L'absence de savoir conceptuel lors de démarches d'investigation scientifique mises en œuvre en classe : une crainte devenue réalité ?

*The absence of conceptual knowledge during inquiry procedures implemented in
class: a fear become reality?*

Séverine Perron, Abdelkrim Hasni et Jean-Marie Boilevin

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/ree/1643>

DOI : 10.4000/ree.1643

ISSN : 1954-3077

Éditeur

Université de Nantes

Référence électronique

Séverine Perron, Abdelkrim Hasni et Jean-Marie Boilevin, « L'absence de savoir conceptuel lors de démarches d'investigation scientifique mises en œuvre en classe : une crainte devenue réalité ? », *Recherches en éducation* [En ligne], 42 | 2020, mis en ligne le 01 novembre 2020, consulté le 10 décembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/ree/1643> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/ree.1643>

Recherches en éducation est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

L'absence de savoir conceptuel lors de démarches d'investigation scientifique mises en œuvre en classe : une crainte devenue réalité ?

Séverine Perron

Groupe de recherche en didactique comparée (GREDIC), Université de Genève (Suisse)

Abdelkrim Hasni

Centre de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences (CREAS), Université de Sherbrooke (Canada)

Jean-Marie Boilevin

Centre de recherche sur l'éducation, les apprentissages et la didactique (CREAD), Université de Bretagne occidentale

Résumé

Les démarches d'investigation scientifique sont recommandées à la fois dans les textes institutionnels et dans la documentation scientifique. Dans cette recherche, nous étudions la manière avec laquelle des enseignants français articulent les démarches d'investigation scientifique (DIS) avec les savoirs conceptuels en sciences de la vie et de la Terre. Notre travail repose sur deux construits : les démarches d'investigation scientifique et les savoirs conceptuels. La méthode de recueil des données correspondant aux pratiques d'enseignement déclarées s'appuie sur une recherche mixte de nature descriptive. Nos résultats permettent de souligner, entre autres, l'absence de visée d'apprentissage associée aux savoirs conceptuels lors de mises en œuvre de DIS en classe. Ce sont surtout les habiletés et les attitudes composant les DIS qui sont priorisées de manière dissociée de la conceptualisation.

Mots-clés : démarches d'investigation, sciences (enseignement/éducation/rapport à)

Abstract

The absence of conceptual knowledge during inquiry procedures implemented in class: a fear become reality?

Scientific inquiry are recommended both in institutional texts and in scientific documentation. In this research, we study the way in which French teachers articulate scientific investigation approaches (DIS) with conceptual knowledge in life and earth sciences. Our work is based on two constructs: scientific investigation approaches and conceptual knowledge. The method of data collection corresponding to the declared teaching practices is based on a mixed research of a descriptive nature. Our results highlight, among other things, the absence of learning objectives associated with conceptual knowledge when implementing DIS in the classroom. It is mainly the skills and attitudes making up DIS that are prioritized in a dissociated way from conceptualization.

Keywords: investigative approaches, sciences (teaching/education/relationship)

Ces dernières années, l'enseignement scientifique et technologique a connu une profonde reconfiguration dans plusieurs pays occidentaux, dont la France. En effet, certains textes institutionnels indiquent que l'éducation scientifique et technologique consiste en la formation d'une relève scientifique et technique, mais qu'elle correspond aussi au développement d'une culture scientifique et technologique pour tous (Organisation de coopération et de développement économiques, 2007). D'autres textes préconisent des démarches d'investigation scientifique (DIS) pour enseigner et apprendre les sciences et la technologie (Eurydice, 2006 ; National Research Council, 2000). Dans le même sens, les curricula de sciences et de technologie français et notamment ceux du secondaire inférieur recommandent aux enseignants de faire mettre en œuvre des démarches d'investigation scientifique par les élèves (Ministère de l'Éducation nationale, 2008, 2015).

Par ailleurs, dans ce contexte de changement, l'apprentissage des savoirs scientifiques est fortement interpellé comme le montrent les écrits scientifiques de différents auteurs. Les DIS doivent conduire à la reconstruction par les élèves de savoirs conceptuels nouveaux (Hasni & Samson, 2007 ; Boilevin, 2013 ; Calmettes & Matheron, 2015).

