

Les déterminants de l'action de deux professeurs des écoles dans le cas d'un enseignement par démarche d'investigation

ALAIN JAMEAU

Centre de Recherche sur l'Éducation,
les Apprentissages et la Didactique (CREAD)
ESPE, Université de Bretagne Occidentale
France
Alain.jameau@espe-bretagne.fr

RÉSUMÉ

Cette étude de cas s'intéresse aux déterminants de l'action de deux professeurs des écoles, dans leur travail en classe et hors classe. Nous nous situons dans le contexte de l'enseignement de l'électricité en cycle 3. A partir d'une double perspective didactique des sciences et didactique professionnelle, et avec une méthodologie construite pour cette recherche, cette étude met en évidence que différents éléments interviennent dans les déterminants de l'action comme des SMK, des PCK et des PK, au sens de Schulman et Grossman, ainsi que les résultats expérimentaux qui sont considérés par les professeurs comme une « preuve » indiscutable.

MOTS-CLÉS

Déterminants, démarche d'investigation, connaissances pédagogiques liées au contenu, PCK, sciences

ABSTRACT

This case study focuses on the determinants of action of two primary school teachers during the construction and in implementation in the classroom. We are in the context of teaching electricity in 4th grade and 5th grade. From a dual perspective of science education and professional didactics, and with a specific methodology developed for this research, this study highlights that different factors are involved in determinants of the action as SMK, PK and PK, within the meaning of Schulman and Grossman, and experimental results are considered by teachers as a "proof" indisputable.

KEYWORDS

Determinants, inquiry-based science teaching, pedagogical content knowledge, PCK, sciences

INTRODUCTION

La « démarche d'investigation » (DI) est apparue dans les programmes de l'école en 2002, suite au *Plan de Renovation de l'Enseignement des Sciences et de la Technologie à l'Ecole (PRESTE)*, adopté en juin 2000. Cette démarche remet en cause les pratiques et questionne les connaissances professionnelles des enseignants. La communauté des didacticiens des sciences s'est emparée de

ces questions en s'interrogeant notamment sur les processus de détermination des actions des enseignants.

Cet article souhaite contribuer à la caractérisation des déterminants de l'action des enseignants en cherchant à identifier ce qui décide de leur action. Pour cela, nous faisons le choix d'analyser les pratiques de deux professeurs d'école dans la mise en œuvre d'un enseignement fondé sur l'investigation. Les pratiques n'étant pas stabilisées, nous faisons l'hypothèse que nous observons des réorganisations de leur activité dans lesquelles nous identifions des déterminants de l'action. Avant de détailler notre questionnement et les résultats de recherche, nous présentons le cadre conceptuel auquel nous nous référons.

CADRE THÉORIQUE

Il s'agit de comprendre les déterminants comme une prise de décision ou une série d'actions et de réactions. Cette action peut avoir lieu en classe ou hors classe, c'est à dire du côté de la préparation ou du côté de la mise en œuvre. Les connaissances des enseignants font partie de ces déterminants car ils apparaissent comme des moyens de décision (Calmettes, 2012; Sensevy, 2011; Dumez & Jeunemaître, 2005). Cependant, ils n'ont pas forcément conscience des déterminants de leur action alors qu'ils peuvent expliquer une part importante de celle-ci (Sensevy, 2011). Pour les identifier, nous analysons les buts des professeurs au cours de leur activité ainsi que les tâches prescrites qui en découlent pour les élèves. Ceci nous conduit à utiliser différents cadres théoriques que nous présentons ci-dessous.

Activité et action de l'enseignant

Pour Sensevy (2007) le sens du mot action dans le syntagme « action didactique » renvoie à l'agir « que celui-ci soit *manifeste* ou *intellectuel*, et le sens général qu'on peut lui donner lorsqu'on parle de *philosophie de l'action* » (p. 5), ce que Bronckart (2005) désigne par « toute forme d'intervention orientée d'un ou plusieurs humains dans le monde » (p. 81). Schubauer Leoni et al. (2007) soulignent l'intérêt à retenir les éléments d'articulation entre *activité* et *action* tels qu'ils sont proposés par Leontiev (1975) et, à la suite, par Bronckart. Ce dernier définit l'activité comme une lecture de l'agir au niveau du collectif organisé et l'action au niveau d'une personne singulière. Cette « importance » collective de l'activité comporte, au plan intentionnel, des *finalités*, alors que la dimension individuelle de l'action est portée par des *intentions* et des *motifs* qui sont propres aux raisons d'agir de celle-ci. Leontiev (1975) place les actions réalisées comme les composantes essentielles des activités humaines. Elles sont subordonnées aux activités. Les activités se réalisent par des actions ; les actions répondent à des buts conscients. Ces buts font partie de la *tâche* qu'il définit comme « un but donné dans des conditions déterminées » (Leontiev, 1975, p. 96). Les actions sont réalisées par les opérations déterminées par les conditions de l'activité et les activités sont orientées par un mobile, objet matériel(s) ou idéal(s) satisfaisant un besoin (Venturini, 2012).

