

Enseigner / apprendre... À partir de quoi ? Genèse d'un modèle

Teach / learn... From what? Genesis of a model

MARC BAILLEUL ¹

LAURENCE LEROYER ²

Résumé

Une activité d'enseignement – apprentissage s'exerce nécessairement à partir d'un support. Comment se nouent les attentes et contraintes institutionnelles, les savoirs et compétences des enseignants ou des formateurs mais aussi celles des apprenants ? Est-il possible de représenter ces questions ? Nous rendons compte ici de l'évolution d'un modèle que nous avons élaboré au cours des dix dernières années et que nous utilisons dans notre pratique quotidienne d'enseignant/formateur.

Mots clés : *Didactique des mathématiques, didactique professionnelle, modélisation.*

Abstract

A teaching - learning activity is necessarily carried out from a support. How are the expectations and institutional constraints, the knowledge and skills of teachers or trainers, but also those of learners? Is it possible to represent these issues? We report here on the evolution of a model that we have developed over the last ten years and that we use in our daily practice of teacher / trainer.

Keywords: *Didactics of mathematics, professional didactics, modeling.*

Resumo

Uma atividade de ensino - aprendizagem é necessariamente realizada a partir de um suporte. Como são as expectativas e restrições institucionais, o conhecimento e as habilidades dos professores ou formadores, mas também os dos alunos? É possível representar esses problemas? Relatamos aqui a evolução de um modelo que desenvolvemos nos últimos dez anos e que usamos em nossa prática diária de professor / treinador.

Palavras-chave: *Didática da matemática, didática profissional, modelagem.*

1 Docteur en Didactique des Mathématiques de l'Université de Rennes I, Ancien Maître de conférences à l'IUFM de l'Université de Caen-Basse-Normandie, Caen, France, bailleul.marc@neuf.fr

2 Maîtresse de conférences à l'École Supérieure du Professorat et de l'Éducation de l'Université de Caen Normandie, Caen, France, laurence.leroy01@unicaen.fr

Introduction

Le texte qui suit n'est pas un texte théorique, ni un compte rendu de pratique, c'est un témoignage, évidemment reconstruit, et à deux voix, relatant la genèse d'un modèle dont l'élément principal est la notion de « support », genèse qui, elle, est inscrite dans des pratiques d'enseignant puis de formateur, dans des réflexions théoriques qui s'entremêlent, le tout dans des contextes institutionnels sans cesse en évolution.

Pourquoi un tel témoignage ? Si l'objet « fini », la version finale (au moins à l'heure actuelle) du modèle dans ce texte, peut être validé, utilisé, amélioré et même critiqué en l'état, il nous semble néanmoins intéressant de donner à voir les conditions de son émergence, les transformations qu'il a d'ores et déjà subi, ceci dans une approche épistémologique de cet objet de savoir, dans le cadre de la didactique de la formation professionnelle des enseignants. Charge à ceux qui se l'approprient de voir comment ils l'intègrent dans leurs propres réflexions théoriques et/ou dans leurs pratiques.

Une pratique de professeur de mathématiques d'emblée « expérimentale »

Entre 1987 et 1989, parallèlement à notre pratique de professeur de mathématiques en collège, c'est en tant que concepteur que nous avons été confronté à l'élaboration, l'expérimentation et l'évaluation de supports d'apprentissage dans le cadre du GEREX³ sixième, outil de remédiation cognitive commandité par le Ministère de l'Éducation Nationale.

De 1989 à 1993, c'est dans le cadre des deux opérations ministérielles nationales « Évaluation CE2-sixième » et « Évaluation seconde » que nous avons continué à créer des supports d'apprentissage, outils au service d'une individualisation des situations de remédiation proposées aux élèves repérés comme rencontrant des difficultés identifiées relativement à telle ou telle notion.

3 GEREX : Groupe d'Expérimentation et de Recherche

Le début d'une modélisation

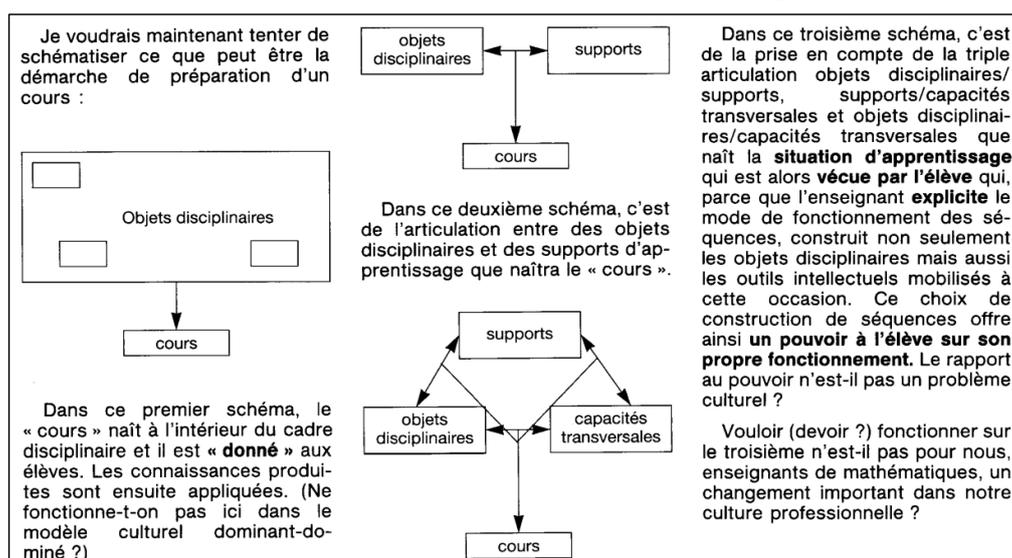
C'est pendant cette période que nous avons, dans une logique militante, publié nos premiers écrits dans la revue *Les Cahiers Pédagogiques*. Dans un texte paru en décembre 1991, dans un numéro thématique intitulé « Culture mathématique et enseignement », nous présentions un scénario d'enseignement des transformations du plan en classe de quatrième de collège. Par la suite, ce scénario a été repris et étendu à l'étude de l'homothétie en classe de seconde et publié dans la brochure n° 150 de l'APMEP, tome 1 de « Pour un enseignement problématisé des mathématiques au lycée » (APMEP, 2003, p. 128-135), du temps où cette transformation figurait au programme du lycée.

Le scénario initial de collège mobilisait des planches de dessins dans lesquels une figure commune à tous (une façade de maison schématisée) était transformée par les différentes isométries du plan. L'activité consistait pour les élèves, dans un premier temps, à classer ces différents dessins en énonçant les critères de classement, il leur fallait ensuite mettre en évidence les éléments caractéristiques de ces transformations et, dans un troisième temps, faire agir ces transformations sur un élément ajouté à la figure commune (une cheminée en l'occurrence).

Dans la conclusion de ce texte, reproduite ci-dessous, apparaît pour la première fois dans nos écrits le mot « support » intégré dans un schéma. Dans le contexte d'une revue pédagogique, une définition académique de ce terme ne s'impose pas. De plus, le mot est utilisé ici de façon « intuitive », dans son sens premier⁴.

