche, L. (dir. publi.) (2010). *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs de mathématiques*. Rennes / Lyon, Presses Universitaires de Rennes / INRP.
- Habboub, E.M. ; Lenoir, Y. ; Tardif, M. (2008). La didactique professionnelle et la didactique des savoirs professionnels dans la documentation scientifique : un essai de synthèse des travaux francophones. Dans : Y. Lenoir ; P. Pastré (dir. publi.). *Didactique professionnelle et didactiques disciplinaires en débat*. Toulouse, Octarès, p. 21-52.
- Hebenstreit, J. 1976/2002. « Apport spécifique de l'informatique et de l'ordinateur à l'enseignement secondaire. (Conférence Grenoble, Juin 1973). » *Bulletin de liaison de la section « informatique et enseignement » de l'INRDP*. INRDP / Association EPI.
- Hoc, J.M. (1983). « La psychologie de la programmation : la percée d'une démarche empirique dans un environnement normatif. » *Le Travail Humain*. N°46, p. 205-217.
- Hoc, J.M.; Mendelsohn, P. (1987). « Introduction au numéro spécial : les langages informatiques dans l'enseignement. » *Psychologie Française*. N°32, p. 212-215.
- Jaworski, B., ; Robert, A. (2018). « Des recherches en didactique des mathématiques anglaises et françaises : bilan et mise en discussion des perspectives théoriques et des principales questions abordées. » *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives. Special issue English-French*. p. 189-204.
- Laborde, C. (dir. publi.) (1988). *Actes du premier colloque franco-allemand de didactique des mathématiques et de l'informatique*. Grenoble, La Pensée sauvage.
- Lagrange, J.-B., ; Rogalski, J. (2017). « Savoirs, concepts et situations dans les premiers apprentissages en programmation et en algorithmique. » *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*. N° 22, p. 91-118.
- Lenoir, Y. ; Pastré, P. (dir. publi.) (2008). *Didactique professionnelle et didactiques disciplinaires en débat*. Toulouse, Octarès.
- Mayen, P. (2020). « Les affects comme organisateurs de l'activité. » *Travail et Apprentissages*. N° 20, p. 9-33.
- Modeste, S. (2020). « Prendre en compte l'épistémologie de l'algorithme. Quels apports d'un modèle de conceptions ? Quelle transposition didactique ? » *Recherches en Didactique des Mathématiques*. N° 40(3), p. 363-404.
- Pastré, P. (1992) *Essai pour introduire le concept de didactique professionnelle : rôle de la conceptualisation dans la conduite de machines automatisées*. Thèse, Université Paris Descartes.
- Pastré, P. (2011). *La didactique professionnelle. Approche anthropologique du développement chez les adultes*. Paris, PUF.
- Raisky, C. (1993). Problème du sens des savoirs professionnels agricoles, préalable à une didactique. Dans : P. Jonnaert ; Y. Lenoir (dir. publi.). *Didactique du sens et*

sens des didactiques. Sherbrooke, Editions du CRP, p. 101-121.

Robert, A. ; Rogalski, J. (2002). « Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche. » *La Revue Canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies (RCESMT / CJSMTE)*. N° 2(4), p. 505-528.

Rogalski, J. (1988). Les représentations mentales du dispositif informatique dans l'alphanumerisation. Dans C. Laborde (dir. publi.) *Actes du premier colloque franco-allemand de didactique des mathématiques et de l'informatique*. Grenoble, La Pensée sauvage. p. 235-245.

Rogalski, J. (1990). « Didactique de l'informatique et acquisition de la programmation. » *Recherches en Didactique des Mathématiques*. N° 9 (3), p. 407-425.

Rogalski, J. (2003). « Y a-t-il un pilote dans la classe ? Une analyse de l'activité de l'enseignant comme gestion d'un environnement dynamique ouvert. » *Recherches en Didactique des Mathématiques*. N° 23(3), p. 343-388.

Rogalski, J. (2015). Psychologie de la programmation, didactique de l'informatique : déjà une histoire ... Dans : G.-L. Baron ; E. Bruillard, ; B. Drot-Delange (dir. publi.). *L'information en éducation : perspectives curriculaires et didactiques*. Clermont-Ferrand, Presses Universitaires Blaise Pascal. p. 279-305.

Rogalski, J. ; Samurçay, R. (1994). Modélisation d'un savoir de référence et transposition didactique dans la formation de professionnels de haut niveau. Dans : J. Arsac ; Y. Chevallard ; J.-L. Martinand ; A. Tiberghien (dir. publi.). *La transposition didactique à l'épreuve*. Grenoble, La Pensée Sauvage. p. 35-71.

Samurçay, R. (1985). « Signification et fonctionnement du concept de variable informatique chez les élèves débutants. » *Educational Studies in Mathematics*. N°16(2), p. 143-161.

Schubring, G. (1988). Factors determining theoretical developments of mathematics education as a discipline – comparative historical studies of its institutional and social contexts. Dans: *Foundations and methodology of the discipline mathematics education, didactics of mathematics* (pp. 161-173). MTE. Bielefeld, RFA ; Antwerpen, NL. p. 161-173.

Vadcard, L. (2017). « Un essai de caractérisation du didactique. » *Recherches en Education*. N°28, p. 84-93.

Vandebrouck, F. (dir. publi.) 2013. *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants*. Toulouse, Octarès.

Vidal-Gomel, C. ; Rogalski, J. (2007). « Conceptualisation et concepts pragmatiques. » *Activités*. N°4(1), p. 49-84.