

RESSOURCE ET BESOINS PRAXÉOLOGIQUES DU PROFESSEUR

| WOZNIAK* FLORIANE

Résumé | Cette communication s'intéresse aux conditions de la prise en charge par les ressources des besoins praxéologiques du professeur. Notre réflexion est nourrie par l'expérience de la conception d'une ressource en ligne par un collectif constitué de professeurs des écoles, de formateurs et d'une chercheuse didacticienne à propos du repérage dans le micro-espace.

Mots-clés : repérage spatial, ressource, praxéologie, déterminant didactique.

Abstract | This paper examines the conditions under which resources can meet the praxeological needs of teachers. Our reflection is nourished by the experience of the design of an online resource by a collective of teachers, trainers and a didactic researcher on the theme of locating in micro-space.

Keywords: spatial location, resource, praxeology, didactic determinant.

I. INTRODUCTION

Une des fonctions du professeur dans sa classe est de créer les conditions de l'étude et de l'apprentissage des objets de savoir énoncés dans les programmes d'enseignement. Pour ce faire, il doit accomplir deux grands types de tâches : concevoir son enseignement et mettre en œuvre son enseignement. Tout un travail de transposition didactique interne est alors à réaliser qui le conduit à consulter diverses ressources comme des documents institutionnels, des manuels, des sites Internet, des revues professionnelles, etc. Une enquête auprès des professeurs des écoles (Margolinas et Wozniak, 2009) avait révélé un questionnement essentiellement fondé sur les choix à réaliser entre différentes propositions. Cependant, ces choix ne sont pas toujours étayés par des savoirs professionnels (Wozniak, 2010) de sorte que les ajustements opérés par les professeurs peuvent conduire à dénaturer les situations initialement robustes sur le plan didactique. Nous faisons l'hypothèse que les ajustements qui dénaturent la situation sont des révélateurs des besoins de connaissances mathématiques et didactiques des professeurs.

Ce constat nous conduit à nous demander comment les ressources peuvent-elles prendre en charge les besoins praxéologiques du professeur ? Cette communication présente une réponse à cette question, telle qu'elle a été élaborée dans le cadre d'un travail collaboratif avec des professeurs des écoles et des formateurs au sein d'un groupe de l'institut de recherche pour l'enseignement des sciences (IRES) de Montpellier. Réponse qui repose sur l'hypothèse qu'au-delà du scénario de la situation d'enseignement-apprentissage, le professeur a besoin de lui donner du sens, d'avoir une certaine intelligibilité de ses enjeux et comprendre ses principes organisateurs.

La première partie de ce texte explicite ce que nous appelons le travail épistémologique du professeur et ses besoins praxéologiques. Une seconde partie traite des éléments qui assurent la robustesse des situations didactiques — les déterminants didactiques (Hersant, 2011) — et présente un dispositif qui permet de les révéler. La dernière partie expose les choix opérés pour concevoir une ressource qui intègre les besoins praxéologiques du professeur que nous avons identifiés pour enseigner les connaissances spatiales liées au repérage dans un micro-espace aux deux premières années de l'école élémentaire (enfants de 6 à 8 ans).

* Université de Montpellier, IMAG – UMR 5149 – France – floriane.wozniak@umontpellier.fr

II. LE TRAVAIL ÉPISTÉMOLOGIQUE DU PROFESSEUR ET SES BESOINS PRAXÉOLOGIQUES

Pour exercer leur profession, les enseignants doivent maîtriser des savoirs professionnels que Shulman (1986) distingue en deux grandes catégories : les savoirs professionnels communs à l'ensemble des enseignants et les savoirs professionnels spécifiques comme les savoirs relatifs à la discipline enseignée — *the subject matter content knowledge* —, au curriculum — *the curriculum knowledge* — et les savoirs pédagogiques relatifs aux savoirs enseignés — *the pedagogical content knowledge*. Ball, Thames et Phelps (2008) proposent une liste non exhaustive de types de tâches qu'accomplit le professeur et qui nécessite la maîtrise de savoirs mathématiques spécifiques (*specialized content knowledge*) :