Il nous paraît nécessaire de bien différencier ce qui relève de la tâche de ce qui relève de l'activité pour étudier des tâches prescrites aux élèves. Les travaux de Leplat (2004) articulent ces deux éléments tout en montrant précisément ce qui les différencie. Il écrit : « La tâche c'est ce qu'il y a à faire : le but qu'il s'agit d'atteindre sous certaines conditions (...) l'activité dépend de la tâche et des caractéristiques du sujet mais elle peut contribuer (en retour) à la définition de la tâche et à la transformation du sujet » (p. 14). Par conséquent, l'étude de l'activité ne peut se faire indépendamment de la tâche (Vinatier, 2009).

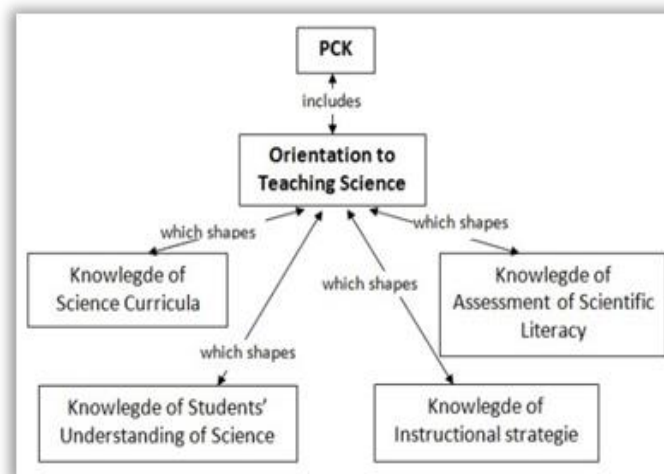
Les PCK

L'étude des connaissances professionnelles des enseignants a déjà été abordée dans de nombreuses recherches en éducation au niveau international, aussi bien d'un point de vue général que du côté des professeurs de sciences. Elles réfèrent souvent au concept de PCK (Shulman, 1987) qui peut être traduit par connaissances pédagogiques liées au contenu. Il s'agit d'une connaissance spécifique pour enseigner un contenu particulier, nourrie partiellement par la connaissance du contenu (Sensevy & Amade-Escot, 2007). La plupart des études internationales, comme le montre Abell (2007), ont cherché à identifier les connaissances des enseignants à partir de ce qu'ils disent sur leurs connaissances et de leur pratique. En France, les études sont encore peu nombreuses. Certaines mettent en œuvre des méthodologies qui permettent de repérer une PCK à partir de l'action du professeur (Bécu-Robinault, 2007; Kermen & Méheut, 2008; Cross, 2010; Jameau 2014). Quelques études, en particulier, soulignent la nécessité de se placer à un grain plus petit pour mieux conceptualiser une PCK. Par exemple, Cross (2010) étudie les Teacher Pedagogical Construction (TPC) qui sont une collection d'unités plus petites que les PCK tandis que Morge (2008) parle des Local Pedagogical Content Knowledge (LPCK) qui sont des unités dépendant du contenu enseigné et qui ne peuvent pas faire l'objet d'un transfert à d'autres séances. Dans tous les cas, le modèle originel est très peu discuté car, soit il est redéfini à chaque recherche, soit un autre cadre théorique est proposé (Abell, 2007).

Le modèle de Shulman permet de comprendre les connaissances spécifiques en jeu, dans l'enseignement d'un savoir en lien avec un sujet, afin de distinguer un enseignant d'un spécialiste de ce sujet. Il définit d'abord trois types de « *content understanding* » et étudie leur impact en classe : « *Subject Matter Knowledge (SMK)* », « *Pedagogical Content Knowledge (PCK)* » et « *Curricular Knowledge (CK)* ». Plus tard, Grossman (1990) propose une évolution du modèle de Shulman en définissant quatre domaines : les connaissances pédagogiques générales (PK), les connaissances disciplinaires (SMK), les connaissances pédagogiques liées au contenu (PCK), et les connaissances du contexte (KofC).

