

Articuler les schèmes aux dynamiques intentionnelles

Cas de l'Enseignement-apprentissage des Sciences Fondé sur l'Investigation

Résumé : A travers une étude de cas réalisée à l'école élémentaire nous montrons comment une articulation du cadre de la conceptualisation dans l'action avec un modèle dynamique des intentions basé sur une approche phénoménologique du didactique permet de mieux comprendre les relations entre la conduite de l'apprentissage en situation d'enseignement-apprentissage des sciences fondé sur l'investigation et la conceptualisation de l'enseignante sur la situation. Nos outils méthodologiques sont empruntés aux approches ergonomiques de la psychologie du travail et les résultats présentés ciblent la dynamique des intentions relatives aux savoirs en jeu.

Mots-clé : ESFI, schème, activité enseignante, dynamiques intentionnelles, intentions didactiques

Enseignement-apprentissage des Sciences fondé sur l'investigation

Depuis plusieurs décennies, et afin de rendre l'apprentissage des sciences et de la technologie plus actif et plus motivant, la prescription de démarches d'enseignement-apprentissage fondé sur l'investigation (ESFI) se développe au niveau mondial. Selon Boilevin (2013) il s'agit de proposer aux élèves des tâches plus ouvertes, de plus haut niveau cognitif et leur offrant plus d'autonomie. Cependant, la place centrale accordée aux interactions entre élèves à travers cette évolution transforme profondément la relation didactique et le rôle de l'enseignant, tant en classe que dans sa façon de préparer la séance (Boilevin, *ibid.*). En outre de nombreuses recherches soulignent les difficultés rencontrées par les enseignants pour opérationnaliser ces nouvelles pratiques (voir Marlot et Morge, 2016).

Afin de rendre plus intelligible le processus d'enseignement-apprentissage en situation d'ESFI et faire progresser la compréhension des rapports entre les conduites des enseignants en situation de classe et les éléments qui orientent et guident leur activité, des travaux mettent au jour des *organismes de l'activité enseignante* (pour ceux qui s'appuient sur les théories de l'activité) ou des *déterminants de l'action professorale* (pour ceux qui s'appuient sur les théories de l'action ou de l'action conjointe). Cependant, quels que soient les cadres d'analyse mobilisés, toutes ces recherches soulignent la difficulté à décrire le non visible du travail de l'enseignant, à accéder aux logiques d'actions de ce-dernier et au système de décision qui oriente sa pratique (*e.g.* Amade-Escot et Venturini, 2009 ; Cross, 2010 ; Jameau, 2021). Notre recherche propose de mettre au travail cette complémentarité des approches (didactique professionnelle et didactiques des sciences) afin de mieux comprendre ce que font les enseignants, pourquoi et de quelle manière ils le font, au moment où ils le font (Jameau, 2021 ; Lenoir et Pastré, 2008 ; Venturini, 2012). Notre recherche propose de mettre au travail cette complémentarité des approches afin de mieux comprendre les ajustements réalisés par une professeure des écoles expérimentée en situation d'ESFI. Précisons à présent notre cadre théorique.

Schémes et dynamiques intentionnelles de l'enseignant

Le cadre de la conceptualisation dans l'action (Vergnaud, 1994) est un élément central de la didactique professionnelle. Il postule que l'activité humaine est organisée et peut être analysée en termes de formes d'organisation (des schémas) associées à des classes de situation. Si le schéma peut être défini comme une organisation invariante pour une classe de situation, il n'est cependant pas un stéréotype mais une totalité dynamique organisée et fonctionnelle qui permet de rendre compte des suites d'action du sujet en fonction des valeurs prises par les variables de la situation (Vergnaud, *ibid.*). La mise au travail du concept de schéma pour analyser l'organisation de l'activité de professeurs, spécifiquement en situation d'ESFI, amène Jameau (2012) à en proposer une redéfinition fonctionnelle selon six éléments : 1/ les buts et éventuellement les sous-buts du schéma, 2/ les anticipations du sujet, 3/ les indices pris en compte (définis par Jameau (*ibid.*) comme les réponses des élèves, qu'elles soient verbales ou non verbales), 4/ les inférences, 5/ les invariants opératoires du sujet (propositions prises pour vraies ou considérées pertinentes par celui-ci pour agir), 6/ les règles d'action. Cette redéfinition permet de considérer plus spécifiquement les anticipations de l'enseignant et les indices qu'il prend en compte en situation de classe pour agir. Toutefois, Jameau (2021) conclut qu'elle ne suffit pas pour donner à voir le réel de l'activité du professeur et suggère une étude des intentions afin d'accéder non seulement à ce qui déclenche l'action mais également à ce qui permet de la guider et de la contrôler jusqu'à son terme.