Mathematical Tasks of Teaching

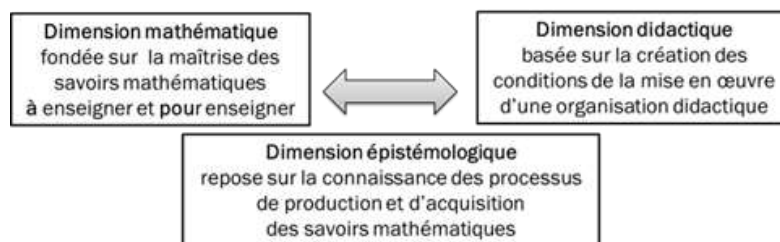
- Presenting mathematical ideas;
- Responding to students' "why" questions;
- Finding an example to make a specific mathematical point;
- Recognizing what is involved in using a particular representation;
- Linking representations to underlying ideas and to other representations;
- Connecting a topic being taught to topics from prior or future years;
- Explaining mathematical goals and purposes to parents;
- Appraising and adapting the mathematical content of textbooks;
- Modifying tasks to be either easier or harder;
- Evaluating the plausibility of students' claims (often quickly);
- Giving or evaluating mathematical explanations;
- Choosing and developing useable definitions;
- Using mathematical notation and language and critiquing its use;
- Asking productive mathematical questions;
- Selecting representations for particular purposes;
- Inspecting equivalencies. (Ball et al., 2008, p. 400)

Dans ce texte, nous nous intéressons aux activités du professeur en lien avec les savoirs à enseigner et en particulier au contenu des ressources qui sont de nature à soutenir ses activités. La théorie anthropologie anthropologique du didactique, propose de modéliser les activités humaines en termes de *praxéologie* (Chevallard, 1999). Une praxéologie est l'agrégat de types de tâches, de techniques pour accomplir ces types de tâches, de discours sur les techniques — littéralement des technologies — et de théories où s'inscrivent ces techniques et leurs technologies associées. Ce modèle rend ainsi solidaire une connaissance au sein d'une *praxis* et un savoir générateur de connaissances qui s'exprime par un *logos*. Ce que nous appelons le travail épistémologique du professeur (Wozniak, 2019) est la part de son activité qui vise à créer les conditions épistémiques d'un apprentissage. Il est constitué de l'ensemble des praxéologies liées aux savoirs en jeu, savoirs à enseigner et *pour* enseigner, et se fonde sur des savoirs construits *pour* et *dans* l'action d'enseigner. Pour illustrer ce point de vue, nous reprenons un exemple issu de Wozniak (2019) :

Imaginons qu'un professeur veuille donner à étudier un exercice dans lequel il s'agit de déterminer la nature du quadrilatère EFGH dont les sommets sont les milieux des côtés d'un quadrilatère convexe ABCD. Il ne (re)connait pas « le problème de Varignon » et sur son schéma EFGH est un losange. Intrigué, il cherche à identifier à quelle(s) condition(s) EFGH est un quadrilatère particulier (losange, rectangle, carré) et découvre que les relations (de longueur et d'angle) entre les diagonales du quadrilatère ABCD sont déterminantes. Ce qui au départ était une curiosité mathématique se révèle être — peut-être à son insu — une véritable analyse a priori. (Wozniak, 2019, p. 36)

Ainsi, analyse mathématique et analyse didactique se réalisent conjointement et en interaction : les mathématiques sont autant l'objet que l'outil de l'analyse didactique. Si la maîtrise des savoirs

mathématiques constitue une condition écologique des systèmes didactiques — difficile d’enseigner ce que l’on ne connaît pas —, la maîtrise des savoirs didactiques constitue une condition économique, en ce qu’elle permet de créer les conditions d’un apprentissage. Le travail épistémologique du professeur se fonde ainsi sur une théorie de la connaissance et de l’acte de connaître, de sorte qu’il comporte trois dimensions : mathématique, didactique et épistémologique (voir figure 1).