Magnusson, Krajcik et Borko (1999) ont défini séparément les composantes des PCK (Figure).

FIGURE



Examining Pedagogical Content Knowledge (Gess-Newsome & Lederman, 1999)

Pour ces auteurs, elles se déclinent en quatre composantes : les connaissances sur les stratégies d'enseignement, les connaissances du programme, les connaissances de l'évaluation, les connaissances sur les élèves. Ces quatre composantes des PCK sont, elles-mêmes, divisées en sous-catégories qui interagissent entre-elles. De plus, une cinquième composante façonne les autres : la composante « orientations pour l'enseignement des sciences ».

Dans notre étude, ce modèle est utile pour catégoriser les connaissances en jeu dans la pratique du professeur. Il est composé de catégories et sous-catégories qui permettent de distinguer finement les connaissances qui se situent au niveau enseignant, celles qu'il mobilise en lien avec un contenu à enseigner (poids et masse pour notre étude), des connaissances au niveau élève qui sont les connaissances spécifiques à l'enseignement de ce contenu.

Questions de recherche

Les cadres théoriques que nous venons de présenter nous permettent de préciser nos questions de recherche. Notre étude porte sur les déterminants de l'action des enseignants dans le cas d'un enseignement des sciences fondé sur l'investigation. Nous suivons deux professeurs lors d'un enseignement de sciences à l'école primaire. Chaque professeur a connaissance de la prescription et du document d'application de 2002. Nous postulons que les connaissances professionnelles mobilisées par les professeurs font partie de ces déterminants. Quels types de connaissances professionnelles sont mobilisés lors d'un enseignement par DI ? Participent-elles aux prises de décision opérées par les enseignants lors des évolutions de la pratique ?

Pour répondre à ces questions, nous avons construit une méthodologie propre à cette recherche que nous présentons maintenant.

MÉTHODOLOGIE

Pour identifier les connaissances professionnelles et leurs évolutions, nous analysons l'activité des enseignants en classe que nous comparons à leur préparation. Nous faisons le choix de suivre deux enseignants expérimentés d'école primaire (nommés par la suite André et Fabien), dans leur enseignement des sciences, pour mener des entretiens en auto-analyse de leur action selon des modalités proches de l'auto-confrontation simple et croisée (Clot et al., 2001). Ces entretiens sont basés sur les vidéos des séances de classe.

André et Fabien enseignent depuis une vingtaine d'années à ce niveau mais sont novices du point de vue de l'enseignement des sciences par la démarche d'investigation et concernant le thème de l'électricité. Les professeurs jugent d'une part, ce thème difficile pour les élèves et, d'autre part, approprié à un enseignement par la démarche d'investigation. Cette séquence est traitée par chacun des enseignants en cinq séances d'une heure chacune dans des conditions de classe ordinaire. Cependant, les progressions sont coordonnées de manière à ce que l'enseignement ait lieu dans la même période de l'année.

L'auto-analyse est envisagée ici comme méthode de recueil de données empiriques et d'analyse de protocoles verbaux en relation avec l'action. L'entretien n°1 entre le chercheur et chaque enseignant s'appuie sur l'auto-analyse simple à partir d'*imprévus*¹ survenus dans la classe. Au cours de cet entretien, les *imprévus* identifiés par l'enseignant sont croisés avec ceux relevés par le chercheur, puis discutés. Ceux qui sont jugés pertinents, au regard de notre étude,

¹ Nous appelons un imprévu une réponse d'élève, une attitude, une difficulté inattendue dans une activité, etc., tout ce qui n'a pas été anticipée par le professeur.

sont alors définis comme incidents critiques (Flanagan, 1954). Nous établissons une liste des incidents critiques à discuter lors de l'entretien n°2 (auto-analyse croisée) et nous donnons à chaque enseignant les vidéos des cours dispensés par l'autre membre du binôme ainsi que les synopsis des séances. Ce corpus est la base de l'entretien n°2 en auto-analyse croisée qui met en scène les deux enseignants et le chercheur dans une analyse commune des incidents relevés au cours de l'auto-analyse simple.

