

Sciences à l'école : quelles intentions de l'enseignant pour quels savoirs ?

MURIEL BLAT, JEAN-MARIE BOILEVIN, PATRICIA MARZIN-JANVIER

CREAD, F-29200 Brest
Université de Brest, Université de Rennes
France
muriel.blat@inspe-bretagne.fr
jean-marie.boilevin@inspe-bretagne.fr
patricia.marzin-janvier@inspe-bretagne.fr

ABSTRACT

This study aims to better understand how experienced school teachers think about, organize, control and guide an inquiry-based science teaching-learning situation. The framework of conceptualization in action, complemented by a dynamic model of intentions, allows us to uncover the intentions underlying the preparations for each session, and to identify the cues taken into account by each teacher to actualize these intentions in the classroom situation. Our methodological tools are borrowed from the ergonomic approaches of work psychology and the results presented in this paper target the didactic intentions related to the knowledge at stake.

KEY WORDS

Inquiry based learning and teaching, primary school, intentions, scheme, conceptual knowledge

RÉSUMÉ

Cette étude vise à mieux comprendre comment des professeurs des écoles expérimentés pensent, organisent, contrôlent et guident une situation d'enseignement-apprentissage des sciences fondée sur l'investigation. Le cadre de la conceptualisation dans l'action complété d'un modèle dynamique des intentions nous permet de mettre au jour des intentions sous-jacentes aux préparations de chaque séance, et d'identifier les indices pris en compte par chaque enseignant pour actualiser ces intentions en situation de classe. Nos outils méthodologiques sont empruntés aux approches ergonomiques de la psychologie du travail et les résultats présentés dans cette communication ciblent les intentions didactiques relatives aux savoirs en jeu.

MOTS CLÉS

Investigation au primaire, intentions didactiques, schèmes, savoirs conceptuels

INTRODUCTION

Pour rendre l'apprentissage des Sciences et des Technologies plus actif et plus motivant, les prescriptions françaises de ces dernières décennies suggèrent aux enseignants de mettre en œuvre des situations d'enseignement-apprentissage fondées sur l'investigation (ESFI pour la suite de cette présentation), proposant aux élèves des tâches plus ouvertes qui leur laissent

plus d'autonomie (Boilevin, 2013). Les interactions entre élèves ou entre enseignant et élèves se retrouvent alors au cœur des situations d'ESFI (Boilevin, 2013; Méheut, 2006). Or Pastré, Mayen et Vergnaud (2006) précisent que l'imprévisibilité est une constante des situations fondées sur les interactions. Ainsi de nombreux travaux constatent les difficultés rencontrées par les enseignants pour opérationnaliser ces nouvelles pratiques (Calmettes, 2009; Venturini & Tiberghien, 2012), d'autant que les prescriptions très ouvertes, voire ambiguës (Marlot & Morge, 2016) ne renseignent pas les enseignants sur la manière de faire (Villeret, 2018). Des recherches questionnent donc le rôle de l'enseignant en situation d'ESFI (Boilevin, 2017; Crawford, 2000; Forbes, 2011; Jameau, 2021; Mathé, Méheut, & De Hosson, 2008; Vellopoulou & Papandréou, 2019). Dans ce contexte, notre étude veut contribuer à une meilleure compréhension de la manière dont des professeurs des écoles expérimentés pensent et organisent une situation d'ESFI, la contrôlent et la guident. Nous présentons dans un premier temps le cadre théorique de la recherche, puis nous exposons la méthodologie et terminons par une présentation des catégories d'intentions reconstruites et l'analyse plus spécifique de la dynamique des intentions portant sur le savoir en jeu.

CADRE THÉORIQUE

Le concept de schème

L'approche ergonomique postule que l'activité humaine est organisée et que l'on peut analyser cette activité en termes de formes d'organisation (des schèmes) associées à des classes de situation (Vergnaud, 1994). Dans cette perspective, Jameau (2017) constate que la préparation d'une séance d'ESFI n'est pas définitive et évolue lors de réajustements. Pour comprendre ces réajustements, il redéfinit le schème pour mettre spécifiquement au jour les indices que l'enseignant prend en compte en situation de classe pour agir. Cependant, selon Jameau (2021), se contenter des éléments du schème n'assure pas d'accéder au réel de l'activité du professeur. Précisons que le terme d'*activité* désigne ici à la fois l'activité observable et l'activité mentale de l'enseignant, c'est-à-dire tout ce qu'il pense, dit ou ne dit pas, fait ou ne fait pas dans une situation d'ESFI. Ainsi, pour accéder aux raisons d'agir de la personne, Jameau (2021) considère qu'il manque une étude des intentions. Nous nous inscrivons dans la continuité de ces travaux et afin d'accéder au sens des décisions prises par l'enseignant en situation de classe, nous enrichissons notre cadre de référence du modèle des intentions (Portugais, 1999) que nous présentons à présent.