(Wozniak, 2019, p. 37)

Figure 1 – Les trois dimensions du travail épistémologique du professeur.

De nombreuses recherches ont révélé les difficultés pour les enseignants à mener à bien leur mission, citons par exemple l’enseignement de la modélisation (Blum, 2015). Il requiert la maîtrise des modèles mathématiques, des gestes didactiques pour accompagner les élèves dans le processus de modélisation sous-tendue par la connaissance de ce processus lui-même et une manière d’appréhender les mathématiques dans leurs relations au réel (Wozniak, 2012). La mise au jour des besoins praxéologiques du professeur (Wozniak, 2020) consiste alors à identifier ce qui est nécessaire, tant du point de vue de l’organisation mathématique que du point de vue didactique, à l’accomplissement du projet initial d’enseignement. Une fois identifiées les praxéologies mathématiques, didactiques et épistémologiques utiles, nécessaires, voire indispensables à l’enseignement d’un objet de savoir, il reste à déterminer comment les professeurs peuvent les acquérir (Chevallard et Cirade, 2010). La formation initiale et la formation continue des enseignants sont évidemment essentielles. Cependant, une précédente enquête (Wozniak, 2010) a laissé entrevoir qu’une ressource pouvait agir comme milieu d’apprentissage pour le professeur en créant les conditions d’acquisition de savoirs d’expériences. C’est cet aspect que nous allons envisager à présent à travers le récit de la conception d’une ressource par un collectif constitué de professeurs des écoles, de formateurs et d’une chercheuse didacticienne.

III. CONCEVOIR DES SÉQUENCES D’ENSEIGNEMENTS ET IDENTIFIER LEURS DÉTERMINANTS DIDACTIQUES

L’institut de recherche pour l’enseignement des sciences de Montpellier est un lieu où se rencontrent des enseignants du primaire, du secondaire ou du supérieur, des formateurs d’enseignants et des chercheurs en sciences, en mathématiques ou en didactique autour de projets de conception de ressources pour l’enseignement ou de projets de formation. Le groupe « premier degré », constitué d’une quinzaine de personnes¹, est coanimé par une mathématicienne et une didacticienne, auteure de ce texte. Si la production de situations d’enseignement et des ressources associées est une finalité pour les professeurs et les formateurs engagés dans le groupe, elle est un moyen de diffuser les résultats de la recherche en didactique ainsi qu’une source d’étude des conditions et des contraintes qui pèsent sur les systèmes didactiques pour la didacticienne. Ce faisant, le travail collectif se constitue en dispositif de formation pour les participants à travers les questions qu’ils se posent pour mener à bien leurs

¹ Lors de la conception de la séquence présentée ici, il était constitué de Sonia Bayle, Samuel Causse, Anne Cortella, Virginie Dalmayrac, Deva Dauriac, Sophie Gastal, Hervé Gensac, Laëtitia Granier, Corinne Gruel, Émilie Jaudon, Matthieu Lafon, Sylvie Passet, Crystèle Pouget, Florence Valour, Floriane Wozniak.

projets. Le fonctionnement de ce collectif n'est pas hiérarchisé. Chaque membre, indépendamment de son statut et de son ancienneté dans le groupe, est légitime pour proposer l'étude d'une question professionnelle, d'une situation d'enseignement, partager une expérience réussie ou non. Le choix des thématiques sur lesquelles travaillent le groupe est légitimé par les programmes d'enseignement et validé collectivement. Chacun contribue alors à la réflexion, aux expérimentations et à leurs observations. Plusieurs projets sont ainsi menés en parallèle autour de l'écriture d'un texte décrivant la séquence ou de l'analyse des situations expérimentées. Les rencontres des membres du groupe s'organisent par projets avec des temps collectifs de comptes-rendus de l'état d'avancement des projets, de mutualisation d'expériences et d'apports didactiques. Entre les rencontres, des expérimentations sont réalisées et observées (par les formatrices ou les animatrices du groupe) pour nourrir les analyses. Lorsque les membres du groupe valident l'aboutissement de la séquence, le cycle prend fin. La ressource interne au groupe ainsi finalisée peut être diffusée à l'extérieur du groupe. La figure 1 synthétise le processus de production d'une ressource qui s'organise autour d'un cycle de co-élaborations d'une séquence d'enseignement, d'expérimentations et d'analyses didactiques.