RÉSULTATS

Notre analyse s'appuie sur un extrait de la séquence en électricité mise en œuvre par Fabien et André, à partir des critères énoncés par deux enseignants de physique-chimie de collège (nommés par la suite Henri et Florence) pour construire une situation-problème. Ce moment de la DI est inclus dans le « canevas d'une séquence d'investigation » (MEN, 2008) dans le second degré. Nous avons suivi ces deux enseignants pendant deux années consécutives, sur le thème du poids et de la masse, avec la méthodologie présentée dans le paragraphe précédent. Nous présentons ces critères dans le tableau 1.

TABLEAU 1

Critères de construction d'une situation-problème par les enseignants du second degré

	Critères retenus par les enseignants
C₁	a) La situation-problème est « concrète » car elle fait référence au quotidien des élèves
	b) La situation-problème doit être attrayante
C₂	Les contenus scientifiques correspondent au niveau des élèves
C₃	La situation d'investigation est ouverte
C₄	Le problème scientifique posé est compréhensible par les élèves
C₅	Les élèves proposent des hypothèses explicatives

Dans le premier degré, le document d'application (2002) fait référence à une situation de départ « qui suscite la curiosité des élèves et déclenche leurs questions ». Le « maître doit poser un problème pertinent » afin de mettre les élèves en situation de recherche, individuellement ou collectivement.

Nous analysons l'activité des professeurs des écoles à partir de leurs déclarations au cours de l'entretien n°2. Puis, nous repérons des déterminants de leur action à l'aide des critères retenus.

Analyse des situations-problèmes mises en œuvre dans le premier degré du point de vue des critères retenus

Le circuit en série

Nous situons notre analyse à la seconde séance. Elle est consacrée au circuit en série qui est un savoir nouveau pour les élèves. Au préalable, André et Fabien ont consacré la première séance à rappeler le concept de circuit électrique appris en cycle 2.

André annonce aux élèves qu'ils vont fabriquer une guirlande de Noël : « Vous allez me monter un circuit représentant une guirlande qui peut le dire ce qu'est une guirlande de Noël ? ». Les élèves parlent de décoration. Le professeur précise sa question « Comment est-ce qu'elle est

faite ? ». Une élève décrit la guirlande par une succession de fils et de lampes. André énonce le matériel à l'oral que chaque binôme aura à sa disposition pour « *représenter* » la guirlande « *afin de comprendre comment elle fonctionne* ». Il impose quatre fils pour 3 lampes et une pile pour éviter, comme le dit André, de trouver autre chose que le montage prévu : « *je m'en souviens bien je ne voulais pas qu'ils rentrent dans le circuit parallèle là je les contraignais à avoir un circuit série* ». Une crainte, pour les enseignants, est de devoir gérer différentes sortes de montages ou bien des montages qui ne fonctionnent pas avec un risque de « *court-circuit* ». Pour André, c'est aussi un problème de temps « *je n'ai pas le temps non plus d'exploiter 14 productions de groupe en disant lui il a pris 2 fils comparé avec lui qui n'a pris qu'un fil ou l'autre qui a pris 5 fils est-ce qu'on peut comparer les choses* ».

La crainte de devoir gérer trop d'imprévus apparaît aussi chez Fabien. De fait, il impose le matériel aux élèves : « *aujourd'hui je vais vous demander de schématiser et d'expliquer comment allumer 2 ampoules avec une pile mais vous avez droit seulement à 3 fils et une pile* ». Le professeur donne le matériel à chaque binôme en même temps que la feuille sur laquelle ils doivent dessiner le circuit « *pensé* ». Le titre du document est « *les guirlandes* ». Mais nous n'avons pas entendu l'enseignant y faire référence en ce début de séance.

Le tableau 2 présente le résultat de notre analyse des situations-problèmes mises en œuvre en classe par les deux enseignants à l'aide des critères retenus.

TABLEAU 2

Analyse des situations-problèmes « le circuit en série » mises en œuvre par les deux enseignants à partir de critères retenus