La présente recherche s'inscrit dans cette perspective et vise tout particulièrement à apporter un éclairage sur la manière dont les enseignants de sciences de la vie et de la Terre (SVT), qui enseignent dans un collège français (secondaire inférieur), articulent en classe les DIS avec les autres savoirs en SVT, particulièrement les savoirs conceptuels.

Après avoir exposé la problématique ainsi que le cadre de référence sur lequel repose notre étude, nous décrivons la méthode de recherche et nos résultats.

1. Le problème de l'articulation des DIS avec les savoirs conceptuels

1.1. La problématique

Différents textes institutionnels évoquent la place des DIS dans l'éducation scientifique et technologique (Eurydice, 2006 ; National Research Council, 2000). Dans le même sens, ces DIS diffusent dans les curricula internationaux (Gouvernement du Québec, 2005), européens (Government of the United Kingdom, 2015), mais aussi français (Ministère de l'Éducation nationale, 2015).

Les DIS font également l'objet de très nombreux travaux de recherche comme le montrent notamment Manuel Bächtold (2012) et Jean-Marie Boilevin (2013). Plus particulièrement, les travaux portant sur la mise en œuvre en classe des DIS montrent que celle-ci est variée (Coquidé & Flatter, 2015 ; Mathé, 2010) et que la présence de savoirs préalables chez les élèves (Martinez Barrera, De Hosson & Decamp, 2015 ; Hasni & Samson, 2007) semble nécessaire à la mise en œuvre des DIS ainsi qu'à l'apprentissage de savoirs conceptuels nouveaux. Les résultats concernant les effets des DIS sur l'apprentissage des élèves sont eux mitigés : certaines études montrent un effet globalement positif de ces démarches sur l'apprentissage de certains savoirs scientifiques (Gibson & Chase, 2002 ; Wilson et al., 2010) alors que d'autres mettent en évidence une tendance plutôt négative ou non significative des effets de ces démarches sur l'apprentissage des élèves (Klahr & Nigam, 2004 ; Lee et al., 2006 ; Lederman et al., 2007, 2008). Néanmoins, les différents travaux de recherche cités ci-dessus tendent à montrer que ce n'est pas tant l'enseignement basé sur l'investigation qui engendre des effets à tendance négative sur l'apprentissage des élèves, mais leur manque de connaissances suffisantes pour tirer les bénéfices d'un tel enseignement. En nous appuyant sur ce qui précède nous retenons la question de recherche suivante : comment des enseignants exerçant au sein de collèges français (secondaire inférieur) déclarent-ils articuler les DIS avec les savoirs conceptuels en sciences de la vie et de la Terre ?

Dans la section qui suit, nous définissons et caractérisons le cadre de référence sur lequel repose cette étude.

1.2. Le cadre de référence : les savoirs disciplinaires en SVT

Cette étude repose sur un cadre articulant deux construits (figure 1) : les savoirs conceptuels en sciences (Schwab, 1964 ; Martinand, 1994 ; Hasni, 2011) et les démarches d'investigation scientifique (Minner et al., 2009 ; Hasni & Bousadra, 2018).

Joseph Schwab (1964, 1978), dans une conceptualisation largement reprise depuis dans le monde anglophone (Haug & Ødegaard, 2014 ; Millar et al., 1994), décrit de manière dichotomique la structure d'une discipline scolaire (*subject matter*) en parlant de « substantive structure » et de « syntactical structure ». Pour cet auteur, la « substantive structure » renvoie à l'ensemble des concepts qui composent une discipline scientifique donnée et aux relations qui les organisent en modèles et théories ; plusieurs auteurs les qualifient de savoirs conceptuels (*conceptual knowledge*) (par exemple, Hodson, 2014 ; Millar et al., 1994). La « syntactical structure » renvoie aux processus de la preuve et de validation des savoirs mis en œuvre dans cette discipline, c'est-à-dire aux processus scientifiques, ou compétences méthodologiques, incluant les DIS. Cette distinction rappelle la nécessité de considérer, dans leur interrelation, la compréhension conceptuelle et le processus scientifique à l'origine de leur élaboration.