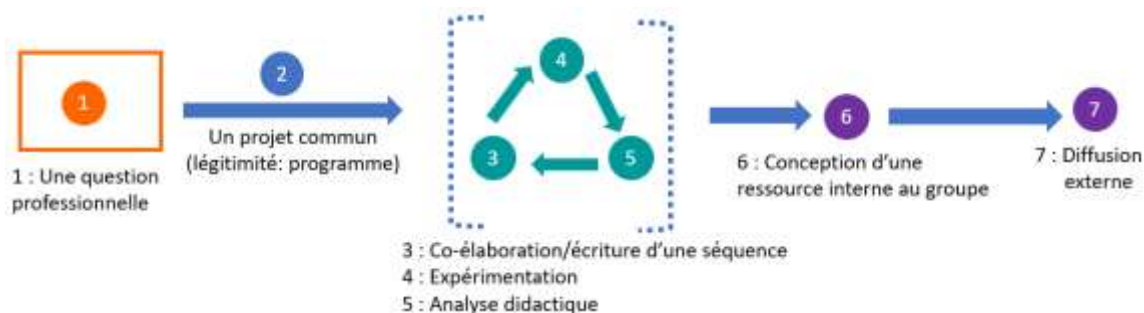


Figure 2 – Processus de production d'une ressource, groupe « premier degré » de l'IRES de Montpellier.

Dès les premiers travaux sur les ingénieries didactiques, les conditions de leur transmission et de leur reproductibilité ont été interrogées (Artigue, 1988). Quels descripteurs d'une ingénierie, d'une situation, d'une séance ou d'une séquence favorisent son appropriation au-delà du cercle de ses concepteurs ? De façon minimale, un premier geste consiste à lever les implicites et les ambiguïtés, en présentant, par exemple, le matériel utilisé et en explicitant les différentes phases de la séance. Mais ce type de ressource ne suffit pas. Comme le souligne Hersant (2011, p. 305), « Une des façons d'aborder cette problématique est d'identifier les éléments des situations qui garantissent leur robustesse par rapport au savoir, ce que nous appelons les déterminants d'une situation. » Se pose alors la question de l'identification de ces déterminants didactiques qu'il s'agirait de transmettre pour une mise en œuvre au plus proche de sa conception.

La particularité du groupe « premier degré » de l'IRES de Montpellier est sa pérennité et la diversité de ses membres. Ainsi, une même situation est (re)travaillée et expérimentée plusieurs fois, sur un temps long (plusieurs années) et dans des classes aux contextes variés (centre-ville, zone d'éducation prioritaire, zone rurale). Cette pluralité de mises en œuvre et ces ajustements successifs révèlent les conditions et les contraintes qui pèsent sur le travail épistémologique du professeur et ce faisant permettent d'identifier les déterminants didactiques (au sens de Hersant) de la situation par un effet de saturation, en quelque sorte. C'est d'ailleurs lorsqu'il y a une certaine stabilisation des mises en œuvre et des effets produits sur les apprentissages des élèves que se dégage au sein du groupe un consensus sur la fin du projet.

Concernant la ressource « se repérer dans le micro-espace », le groupe « premier degré » de l'IRES de Montpellier a répondu à un appel d'offre pour intégrer la banque de séquences didactiques du réseau

Canopé². La possibilité d'intégrer des extraits vidéos a conduit quelques membres du groupe à développer la dimension formatrice de la ressource initiale.