4 Tout élément matériel, tout média, tout moyen commercial susceptible de véhiculer un message, une information, repéré le 04/05/2019 à <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/support/75529>

Figure 1 : 1991, Une première modélisation mobilisant la notion de support,
extraite d'un texte publié dans la revue Les Cahiers Pédagogiques



Source : Bailleul, 1991, p. 20

Les expressions « contrat didactique » et « dévolution » ne sont pas présentes ici mais on peut les deviner en filigrane.

Quand un support d'enseignement devient support de formation...

Quand la question du support devient une question clé en formation...

Affecté à l'IUFM⁵ de Basse-Normandie en 1994, nous nous sommes vu confier l'enseignement des mathématiques aux professeurs des écoles se spécialisant dans l'aide aux élèves à besoins éducatifs particuliers.

La principale demande de ces enseignants en formation continuée concerne les outils qu'ils peuvent mobiliser pour, dans un premier temps, évaluer les compétences de leurs élèves et diagnostiquer les difficultés auxquelles ces derniers sont confrontés et, dans un deuxième temps, répondre au mieux aux besoins ainsi mis en évidence.

Le choix que nous avons fait a été de confronter les enseignants en formation à des tâches mathématiques à partir de l'exemple d'une situation d'enseignement/ apprentissage utilisée en classe de sixième.

Un problème récurrent au collège

5 IUFM : Institut Universitaire de Formation des Maîtres

À chaque rentrée scolaire au collège, après l'école primaire, tous les professeurs rencontrent le problème de l'évaluation et de l'homogénéisation des savoirs des élèves de leurs classes, issus de plusieurs écoles primaires, ayant parfois empruntés des voies différentes pour aborder les notions du programme. En mathématiques, la maîtrise des nombres décimaux est particulièrement problématique si on se réfère à l'étude CEDRE 2014 du Ministère de l'Éducation Nationale (MENESR-DEP, 2017) puisque 42,4 % de la population enquêtée « ne maîtrisent que très peu les compétences » du champ « Fractions et décimaux » (p. 41).

Lorsque nous travaillions en collège (années 90), nous avons construit un « scénario pour redécouvrir les décimaux en sixième », scénario que nous avons présenté et analysé dans une communication dans un colloque à Rouen en 2006 (Bailleul, 2007). Ce scénario, travail de re-médiation, était bâti autour d'une ligne directrice (la multiplicité des écritures d'un nombre) et s'appuyait sur une série de fiches (des feuilles format A4 – voir annexes – sur lesquelles figuraient des écritures qu'il s'agissait de classer ou de compléter).

Nous ne discuterons pas ici l'aspect mathématique de ce dispositif, éprouvé et productif. Ce qui est pour nous important de présenter, c'est l'utilisation que nous avons faite de ce support dans des situations de formation d'enseignants, enseignants du premier degré en formation continue pour devenir enseignants spécialisés pour des élèves à besoins éducatifs particuliers d'une part, professeurs de mathématiques du second degré en formation initiale d'autre part. Dans les deux cas, ce sont les fiches du scénario élèves que nous avons utilisées, réduites de moitié (feuilles au format A5 et non A4, pour des raisons de moindre coût de reproduction), mais selon un scénario différent. Les « noms » des fiches ont été changés selon le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : D'un scénario élèves de sixième à un scénario formation d'enseignants

| Numéro de la fiche dans le « scénario élèves » | Nom de la fiche dans le « scénario formation » |
|--|--|
| Fiche 1 | Fiche E |
| Fiche 2 | Fiche A |
| Fiche 3 | Fiche D |
| Fiche 4 | Fiche H |
| Fiche 6 | Fiche G |
| Fiche 7 | Fiche B |
| Fiche 8 | Fiche C |

Source : auteur de ce texte

Les fiches ont été distribuées toutes ensemble, sans leurs consignes propres et avec la consigne d'activité suivante : « Ce support est celui qui a été distribué à des élèves de sixième pour leur faire revisiter la notion de nombre décimal en début d'année scolaire, mais les fiches vous sont données sans leurs consignes et avec des noms qui ne correspondent pas à leur ordre d'utilisation. Votre travail consiste : 1- à les remettre dans l'ordre prévu par le concepteur du scénario élève et 2- à les accompagner de consignes. » Les enseignants en formation avaient tous un jeu complet de fiches et, après un temps individuel d'appropriation de la tâche demandée, travaillaient par groupe de deux ou trois. Nous avons utilisé ce scénario pendant plusieurs années avec les deux populations de professeurs en formation mais n'avons obtenu qu'à de rares occasions la réponse attendue, ce qui nous permettait de reprendre, du point de vue du savoir mathématique en jeu, la question de l'apprentissage des décimaux. Nous analysons cette difficulté de deux façons : un manque de maîtrise disciplinaire de la notion elle-même chez les professeurs des écoles et une trop grande « naturalisation » de cette notion chez les professeurs de mathématiques.

Que ce soit avec l'une ou avec l'autre de ces populations d'enseignants en formation, c'était aussi pour nous l'occasion de mettre l'accent sur la notion de supports d'enseignement/ apprentissage⁶ organisés dans des scénarios, supports et scénarios « embarquant » avec eux des choix (pas toujours, voire rarement, conscients et explicites) de natures diverses : épistémologique, pédagogique, didactique, voire politique, au sens où les dimensions précédentes s'inscrivent dans une vision globale du métier d'enseignant comme participant de la formation citoyenne des apprenants.

On peut voir ici comme un écho aux propos tenus dans la conclusion du texte de 1991 présenté plus haut.

Et la question du support devient une question de recherche...

Si les enseignants en formation continuée évoqués plus haut étaient en forte demande d'outils, il est important de remarquer que très peu ont fait de ces outils l'objet privilégié du mémoire qu'ils devaient rédiger au terme de leur formation. Deux d'entre eux ont donné lieu à publication.

6 Dans un paragraphe à venir, nous situons cette notion par rapport à d'autres notions/concepts proches.

Laurence Leroyer, dans le cadre de sa pratique de maître E⁷, a conçu et développé un dispositif d'enseignement/apprentissage en vue de l'acquisition du vocabulaire spatial et temporel par les élèves de CP⁸ ayant des difficultés à maîtriser celui-ci. Le travail de ce vocabulaire se déroule au cours d'allers-retours entre le méso-espace de la salle d'activités physiques et le micro-espace de la table de classe, entre la mise en œuvre corporelle de configurations spatiales données par des « fiches consignes », photographies de maquettes utilisant des figurines et des pièces de jeu Légo et la représentation de ces mêmes configurations sous forme de phrases écrites simples (Leroyer, 2001).

Le travail de Patrice Blanchard sur le dispositif qu'il a baptisé maths-atelier (Blanchard, 2010), mis en œuvre en SEGPA⁹, dans lequel un support particulier, le calepin maths-atelier, joue un rôle clé de lien entre les savoirs travaillés en classe, sous leur forme conceptuelle, et leur « utilisation sociale » en contexte de travail dans un milieu professionnel.