Le modèle dynamique des intentions proposé par Portugais (1999) propose justement d'augmenter les deux dimensions du concept de schéma (sujet et situation) d'une troisième dimension représentant l'*intention du sujet*. Son approche phénoménologique du didactique (des sciences dans notre recherche) appréhende alors l'intention à travers trois instances intentionnelles : l'*Intentio*, l'Intentionnalité et l'intention didactique. L'Intentionnalité (I) de l'enseignant s'exprime en amont de la situation de classe et permet à ce-dernier d'anticiper et de planifier cette situation d'une manière qui lui semble cohérente avec ses propres croyances et avec son interprétation du projet social concernant l'enseignement-apprentissage des sciences (l'*Intentio*). I représente donc tout le réseau intentionnel qui permet à l'enseignant d'organiser son activité, aussi bien au niveau *macroscopique* – enseignement-apprentissage des sciences en général - qu'au niveau *mésoscopique* - enseignement-apprentissage des sciences à l'échelle de la séance - (Masselot et Robert, 2007). Les indices relevés par l'enseignant au cours des interactions entre et avec les élèves en situation de classe, amènent ce-dernier à actualiser ses Intentionnalités en intentions d'agir maintenant, que Portugais (*ibid.*) qualifie d'*intentions didactiques* (i), l'adjectif *didactique* étant ici pris au sens large c'est à dire qu'il englobe l'aspect pédagogique. Le rôle spécifique des intentions didactiques consiste alors à déclencher, guider et contrôler l'agir de l'enseignant en situation de classe. Selon Pacherie (2003), cette transformation d'une intention exprimée en amont (pour nous : I), à une intention exprimée dans le présent de la situation (pour nous : i), s'accompagne d'une transformation du contenu de l'intention d'un type descriptif à un type indexical perceptif, c'est à dire que l'intention d'agir maintenant (intention didactique) se trouve articulée conceptuellement à l'ici et maintenant de la situation.

C'est cette articulation conceptuelle que nous nous proposons de mettre au jour en répondant à la question : Qu'est-ce que la reconstruction des dynamiques intentionnelles d'une enseignante expérimentée révèle de son schéma de conduite de l'apprentissage en situation d'ESFI ?

Protocole expérimental

L'étude de cas présentée ici est extraite d'une étude doctorale plus large, et vise à mettre au jour les dynamiques intentionnelles d'une professeure des écoles expérimentée, que nous appelons Zoé, en *situation ordinaire* d'ESFI. Par ordinaire nous entendons, à l'instar de Margolinas et Laparrat (2011), que le chercheur n'intervient ni dans la préparation ni dans la mise en œuvre de la séance et que l'enseignante participante est titulaire et en exercice depuis au moins cinq ans. Zoé enseigne depuis neuf ans, et se trouve actuellement au Cours Préparatoire pour la troisième année consécutive. Par le passé Zoé a régulièrement pris en charge l'enseignement-apprentissage des sciences dans d'autres classes que la sienne dans le cadre de décroissements. Nous la considérons donc expérimentée. Signalons à titre indicatif que Zoé est titulaire d'une licence pluridisciplinaire obtenue à la suite d'un bac scientifique et qu'elle enseigne en zone périurbaine. L'enseignante participe volontairement à la recherche et est libre de choisir la séquence qu'il lui convient de nous partager du moment qu'elle porte sur la matière et qu'elle soit fondée, de son point de vue, sur l'investigation.