IV. PRENDRE EN CHARGE LES BESOINS PRAXÉOLOGIQUES DU PROFESSEUR DANS UNE RESSOURCE

1. La séquence « repérer dans le micro-espace »

L'origine du projet qui a conduit à la conception de la ressource « repérer dans le micro-espace » est la participation de certains membres du groupe « premier degré » de l'IRES de Montpellier à un atelier dans un colloque de formateurs d'enseignants du premier degré (Marchand, Braconne-Michoux, 2014). La situation proposée par ces chercheuses repose sur un dispositif : une boîte avec un trou par lequel des saynètes avec divers objets peuvent être observées. Quatre séances sont proposées : construction des saynètes et description ; jeu de la devinette où il s'agit de retrouver la boîte correspondant à sa description ; dessin du contenu de la boîte depuis le trou ; dessin du contenu de la boîte depuis un trou imaginaire.

La séquence que nous avons conçue reprend l'idée de l'observation du contenu d'une boîte par un trou que nous nommons porte. En revanche, les objets utilisés sont seulement des cubes de couleur dont la représentation dessinée en vue de face ou de dessus est un carré (figure 3).



Figure 3 – Les boîtes utilisées dans la séquence.

Avec ce matériel, le contenu de la boîte est observé en vue de dessus lorsque la boîte est ouverte et en vue de face lorsqu'elle est fermée. L'objectif d'apprentissage de la séquence est double. D'une part, la maîtrise du vocabulaire spatial (par exemple, à gauche, à droite, au milieu) qui peut différer suivant qu'on observe le contenu de la boîte en vue de dessus ou en vue de face (par exemple, en haut, en bas, à l'arrière, à l'avant). D'autre part, la découverte qu'une situation de repérage nécessite de définir un repère — ici les bords de la boîte et la porte comme point de repère — tandis que le repérage requiert deux informations selon les deux dimensions du plan.

La séquence comporte cinq séances structurées en trois temps suivies d'une évaluation. Dans un premier temps, les élèves produisent des messages oraux descriptifs, boîte ouverte (séance 1) puis boîte fermée (séance 2). Dans un second temps, les élèves produisent des représentations dessinées, boîte ouverte (séance 3) puis boîte fermée (séance 4). Enfin, dans le troisième temps, les élèves interprètent un message oral émis à partir de l'observation d'une boîte fermée pour produire une représentation dessinée (séance 5). Le tableau 1 synthétise la séquence.

² <https://www.reseau-canope.fr/bsd/sequence.aspx?bloc=886173>

Tableau 1 – Les différentes séances de la séquence « repérer dans le micro-espace »

	Vue de dessus (boîte ouverte)	Vue de face (boîte fermée)	
Message oral	Séance 1	Séance 2	Séance 5
Représentation dessinée	Séance 3	Séance 4	

Les séances 1 et 2 articulent description orale et boîte, les séances 3 et 4 articulent représentation dessinée et boîte tandis que la séance 5 articule description orale et représentation dessinée. Enfin, les séances reposent sur des situations d'émission-réception où un binôme d'élèves donne un message (oral ou dessiné) à un autre binôme qui doit l'interpréter. Les rôles étant ensuite échangés.

Selon le fonctionnement habituel du groupe, la ressource initialement produite est un ensemble de fiches descriptives des séances à partir de différentes rubriques : objectif d'apprentissage, matériel, durée, tâches des élèves, mode de validation, mise en commun et institutionnalisation. Des photos présentant le matériel et des exemples de productions d'élèves complétant les fiches. C'est sur cette base que nous avons conçu la ressource qui est venue enrichir la banque de séquences didactiques de Canopé dont l'enjeu est de fournir des supports pour la formation des enseignants. Ceci nous a conduit à rendre visibles et à expliciter les déterminants didactiques (au sens de Hersant) de la séquence.

2. La ressource « repérer dans le micro-espace » : prendre en charge la dimension formatrice

L'expérimentation répétée, sur une longue période (plusieurs années), dans des contextes différents et variés a permis d'identifier les éléments déterminants pour atteindre les objectifs d'apprentissage. L'identification empirique de ces éléments, sans toujours être formulée, avaient été intégrée en acte à travers la description des séances. La production d'une ressource qui assume une dimension formatrice rendait nécessaire d'explicitier ces ingrédients sur lesquels le travail épistémologique du professeur se réalise au cours de la séquence.