Les dispositifs élaborés dans le cadre de ces deux mémoires professionnels organisent l'utilisation de supports dans des scénarios sous-tendus par des contrats didactiques dans lesquels l'élève apprenant est considéré comme acteur de ses apprentissages.

Dans la dynamique de la première étude, Laurence Leroyer a poursuivi sa réflexion en la positionnant dans le cadre théorique de l'approche documentaire du didactique, élaboré par Gueudet et Trouche (2009, 2010) et s'est intéressée au rapport au support des enseignants du premier degré, particulièrement prégnant dans les temps de préparation des séances de classe en mathématiques. Cette activité de préparation est pensée dans un système de ressources et de contraintes variable en fonction des différents niveaux auxquels on le considère (local – l'école, régional – l'inspection académique, ou national – instructions ministérielles) (Leroyer, 2011, p. 65). Le rapport au support est défini comme « l'ensemble des relations qu'un enseignant, pris dans toutes ses dimensions, entretient avec les contraintes et les ressources du contexte professionnel dans lequel il évolue ainsi que l'ensemble des contraintes et ressources liées aux formes communes de

7 Maître E : enseignant spécialisé chargé, au sein d'un réseau d'aide intervenant sur un groupe d'écoles primaires, de l'aide spécialisée à dominante pédagogique.

8 CP : Cours Préparatoire, première année de l'école primaire en France, élèves âgés de 6 ans.

9 SEGPA : Section d'Enseignement Général et Professionnel Adapté, accueillant des élèves présentant des difficultés scolaires graves et persistantes auxquelles n'ont pu remédier les actions de prévention, d'aide et de soutien, <http://eduscol.education.fr/cid46765/sections-d-enseignement-general-et-professionnel-adapte.html>.

la vie professionnelle lié en quelques façons aux supports d'enseignement édités¹⁰. » (p. 89). En fonction du rapport au support de l'enseignant, l'auteure met en évidence trois types de rapport au support : l'utilisateur, décliné en deux sous-types, l'adaptateur, décliné en trois sous-types et le concepteur (voir figure 2 ci-dessous).

Figure 2 : Typologie du travail de préparation en fonction du rapport au support de l'enseignant

| | | Travail intellectuel (réflexion) | | Travail matériel (préparation matérielle) | |
|-------------|--|---|---|--|--|
| | | Lié à la théorie | Lié à l'expérience | Matériel « récupéré » | Matériel créé |
| Concepteur | Concevoir Inventer | Pour chaque séquence, j'élabore ma progression en m'appuyant sur mes connaissances (acquises lors de formations ou de lectures) | Pour chaque séquence, j'élabore ma progression en m'appuyant sur mon expérience | Je fabrique moi-même mes supports en m'inspirant d'autres supports existants. | Je conçois moi-même mes supports à partir de mes lectures. Je conçois moi-même mes supports à partir de mon expérience. |
| | | A partir de la lecture de plusieurs guides pédagogiques, j'élabore ma progression. | | A partir de plusieurs supports, je sélectionne ce qui m'intéresse pour réaliser mon propre support. | |
| Adaptateur | Modifier Remplacer Inverser | Je m'appuie sur les propositions du guide pédagogique, mais mes connaissances acquises lors de formation ou de lectures m'amènent à modifier ce qui est proposé | Je m'appuie sur les propositions du guide pédagogique, mais mon expérience m'amène à modifier ce qui est proposé | J'utilise les supports proposé(s) avec le guide pédagogique mais je le(s) modifie souvent. J'utilise des supports existants dont je dispose et je les modifie en fonction de mes intentions | X |
| | | | Je m'appuie sur les propositions du guide pédagogique, mais mon expérience m'amène à le compléter | J'utilise principalement le(s) support(s) proposé(s) avec le guide pédagogique utilisé mais je recours à d'autres supports dont je dispose pour le compléter | X |
| | | Ajouter Compléter | | J'utilise les supports existants dont je dispose J'utilise des supports existants autres que ceux proposés par le guide pédagogique utilisé. | X |
| Utilisateur | S'appliquer | Je mets en œuvre la séance proposée par le guide, je repère les éléments qui font avancer la séance | Je mets en œuvre la séance proposée par le guide pédagogique, mon expérience me permet de voir si elle va fonctionner | J'utilise les supports existants autres que ceux proposés par le guide pédagogique utilisé. | X |
| | | Appliquer | Je fais confiance aux concepteurs, je mets en œuvre la séance proposée par le guide pédagogique | J'utilise le(s) support(s) proposé(s) avec le guide pédagogique utilisé | X |

Source : Leroyer, 2011, p. 254

Le support d'enseignement/apprentissage : à la croisée de différentes notions et concepts

Les supports d'enseignement/apprentissage : des objets, des artefacts, du matériel

Adé et De Saint-Georges (2010) dans l'ouvrage « Les objets dans la formation, usages, rôles et significations », définissent en introduction ce qu'est un objet : « il correspond à

¹⁰ Nous désignons ici les manuels élèves, les « livres du maître », les cahiers d'exercice, etc.

tout objet matériel, fabriqué ou transformé par l'homme et susceptible d'un usage particulier ». Ils associent ce terme à celui d'artefact, défini par Rabardel.

De plus, ces derniers font usage du terme « environnement matériel » pour désigner « l'ensemble des objets présents dans la situation de formation ». Ils distinguent deux catégories : les objets qui sont « directement mobilisés à des fins de formation » et ceux qui ne le sont pas mais « qui créent la possibilité d'accomplissement de l'activité ». Ainsi, en EPS, des agrès et le système de chauffage de la salle renvoient respectivement à ces deux catégories.

L'usage de ce terme fait écho à celui de « milieu matériel » présent dans la Théorie des Situations didactiques développée par Brousseau (1990) mais également repris dans les travaux de Margolinas (1995). Le milieu compose avec l'élève et le professeur un des trois systèmes en présence dans une situation didactique. Il est défini comme suit : « Le milieu est le système antagoniste de l'actant. Dans une situation d'action, on appelle « milieu » tout ce qui agit sur l'élève ou/et ce sur quoi l'élève agit. » (Brousseau, 2003).

La notion de matériel est également présente et précisée dans l'ouvrage coordonné par Lebrun, Bédard, Hasni et Grenon (2006) intitulé « le matériel didactique et pédagogique : soutien à l'appropriation ou déterminant de l'intervention éducative ». Pour ces auteurs, le matériel didactique est « généralement associé à un savoir disciplinaire », et « le matériel pédagogique « serait a priori a-disciplinaire ». Ainsi, un manuel scolaire de mathématiques constitue un matériel didactique.

Les supports d'enseignement/apprentissage, peuvent donc être considérés comme des objets ou des artefacts que les enseignants ou formateurs vont pouvoir mobiliser, modifier ou concevoir lorsqu'ils élaborent leurs situations d'enseignement/ apprentissage avant d'en faire usage lors de la mise en œuvre de ces situations. Ils pourront être alors constitutifs du milieu de la situation d'enseignement/apprentissage.