Nous recueillons des traces objectives de l'activité de Zoé : sa fiche de préparation écrite d'une séance et la captation audio-vidéo de sa mise en œuvre. Ces données sont augmentées de deux entretiens. Le premier, semi-directif, est réalisé en amont de la séance et vise à faire clarifier par l'enseignante ses buts, ses anticipations, ses invariants opératoires et les Intentionnalités qui les sous-tendent. Le second entretien, de type *auto confrontation explicite* (Cahour *et al.*, 2018), est réalisé en aval de la séance et vise à recueillir les propos de l'enseignante à travers son discours sur sa propre activité, en évitant de faire émerger toute reconstruction de raisons qui n'existaient pas au moment de la séance. Les commentaires de Zoé sur la vidéo de sa séance révèlent les indices qu'elle prend en compte en situation de classe, les inférences et les règles d'actions qu'elle met en œuvre, ainsi que de nouveaux invariants opératoires qui guident ses actes en situation de classe.

Un premier niveau d'analyse consiste à identifier les écarts entre le prévu et le réalisé pour repérer les incidents critiques sur lesquels se focalise l'entretien post-vidéo, c'est à dire les événements qui ont suffisamment surpris ou déstabilisé l'enseignante pour engager sa réflexivité en situation de classe. Les entretiens sont ensuite découpés et transcrits à l'aide du logiciel Sonal, selon des catégories construites et affinées au fur et à mesure de l'analyse. Nous nous intéressons ici spécifiquement aux catégories : *éléments de schème* (buts, anticipations, indices, inférences, invariants opératoires, règles d'action) et *éléments d'intention* (organiser, impliquer, enseigner/faire apprendre). Sous l'étiquette *invariants opératoires*, nous identifions les propos de Zoé qui expriment des propositions jugées vraies ou pertinentes pour agir. Un second niveau d'analyse consiste à reconstruire ces invariants par une reformulation des propos en termes de « il est pertinent de » ou « je pense que », tout en restant au plus près du vocabulaire utilisé par Zoé, puis à identifier les intentions qui les sous-tendent. Un regroupement des extraits selon les intentions identifiées fait alors émerger différentes catégories d'intentions. Puis, afin de reconstruire la dynamique de chaque catégorie, nous identifions le niveau d'organisation de l'activité auquel ces invariants sont opératoires. Les propos qui touchent au général sont associés au niveau macroscopique et portés par des Intentionnalités, les propos qui se réfèrent plus spécifiquement à la séance sont associés au niveau mésoscopique, et également portés par des Intentionnalités, et les propos qui sont directement corrélés aux actes de l'enseignante en situation de classe, sont associés

au niveau microscopique et portés par des intentions didactiques. Présentons à présent nos principaux résultats.

Structure de la séance

Afin de fixer rapidement l'objectif de sa séance ainsi que les tâches qu'elle juge pertinentes, Zoé s'appuie sur un manuel scolaire choisi et utilisé par les membres de son équipe pédagogique. Pour la séance ciblée ici, Zoé prévoit de faire imaginer et réaliser par les élèves des expériences simples impliquant l'air, de manière dit-elle à ce « qu'ils prennent conscience de son existence ». En termes de savoirs, il s'agit de faire construire le « concept d'air » que Zoé juge « très compliqué puisque c'est quelque chose qu'on ne voit pas qui ne se sent pas ni matériellement ni visuellement, qui n'a pas d'odeur ». L'enseignante structure alors sa séance selon trois phases correspondant chacune à une tâche définie (notée T1, T2, T3 dans le tableau 1). L'état final visé par chaque phase c'est à dire le but, ainsi que l'Intentionnalité qui porte chaque but sont identifiés par le chercheur à travers les propos tenus par Zoé. Les buts sont codés B1, B2, B3 et les Intentionnalités sont exprimées en italique (►).

phases/modalités	déroulé effectif	Tâches élèves – buts- Intentionnalités
1 : « je m'interroge » collectif oral	- Zoé questionne les élèves : « qu'est-ce que c'est le vent pour vous ? ... »	T1 : exprimer l'état de ses connaissances B1 : faire émerger que « le vent c'est de l'air qui bouge » ► <i>pour centrer les élèves sur la notion d'air (Intentionnalité d'impliquer les élèves I_{IMP})</i>
2 : « J'expérimente » groupes de 4	- les élèves découvrent le matériel - les élèves manipulent le matériel / expérimentent librement - discussion collective sur l'expérience : souffler dans l'eau avec la paille - nouveau temps d'expérimentation - discussion collective sur l'expérience du mouchoir - dernier temps d'expérimentation	T2 : manipuler/expérimenter, se questionner librement B2 : faire émerger deux ou trois expériences pertinentes ► <i>pour « montrer que l'air existe » (Intentionnalité de faire construire du savoir sur le concept d'air I_{SAV})</i>
3 : « je retiens » individuel	- les élèves recopient les schémas des expériences mises en valeur pendant la séance	T3 : dessiner les expériences jugées pertinentes par PE B3 : garder une trace écrite ► <i>« pour mémoriser et y revenir » (Intentionnalité d'organiser la trace écrite, et la séquence I_{ORG})</i>