Les savoirs conceptuels

Les savoirs conceptuels renvoient au référent théorique composé des concepts, des théories et des modèles construits collectivement par la communauté scientifique. Ils sont une construction de l'esprit produite par l'activité humaine, qui permet de se représenter les objets du monde, même en leur absence. En effet, pour François Halbwachs (1974) « la théorie est une représentation construite de la réalité, entretenant des rapports dialectiques (et non pas hiérarchiques) avec la réalité » (cité par Boilevin, 2013, p. 40). « Rien ne va de soi. Rien n'est donné. Tout est construit » (Bachelard, 1938, p. 14).

Abdelkrim Hasni, en s'appuyant sur les travaux de Lev Vygotski, distingue également les concepts scientifiques et les concepts de sens commun en précisant qu'il ne faut pas faire abstraction de ces derniers. Reprenant les travaux de Michel Brossard (2002), il rappelle également que « les concepts spontanés permettent de s'approprier les concepts scientifiques » (Hasni, 2011, p. 109). En effet, Brossard (2002, p. 236) indique que « le développement des concepts spontanés et des concepts scientifiques forme un même et seul développement dont il s'agit de saisir l'unité ». Vygotski (1997, p. 281) déclare que « les concepts scientifiques ne se développent pas du tout comme les concepts quotidiens, que le cours de leur développement n'est pas la réplique de celui des concepts quotidiens ». S'appuyant sur ces travaux, Hasni (2011, p. 109) explique que si les concepts quotidiens se construisent de façon spontanée dans la vie de tous les jours, les concepts scientifiques doivent « faire l'objet d'un apprentissage provoqué et plus systématique », dans le cadre notamment de démarches d'enseignement-apprentissage mises en œuvre en classe. Vygotski (1997, p. 277) souligne que « l'enseignement direct de concepts s'avère toujours pratiquement impossible et pédagogiquement sans profit. Le maître qui tente de suivre cette voie n'obtient habituellement rien d'autre qu'une vaine assimilation des mots, un pur verbalisme, simulat et imitant chez l'enfant l'existence des concepts correspondants mais masquant en réalité le vide. L'enfant assimile alors non pas des concepts mais des mots. Il acquiert par la mémoire plus que par la pensée et s'avère impuissant dès qu'il s'agit de tenter d'employer à bon escient la connaissance assimilée ».

Les démarches d'investigation scientifique

Nous pensons, comme d'autres auteurs, que la reconstruction des savoirs conceptuels à l'école (terme générique pour évoquer à la fois l'enseignement primaire et secondaire) peut être vue comme un processus circulaire (figure 1). Hasni (2011) insiste sur l'importance de savoirs préala-

blement acquis par les élèves pour construire un problème et la nécessité d'utiliser une démarche de recherche pour résoudre un problème. La construction de problèmes est indispensable à l'appropriation des savoirs scientifiques et ces derniers sont nécessaires à la construction des problèmes. En effet, les élèves sont appelés à s'interroger sur des phénomènes scientifiques qui les entourent et à formuler des problèmes d'ordre scientifique sur la base de leurs savoirs conceptuels préalables. Pour trouver des réponses à leurs questions ou des solutions à leurs problèmes, ils planifient et mettent en œuvre, notamment, des DIS appropriées (basées sur l'observation, l'expérimentation, la modélisation) aux questions ou aux problèmes considérés. La formulation des problèmes et la mise en œuvre des DIS nécessitent la mobilisation d'habiletés de recherche et d'attitudes. Au terme de ces démarches, les élèves sont conviés à formuler des énoncés scientifiques et à reconstruire des savoirs scientifiques (savoirs conceptuels visés) afin de mieux comprendre les phénomènes scientifiques en jeu. Les nouveaux savoirs scientifiques ainsi reconstruits peuvent servir à leur tour à la formulation de nouveaux problèmes d'ordre scientifique ou technologique. Ce processus circulaire favorise les allers-retours entre les différentes composantes de l'investigation scientifique par la présence des doubles flèches. Par ailleurs, ce processus de reconstruction des savoirs scientifiques met l'accent sur la relation entre les DIS et la conceptualisation et met en évidence la notion de problématisation dans la conceptualisation (Orange, 2005). En effet, « rendre au savoir sa "saveur", selon la célèbre expression de Jean-Pierre Astolfi (2008), impliquerait de mettre les problèmes au cœur des apprentissages et de faire de leur construction et non seulement de leur résolution, l'enjeu essentiel de l'activité intellectuelle » (Chalak, 2012, p. 38).