Les supports d'enseignement/apprentissage, des objets aux instruments ou documents

Lebrun et al. (2006) indiquent que l'usage effectif d'un matériel didactique ou pédagogique par un enseignant peut différer de la finalité et de l'usage pensés par le concepteur du matériel.

Lorsque l'objet est abordé du point de vue de son utilisation, certains auteurs recourent au terme instrument. Ainsi, Rabardel (1995) écrit que « L'instrument n'est pas un en-soi, mais le résultat d'une association de l'artefact à l'action du sujet comme moyen de celle-ci » (p. 63). Il définit l'instrument comme « une totalité comprenant à la fois un artefact (ou une fraction d'artefact) et un ou des schèmes d'utilisation ». (p. 74)

Rabardel définit les schèmes d'utilisation comme un « ensemble structuré des caractères généralisables des activités d'utilisation des instruments. Ils peuvent être considérés comme des invariants représentatifs et opératifs correspondant à des classes de situations d'activité avec un instrument ». Ces schèmes sont construits par le sujet ou sont issus d'une appropriation de schèmes sociaux d'utilisation transmis par exemple dans les modes d'emploi, les notices ou bien encore dans le cadre de formations. Ceci peut alors expliquer pourquoi on peut avoir un usage différent de celui pensé par le concepteur de l'artefact. Ce processus d'appropriation et de transformation de l'artefact par un sujet pour réaliser une tâche donnée à travers une variété de contexte d'usage est appelé genèse instrumentale.

Ces notions permettent, entre autres, à Gueudet et Trouche (2009, 2010), de désigner et d'analyser, les « genèses documentaires » et plus spécifiquement celles qui se déploient à partir des ressources matérielles numériques. Pour eux, les ressources constituent des artefacts disponibles à partir desquels chaque enseignant va produire un document. Ils résumant ceci sous la forme de l'équation suivante : « Document = artefact + schèmes d'utilisation ». Le processus engendré par ce travail des ressources par les enseignants, appelé « genèse documentaire », comporte deux processus imbriqués qu'ils étudient : « les processus de transformation de ressources au cours de leur appropriation par les enseignants (instrumentalisation) et les évolutions professionnelles induites par le travail sur ces ressources (instrumentation) »

Les supports d'enseignement/apprentissage, associés à des schèmes d'utilisation peuvent donc alors être considérés comme des instruments en référence à l'approche cognitive des instruments développée par Rabardel ou à des documents en référence à l'approche documentaire du didactique développée par Gueudet et Trouche.

Les support d'enseignement/apprentissage comme « médiateurs »

La médiation instrumentale pensée dans le champ de la didactique par Rabardel permet d'appréhender les supports d'enseignement/apprentissage en interaction avec

l'enseignant et l'élève. Ainsi, Rabardel (1999) écrit que « Les instruments ont un double usage au sein des activités éducatives. D'une part, ils sont des instruments pour les élèves et à ce titre, nous allons le voir, leur usage influence profondément la construction du savoir et les processus de conceptualisation. D'autre part, ils sont des instruments pour les enseignants au sens où ils peuvent être considérés comme des variables sur lesquelles ils peuvent agir pour la conception et le contrôle des situation pédagogiques. » (p. 203) et que « Dans une relation didactique, le maître et l'élève sont en relation médiées par l'instrument, chacun d'eux a également des relations médiées à ses objets d'activité. Enfin l'instrument est aussi médiateur dans les rapports à soi-même... ainsi que dans les rapports aux autres. » (p. 204).

Nous retrouvons cette référence à la médiation dans l'ouvrage de Lebrun et *al.* (2006) où il est écrit que « les matériels didactique et pédagogique se situent à la confluence des interactions qui s'instaurent entre l'enseignant, l'élève et les objets d'apprentissage ». (p. 2).

On peut également lire dans la revue Spirale de novembre 2015 consacrée aux « Supports et pratiques d'enseignement : quels risque d'inégalités ? » que les supports d'apprentissages sont « outils¹¹ pour l'enseignant et médiateurs des savoirs et des démarches entreprises pour le faire acquérir aux élèves » (p. 4) (Bonnéry, Crinon et Simons, 2015).

Quels supports d'enseignement/apprentissage ?

Selon qu'il est mobilisé par l'enseignant ou l'élève, le support se rapporte à un support d'enseignement ou à un support d'apprentissage. Cette dichotomie renvoie au travail de Duplessis, professeur documentaliste, formateur à l'ESPE académie de Nantes. Il distingue ainsi les outils didactiques pour enseigner des outils didactiques pour apprendre. Les outils pour enseigner permettent à l'enseignant « de construire, de préparer, de faire son cours, puis de l'évaluer » et les outils pour apprendre sont proposés à l'élève pour

¹¹ Dans le cadre d'une approche théorique qui considère l'activité enseignante comme un véritable travail, il est « naturel » de convoquer simultanément la notion d'outil. B. Schneuwly, en 2000, mettait en évidence que deux points aveugles apparaissaient dans les travaux dont les Handbooks américains rendaient compte : la dimension disciplinaire (au sens de la matière enseignée) de ces travaux ainsi que celle des outils utilisés pour permettre les apprentissages des élèves. Les différentes didactiques disciplinaires ont fortement contribué à éclairer ces manques, avec, pour ce qui concerne les outils en particulier, les travaux menés depuis une dizaine d'année sur les ressources utilisées par les enseignants pour concevoir leurs séances.

« le guider et l’orienter, faciliter son travail, compléter le cours, structurer ses connaissances et évaluer son apprentissage » (Duplessis, 2016).

Dans la présentation du numéro thématique de la revue Spirale évoqué plus haut, Bonnéry, Crinon et Simons (2015), interrogeant les différentes formes des supports d’apprentissage au travers des contributions présentées, écrivent que : « Le support dans sa dimension écrite formule des consignes, prescrit des activités, contient des informations et des documents à étudier, demande de rédiger etc. ». Ils distinguent alors trois grands types de supports :

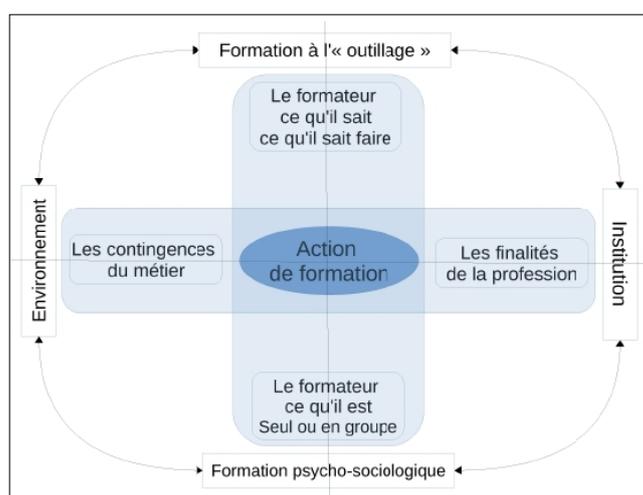
- « les supports de lecture données à comprendre aux élèves ou leur offrant des ressources pour apprendre (manuels, livres, albums, ...) ;
- les supports d’écriture où les élèves laissent des traces de leurs apprentissages ;
- d’autres supports (fiches, consommables, documents pour l’étude) ».