Une des spécificités de la banque de séquences didactiques de Canopé est de proposer des extraits vidéo de la mise en œuvre dans les classes. Toutes les séances ont ainsi été filmées par des techniciens professionnels. Les extraits vidéos devant être relativement courts, une sélection de moments représentatifs de chaque séance a été réalisée.

La ressource disponible sur Internet est structurée en différentes rubriques dont la première fournit un résumé vidéo de chaque séance. Elle est suivie de la rubrique « mise au point » où trois vidéos proposent chacune une focale sur des moments déterminants pour la construction des apprentissages. Elles montrent la gestion par le professeur de trois moments de mise en commun et sont accompagnés d'un court texte qui présente leur contenu. Le premier moment permet l'émergence du critère de la porte comme point de repère. Le second assure la découverte par les élèves de la nécessité de représenter les bords de la boîte lorsque la feuille n'est pas rectangulaire. Enfin le troisième moment porte sur la nécessaire tolérance à accorder à la description de la position des objets en discutant les cas litigieux (ce sont davantage des zones qui sont décrites que des positions).

Une troisième rubrique « commentaires, analyses et documents » présente des vidéos d'entretiens avec le professeur qui a été filmé dans sa classe, le point de vue d'une formatrice qui revient sur la nécessité d'enseigner les savoirs spatiaux et celui d'une enseignante spécialisée qui présente pourquoi cette séquence est adaptée pour des élèves avec des besoins éducatifs particuliers en discutant sa démarche inclusive.

L'entretien avec le professeur des écoles est l'occasion d'explicitier deux nouveaux déterminants didactiques en lien avec la mise en œuvre de la séquence. D'une part, le lien entre le vocabulaire spatial utilisé et l'orientation de la boîte au moment de la validation (boîte posée verticalement contre le tableau ou posée sur la table d'un élève) afin d'éviter des formulations ambiguës. D'autre part, les deux temps de la validation d'une situation d'émission-réception pour discuter de l'adéquation du message au modèle initial puis de l'adéquation de la production à partir du modèle (voir figure 4).

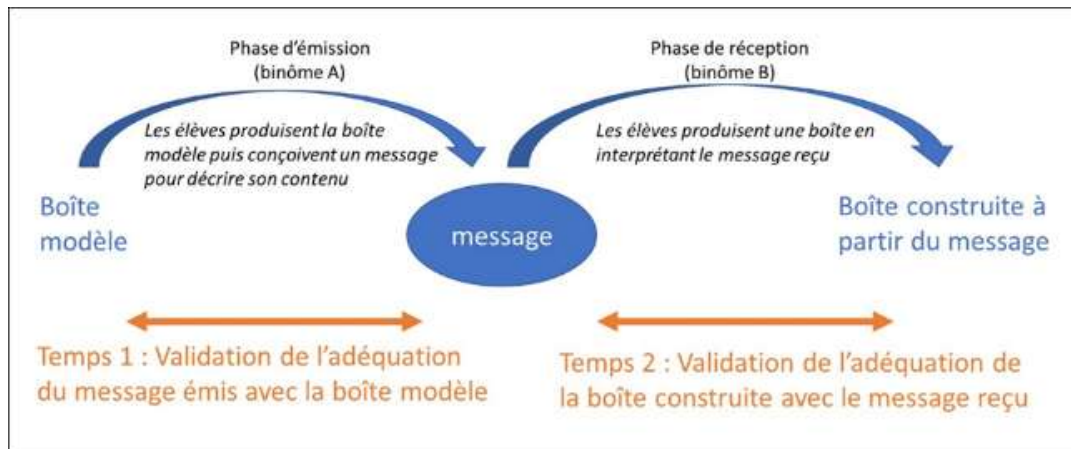


Figure 4 – Les deux temps de la validation d'une situation d'émission-réception.