Figure 1 - La reconstruction des savoirs conceptuels à l'école : un processus circulaire
(Inspirée de Hasni & Bousadra, 2018)

Finalement, pour caractériser les DIS réalisées en classe, nous prenons en compte les éléments suivants :

- 1) ces démarches sont basées sur un problème ;
- 2) elles reposent sur un processus circulaire ;
- 3) elles sont constituées de différentes composantes :
 - a) formuler un problème scientifique ;
 - b) planifier et mettre en œuvre l'investigation scientifique (démarches expérimentales, observation, etc.) ;
 - c) formuler des énoncés scientifiques.

En nous appuyant sur notre cadre de référence, nous formulons l'objectif de recherche suivant : identifier les savoirs conceptuels ainsi que leur articulation avec les DIS, déclarés être privilégiés par les enseignants de SVT exerçant au sein de collèges français.

2. Une méthode de recherche de type mixte séquentiel

La présente étude correspond à une recherche descriptive. Liliane Sprenger-Charolles et ses collègues (1987, p. 52) précisent que la recherche descriptive « a pour objectif de décrire des faits, des objets, des événements, des comportements, en utilisant différentes stratégies d'observation (analyse de cas, analyse de contenu, enquête, étude comparative...) ». Cette recherche descriptive se caractérise par sa nature mixte séquentielle (Creswell & Plano Clark, 2018 ; Perron, 2018) (figure 2). John Creswell (2003, p. 16, 215) explique que « sequential procedures, in which the researcher seeks to elaborate on or expand the findings of one method with another method » et précise que la procédure séquentielle peut notamment être une « collection and analysis of quantitative data followed by the collection and analysis of qualitative data. The priority typically is given to the quantitative data, and the two methods are integrated during the interpretation phase of the study »¹.

Figure 2 - Représentation d'une recherche de nature mixte séquentielle

Comme le montre la figure ci-dessus, nous collectons et analysons dans un premier temps des données quantitatives (à partir d'un questionnaire) puis, dans un second temps, nous recueillons et analysons des données qualitatives (à partir d'une entrevue) (Perron, 2018). Cette méthode nous permet, à partir d'analyses macroscopiques (données quantitatives), de réaliser par la suite des analyses plus fines (données qualitatives). En effet, l'analyse des données qualitatives permet de confirmer (ou d'infirmer) et d'approfondir les résultats obtenus à partir des données quantitatives. La méthode mixte séquentielle est cohérente avec le type descriptif de notre recherche. Elle donne l'occasion de décrire finement l'articulation des DIS avec les savoirs conceptuels. Le choix des données qualitatives collectées s'effectue en fonction des résultats obtenus suite à l'analyse des données quantitatives. Les méthodes de collecte et de traitement des données explicitées dans les parties à venir s'appuient sur le type et la nature de la présente recherche.

2.1. La méthode d'échantillonnage et l'échantillon

La population de référence de notre étude correspond aux enseignants de sciences de la vie et de la Terre au niveau secondaire inférieur (élèves âgés de 11 à 15 ans) qui enseignent en France métropolitaine. La méthode d'échantillonnage utilisée dans le cadre de la présente recherche est non probabiliste. En conséquence, les résultats obtenus ne sont pas généralisables. Néanmoins, notre échantillon, bien que non représentatif statistiquement, est proche de la population de référence dans sa structuration et permet de mettre en évidence la conception des enseignants concernant les DIS et leur articulation avec les savoirs conceptuels. Cela permet de contribuer à un éclairage de la problématique d'un point de vue scientifique et d'apporter une réflexion sur les pratiques d'enseignement et sur la formation. Plus spécifiquement, il s'agit d'un échantillonnage accidentel et par réseaux. Il est constitué exclusivement d'enseignants volontaires. À

¹ Traduction personnelle : Les procédures séquentielles sont des procédures avec lesquelles les chercheurs souhaitent développer ou approfondir des résultats obtenus avec une méthode en utilisant une autre méthode / La collecte et l'analyse de données quantitatives suivie de la collecte et analyse de données qualitatives. La priorité est généralement donnée aux données quantitatives, et les deux méthodes sont intégrées lors de la phase d'interprétation de l'étude.

chaque nouvelle étape de recueil de données, les participants donnent leur accord à la poursuite de l'étude.