Un modèle dynamique des intentions

Dans une perspective phénoménologique du didactique, Portugais considère que le sens du savoir, c'est à dire l'enjeu du savoir, est extrinsèque au savoir lui-même et dépend de trois instances intentionnelles. En premier lieu, le sens est déterminé par les contraintes liées au projet social qui pèse sur l'enseignement d'un savoir : l'*Intentio* (I_0). Liée à une ou des institutions, l' I_0 oriente les finalités de l'enseignant. Celui-ci s'approprie l' I_0 au regard de son propre réseau intentionnel : son *Intentionnalité* (I). I s'exprime ainsi en amont de la classe avec la particularité de ne pas être soumise aux contraintes de « l'ici et maintenant » de la séance (Pacherie, 2003), et représente donc un gros grain des intentions, qui se précise ou « s'actualise » (Portugais, 1999) en situation de classe, en réponse aux diverses interactions qui émergent comme autant de ressources ou de contraintes (Vinatier, 2013). Les *intentions didactiques* (i) représentent cette part actualisée de l'Intentionnalité (I) en situation de classe et ne correspondent donc pas forcément de manière strictement identique au contenu intentionnel de l' I_0 .

Question de recherche

Ce modèle dynamique des intentions couplé au concept de schème, amène la question de recherche suivante : Dans une situation d'ESFI à l'école élémentaire française, quels indices sont pris en compte par des enseignants expérimentés et que révèlent-ils de la dynamique de leurs intentions relativement au savoir en jeu ? L'objectif visé à travers cette recherche est de mieux comprendre l'organisation de l'activité d'enseignants expérimentés dans des situations ordinaires d'ESFI portant sur la matière à l'école élémentaire.

MÉTHODOLOGIE

Notre méthodologie est qualitative et s'appuie sur un ensemble d'études de cas dont trois sont présentées ici. Nous appelons P1, P2 et P3 les enseignants expérimentés qui nous laissent filmer dans leur classe la première séance d'une séquence¹ portant sur la matière à l'école élémentaire. Nous les considérons expérimentés car ils ont tous plus de sept ans d'ancienneté et au moins trois ans dans le niveau. Ils ont toujours assuré l'enseignement des sciences dans leur classe, voire dans plusieurs classes de leur école dans le cadre de décroissements, et ont tous suivi au moins une journée de formation auprès de la Maison Pour La Science² de leur département au cours des cinq dernières années. P1 enseigne au CM2 (élèves de 10 ans), P2 enseigne au CP (élèves de 6 ans) et P3 dans un multi-niveau CP-CE1-CE2 (élèves de 6 à 8 ans). P1 est issu d'une formation initiale scientifique, P2, d'une formation artistique, et P3 a suivi une licence pluridisciplinaire après un baccalauréat scientifique. Ces trois professeurs des écoles déclarent vouloir amener leurs élèves à se poser des questions, à observer et réaliser des expériences dès que cela est possible et à proposer des documents (souvent vidéo) pour amener leurs élèves à construire des connaissances à travers divers échanges. En référence aux caractéristiques de l'investigation proposée par Linn, Davis et Bell (2004), nous pouvons ainsi considérer que leur pratique relève d'un enseignement fondé sur l'investigation, et nous nous plaçons dans le paradigme où ces enseignants ont adapté la démarche d'investigation à leur environnement de travail (Marlot & Morge, 2016). L'enjeu de notre étude est de comprendre comment ces enseignants guident et contrôlent des situations ordinaires d'ESFI, c'est-à-dire des situations où le chercheur ne participe ni à l'élaboration ni à la réalisation des séances (Margolinas & Laparra, 2011). Les terrains ciblés sont des classes qui ne se situent ni en centre-ville ni en zones d'éducation difficile pour éviter des effets liés à des publics trop spécifiques et les objectifs de la recherche sont présentés aux enseignants qui participent de manière volontaire. Afin de perturber le moins possible les habitudes et programmations de ces derniers, ils sont libres de choisir la séquence qui leur convient.