Tableau 1 : plan de séance

Zoé précise lors de l'entretien *ante* vidéo que la structure de cette séance est celle habituellement mise en œuvre en situation d'ESFI, elle est proposée par le manuel qui indique « respecter la démarche scientifique et d'investigation ». Nous constatons que les questions posées en phase 1 visent à répondre à la question « qu'est-ce que le vent ? », en faisant émerger la définition : « le vent c'est de l'air qui bouge ». Pour mettre au travail le concept d'air, Zoé utilise donc simultanément les termes de *vent* et d'*air*, définissant le premier concept à partir du second sans jamais orienter spécifiquement le questionnement sur le concept d'air. Ici, l'enseignante souligne sa volonté de partir du quotidien des élèves. Pour elle en effet, le fait que les élèves identifient le vent à travers un rituel de classe sur la météo est une entrée concrète pour mettre au travail le concept d'air. Des propos de Zoé, nous reconstruisons une Intentionnalité d'impliquer les élèves (I_{IMP}). C'est à dire une Intentionnalité de capter leur attention, de leur permettre de s'exprimer et de se concentrer et non une Intentionnalité de les impliquer intellectuellement dans la construction d'un questionnement selon une perspective socio-constructiviste. Nous constatons ensuite que Zoé utilise le terme

d'*expérimentation* comme synonyme d'*investigation*. L'exemple le plus flagrant s'exprime à travers le propos : « comme tu veux voir l'expérimentation [...] », qui révèlent son interprétation de la demande du chercheur de voir une séance fondée sur l'investigation. Pour terminer, remarquons les différentes Intentionnalités indiquées dans le tableau 1 : Intentionnalité d'organiser (I_{ORG}), Intentionnalité d'impliquer les élèves (I_{IMP}) et Intentionnalité de faire progresser le savoir (I_{SAV}). C'est la reconstruction de la dynamique de cette dernière catégorie que nous présentons maintenant.

Dynamique intentionnelle concernant le savoir en jeu

Pour mettre au jour les transformations de I_{SAV} en i_{SAV} , nous extrayons des données les invariants opératoires portés par l'intention d'enseigner-faire apprendre des savoirs sur l'air, et les regroupons selon leur niveau d'opérationnalité.

État initial

Le tableau 2 ci-dessous présente de manière réduite et condensée, une reconstruction des invariants opératoires de Zoé et des Intentionnalités qui les portent aux niveaux macroscopique et mésoscopique de l'organisation de son activité. Les codes entre parenthèses correspondent au numéro attribué à chaque extrait selon qu'il provienne de l'entretien *ante* vidéo (EA) ou de l'entretien *post* vidéo (EP).

Propos de Zoé	Reconstructions du chercheur
- « je trouve là en fait il n'y a pas de choses à apprendre [...] l'air existe autour de nous il est invisible et n'a pas d'odeur » (EA 76) - « l'air c'est quand même un concept compliqué puisque c'est quelque chose qu'on voit pas qui se sent pas ni matériellement ni visuellement ça n'a pas d'odeur [...] c'est quelque chose qui est partout autour de nous » (EP 20)	- Je pense qu'il n'y a pas beaucoup de choses à apprendre sur l'air - Je pense que le concept d'air est compliqué ► I_{SAV} niveau mésoscopique
- « c'est pas ça qui me plaisait quand je faisais des sciences [...] c'était voilà les manipulations comprendre des choses » (EA 70) ; « et moi justement je voudrais faire des sciences comme j'ai appris à en faire en fait et comme ça me plaît » (EA 90) - « je les [les élèves] vois pas apprendre par cœur leur leçon là, la répéter comme on fait par exemple pour les mots d'orthographe ou des choses comme ça » (EA 78)	- Il est pertinent de manipuler pour comprendre ► I_{SAV} niveau macroscopique - Il n'est pas pertinent d'apprendre une leçon de sciences par cœur ► I_{SAV} niveau macroscopique
- « on leur apprend plein de choses en les laissant faire ça [expérimenter librement] (EA 55) » - « parce que c'est là où ils se posent des questions c'est là où ils cherchent il faut leur donner la possibilité que ça émerge, si on donne toujours la réponse euh il n'y a pas de enfin de créativité » (EA 36)	- Il est pertinent de laisser les élèves chercher, expérimenter librement, se questionner ► I_{SAV} niveau macroscopique