Pour terminer, il convient de situer l’expression « support d’enseignement/apprentissage » de l’expression « ingénierie didactique ». Quand elle a été proposée à la communauté des didacticiens des mathématiques dans les années 1980, cette notion désignait une méthodologie de recherche basée sur la comparaison entre analyse *a priori* et analyse *a posteriori* pour une situation d’enseignement/apprentissage concernant une notion donnée (Artigue, 2002). Cette expression a connu un glissement sémantique dans ses utilisations communes car elle est maintenant communément utilisée pour désigner un scénario d’enseignement/apprentissage en tant que tel. Les supports d’enseignement/apprentissage sont constitutifs de l’ingénierie didactique dans son acception actuelle.

La permanence de préoccupations modélisantes

Dans les formations que nous avons mises en œuvre dans le cadre de masters Ingénierie de la formation ou de formations de formateurs d’enseignants, nous avons, avec J.-F. Thémines, développé un modèle de la « fonction formateur » (Bailleul, Thémines, 2013). Un premier schéma au centre duquel nous avons figuré une action de formation, représentait les jeux possibles entre un axe institutionnel mettant en tension des ambitions génériques énoncées par le ministère et des contraintes locales et un axe formateur dont les ressources sont constituées de savoirs de diverses natures et d’aptitudes, elles aussi diverses (figure 3 ci-dessous).

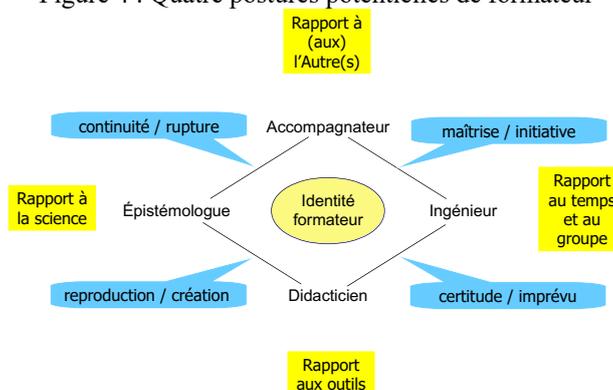
Figure 3 : Institutions / formation / formateur



Source : Bailleul, 2015, p. 158

Nous avons alors dégagé quatre postures de formateur relevant de quatre types de « rapport à » et générant quatre types de tensions entre les différents pôles du modèle (figure 4 ci-dessous).

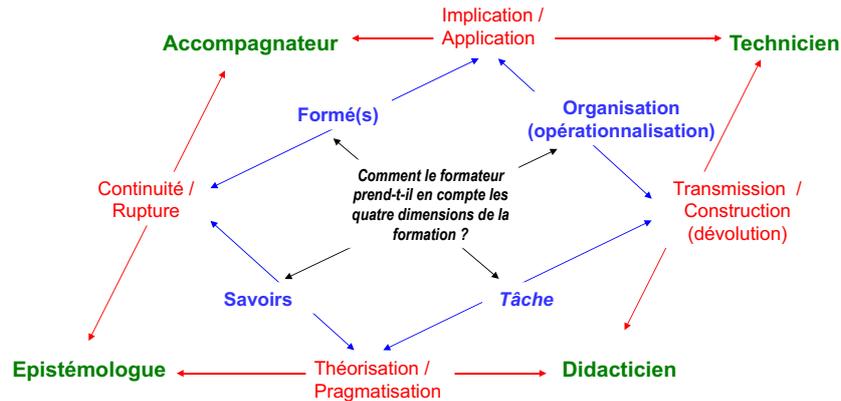
Figure 4 : Quatre postures potentielles de formateur



Source : Bailleul, Thémines, 2013, p. 111

Se basant sur ce modèle, Leroyer et Georget ont poursuivi le travail de modélisation, dans le cas d'une action de formation et ont produit le schéma ci-dessous (Leroyer et Georget, 2017).

Figure 5 : Quatre postures de formateur (d'après Bailleul et Thémines, 2013)



Source : Leroyer, Georget, 2017.

Dans le modèle modifié, les questions que se posent le formateur quand il conçoit une formation se traduisent par la présence de quatre dimensions : les savoirs – référés aux savoirs professionnels référencés académiquement et/ou institutionnellement – l'organisation/opérationnalisation – qui comprend l'organisation spatiale, matérielle, temporelle –, les formés et les tâches. Selon les choix opérés par le formateur, des couples de tensions apparaissent : continuité/rupture, implication/application, transmission/construction et théorisation/pragmatisme (voir figure 5).

- Du point de vue de la place des formés par rapport aux savoirs professionnels : si les formés sont pris en compte (ce qu'ils savent et ce dont ils ont besoin), la continuité est privilégiée ; s'ils ne le sont pas, la rupture est privilégiée.
- Du point de vue du rôle du savoir dans la tâche du stagiaire : si le savoir est une fin en soi, la théorisation est privilégiée ; si le savoir est une réponse à un problème professionnel, le pragmatisme est privilégié.
- Du point de vue de la place des formés dans l'organisation : si l'organisation permet l'interaction avec les formés, les formés sont impliqués (implication) ; si ce n'est pas le cas, l'application est privilégiée.
- Du point de vue de la logique sur laquelle reposent l'organisation et les tâches : si le but de l'organisation et de la tâche est d'amener les formés à construire eux-mêmes les savoirs, la construction de ces savoirs est privilégiée et mise entre les mains des formés ; si l'organisation et la tâche visent la transmission des savoirs aux formés, la transmission est privilégiée.

À partir de ces tensions, quatre postures sont distinguées. La caractérisation par des mots emblèmes de ces différentes postures marque la façon de privilégier les quatre dimensions de la formation. Pour clarifier le terme posture, nous nous référons à Bucheton et Soulé

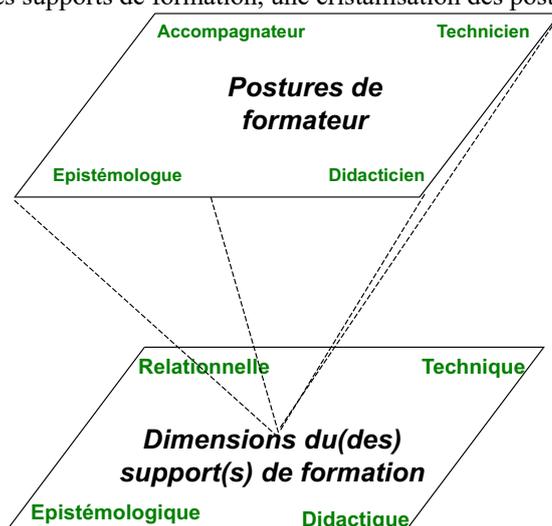
(2009) qui définissent une posture comme un « schéma préétabli de "penser-dire-faire" que l'individu convoque en réponse à une situation ou tâche scolaire donnée » (p. 38). Cette posture est « construite dans l'histoire sociale, personnelle et scolaire » de l'individu. Et ces personnes « peuvent changer de posture au cours de la tâche selon le nouveau sens qu'elles lui attribuent » (ibid.). La posture est à la fois du côté de l'individu « dans un contexte donné, mais aussi du côté de l'objet et de la situation » (ibid.).