Nos outils méthodologiques, empruntés aux approches ergonomiques (Magendie, 2019), nous permettent de partir de l'activité observable en situation d'ESFI pour remonter à l'activité mentale des enseignants. Ainsi, notre corpus de données prend en compte « le prévu » à travers les préparations écrites de classe, agrémentées d'un entretien semi directif filmé (entretien *ante* séance). Celui-ci vise à clarifier les buts et intentions des enseignants à partir des tâches prescrites aux élèves. Les enregistrements vidéo des séances permettent ensuite de repérer des écarts et réajustements entre le prévu et le réalisé. Chaque séance filmée est la première séance d'une séquence. Ce choix méthodologique s'appuie sur le présupposé que les enseignants repèrent spécifiquement dans cette première séance les indices qui leur permettent d'ajuster leur préparation et la progression de leur séquence. S'ensuit un

¹ Une séquence est l'ensemble de la progression prévue sur un thème spécifique et est constituée de plusieurs séances.

² Réseau français de structures régionales coordonné par la Fondation la main à la pâte qui propose une offre de développement professionnel en sciences, en partenariat avec les directions académiques.

entretien *post* séance de type *auto confrontation explicitante* (Cahour, Licoppe, & Créno, 2018) : l'enjeu est davantage ici de faire émerger le revécu de l'enseignant à travers son discours sur sa propre activité, que de chercher une rationalisation ou une reconstruction de ses raisons. Ces entretiens se centrent dans un premier temps sur la parole libre des enseignants puis abordent les écarts repérés par le chercheur et non mentionnés par les enseignants. L'objectif étant de mettre au jour les éléments présents à l'esprit de chacun quand il procède à ces réajustements en contexte d'émergence de l'activité (indices, anticipations, buts, invariants opératoires, intentions didactiques). C'est ensuite l'équipe de chercheurs qui reformule et catégorise les intentions des enseignants selon une grille critériée et testée en double aveugle à partir d'extraits d'entretiens (Annexe I).

Une analyse préalable de chaque séance est réalisée à partir des données *ante* afin de mettre au jour les possibilités didactiques de celle-ci (Margolinas, 1992). Le logiciel Sonal nous permet ensuite de réaliser un découpage de chaque entretien autour de quatre thématiques construites par le chercheur et affinées au fur et à mesure des écoutes : « éléments de schème » (invariants opératoires, buts, indices, anticipations, règles d'actions, inférences), « intentions » (différentes catégories reconstruites), « expérience/expertise » (connaissances sur le sujet, retour sur expérience, propositions d'amélioration), « autres ». Le logiciel permet ensuite de croiser des éléments de thématiques pour analyser de manière compréhensive comment les *Intentionnalités* se précisent en *intentions didactiques*, et en réponse à quels *indices*. Nous présentons à présent les premiers résultats de ces traitements de données.

RÉSULTATS

Nous précisons tout d'abord comment l'*Intentio* oriente le projet de chaque enseignant. Puis, après une rapide évocation des différentes catégories d'intention reconstruites, nous nous focalisons sur la catégorie spécifique aux savoirs en jeu et nous en décrivons la dynamique pour chaque enseignant. Nous pointons ensuite des régularités interpersonnelles et les discutons.

Selon Portugais (1999) l'*Intentio* (I_0) est le projet didactique situé en amont du projet privé de l'enseignant. À ce titre, I_0 représente le travail institutionnel et le projet social sur le savoir scientifique. Les entretiens *ante* nous permettent de mettre au jour les éléments d' I_0 que les enseignants se sont appropriés. Ils s'avèrent être très semblables et selon les termes repris par Boilevin (2017) nous pouvons dire, pour ces trois enseignants, que l' I_0 repose sur une vision tant « humaniste » que « démocratique » de l'enseignement des sciences. En effet, P1, P2 et P3 considèrent qu'il y a finalement peu de choses à savoir et qu'il s'agit avant tout d'amener les élèves à « faire des sciences ». Ils considèrent donc les sciences comme un élément de culture et lui associent des formes d'enseignement basées sur la coopération et la communication entre pairs. S'ils indiquent qu'une place centrale doit être accordée à l'expérimentation, ils soulignent également avec force les tensions que cela génère de leur point de vue, et notamment l'aspect chronophage des expérimentations. Pour minimiser ces tensions, ils s'appuient sur les fiches de préparation fournies par une ressource³, choisie et partagée par l'ensemble de leurs équipes enseignantes, qui leur permet de fixer rapidement le but de chaque séance et de sélectionner diverses tâches avec un sentiment de cohérence. Ainsi, P1, après avoir demandé à ses élèves de rechercher les définitions de différentes propriétés de la matière en amont de la séance, prévoit de leur « faire imaginer des protocoles expérimentaux pour caractériser quelques propriétés de la matière solide ou liquide » ;

³ MDI cycle 3 pour P1, MDI cycle 2 pour P3, Accès édition pour P2.