	André	Fabien
C₁	Les élèves doivent modéliser une guirlande de Noël. La guirlande fait référence à leur quotidien. Cette activité est attrayante car elle fait l'objet d'un « défi » que tous les élèves relèvent.	Les élèves doivent allumer deux lampes simultanément. La référence au quotidien n'est pas explicite. Cette activité est attrayante car elle fait l'objet d'un « défi » que tous les élèves relèvent.
C₂	Le montage en série est au programme du cycle 3. Le matériel utilisé est facile d'utilisation.	Le montage en série est au programme du cycle 3. Le matériel utilisé est facile d'utilisation.
C₃	La situation à étudier est décrite en termes de phénomènes et d'objets. Aucun protocole n'est donné bien que le nombre de fils imposé, contraint les élèves à ne faire qu'un type de montage pour réussir.	La situation à étudier est décrite en termes de phénomènes et d'objets. Aucun protocole n'est donné bien que le nombre de fils imposé, contraint les élèves à ne faire qu'un type de montage pour réussir.
C₄	La présentation et la description d'une guirlande de Noël permet aux élèves d'identifier le problème à résoudre. PE fait reformuler la consigne par un élève.	Le problème à résoudre est compréhensible par les élèves car il s'inscrit dans la continuité du circuit électrique.
C₅	Pas d'hypothèses explicatives	Les élèves dessinent le circuit avant de le réaliser. Puis ils comparent la prévision et le résultat.

Au regard des cinq critères, les situations-problèmes mises en œuvre par les deux enseignants semblent assez proches. Cependant, une différence apparaît. Les élèves d'André n'émettent pas d'hypothèses explicatives à tester lors des expériences, contrairement à ceux de Fabien. Celui-ci dit dans l'entretien n°2 : « *c'est une hypocrisie de se dire que c'est une démarche d'investigation*

parce qu'il n'y a pas d'hypothèse à formuler ». Mais pour André, il peut y avoir investigation sans cette « étape » : il suffit que les élèves aient « *plusieurs possibilités pour répondre au problème qui est posé* ». Pour autant, il juge intéressant de permettre aux élèves de tester leurs hypothèses par l'expérience.

Il nous semble que les propos d'André sont en contradiction avec nos observations. En effet, les contraintes matérielles induisent un montage où les lampes sont montées en série. Par conséquent, il apparaît que les élèves n'ont pas plusieurs possibilités pour répondre au problème posé s'ils veulent réussir. Il n'est pas ouvert au sens de Boilevin (2005, 2013). Ce « défi » mis en place par les deux professeurs est attrayant dans le sens où, selon eux, il vise à aiguïser la curiosité des élèves, à les faire se questionner. Mais pour nous, il n'y a pas forcément la mise en œuvre d'une démarche d'investigation. En effet, si les élèves avaient eu la possibilité de choisir le nombre de fils pour construire leur circuit, ils auraient eu plusieurs possibilités pour répondre au problème. Là, le montage est induit par les professeurs. De plus, le principe d'unicité de la DI n'est pas appliqué (document d'accompagnement des programmes de 2002). La question posée aux élèves de proposer un montage permettant d'allumer plusieurs lampes à l'aide d'une pile est amenée par les professeurs. Elle n'est pas « productive » dans le sens où elle n'est pas construite à partir de la situation d'entrée.

Une propriété du circuit en série

Au cours des expériences, André dépanne un binôme pour lequel aucune lampes n'éclairent. Il leur demande de changer les 3 lampes du montage. Une fois le circuit réparé, il teste chacune d'elles pour isoler celle qui est défectueuse. Puis, il décide de la placer dans un montage en série accroché au tableau et de mobiliser la classe sur le problème occasionné par la lampe défectueuse : « *si ça arrive le soir de Noël on est drôlement embêté on ne peut pas fêter Noël sans que le sapin ne soit éclairé* ». Il pose la question suivante : « *Pourquoi est-ce que mon circuit ma guirlande ne fonctionne pas ?* ». Des élèves proposent de changer la pile, de remplacer la lampe par une qui fonctionne, de vérifier les connexions à la pile. Le professeur remplace la lampe défectueuse par une lampe qui fonctionne et les élèves constatent que toutes les lampes du circuit éclairent. Puis il fait la manipulation inverse et dit : « *pourquoi est-ce que ma guirlande ne fonctionne pas j'ai quand même 2 ampoules qui fonctionnent là (...) pourquoi à cause d'une ampoule* ». Les élèves répondent qu'elle « *bloque l'électricité* » et que « *le circuit est ouvert* ». André explique que les lampes « *grillent* » assez fréquemment « *car les ampoules s'allument s'éteignent et pensez-vous que le soir de Noël on peut les changer ?* ». Les élèves répondent que les magasins sont fermés. Le professeur réplique que les fabricants des guirlandes ont dû trouver une autre solution pour que toutes les lampes fonctionnent lorsqu'une lampe est « *grillée* ». Il projette les élèves sur un nouveau problème : « *et bien nous allons chercher un nouveau circuit pour faire en sorte que même si j'ai une ampoule qui ne fonctionne pas que les autres ampoules fonctionnent* ». Ils notent la consigne sur leur feuille de recherche.