- L'« accompagnateur » privilégie la prise en compte des besoins des formés dans une recherche de continuité et en les impliquant ;
- L'« épistémologue » privilégie les savoirs présentés sans véritable prise en compte des formés (rupture) et les savoirs constituent une fin en soi ;
- Le « didacticien » privilégie des tâches qui visent la construction du savoir par les formés dans un souci pragmatique où le savoir est une réponse à un problème ;
- Le « technicien » privilégie des savoirs transmis que les formés appliquent. Il a la volonté de maîtriser le processus de formation d'un point de vue temporel des techniques ou des processus mis en œuvre par les formés.

À partir de ce travail et des résultats d'une étude exploratoire, nous avons pensé que les supports de formation conçus par les formateurs pouvaient cristalliser et matérialiser les postures des formateurs (voir figure 6 ci-après). Nous avons donc défini pour un support de formation, quatre dimensions liées à chaque posture de formateur :

- La dimension épistémologique liée à la posture de l'épistémologue ;
- La dimension didactique liée à la posture du didacticien ;
- La dimension technique liée à la posture du technicien ;
- La dimension relationnelle liée à la posture de l'accompagnateur.

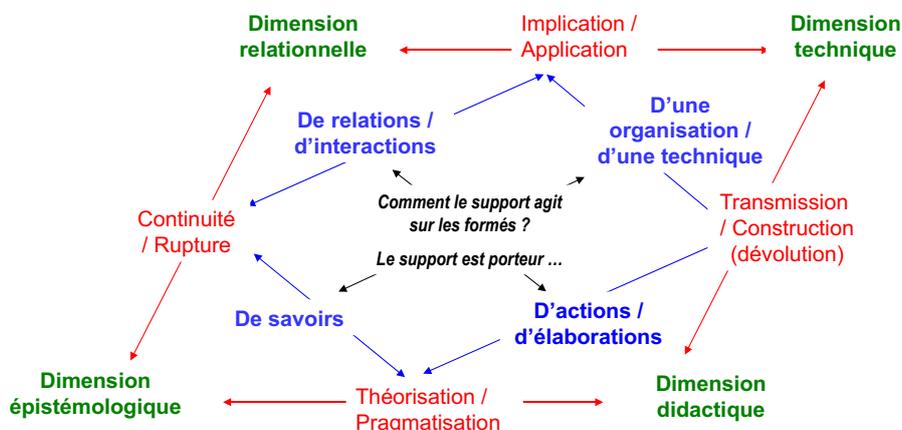
Figure 6 : Les supports de formation, une cristallisation des postures de formateur



Source : Leroyer, Georget, 2017, diaporama de présentation.

Chacune de ces dimensions est définie en fonction des effets qu'elle produit sur les formés. Envisagé dans sa dimension épistémologique, le support contribue à développer des savoirs et il est explicitement porteur de savoirs. Envisagé dans sa dimension didactique, le support contribue à générer des actions qui sous-tendent l'élaboration de savoirs par les formés et il est porteur d'actions et d'élaborations. Envisagé dans sa dimension technique, le support conduit les formés à respecter une certaine temporalité, technique ou un processus spécifique et il est porteur d'un mode d'emploi, d'une guidance. Envisagé dans sa dimension relationnelle, le support génère des relations entre les formés et il est porteur d'interactions.

Figure 7 : Les dimensions du support en formation



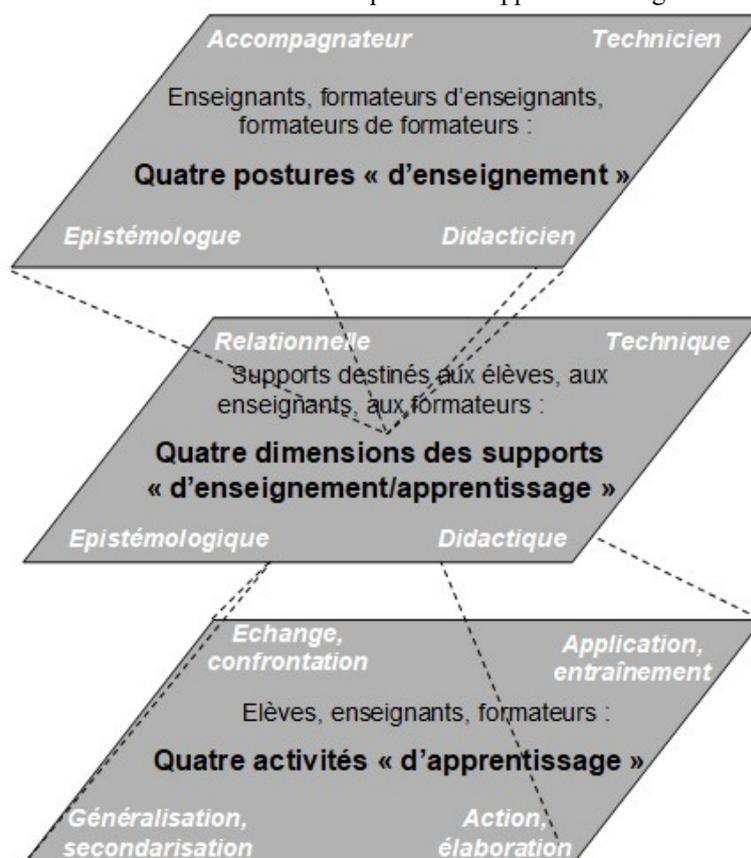
Source : Leroyer, Georget, 2017, diaporama de présentation.

Cette modélisation du support de formation ne peut manquer d'en entraîner une autre : n'est-il pas possible de la transférer aux situations d'enseignement/ apprentissage en classe, avec des élèves ou des étudiants ?

Cette question a fait l'objet d'un texte issu d'une communication au colloque qui s'est tenu à l'Institut Français d'Éducation à Lyon en mai 2018 (Leroyer, 2019).

Au final, il est possible de regrouper ces différentes interrogations sous la forme d'un seul et même modèle, applicables aux différents types de situation d'enseignement/ apprentissage que l'on peut rencontrer dans le système de formation, des classes des écoles aux formations de formateurs.

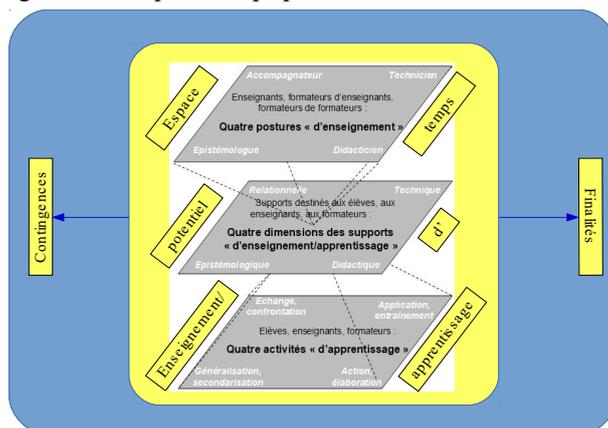
Figure 8 : Penser la transmission des savoirs à partir des supports d'enseignement/apprentissage



Source : Leroyer, 2018.