Tableau 2 : reconstruction d'invariants opératoires aux niveaux macroscopique et mésoscopique

Comme le montre le tableau 2, nous reconstruisons davantage d'invariants opératoires au niveau macroscopique que d'invariants opératoires au niveau mésoscopique. Les invariants opératoires au niveau macroscopique révèlent un arrière-plan épistémologique teinté de socio-constructivisme. Zoé semble en effet accorder de l'importance à laisser les élèves chercher, se questionner et expérimenter. En outre, elle semble privilégier la *compréhension* des savoirs plutôt que l'*apprentissage* de savoirs, ce que nous interprétons comme une Intentionnalité de faire *construire* des connaissances plutôt que d'apporter des savoirs impersonnels de type propositionnels. Nous

remarquons en revanche, que Zoé n'exprime pas de nécessité à faire émerger explicitement les obstacles épistémologiques des élèves dans l'optique de travailler à leur dépassement. Ainsi, bien que l'enseignante juge le concept d'air « compliqué », elle précise qu'il y a peu de choses à savoir sur l'air. Nous constatons au niveau mésoscopique que Zoé ne donne aucune précision sur les difficultés conceptuelles attendues, ni aucune stratégie possible pour dépasser les obstacles épistémologiques des élèves concernant le concept d'air. Regardons ce qu'il se passe au niveau microscopique.

Incident critique : l'expérience du mouchoir

Lors de la phase d'expérimentation, les élèves sont invités à réaliser *l'expérience du mouchoir* proposée par un camarade. Cela consiste à mettre un mouchoir au fond d'un verre et à enfoncer ce verre à l'envers dans un baquet d'eau. En ressortant le verre du baquet les élèves doivent remarquer que le mouchoir n'est pas mouillé. Zoé passe de groupe en groupe pour vérifier que tous réalisent l'expérience proposée puis elle questionne les élèves sur ce qu'ils font, ce qu'ils observent et sur ce qu'ils en concluent, comme le montre l'extrait de transcript ci-dessous.

Extrait de transcript 1 :

Z = Zoé, E = élève (indifféremment identifié)

Z : « vous regardez comment il [le mouchoir] est? il est sec! Plonge à l'envers, maintenant regarde dedans, est-ce qu'il est tout mouillé?

E : nan !

Z : Pourquoi y a pas plein d'eau qui est rentrée dans le verre?

E: le pot il est grand et l'eau elle est petite

Z: parce que dedans il y a de l'air ! »

La proposition de l'élève, ci-dessus en surépaisseur, constitue pour Zoé un indice de son raisonnement et l'entretien post-vidéo révèle les inférences que Zoé est amenée à faire sur ce qu'il pense : « Au tout départ je comprends pas ce qu'il veut dire, il est petit il est grand je sais pas quoi, après j'ai compris qu'en fait il voulait dire que l'eau il y en avait pas assez pour recouvrir le verre et que du coup elle pouvait pas aller jusqu'au fond, le verre il dépassait de la surface de l'eau » (EP 115). Zoé explique alors comment elle traite ces informations :

Propos de Zoé	Invariants opératoires reconstruits par le chercheur
- « en fait quand j'ai compris je me suis dit [...] parce que j'étais pas sûre de réussir à lui montrer, parce que je crois que mon verre j'avais jamais réussi à le remplir complètement en le mettant de côté, donc je me suis dit si j'essaie de lui montrer et que ça marche pas ben ça va rien lui prouver du tout» (EP 116)	- Je pense qu'une expérience ça doit prouver quelque chose ► i_{SAV} niveau microscopique
- « donc j'essaie pas de lui prouver que ce qu'il raconte c'est faux et du coup je vais donner la réponse en fait, [...] je me suis dit au moins il aura la raison et ça fera son chemin » (EP 119)	- Il est parfois pertinent d'apporter le savoir ► i_{SAV} - Je pense que l'élève comprendra plus tard ► i_{SAV} niveau microscopique