Cette recherche est réalisée à partir d'un échantillon principal et de deux sous-échantillons emboîtés (tableau 1). L'ensemble est obtenu à partir des répondants au questionnaire, outil de recueil des données quantitatives. L'échantillon composé de l'ensemble des répondants après nettoyage est constitué *a posteriori*. En effet, les répondants ne correspondant pas à la population de référence sont exclus de l'étude (par exemple, des enseignants qui exercent uniquement en lycée ou en France non métropolitaine). Il y avait 345 répondants au questionnaire. Le nombre total de répondants après nettoyage est de 262. Cet ensemble correspond à notre échantillon de base. Le premier sous-échantillon est composé de 164 répondants et correspond aux enseignants qui ont déclaré faire mettre en œuvre des DIS par leurs élèves en classe. Le deuxième sous-échantillon est constitué de 7 enseignants qui se sont portés volontaires (lors du questionnaire) pour participer à la suite de l'étude en réalisant une entrevue.

Tableau 1 - Représentation de l'échantillon et des sous-échantillons

<i>Population de référence</i>	
Nombre d'enseignants de SVT travaillant dans un collège de France métropolitaine et DOM	14 988
<i>Échantillon recueilli</i>	
Nombre de répondants au questionnaire	345
<i>Échantillon de base</i>	
Nombre de répondants au questionnaire après nettoyage	262
<i>Sous-échantillons</i>	
Nombre de répondants faisant mettre en place des DIS	164
Nombre de répondants volontaires pour une entrevue	7

2.2. La méthode de collecte des données

Deux types d'instrumentation en cohérence avec l'ensemble de la recherche sont mis en œuvre : un questionnaire pour ses données quantitatives et des entrevues semi-dirigées pour ses données qualitatives.

Le questionnaire

Le questionnaire rédigé en français comprend une introduction qui précise le titre, les auteurs, ainsi que les modalités de participation à la recherche (annexe 1). Tout particulièrement, ce préambule explicite la dimension éthique concernant la collaboration des répondants. Suivent cinq parties : 1) les caractéristiques personnelles (huit questions) ; 2) les démarches d'investigation scientifique (six questions) ; 3) les démarches d'investigation scientifique et les savoirs à acquérir par les élèves (cinq questions) ; 4) les démarches d'investigation scientifique et les savoirs préalablement acquis par les élèves (huit questions) et 5) la suite de la recherche : entrevue (deux questions).

Le questionnaire contient 29 questions, dont deux questions ouvertes. Les questions sont formulées en utilisant le vocabulaire professionnel d'usage courant de façon à ce qu'elles puissent être appréhendées par le maximum de répondants. Nous rappelons que ce questionnaire permet de recueillir les pratiques déclarées des enseignants de SVT. Les questions portant sur les DIS sont donc rédigées dans ce sens. Par exemple : « Donnez une courte définition qui, selon vous, caractérise le mieux les démarches d'investigation scientifique que vous faites mettre en œuvre par vos élèves en classe » ou « À quelle fréquence estimez-vous faire mettre en œuvre en classe des démarches d'investigation par vos élèves ? ». Il s'agit d'orienter les réponses des répondants préférentiellement vers leurs pratiques d'enseignement et non seulement vers leurs

représentations. Par ailleurs, nous précisons que malgré les différences que nous établissons au niveau scientifique entre des termes comme savoir conceptuel et connaissance, le vocabulaire employé dans le questionnaire (et donc dans la description des résultats) correspond à des termes professionnels présents dans les différents textes institutionnels (programmes, ressources, etc.) auxquels les enseignants ont accès. C'est pourquoi, par exemple pour évoquer les savoirs conceptuels, les termes de notion ou de connaissance sont utilisés.