Le tableau 3 présente le résultat de notre analyse à l'aide des critères retenus par les enseignants. La stratégie d'André permet à tous les élèves de s'appropriier le problème. En effet, il scénarise la situation en se plaçant le soir de Noël où il n'est pas question d'avoir une guirlande qui ne fonctionne pas : « *c'est génial (...) c'est encore quelque chose qui fait référence au quotidien et encore y'a des ampoules qui grillent c'est pourtant des choses qui arrivent n'importe quand* ». D'ailleurs, il cite une élève qui dit : « *quand une lampe est grillée dans une pièce de sa maison les autres fonctionnent* ». Ensuite, le fait d'accrocher le circuit au tableau permet à tous les élèves de voir les effets et d'agir sur le circuit « *en direct sachant qu'ils ont déjà manipulé avant* ». L'enseignant s'appuie sur le référent empirique au circuit électrique (Martinand, 1986)

construit par les élèves au cours des expériences précédentes pour qu'ils puissent trouver la cause de la panne. Il leur demande d'émettre des hypothèses explicatives contrairement à la situation-problème décrite au paragraphe précédent. Elles n'ont pas vocation à être testées individuellement mais plutôt à être discutées collectivement. Pour autant, nous observons le professeur apporter les réponses aux propositions plutôt que de favoriser les échanges avec les autres élèves.

TABLEAU 3

Analyse de la situations-problème « propriété du circuit en série » mises en œuvre par André à partir de critères retenus

	André
C ₁	Le professeur « contextualise » le problème occasionné par une lampe défectueuse dans un montage en série en faisant référence au jour de Noël et à la guirlande. Cette activité est attrayante car tous les élèves proposent des explications et argumentent pour trouver les causes de la panne
C ₂	Il s'agit d'identifier une propriété du circuit en série au programme du cycle 3
C ₃	Le problème est ouvert : la situation est décrite en termes de phénomènes et d'objets. Les élèves ont plusieurs réponses possibles
C ₄	Il s'agit d'identifier que le circuit est ouvert car il n'y a qu'une boucle et les lampes sont montées en série
C ₅	Les élèves proposent des hypothèses explicatives à l'oral en interagissant entre eux ou avec le professeur

Le nouveau problème qui se pose alors à eux va les amener à construire un circuit en dérivation. Le professeur poursuit sa stratégie de limiter le nombre de fils afin de s'assurer que tous vont construire le « bon » circuit. Pour nous, il *contrôle* la démarche par le matériel.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Nous discutons maintenant les éléments d'analyse présentés dans cette étude. Nous avons étudié une situation-problème mise en œuvre par deux professeurs des écoles avec des critères énoncés par des enseignants de physique-chimie du second degré. Nous débutons cette discussion en montrant que les connaissances professionnelles mobilisées par les enseignants du premier degré font partie des déterminants de l'action. Pour cela, nous comparons nos résultats avec notre modèle de référence. Puis, nous proposons d'autres déterminants de l'action des professeurs.

Les connaissances professionnelles des enseignants comme déterminants de l'action

Comme les enseignants du second degré, André et Fabien construisent des situations-problème concrètes, compréhensibles pour les élèves et attrayantes. En effet, elles font référence à leur quotidien et sont parfois scénarisées, comme dans le cas de la lampe défectueuse insérée par André dans le circuit en série accroché au tableau. Les deux professeurs des écoles introduisent la séquence en faisant référence à la guirlande de Noël. Elle se déroule dans la seconde période de l'année scolaire c'est-à-dire entre les mois de novembre et de décembre. Nous observons qu'ils ont planifié leur enseignement afin de « coller » au plus près de l'actualité des élèves.

Pour construire et mettre en œuvre des situations-problème, les deux enseignants ne mobilisent pas uniquement des connaissances disciplinaires (SMK), mais aussi des connaissances pédagogiques liées au contenu (PCK). Les premières sont en électrocinétique (typologie des circuits électriques, schéma avec codes SI, notion de dipôles, matériaux conducteurs et isolants électriques, court-circuit, loi d'Ohm, sécurité électrique) en régime continu essentiellement. Les autres connaissances mises en jeu sont des PCK sur : les programmes (DI, matériel pédagogique, le courant et la tension électrique ne sont pas au programme), sur les élèves (les prérequis sur le circuit électrique, circuit ouvert, circuit à plusieurs boucles, le court-circuit, conducteurs et isolants électriques, symbolisation), sur les stratégies (le circuit en série est accroché au tableau, la guirlande électrique). Nous résumons le type de connaissances mobilisées par les enseignants dans le tableau 4.