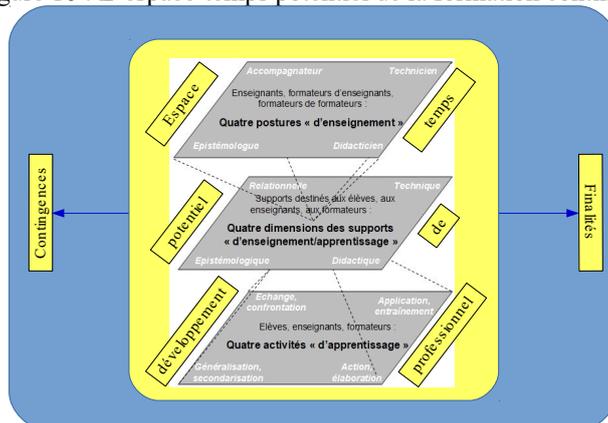
Nous inspirant de Belin (2001), nous terminerons notre travail de modélisation en réintroduisant ce schéma dans une réflexion sur la situation d'enseignement/ apprentissage, quel que soit le niveau auquel nous la considérons, conçue comme espace-temps potentiel dans lequel des dispositifs organisent des supports dans un contexte institutionnel en tension. Nous parlerons d'enseignement/apprentissage *stricto sensu* pour la formation initiale et de développement professionnel pour la formation continuée.

Figure 9 : L'espace-temps potentiel de la formation initiale



Source : Bailleul, 2019.

Figure 10 : L'espace-temps potentiel de la formation continuée



Source : Bailleul, 2019.

Une compétence centrale de la formation des enseignants : Penser la transmission des savoirs à partir des supports d'enseignement/apprentissage

Grâce au numérique, la possibilité d'accéder facilement et rapidement à des supports d'enseignement conçus par les éditeurs scolaires, l'institution scolaire mais également par des pairs et des collectifs d'enseignants nécessite que les futurs enseignants développent un regard critique. Or, dans une recherche sur la professionnalisation des enseignants en formation initiale, nous avons constaté que l'attention portée au regard critique sur les supports d'enseignement apprentissage par les étudiants se détériorait (Leroy & Bailleul, 2017).

Retracer cette genèse du modèle que nous mobilisons désormais dans les formations que nous mettons en œuvre nous semblait important au moment où, les temps de formation

initiale se réduisant, il nous semble important de faire de cette compétence professionnelle un des axes principaux de la formation des enseignants.

L'usage de cette modélisation en formation permet en effet aux étudiants de mieux réfléchir le choix des supports d'enseignement/apprentissage, choix référant à leurs propres savoirs disciplinaires, à leurs conceptions de l'enseignement, de l'apprentissage, des apprenants et de penser ainsi la question de la transmission desdits savoirs en interrogeant également les effets des supports sur l'activité des élèves.

Bibliographie

ADÉ, D. et De SAINT-GEORGE, I. (dir.). *Les objets dans la formation, usages, rôles et significations*. Toulouse : Octarès éditions, 2010.

APMEP. Groupe « Problématiques Lycée ». 2003. Pour un enseignement problématisé des mathématiques au lycée, Tome 1. Brochure n°150.

ARTIGUE, M. Ingénierie didactique : quel rôle dans la recherche didactique aujourd'hui ? In *Les dossiers des sciences de l'éducation*, n° 8, 2002. Didactique des disciplines scientifiques et technologiques : concepts et méthodes. 59-72; doi : <https://doi.org/10.3406/dsedu.2002.1010>

BAILLEUL, M. Sous les pavés, la plage ... *Cahiers Pédagogiques*, n° 299, Culture mathématique et enseignement, 18-20., décembre 1991.

BAILLEUL, M. Des mathématiques pour tous les élèves ? Un scénario pour redécouvrir les décimaux en sixième, *Penser l'éducation*, Savoirs de l'éducation et pratiques de formation, n° Hors série, 2007.

BAILLEUL, M., THEMINES, J.-F. L'ingénierie de formation : formalisation d'expériences en formation d'enseignants. In A. Vergnion, A. (Ed.), *Traité d'ingénierie de la formation*, 85–112. Paris : L'Harmattan, 2013.

BAILLEUL, M. L'ingénierie de formation : l'exemple de la formation des tuteurs de stages en formation d'enseignants, *Educ. Matem. Pesq.*, São Paulo, vol.17, n° .1, 137-161, 2015.

BELIN, E. *Une sociologie des espaces potentiels. Logique dispositif et expérience ordinaire*, Bruxelles : De Boeck Supérieur, 2001.

BLANCHARD, P. Les maths-atelier en EREA : un dispositif pour redonner du sens aux mathématiques. *Revue du CERFOP*, n°25, 85-95, 2010.

BONNÉRY, S., CRINON, J. et SIMONS, G. Présentation, *Spirale*, n°55, 3-10, 2015.

BROUSSEAU, G. Le contrat didactique : le milieu, *RDM*, vol. 9/3, 309-336, 1990.

BROUSSEAU, G. *Glossaire de quelques concepts de la théorie des situations didactiques en mathématiques*. (en ligne), 23 avril 2019. http://guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2010/09/Glossaire_V5.pdf

BUCHETON, D. et SOULÉ, Y. « Les gestes professionnels et le jeu des postures de l'enseignant dans la classe : un multi-agenda de préoccupations enchâssées », *Education & Didactique*, vol. 3, n° 3, 29–48, 2009.

DUPLESSIS, P. Fiche-élève, fiche pédagogique en information-documentation : des outils didactiques pour enseigner et pour apprendre. *Les Trois couronnes*, nov. 2016. (en ligne), 23 avril 2019. <http://lestroiscouronnes.esmeree.fr/outils/fiche-eleve-fiche-pedagogique-en-information-documentation>

GUEUDET, G. et TROUCHE, L. La documentation des professeurs de mathématiques. In COULANGE L. et HACHE C. *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques 2008*. Paris : IREM Paris 7, 249-269, 2009.

GUEUDET, G. et TROUCHE, L. Des ressources aux documents, travail du professeur et genèses documentaires. In GUEUDET, G. et TROUCHE, L. (dir.). *Ressources vives, le travail documentaire des professeurs en mathématiques*. Rennes : PUR, 57-74, 2010.

MARGOLINAS, C. *La structuration du milieu et ses apports dans l'analyse a posteriori des situations*. In MARGOLINAS, C. (ed). *Les débats de didactique des mathématiques*. Grenoble : La pensée sauvage, 89-102, 1995.

MENESR-DEP. *Cedre 2014, mathématiques en fin d'école*. Les dossiers de la DEP, n° 208, 2017.

LEBRUN, J., BEDARD, J., HASNI, A., GRENON, V., (s.d.). *Le matériel didactique et pédagogique : soutien à l'appropriation ou déterminant de l'intervention éducative*, Québec : Le Presse de l'Université Laval, 2006.