Le logiciel Lime Survey a été utilisé pour la construction du questionnaire diffusé ensuite par voie électronique.

Les répondants ont, notamment, été sollicités par l'intermédiaire du réseau des enseignants associés à l'ARDiST (Association pour la recherche en didactique des sciences et des technologies). La diffusion de l'information a également été réalisée auprès d'associations professionnelles AFPSVT (Association pour la formation des professeurs en SVT), APBG (Association des professeurs de biologie et de géologie) et d'une association syndicale (Syndicat national des enseignants du second degré). Le circuit institutionnel des inspecteurs pédagogiques régionaux a été utilisé pour diffuser l'information aux enseignants formateurs des ESPE (École supérieure du professorat et de l'éducation). Cette transmission via ce circuit était indirecte, dans le but de minimiser l'influence des prescriptions institutionnelles sur les réponses. L'existence de l'enquête a aussi été annoncée sur un groupe professionnel privé présent sur Facebook, le groupe SVT 44 et sur le forum SVT de Toulouse.

L'entrevue semi-dirigée

Le guide d'entrevue (annexe 2) est constitué d'une introduction puis de cinq parties (choix de la séance, savoirs conceptuels visés, savoirs conceptuels mobilisés, processus d'investigation scientifique et réflexion de l'enseignant sur sa séance). L'introduction contient notamment un rappel du sujet de la recherche, la durée de l'entrevue et l'autorisation d'enregistrement.

Ce guide, entièrement construit pour cette recherche, contient 28 questions dont 7 sont fermées et 21 ouvertes. Nous rappelons que l'intérêt de cette entrevue est d'approfondir les données recueillies par questionnaire et donc de mieux cerner l'articulation des savoirs conceptuels avec les DIS au travers des pratiques déclarées des enseignants.

Les entrevues sont réalisées avec 7 enseignants volontaires. D'une durée moyenne de trente minutes, elles ont été réalisées par téléphone. Le choix des entrevues téléphoniques a reposé sur le fait que les enseignants volontaires provenaient de toute la France et étaient donc géographiquement éloignés les uns des autres. En effet, la population de référence concerne l'ensemble des enseignants de SVT qui travaillent dans un collège en France métropole.

2.3. La méthode de traitement des données

Le traitement des données issues des questions fermées

Le Logiciel SPSS® a été utilisé pour analyser les données provenant des questions fermées du questionnaire. Les différentes analyses effectuées sont des analyses statistiques descriptives. L'objectif de cette analyse est de décrire de façon synthétique et parlante des données observées pour mieux les analyser. En ce sens, deux types d'analyse ont été réalisés : des analyses descriptives univariées et des analyses descriptives bivariées. Concernant les premières, des calculs d'effectifs et de fréquences ont été exécutés. L'objectif des analyses bivariées était d'étudier les éventuelles relations entre deux variables statistiques. Seuls les résultats des analyses univariées sont présentés dans le cadre de cet article.

Le traitement des données issues des questions ouvertes

Les données provenant des questions ouvertes du questionnaire sont analysées suivant une double approche lexicale (Fallery & Rodhain, 2007) et thématique par catégorisation (Bardin, 2007). Les deux approches sont perçues ici comme étant complémentaires (Larose & Lenoir,

1998 ; Larose, 1999 ; Hasni, 2001). L'analyse lexicale permet par son approche exploratoire d'apporter des premiers résultats dont nous tenons compte pour la construction de la grille d'analyse thématique utilisée par la suite. L'analyse thématique remet les mots en contexte de façon à leur redonner leur sens.