TABLEAU 4

Connaissances professionnelles des enseignants selon les critères retenus

Critères retenus par les enseignants	Connaissances professionnelles
Situation-problème concrète et attrayante	SMK, PCK/stratégies, PCK/programmes, PCK/élèves
Les contenus scientifiques sont adaptés	PCK/programmes, PCK/élèves
La situation d'investigation est ouverte	
Le problème scientifique posé est compréhensible par les élèves	PCK/élèves
Les élèves proposent des hypothèses explicatives	SMK, PCK/élèves

Toutes ces catégories de connaissances sont incluses dans les connaissances professionnelles des enseignants qu'ils mobilisent pendant la préparation et au cours de la mise en œuvre de leur enseignement. Pour nous, elles constituent une partie des déterminants de l'action des professeurs du premier et du second degré. En effet, d'autres éléments interviennent comme les connaissances pédagogiques (PK), des PCK sur les autres disciplines et sur la place des résultats expérimentaux dans la construction des connaissances « théoriques ».

Autres déterminants de l'action des enseignants

Nous avons observé que le lancement des activités expérimentales est différent entre le premier et le second degré. Dans le premier degré, la consigne de l'enseignant est double, réaliser une expérience et produire une trace écrite. Ce n'est pas le cas au collège : la consigne des enseignants ne contient que la partie « manipulatoire ». Pour André et Fabien, elle apporte une forme de régulation entre les élèves rapides et les autres, et une autonomie de chacun. Dans le second degré, comme les élèves n'ont qu'une tâche à faire à la fois, quand ils ont fini, ils doivent attendre l'intervention de l'enseignant. De plus, les deux professeurs donnent un rôle dans les apprentissages aux écrits individuels et collectifs et plus spécifiquement à la construction d'une trace collective pour apprendre des notions en sciences. Les élèves disposent d'une feuille de recherche généralement vierge qui est affichée au tableau car, nous dit Fabien, « *elle permet de construire la trace écrite collective qui constituera la synthèse* ». Pour André, c'est un dispositif qui « *comporte un caractère pluridisciplinaire dans le sens où on va pas simplement se contenter de produire quelque chose on va être capable aussi d'analyser quelque chose de voir un peu ce que les autres ont fait* ». Les deux professeurs profitent de cette activité pour corriger les erreurs d'orthographe et de prononciation des élèves. Par exemple, nous avons observé André corriger la

prononciation d'un élève en faisant une correspondance entre la phonie et la graphie des sons [il] et [ij] par rapport à un mot connu : *bille*.

Cette différence d'organisation entre les deux niveaux d'enseignement induit la mobilisation de connaissances de nature différentes pour les professeurs des écoles. Il y a des PCK sur l'apprentissage des sciences : sur les programmes (les activités d'expression orale, de lecture ou de rédaction de textes en français ont toute leur place en sciences), sur les élèves (les difficultés liées au langage). Il y a aussi des PCK sur l'apprentissage du français (syntaxe, lecture, orthographe, phonologie) et des PK (consigne double, support de trace écrite de recherche, modalités, autonomie). Nous avons dit que les deux professeurs avaient planifié la séquence pour qu'elle se passe aux abords de Noël. Pour nous, ils mobilisent une PK.

Nous avons relevé un autre déterminant de l'action des professeurs consécutivement à une DI de nature expérimentale. Les enseignants s'appuient sur les résultats expérimentaux pour construire les connaissances « théoriques » mais aussi pour régler les différends entre les élèves. Ils font office de « preuve » car « *les notions sont suffisamment simples c'est concret* », nous disent les deux enseignants. Il ne s'agit pas d'un point de vue épistémologique concernant la construction des connaissances en sciences expérimentales mais plutôt du constat. Pour autant, elle détermine leur action.

L'approche théorique et la méthodologie utilisée dans cette recherche nous permettent d'identifier des déterminants de l'action dans le cas de la construction et de la mise en œuvre d'un enseignement fondé sur l'investigation. Nous montrons que différents éléments interviennent dans les déterminants de l'action : certaines catégories de connaissances professionnelles, notamment des PCK sur l'apprentissage des sciences et du français, des PK et des SMK, mais aussi le statut de « preuve » donné par les professeurs aux résultats expérimentaux. Bien sûr, l'action enseignante est pluridéterminée (Calmettes, 2012) et les connaissances de l'enseignant ne constituent qu'une partie des déterminants de l'action. Il reste à tester le pouvoir heuristique de ce cadre d'analyse enrichi dans d'autres situations d'ESFI.