P2 envisage d'amener ses élèves à « expérimenter pour dégager certaines propriétés des solides et des liquides » ; et P3 prévoit de mettre à disposition de ses élèves du matériel - ballons de baudruche, pailles, gobelet et bacs remplis d'eau – pour qu'ils imaginent et réalisent des expériences pour « montrer la présence de l'air ».

Outre la mise au jour des différents buts fixés et des éléments d' I_0 qui orientent ces enseignants, le traitement des entretiens *ante* nous permet de reconstruire les Intentionnalités (I) qui sous-tendent les tâches que chaque enseignant prévoit d'assigner aux élèves. Pour cela, chaque Intentionnalité (I) exprimée dans le discours d'un enseignant est étiquetée par des mots-clé puis, par regroupement, nous reconstruisons quatre catégories d'intentionnalités et remarquons qu'elles sont toutes communes aux trois enseignants. Il s'agit de : 1) l'Intentionnalité d'impliquer les élèves (I_{IMP}) ; 2) l'Intentionnalité d'organiser le temps, l'espace, les progressions et programmations (I_{ORG}) ; 3) l'Intentionnalité de s'appuyer sur une approche socio-constructiviste (I_{SOC}) ; et 4) l'Intentionnalité de faire construire des savoirs (I_{SAV}). L'annexe II présente des exemples de reconstruction d'Intentionnalités à partir de propos extraits des entretiens. Regardons à présent plus précisément, et pour chaque enseignant, la dynamique de l'Intentionnalité de faire construire des savoirs (I_{SAV}).

Dans la séance de P1, la tâche des élèves est de « proposer un protocole expérimental pour tester une propriété de la matière ». L'Intentionnalité exprimée par P1 relativement au savoir est de « mettre en valeur quelques propriétés de la matière » parmi celles définies au préalable. Nos résultats montrent que le gros grain de cette Intentionnalité (I_{SAV}) se précise, en situation de classe, en deux types d'intentions didactiques (i) : les premières sont d'ordre méthodologique et les secondes d'ordre conceptuel. Ainsi P1 repère dans les productions des élèves des erreurs ou imprécisions qui vont l'amener soit à favoriser la construction de savoirs méthodologiques (savoir qu'une expérience est reproductible et qu'un seul paramètre doit varier, savoir faire un schéma, prévoir et interpréter un résultat), soit à faire relire ou reformuler les définitions des propriétés données préalablement, qui posent des difficultés du fait du vocabulaire utilisé ou du fait de la proximité de certains concepts en jeu (par exemple rigidité et dureté). L'annexe III illustre ce travail de reconstructions des intentions didactiques à travers des extraits d'entretiens. Un événement révèle cependant que le savoir visé sur les propriétés de la matière n'est finalement qu'un prétexte au travail méthodologique. En effet un groupe propose un protocole permettant de tester « la vaporisation des liquides », or la vaporisation est une *transformation* de la matière et non une *propriété*. P1, d'abord surpris, va cependant considérer que la production de ce groupe est recevable car elle satisfait aux exigences de son intention didactique relative aux savoirs méthodologiques, et il en reste là. Cet événement ouvrirait pourtant la possibilité d'initier une discussion autour des concepts de *propriétés* et de *changement d'état*, de questionner leurs liens, de les mettre en réseau avec le concept de *matière*. Pour décrire ce « processus dynamique qui met en relation le monde des objets et des phénomènes, d'une part, et l'élaboration théorique, d'autre part », Hasni (2011) parle de savoirs conceptuels. Dans cette séance, les élèves sont donc amenés à « faire des sciences » selon une visée méthodologique pour illustrer un savoir de type définitionnel ou encyclopédique, mais pas à construire des *savoirs conceptuels*.