Un dernier extrait revient sur un aspect épistémologique : construire les apprentissages dans un rapport de nécessité plutôt que de fournir des réponses à des questions que les élèves ne se posent pas. Ainsi, il s'agit de laisser les élèves découvrir par eux-mêmes le rôle de la porte comme point de repère plutôt que de l'introduire à un moment où les élèves ne perçoivent pas le rôle qu'elle pourrait jouer dans le repérage.

À côté de ces vidéos, trois documents sont fournis. La « fiche séquence » décrit les séances à partir de rubriques déjà évoquées plus haut. Le « document enseignant » doit lui permettre de comprendre comment mettre en œuvre la séquence et ses principes organisateurs. On y retrouve les ingrédients qui nourrissent son travail épistémologique et font de lui un acteur de son enseignement plutôt qu'un exécutant. Ce document fournit une présentation générale de la séquence, il explicite la structure de la séquence (cf. tableau 1), le lien entre les séances et les différents points de vue, le lien entre vocabulaire et points de vue, les variables didactiques et les choix opérés, la mise en œuvre particulière d'une situation d'émission-réception et les conditions de sa validation, des exemples d'institutionnalisation, des photos de fond de boîtes. Il donne aussi des indications pratiques concrètes pour gérer les situations d'émission-réception comme nommer les boîtes à l'arrière, préparer un tableau avec la liste des binômes et les noms des boîtes associées en émission ou en réception. Certains de ces éléments sont illustrés par les vidéos soit dans la classe soit dans l'entretien du professeur des écoles. Ce document permet d'en garder une trace. Un troisième document est la « présentation de la séquence et de ses enjeux » qui met en perspective la séquence en explicitant les dimensions mathématique et épistémologique qui sous-tendent la conception de la séquence comme la différence entre savoirs géométriques et savoirs spatiaux, la nécessité d'avoir deux types d'informations pour situer un objet dans un espace à deux dimensions (ici, haut/bas et droite/gauche), la construction des savoirs dans un rapport de nécessité. Enfin, une bibliographie et la référence aux programmes complètent l'ensemble des ressources.

Cette ressource faite de vidéos de classe et d'entretiens, de textes est à présent disponible en ligne mais nous n'avons pas les moyens de savoir comment elle est utilisée par les professeurs des écoles ou en formation. Ceci ne nous permet pas d'évaluer si elle répond effectivement aux besoins praxéologiques du professeur que nous avons identifiés. Néanmoins, les éléments repérés comme déterminants didactiques et la pertinence des choix réalisés pour les prendre en charge dans la ressource peuvent être scientifiquement discutés.

V. CONCLUSION

Ce texte s'intéresse à la question *Comment les ressources peuvent-elles prendre en charge les besoins praxéologiques des professeurs ?* Il présente comment un collectif de professeurs des écoles, de formatrices et une didacticienne ont conçu une ressource en tentant d'y répondre. Poser cette question, c'est considérer la dimension formatrice d'une ressource. Nous faisons l'hypothèse que les ressources qui sont des descriptions des conditions matérielles et organisationnelles, même lorsqu'elles intègrent une référence aux objectifs d'apprentissage en lien avec les programmes d'enseignement, ne se réfèrent qu'à la *praxis* du professeur. Il leur manque la part de *logos* qui explicite la raison d'être des choix didactiques opérés dans la ressource, donne une compréhension des enjeux et met en perspective les savoirs mathématiques enseignés.

La ressource présentée dans ce texte intègre la diversité des éléments qui nous semblent essentiels pour la mise en œuvre « éclairée » d'une séquence d'enseignement où le professeur est acteur, voire comptable, de son enseignement plutôt que simple transmetteur :

- les trois dimensions du travail épistémologique du professeur : mathématique (comme la différence entre connaissances spatiales et géométriques ou le lien entre types de vue et vocabulaire), didactique (les conditions d'une validation d'une situation d'émission-réception), épistémologique (la construction des apprentissages dans un rapport de nécessité) ;
- les gestes professionnels d'ordre pédagogique (marquer les boîtes, préparer une liste en tableau pour organiser l'échange de boîtes).