RÉFÉRENCES

- Abell, K. (2007). Research on science teacher knowledge. In K. Abell, & N. Lederman (Éds.), *Handbook of research on science education* (pp. 1105-1150). Mahwah, New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates.
- Bécu-Robinault, K. (2007). Connaissances mobilisées pour préparer un cours de sciences physiques. *Aster*, 45, 165-188.
- Boilevin, J.-M. (2005). Enseigner la physique par situation-problème ou par problème ouvert. *Aster*, 40, 13-39.
- Boilevin, J.-M. (2013). *Rénovation de l'enseignement des sciences physiques et formation des enseignants. Regards didactiques*. Bruxelles : De Boeck.
- Bronckart, J.-P. (2005). *Une introduction aux théories de l'action*. Genève : Université de Genève, FPSE Publications.
- Calmettes, B. (2012). *Modélisation pragmatiste de l'action didactique de l'enseignant – le cas des démarches d'investigation en physique au collège*. Note de synthèse pour l'habilitation à diriger des recherches, Université Toulouse 2, Toulouse.
- Clot, Y., Faïta, D., Fernandez, G., & Scheller, L. (2001). Entretiens en autoconfrontation croisée : une méthode en clinique de l'activité. *Education Permanente*, 146(1), 17-25.

- Cross, D. (2010). Action conjointe et connaissances professionnelles de l'enseignant. *Éducation & Didactique*, 4(3), 39-60.
- Dumez, H., & Jeunemaître, A. (2005). La démarche narrative en économie, *Revue Économique*, 56, 983-1005.
- Flanagan, J. (1954). The critical incident technique. *Psychological Bulletin*, 51(4), 327-358.
- Grossman, P. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.
- Jameau, A. (2014). Les connaissances professionnelles des enseignants et leur évolution à travers une analyse de l'activité. Une étude de cas en physique au collège. *Education & Didactique*, 8, (à paraître).
- Kermen, I., & Méheut, M. (2008). Mise en place d'un nouveau programme à propos de l'évolution des systèmes chimiques : impact sur les connaissances professionnelles d'enseignants. *Didaskalia*, 32, 77-116.
- Leontiev, A. (1975). *Activité, conscience, personnalité*. Moscou : Editions du Progrès.
- Leplat, J. (2004). L'analyse psychologique du travail. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée*, 54(2), 101-108.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N. Lederman (Éds.), *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education* (pp. 95-132). Boston: Kluwer.
- Ministère de l'Education Nationale (MEN) (2000). Plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie. *BOEN*, n°23.
- Ministère de l'Education Nationale (MEN) (2002). Enseigner les sciences à l'école. *Document d'accompagnement des programmes*. Sceren.
- Ministère de l'Education Nationale (MEN) (2002). Sciences et technologie (cycle 3). *Document d'application des programmes*. Sceren.
- Morge, L. (2008). *La simulation croisée pour accéder aux connaissances professionnelles didactiques locales (LPCK) acquises par l'expérience*. Note de synthèse pour l'habilitation à diriger des recherches, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand.
- Schubauer-Leoni, M., Leutenegger, F., Ligozat, F., & Fluckinger, A. (2007). Des catégories pour décrire et comprendre l'action didactique. In G. Sensevy, & A. Mercier (Éds.), *Agir ensemble : l'action didactique conjointe du professeur et des élèves* (pp. 51-91). Rennes : PUR.
- Sensevy, G. (2007). Des catégories pour décrire et comprendre l'action didactique. In G. Sensevy, & A. Mercier (Éds.), *Agir ensemble. L'action conjointe du professeur et des élèves dans le système didactique* (pp. 13-49). Rennes : PUR.
- Sensevy, G., & Amade-Escot, C. (2007). Une présentation de "Those who understand knowledge growth in teaching". *Education & Didactique*, 1(1), 95-96.
- Sensevy, G. (2011). *Le sens du savoir. Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. Bruxelles : De Boeck.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Venturini, P. (2012). Action, activité, « agir » conjoints en didactique : discussion théorique. *Education & Didactique*, 6(4), 127-136.
- Vinatier, I. (2009). *Pour une didactique professionnelle de l'enseignement*. Rennes : PUR.