Dans la séance de P2, la tâche des élèves est de « manipuler des solides et des liquides : les trier, les toucher, les transporter ». P2 laisse ainsi les élèves expérimenter de manière très libre pour les inciter à un questionnement qui, à terme, permettra de « savoir ce que c'est un liquide et un solide », c'est du moins l'Intentionnalité exprimée par P2 (I_{SAV}). P2 ne vise pas ici la mise en œuvre d'une réelle investigation mais plutôt une exploration empirique pour inciter au questionnement. Cette approche expérimentale correspond à la description du mode de familiarisation pratique proposée par Coquidé (2000), dans lequel une des priorités de guidage de l'enseignant est d'initier une articulation entre le réel et l'abstraction. L'analyse de la dynamique de I_{SAV} permet de mettre au jour la manière dont P2

initie cette articulation. P2, tout comme P1, est très attentive aux propositions des élèves. Ainsi quand des élèves utilisent le mot « les durs » pour désigner les solides, P2 s'en empare pour expliquer que « en sciences on dit les solides ». Si P2 repère et rectifie l'imprécision du vocabulaire, elle ne rebondit pas sur cet indice pour mettre au travail le concept de solide en proposant par exemple aux élèves un solide mou tel que de la pâte à modeler, ou en élargissant avec des solides légers et d'autres lourds. Pourtant selon Barth (2001), proposer des exemples et contre-exemples, favoriser les comparaisons, permet de travailler l'abstraction et de construire progressivement des concepts. Ainsi, bien que les curricula visent la construction de concepts simples et que l'Intentionnalité (ISAV) de P2 semble s'inscrire dans cette voie, les actes de l'enseignante éclairés par l'entretien *post* recueil montrent qu'il ne peut y avoir de *construction de concept* puisque P2, comme P1, associe un concept à une définition ou tout au moins à une proposition. En effet l'enseignante nous explique qu'il faut parfois « passer beaucoup de temps pour se rappeler juste une phrase ». Ainsi, à l'issue de cette séance, les élèves doivent retenir que « les liquides, ça mouille » et le concept de solide est uniquement pensé ici en opposition à cette *phrase* sur les liquides mais il n'est pas construit en tant que tel. De notre point de vue, cet événement confirme que si le but de P2 relativement au savoir est de faire émerger, à partir d'un tri, des propositions de propriétés sur les liquides et les solides, son intention didactique est de faire émerger des savoirs *propositionnels* et non de faire construire des savoirs *conceptuels*.

Dans la séance de P3, la tâche des élèves est « d'imaginer et mettre en œuvre des expériences simples impliquant l'air » et P3 exprime deux aspects d'Intentionnalité relativement au savoir. Un aspect conceptuel : « savoir ce que c'est l'air » et un aspect méthodologique : « savoir mettre en œuvre une expérience ». Comme dans le cas de P1, nous constatons que ce gros grain de l'Intentionnalité s'actualise en situation de classe essentiellement dans son aspect méthodologique. En effet lorsqu'un groupe essaie de mettre de l'eau dans un ballon de baudruche, et alors que leur expérimentation ne porte plus du tout sur l'air, P3 n'intervient pas car les indices qu'elle prend en compte satisfont ses attentes du point de vue méthodologique (les élèves ont fixé le but de leur expérience et anticipent le résultat). Quant à l'aspect conceptuel de l'Intentionnalité, nous constatons, cette fois encore, qu'il se précise en intention didactique de construire un savoir *propositionnel* mais pas un savoir *conceptuel*. Prenons pour exemple le moment où P3 demande aux élèves d'interpréter le résultat de l'expérience du mouchoir⁴. Les élèves sont persuadés que le mouchoir n'est pas mouillé car il n'y avait pas assez d'eau dans le bac. Bien que P3 anticipait la difficulté des élèves à concevoir qu'il y a de l'air dans le verre, elle ne s'empare pas de la situation pour travailler la relation entre le phénomène qu'ils observent et la matérialité de l'air, en suggérant par exemple une nouvelle expérience avec un bac plus profond qui permettrait aux élèves de se questionner pour construire le concept d'air. Le choix réalisé par P3 est en effet d'apporter un savoir propositionnel à travers la *phrase* à retenir : « le mouchoir n'est pas mouillé parce qu'il y a de l'air dans le verre ».

CONCLUSION

Le cadre théorique et la méthodologie construite pour cette recherche apparaissent comme des outils prometteurs pour faire progresser la compréhension des rapports entre les conduites des enseignants en situation d'ESFI et les éléments qui orientent et guident leur activité. En effet les résultats présentés ici montrent comment l'activité des enseignants de cette étude

⁴ Il s'agit de mettre un mouchoir au fond d'un verre et de d'enfoncer ce verre, à l'envers dans un baquet d'eau. On constate en ressortant le verre du baquet que le mouchoir n'est pas mouillé et l'on peut en conclure qu'il y avait de l'air dans le verre, c'est pourquoi l'eau n'a pu atteindre le mouchoir.

exploratoire s'organise selon les trois niveaux identifiés par Masselot et Robert (2007) en termes de macro, méso et micro, et selon différentes échelles attachées à la fois à la temporalité et au grain des activités à analyser. Mais surtout, notre travail de catégorisation des intentions et de reconstruction des dynamiques intentionnelles nous permet de reprendre et d'approfondir le constat d'Amade-Escot et Venturini (2009) selon lequel « les enseignants agissent dans une interférence d'intentions ». En effet notre analyse permet d'identifier, pour chaque catégorie d'intention, les invariants opératoires qui s'expriment à chaque niveau d'organisation de l'activité, et notamment ceux qui s'expriment ou ne s'expriment plus au niveau micro, révélant ainsi ce qui, dans l'arrière-plan épistémologique et didactique de chaque enseignant, est opératoire en situation d'interaction.