Tableau 3 : reconstruction d'invariants opératoires aux niveaux microscopique

Le tableau 3 montre qu'à ce niveau microscopique de l'organisation de l'activité, Zoé évalue une première stratégie : refaire elle-même l'expérience en penchant le verre pour qu'il soit totalement immergé, afin de montrer à l'élève que son interprétation n'est pas correcte. Elle considère finalement cette stratégie risquée et préfère apporter elle-même la conclusion : le mouchoir n'est pas mouillé parce qu'il y a de l'air dans le verre. A ce moment précis, l'invariant qui guide l'activité de Zoé est que *l'expérience doit prouver que l'air existe*. Autrement dit, l'expérience doit permettre

de conclure la séance, et non de discuter les ambiguïtés de la compréhension. Or, dans une perspective constructiviste c'est cette discussion, pouvant prendre la forme d'un débat, qui permet de mettre en relation le monde des objets et des phénomènes d'une part, et l'élaboration théorique d'autre part, c'est à dire, de construire des *savoirs conceptuels* sur l'air (Hasni, 2011). Le positionnement épistémologique de Zoé semble donc avoir basculé d'un paradigme constructiviste à un paradigme ontologique dans lequel la connaissance est impersonnelle et extérieure aux élèves.

Discussion conclusive

Le cadre théorique et la méthodologie construits pour cette recherche exploratoire s'appuient sur la complémentarité de deux champs académiques connexes : la didactique des sciences abordée par un modèle dynamique des intentions centré sur une approche phénoménologique du didactique, et la didactique professionnelle à travers la mise au travail du concept de schème qui permet de prendre en compte la conceptualisation dans l'action. Les résultats obtenus dans l'étude de cas présentée ici confirment le constat posé par Amade-Escot et Venturini (2009) selon lequel les enseignants agissent dans une interférence d'intentions. Ils amènent en outre à dépasser ce constat puisque notre cadre d'analyse permet d'identifier les intentions de l'enseignante, de les catégoriser et de les articuler à ses buts, mais aussi et surtout, à ses invariants opératoires. Ce cadre permet enfin de définir les niveaux d'opérationnalité des invariants opératoires de l'enseignante, et par là-même, de préciser le grain des intentions qui les sous-tendent (I aux niveaux macro et mésoscopiques, i au niveau microscopique). La reconstruction spécifique de la dynamique des *intentions de faire progresser le savoir* montre alors, dans le cas de Zoé, que son activité s'organise selon un paradigme constructiviste au niveau macroscopique, et selon un paradigme ontologique au niveau microscopique. Ce changement de paradigme a pour conséquence la valorisation d'un savoir de type définitionnel et non conceptuel, ce qui fait écho à Perron *et al.* (2020) qui pointent l'absence de savoirs conceptuels lors de mises en œuvre d'enseignements fondés sur l'investigation. Nous avançons donc pour conclure, que la reconstruction de cette dynamique intentionnelle révèle le conflit paradigmatique (Jonnaert, 2002) dans lequel opère Zoé sans s'en apercevoir. Pour le dire autrement, cette reconstruction de la dynamique intentionnelle de I_{SAV} révèle une incohérence épistémologique au cœur du schème de conduite de l'enseignement-apprentissage de cette enseignante. Soulignons bien cependant, que l'incohérence se situe dans *le passage* du macroscopique au microscopique et non à l'échelle d'un niveau, où nous avons pu constater que les actes de Zoé sont cohérents avec sa conceptualisation de la situation.

Dans une perspective de développement professionnel et étant donné le peu d'invariants opératoires reconstruits au niveau mésoscopique, quelques questions suggèrent des prolongements à cette recherche. Tout d'abord, Zoé n'a exprimé aucune stratégie pour construire le concept d'air - ni sous forme d'invariants opératoires, ni sous forme de retour d'expérience - cela indique-t-il qu'elle n'a pas connaissance des obstacles épistémologiques en jeu ? Dans ce cas nous pouvons nous demander si la ressource utilisée pointe clairement ces obstacles et propose des stratégies explicites en termes d'Intentionnalités pour les dépasser. Ensuite, l'assimilation entre investigation et expérimentation que nous avons constatée chez Zoé, constitue-t-elle un indice de ce conflit paradigmatique ? Et cette assimilation est-elle induite par la ressource ? Enfin, demandons-nous pourquoi l'expérience de Zoé ne lui a, semble-t-il, pas permis de développer d'invariants opératoires au niveau mésoscopique, et comment procéder alors pour y parvenir ?