LEROYER, L. Le travail du vocabulaire spatial et temporel dans une aide à dominante pédagogique, in *La nouvelle revue de l'A.I.S.*, 3^{ème} trimestre 2001, n° 15, 121-127.

LEROYER, L. Le rapport au support d'enseignement dans le travail de préparation en mathématiques des enseignants du premier degré. Thèse de doctorat, université de Caen Basse-Normandie, 2011.

LEROYER, L., GEORGET, J.-P. De l'analyse du travail des formateurs à l'élaboration d'une modélisation, outil pour la formation de formateurs. Communication présentée au 4^e colloque international de Didactique Professionnelle, Lille, France, juin 2017.

LEROYER, L., BAILLEUL, M. Les supports d'enseignements dans la représentation du métier chez des professeurs d'école débutants. In R. Gras & J.C. Régnier (Eds.), *L'analyse statistique implicite : des sciences dures aux sciences humaines et sociales*, 411-421. Toulouse, Cépadués, 2017.

LEROYER, L. *Penser la transmission des savoirs à partir des supports d'enseignement / apprentissage*. In Actes du colloque international Espace Mathématiques Francophone, Paris, octobre 2018.

LEROYER, L. The capacity to think of transmission of knowledge from learning supports: a proposition of a conceptual model. In, L. Trouche, G. Gueudet & B. Pepin (Eds.), *Resources in Mathematics Teachers' Professional Activity*. Springer, à paraître 2019.

RABARDEL, P. *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin, 1995.

RABARDEL, P. Éléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques. In BAILLEUL M. (ed.). *Actes de la X^e école d'été de didactique des mathématiques, Association pour la recherche en didactique des mathématiques*. Caen : IUFM, Rectorat, 202-213, 1999.

SCHNEUWLY, B. Les outils de l'enseignant - Un essai didactique. In : *Repères, recherches en didactique du français langue maternelle*, n°22, Les outils d'enseignement du français. 19-38, 2000.

Texto recebido: 05/05/2019
Texto aprovado: 05/05/2019

Annexes

Fiches support des activités, présentées ici réduites (chaque fiche est au format A4 lorsqu'elle est utilisée en situation d'enseignement/apprentissage avec des élèves de collège).

Fiche 1

$590 + 37$
 60×6
 $1254 : 2$
 72×5
 209×3
 59
 $300 + 60$
 145×5
 $1254 - 894$
 $700 - 73$
 $720 : 2$
 627
 $3600 : 10$
 $(192 + 17) \times (5 - 2)$

Fiche 2

$\frac{4}{5}$
 $\frac{1}{2}$
 $\frac{2}{7}$
 $\frac{12}{42}$
 $\frac{5}{1}$
 $\frac{16}{20}$
 $\frac{3}{6}$
 $\frac{35}{50}$
 $\frac{7}{10}$
 $\frac{15}{3}$

Consigne des fiches 1 et 2 : Classe les différentes écritures de cette feuille et donne tes critères de classement. Il est possible d'autoriser la calculatrice pour la fiche 2.

Fiche 3

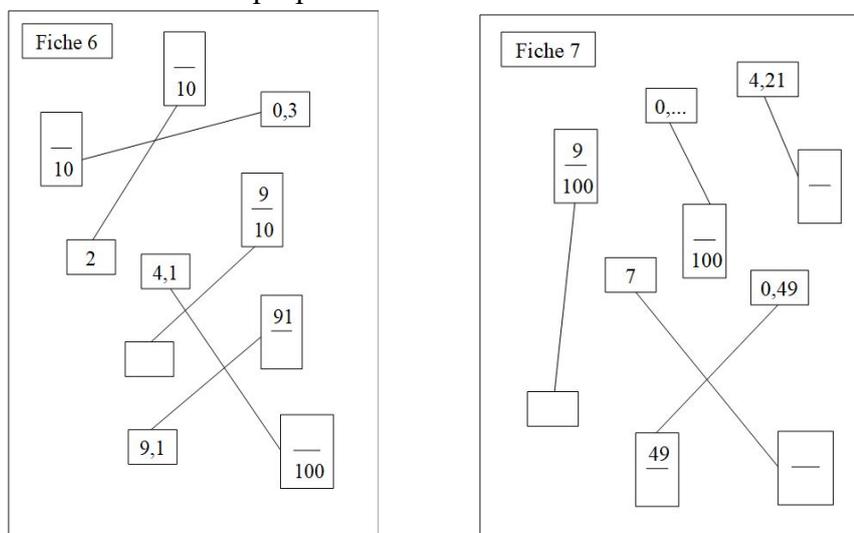
$\frac{12}{-}$
 $\frac{14}{7}$
 $\frac{4}{6}$
 $\frac{13}{-}$
 $\frac{3}{10}$
 $\frac{26}{-}$
 $\frac{-}{-}$
 $\frac{-}{-}$
 $\frac{-}{-}$
 $\frac{-}{-}$
 $\frac{-}{-}$

Fiche 4

$\frac{7}{-}$
 $\frac{16}{-}$
 $\frac{18}{24}$
 $\frac{-}{-}$
 $\frac{-}{-}$
 $\frac{-}{-}$
 $\frac{-}{-}$
 $\frac{-}{-}$
 $\frac{-}{-}$

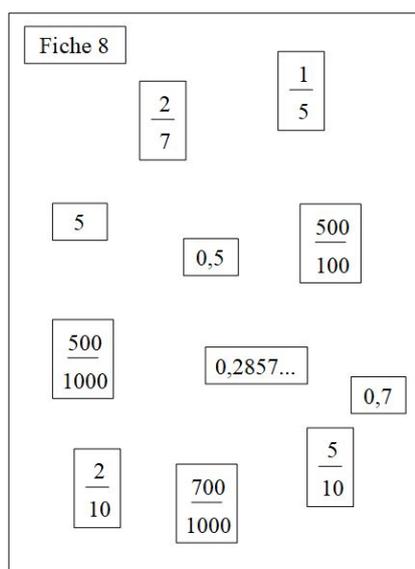
Consigne des fiches 3 et 4 : Complète...

La « fiche 5 » n'en est pas une à proprement parler puisqu'il s'agit d'une activité collective menée par le professeur à partir du travail produit par les élèves autour de la fraction $\frac{18}{24}$ avec la consigne : « Existe-t-il une fraction équivalente à $\frac{18}{24}$ dont le dénominateur est une puissance de 10 ? » La réponse positive permet d'introduire dans un deuxième temps l'écriture décimale des fractions caractérisée par cette propriété. S'ensuit alors les exercices proposés dans les fiches ci-dessous.



Consigne des fiches 6 et 7 : Complète...

La dernière fiche de travail permet simultanément une sorte de synthèse en mélangeant les différentes formes d'écriture et une ouverture sur une problématique « concrète » avec la présence de la fraction $\frac{2}{7}$ (partage d'un tout en 7 parties égales) et de l'écriture 0,2857... (les petits points sont très importants !)



Consigne de la fiche 8 : Classe les différentes écritures de cette feuille et donne tes critères de classement.