Bien sûr, il serait prématuré de généraliser des résultats obtenus à partir de trois études de cas et notre recherche doctorale en cours vise à élargir et éprouver ces premiers constats, toutefois nous soulignons qu'ils font écho à d'autres travaux. Tout d'abord, la prédominance des intentions didactiques d'ordre méthodologique constatée chez P1 et P3 rappelle la dérive vers le « tout méthodologique » constatée par Sarmant (1999) dans une proportion significative de classes. Ensuite, ces premiers résultats confirment ceux de Perron, Hasni et Boilevin (2020) qui, à travers une étude menée en France métropolitaine auprès d'enseignants de Sciences de la Vie et de la Terre, pointent l'absence de savoirs conceptuels lors de mises en œuvre d'enseignements fondés sur l'investigation. Enfin, nos résultats soulignent l'importance du guidage de l'enseignant lors de situations d'ESFI pour permettre les apprentissages des élèves, et nous amènent à discuter une critique portée par Kirschner, Sweller et Clark (2006) à l'encontre des démarches constructivistes dans lesquelles s'inscrivent les situations d'ESFI. En effet nous mettons au jour chez P1, P2 et P3, un processus de traitement des indices qui évite de guider les élèves vers la construction de savoirs conceptuels. Or l'analyse des intentions didactiques suggère que cet évitement ne relève pas d'un problème idéologique lié au constructivisme comme l'affirment Kirschner et al. (2006), mais davantage d'un *conflit paradigmatique* (Jonnaert, 2002) dans lequel les enseignants opèrent sans le percevoir explicitement. Nous constatons en effet qu'ils ont tous les trois une Intentionnalité d'agir selon un paradigme *constructiviste* mais notre analyse révèle qu'en situation de classe, ils appréhendent le savoir comme une phrase ou une proposition - certes formulée par les élèves - mais qui n'en reste pas moins extérieure et indépendante de ces derniers, ce qui correspond au paradigme *ontologique*.

Dans une perspective de développement professionnel, nous considérons donc qu'un travail de reconstruction des dynamiques intentionnelles pourrait être une entrée pour amener les enseignants à clarifier leur positionnement épistémologique afin qu'ils puissent construire des stratégies explicites permettant l'enseignement et l'apprentissage de savoirs conceptuels en situation d'ESFI.

RÉFÉRENCES

- 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. In M. Grangeat (Dir.), *Le travail collectif des enseignements scientifiques fondés sur les démarches d'investigation : Formations, pratiques, effets* (pp. 23-44). Grenoble, France: Presses Universitaires de Grenoble.
- Boilevin, J.-M. (2017). La démarche d'investigation : Simple effet de mode ou bien nouveau mode d'enseignement des sciences ? In M. Bächtold, V. Durand-Guerrier & V. Munier (Eds.), *Epistémologie et Didactique* (pp. 195-220). Besançon, France: PUFC.