Bibliographie

- Amade-Escot, C., & Venturini, P. (2009). Le milieu didactique : d'une étude empirique en contexte difficile à une réflexion sur le concept. *Education et didactique*, 1(3), 7-44.
- Boilevin, J.-M. (2013). La place des démarches d'investigation dans l'enseignement de la science. Dans M. Grangeat (dir.), *Le travail collectif des enseignements scientifiques fondés sur les démarches d'investigation : formations, pratiques, effets* (pp. 23-44). Presses universitaires de Grenoble.
- Cahour, B., Licoppe, C., & Créno, L. (2018). Articulation fine des données vidéo et des entretiens d'auto-confrontation explicite : étude de cas d'interactions en covoiturage. *Le travail humain*, 81(4), 269-305.
- Cross, D. (2010). Action conjointe et connaissances professionnelles de l'enseignant. *Education & Didactique*, 4(3), 36-60.
- Hasni, A. (2011). Problématiser, contextualiser et conceptualiser en sciences : point de vue d'enseignants du primaire sur leur pratique de classe. In A. Hasni & G. Baillat (Dir.), *Pratiques d'enseignement des sciences et technologies : Regards sur la mise en oeuvre des réformes curriculaires et sur le développement des compétences professionnelles des enseignants* (pp. 105-40). Reims: Éditions et Presses Universitaires de Reims.
- Jameau, A. (2021). *Un cadre didactique d'analyse de l'activité d'enseignement de la physique. Mise en relation d'éléments théoriques et méthodologiques en didactique de la physique et en didactique professionnelle*. Note de synthèse pour l'Habilitation à diriger des recherches. Université de Bretagne Occidentale.
- Jonnaert, P. (2002). Recherches collaboratives et socioconstructivisme. Dans P. Venturini, C. Amade-Escot et A. Terrisse (dirs.), *Études des pratiques effectives : l'approche des didactiques* (p. 175-196). Grenoble : La pensée sauvage.
- Margolinas, C., & Laparra, M. (2011). Des savoirs transparents dans le travail des professeurs à l'école primaire. Dans J.-Y. Rochex & J. Crinon (dirs.), *La construction des inégalités scolaires*. (pp.19-32). Presses universitaires de Rennes.
- Marlot, C., & Morge, L. (2016). L'investigation scientifique et technologique : comprendre les difficultés de mise en œuvre pour mieux les réduire. Rennes : Presses Universitaire de Rennes.
- Masselot P., et Robert, A. (2007). Le rôle des organisateurs dans nos analyses didactiques de pratiques de professeurs enseignant les mathématiques. *Recherche et Formation* 56, 15-31.
- Pacherie, E. (2003). La dynamique des intentions. *Dialogue*, 42.
- Portugais, J. (1999). L'Intentionnalité et le cognitif. Dans F. Conne & G. Lemoyne (dirs.), *Le cognitif en didactique des mathématiques* (pp.71-102). Presses de l'Université de Montréal.
- Lenoir, Y., et Pastré, P. (dir). (2008). Didactique professionnelle et didactiques disciplinaires en débat : un enjeu pour la professionnalisation des enseignants. Toulouse : Octarès.
- Perron, S., Hasni, A., & Boilevin, J.-M. (2020). L'absence de savoir conceptuel lors de démarches d'investigation scientifique mises en œuvre en classe : une crainte devenue réalité?, *Recherches en éducation*, 42.
- Venturini, P. (2012). Action, activité, « agir » conjoints en didactique : discussion théorique, *Éducation et didactique*, 1(6), 127-136.
- Vergnaud, G. (1994). Le rôle de l'enseignant à la lumière des concepts de schème et de champ conceptuel. Dans M. Artigue & R. Gras (dirs.), *Vingt ans de didactique des mathématiques en France. Hommage à Guy Brousseau et à Gérard Vergnaud* (pp. 177-191). La Pensée Sauvage.