La complémentarité des deux supports (vidéos et textes) facilite l'articulation de la pratique et des éléments technologiques (au sens de Chevallard) qui soutiennent cette pratique. Les extraits vidéos montrent concrètement la mise en œuvre de la séquence et les gestes professionnels à maîtriser. Les textes décrivent la pratique (fiche professeur), l'accompagne (document pour la mise en œuvre) et lui donne de l'intelligibilité en mettant en perspective ses enjeux.

Poser la question de la façon dont une ressource peut prendre en charge les besoins praxéologiques du professeur, c'est faire l'hypothèse qu'une ressource pourrait y parvenir. Or les travaux sur la transposition didactique ont révélé que ce qui se fait ici et maintenant dans la classe dépend aussi de conditions et de contraintes qui dépassent les systèmes didactiques. L'échelle des niveaux de codétermination didactiques (Chevallard, 2002) est alors un outil puissant pour structurer ce qui pèse sur les systèmes didactiques et conduit le professeur à faire ce qu'il fait. Mais si tous les besoins praxéologiques du professeur ne peuvent être satisfaits par une ressource, celle-ci peut y contribuer, au moins pour certains d'entre eux.

RÉFÉRENCES

- Artigue, M. (1988). Ingénierie didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 9(3), 281-308.
- Ball, D. L., Thames, M. H. et Phelps, G. (2008). content knowledge for teaching. what makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.
- Blum, W. (2015). Quality teaching of mathematical modelling: What do we know, what can we do?. Dans S. Cho (dir.), *The proceedings of the 12th international congress on mathematical* (p. 73-96). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-12688-3_9
- Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 19(2), 221-266.
- Chevallard, Y. (2002). Organiser l'étude. 3. Écologie et régulation. Dans J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot et R. Floris (dir.), *Actes de la XI^e école d'été de didactique des mathématiques* (p. 41-56). La Pensée Sauvage.
- Chevallard, Y. et Cirade, G. (2010). Les ressources manquantes comme problème professionnel. Dans G. Gueudet, et L. Trouche (dir.), *Ressources vives* (p. 41-55). PUR.
- Hersant, M. (2011). Les ingénieries de développement : à la recherche de déterminants de situations, une étude de cas relative aux problèmes pour chercher. Dans C. Margolinas, M. Abboud, L. Bueno-Ravel, N. Douek, A. Fluckiger, P. Gibel, F. Vandebrouk et F. Wozniak (dir.), *En amont et en aval des ingénieries didactiques* (p. 305-326). La Pensée sauvage.
- Marchand, P. et Braconne-Michoux, A. (2014). Quels types d'activités permettent de développer les connaissances spatiales chez les élèves du primaire ? Le cas de la boîte à image (Atelier A11). Dans *Actes du XL^e colloque de la COPIRELEM « Enseignement de la géométrie à l'école : enjeux et perspectives »*, Nantes. <https://publimath.univ-irem.fr/numerisation/WO/IWO14008/IWO14008.pdf>
- Margolinas, C. et Wozniak, F. (2009). Usage des manuels dans le travail de l'enseignant : l'enseignement des mathématiques à l'école primaire. *Revue des Sciences de l'Éducation*, 35(2), 82-104.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Wozniak, F. (2020). Les besoins praxéologiques du professeur. *Educação Matzmatika Pesquisa*, 22(4), 787-800.
- Wozniak, F. (2019). Fondements du travail épistémologique du professeur. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 39(1), 15-50.
- Wozniak, F. (2012). Des professeurs des écoles face à un problème de modélisation : une question d'équipement praxéologique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 32(1), 7-55.
- Wozniak, F. (2010). Transposition didactique interne et dialectique des médias et des milieux. Dans A. Bronner, M. Larguier, M. Artaud, M. Bosch, Y. Chevallard, G. Cirade et C. Ladage (dir.), *Diffuser les mathématiques (et les autres savoirs) comme outils de connaissance et d'action* (p. 859-878). IUFM de l'académie de Montpellier.