- 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.
- Calmettes, B. (2009). Démarche d'investigation en physique. Des textes officiels aux pratiques en classe. *Spirale*, 43(1), 139-148.
- Coquidé, M. (2000). *Le rapport expérimental au vivant*. Mémoire d'HDR. Université Paris-Sud, Orsay, France.
- Crawford, B.-A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for Science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 916-937.
- Forbes, C. T. (2011). Preservice elementary teachers' adaptation of science curriculum materials for inquiry-based elementary science. *Science Education*, 95(5), 927-955.
- 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 œuvre des réformes curriculaires et sur le développement des compétences professionnelles des enseignants* (pp. 105-140). Reims, France: Éditions et Presses Universitaires de Reims.
- Jameau, A. (2017). Schèmes et PCK pour une analyse de l'activité enseignante. In M. Bächtold, J.-M. Boilevin & B. Calmettes (Dir.), *La pratique de l'enseignant en sciences* (pp. 95-114). Rennes, France: Presses Universitaires de Louvain.
- 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, France.
- Jonnaert, P. (2002). Recherches collaboratives et socioconstructivisme. In P. Venturini, C. Amade-Escot et A. Terrisse (Dir.), *Études des pratiques effectives : L'approche des didactiques* (pp. 175-196). Grenoble, France: La Pensée Sauvage.
- Kirschner, P., Sweller, J., & Clark, R. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.
- Linn, M. C., Davis, E. A., & Bell, P. (2004). *Internet environments for Science Education*. Mahwah, NJ, USA: Erlbaum.
- Magendie, E. (2019). De l'analyse de l'activité enseignante en situation aux organisateurs contextuels de l'activité: une approche par la didactique professionnelle. *Swiss Journal of Educational Research*, 41(3), 594-612.
- Margolinas, C. (1992). Éléments pour l'analyse du rôle du maître : Les phases de conclusion. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 12(1), 113-158.
- Margolinas, C., & Laparra, M. (2011). Des savoirs transparents dans le travail des professeurs à l'école primaire. In J.-Y. Rochex & J. Crinon (Dir.), *La construction des inégalités scolaires* (pp.19-32). Rennes, France: 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, France: Presses Universitaires de Rennes.
- Masselot P., & Robert, A. (2007). Le rôle des organisateurs dans nos analyses didactiques de pratiques de professeurs enseignant les mathématiques. *Recherche et Formation*, 56, 15-31.
- Mathé, S., Méheut, M., & De Hosson, C. (2008). Démarche d'investigation au collège: Quels enjeux? *Didaskalia*, 32, 41-76.

- Méheut, M. (2006). Recherche en didactique et formation des enseignants. In *L'enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe. États des lieux des politiques et de la recherche* (pp. 55-76). Direction Générale de l'Éducation et de la Culture. Commission Européenne, Bruxelles, Belgique.
- Pacherie, E. (2003). La dynamique des intentions. *Dialogue*, XLII(3), 447-480.
- Portugais, J. (1999). L'Intentionnalité et le cognitif. In F. Conne & G. Lemoyne (Dir.), *Le cognitif en didactique des mathématiques* (pp.71-102). Canada: Presses de l'Université de Montréal.
- Pastré, P., Mayen, P., & Vergnaud, G. (2006). La didactique professionnelle. *Revue Française de Pédagogie*, 154, 145-198.
- 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. Retrieved from <http://journals.openedition.org/ree/> 1643.
- Sarmant, J.-P. (1999). *Rapport sur l'opération La main à la pâte, l'enseignement des sciences à l'école primaire*. Rapport à monsieur le ministre de l'Éducation Nationale. Retrieved from <https://www.fondation-lamap.org/>.
- Vellopoulou, A., & Papandreou, M. (2019). Investigating the teacher's roles for the integration of science learning and play in the kindergarten. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 6(1), 186-196.
- Venturini, P., & Tiberghien, A. (2012). Mise en œuvre de la démarche d'investigation dans le cadre des nouveaux programmes de sciences physiques et chimiques : Étude de cas au collège. *Revue Française de Pédagogie*, 180, 95-120.
- Vergnaud, G. (1994). Le rôle de l'enseignant à la lumière des concepts de schème et de champ conceptuel. In M. Artigue & R. Gras (Dir.), *Vingt ans de didactique des mathématiques en France. Hommage à Guy Brousseau et à Gérard Vergnaud* (pp. 177-191). Grenoble, France: La Pensée Sauvage.
- Villeret, O. (2018). *Les obstacles à la mise en place d'une démarche d'investigation problématisante par des enseignants débutants de sciences physiques : identification et travail en formation*. Thèse de Doctorat. Université de Nantes, Nantes, France.
- Vinatier, I. (2013). *Le travail de l'enseignant. Une approche par la didactique professionnelle*. Bruxelles, Belgique: De Boeck.

ANNEXES

Annexe I : Grille de critères pour catégoriser les intentions

<i>Intention</i>	I ₀	-attentes institutionnelles et sociales– -finalités : faire des sciences /apprendre des sciences/apprendre sur les sciences
intentions d' <i>impliquer</i> les élèves	I _{IMP} /i _{IMP}	- tout ce qui se rapporte au sensoriel, à l'amusant/plaisant, propos du type « ça va marquer les élèves, ils vont se rappeler » - tout ce qui se rapporte au quotidien - tout ce qui se rapporte à l'engagement/enrôlement
intentions de <i>faire apprendre des savoirs</i> aux élèves	I _{SAV} /i _{SAV}	<ul style="list-style-type: none"> ● I_{SAV-C} : (savoirs conceptuels) -« comprendre ce que c'est que..., le concept de..., la notion de... » ● I_{SAV-M} : (savoirs méthodologiques) - tout ce qui se rapporte aux savoirs faire : « proposer une hypothèse, imaginer un protocole expérimental, faire varier un seul paramètre dans une expérience, interpréter un résultat... » ● I_{SAV-L} : (savoirs langagiers) -tout ce qui a rapport au lexique, à l'orthographe, à la trace écrite
intentions d' <i>organiser</i>	I _{ORG} /i _{ORG}	- tout ce qui se rapporte à la programmation/progression/déroulé - tout ce qui se rapporte au matériel, à la gestion du temps ou de l'espace
intentions <i>socio-constructivistes</i>	I _{SOC} /i _{SOC}	- tout ce qui se rapporte au questionnement des élèves - tout ce qui se rapporte à l'expérimentation/expérience - tout ce qui se rapporte à un apprentissage par/avec les autres - tout ce qui se rapporte aux conceptions/représentations initiales des élèves, propos du type « je veux voir où ils en sont, voir ce qu'ils savent de... »

Annexe II : Exemple de reconstructions d'Intentionnalités chez P1, P2 et P3

propos de P1	propos de P2	propos de P3
<p>-les élèves doivent savoir quelles sont les propriétés de la matière, et proposer un protocole expérimental pour mettre en valeur une propriété. (I_{SAV-C} et I_{SAV-M})</p> <p>-L'idée c'est de faire comprendre aux élèves qu'une expérience est reproductible et qu'il ne faut changer qu'un paramètre à la fois. (I_{SAV-M})</p> <p>-Travailler par groupes pour que chacun trouve sa place et apprenne avec les autres (I_{SOC})</p>	<p>- ce qui est important c'est de savoir ce que c'est que les solides et les liquides. (I_{SAV-C})</p> <p>-Je vais peut-être partir de ce que les élèves peuvent dire sur les solides et les liquides (I_{SOC})</p> <p>-Passer par l'expérience, la manipulation, le tri (I_{SOC})</p> <p>-Poser un problème pour que les élèves se questionnent (Amener des matières proches du sable) (I_{SOC})</p>	<p>-Je pensais partir du quotidien de la classe parce qu'on a un rituel météo donc à partir du vent (I_{SOC})</p> <p>-on va essayer de montrer l'existence de l'air (I_{SAV-C})</p> <p>- je voudrais qu'ils [les élèves] arrivent à mettre en œuvre des expériences simples pour se questionner (I_{SOC})</p>

Annexe III : Exemples de reconstructions d'intentions didactiques **i_{SAV}** dans la séance de P1

Indices	propos de P1	i_{SAV}
propos d'élève : « je sais pas dessiner »	-c'est pas grave, tu dessines un rectangle on s'en fiche et puis tu écris aimant dessus et puis du coup c'est un aimant	Différencier schéma et dessin i_{SAV-M}
imprécision du schéma des élèves	-Ok donc vous rajoutez ici une petite cheville qui bloque et quand vous l'enlevez ça tombe, ok	Être précis dans son schéma i_{SAV-M}
non-dits des élèves	- Et ça vous permet de tester quelle propriété ? -Alors si on prend un autre objet, qu'est ce qui va se passer ? -Et alors si ça se mélange qu'est-ce qui va se passer ? -Si je veux faire l'expérience avec d'autres matériaux qu'est-ce que je vais changer ?	Être précis dans ses explications i_{SAV-M} Prévoir le résultat i_{SAV-M} Vérifier qu'un seul paramètre ne change i_{SAV-M}
questions ou imprécisions des élèves : « ça veut dire quoi initiale ? » [présentation du protocole envisagé] [présentation du protocole envisagé] [présentation du protocole envisagé]	-initiale ? ça veut dire « au début », retrouver sa forme initiale ça veut dire tu tires dessus et après il reprend sa forme du début, de petit bracelet quoi -Alors ça c'est pas la miscibilité [...] ça c'est la solubilité [P1 relit les définitions avec les élèves et reformule] -Alors c'est pas vraiment ça l'élasticité euh parce que là votre matière elle va changer de forme avec la chaleur donc c'est autre chose que vous testez euh...[P1 relit la définition de l'élasticité et reformule] - La dureté, ah oui, ah non, résister à la pression c'est différent, là ce que vous testez vous c'est euh...c'est la rigidité [P1 relit la définition de la rigidité et reformule]	Clarifier le sens des définitions données des propriétés de la matière i_{SAV-C}