Les analyses lexicométriques sont réalisées avec le logiciel IRaMuTeQ. Dans un premier temps des statistiques simples, comme les effectifs de toutes les formes, des formes actives et supplémentaires et des hapax (nombre de mots n'apparaissant qu'une seule fois dans tout le corpus), ont été réalisées. Ces effectifs peuvent être représentés par des nuages de mots ; cependant, nous avons fait le choix de les insérer dans un tableau, afin de mettre en évidence à la fois les mots les plus utilisés et les moins utilisés dans le discours des enseignants. Ce premier niveau d'analyse a permis, notamment, de faire ressortir les termes sur-employés par les enseignants pour définir les DIS. Dans un deuxième temps, nous avons effectué des analyses de similitudes à partir des cooccurrences. Les résultats ont été visualisés sur un graphique (graphique des similitudes). Un dernier type d'analyse est réalisé, soit une classification hiérarchique descendante selon la méthode décrite par Max Reinert (1983).

Les analyses de contenu s'appuient sur des grilles construites *a priori* (une pour les données provenant des questions ouvertes du questionnaire et une pour les données issues des entretiens). « La conception de cette méthode envisage de considérer les textes comme des objets qui peuvent être saisis et analysés essentiellement comme s'ils avaient les mêmes caractéristiques que les objets matériels » (Gauthier, 2010, p. 421). En effet, l'analyse de contenu dans cette méthode est définie comme « une technique objective, systématique et qualitative de description de contenu manifeste de la communication » (p. 423). De même, comme l'explique Laurence Bardin (2007, p. 137), « faire une analyse thématique consiste à repérer des "noyaux de sens" qui composent la communication et dont la présence ou la fréquence d'apparition pourront signifier quelque chose pour l'objectif analytique choisi ». Nous précisons que seul le discours explicite des enseignants lors des entretiens a été pris en compte.

4. Résultats : les savoirs conceptuels, des savoirs délaissés par les enseignants lors de DIS

Dans cette partie, nous exposons nos résultats en lien avec l'articulation des démarches d'investigation scientifique et des savoirs conceptuels. Nous abordons à la fois les savoirs visés par l'enseignant et les savoirs mobilisés par les élèves.

4.1. Les savoirs conceptuels quasiment absents des DIS mises en œuvre

Dans cette section, ce sont les deux questions ouvertes du questionnaire qui sont analysées.

Il s'agit, dans un premier temps, d'étudier les réponses des enseignants à la proposition suivante : « Donnez une courte définition qui selon vous caractérise le mieux les démarches d'investigation que vous faites mettre en œuvre par vos élèves en classe ».

L'analyse lexicale révèle que trois termes liés aux savoirs disciplinaires sont évoqués (avec des fréquences peu élevées, voire très faibles) par les enseignants pour définir les DIS (tableau 2). Il s'agit de « savoir » (fréquence : 13), de « connaissance » (fréquence : 3) et « notion » (fréquence : 1). Les enseignants ne paraissent pas considérer ces savoirs comme prégnants pour définir les DIS. Les termes de connaissance et de notion peuvent être associés aux savoirs conceptuels, alors que celui de savoir peut renvoyer à n'importe quels savoirs disciplinaires.

Tableau 2 - Fréquence des termes en lien avec les savoirs conceptuels présents dans les définitions fournies par les enseignants

Formes actives peu fréquentes	Fréquence
Savoir	13
Connaissance	3
Notion	1

L'analyse thématique met en évidence que 44,9 % des enseignants interrogés définissent les DIS en évoquant l'acquisition de savoirs disciplinaires comme finalité de ces démarches. Parmi ces derniers, il est possible de distinguer l'acquisition : de savoirs conceptuels (6,1 %), d'habiletés (26,1 %), d'attitudes (46,9 %). Certains enseignants évoquent les savoirs disciplinaires de façon générale sans faire de distinction (20,5 %). Finalement, très peu d'enseignants parlent de savoirs conceptuels pour définir les DIS. Lorsqu'ils utilisent le terme de savoirs, ils évoquent essentiellement des attitudes et des habiletés (tableau 3).

Tableau 3 - Extrait du corpus correspondant aux définitions des DIS fournies par les enseignants

Acquisition de savoirs conceptuels	6,1 %	« Visant à acquérir des connaissances » « De manière à construire une connaissance scientifique » « On construit ainsi les notions, le savoir »
Acquisition d'habiletés	26,1 %	« Raisonnement scientifique » « Reasonner, réfléchir » « D'acquérir des moyens de raisonner »
Acquisition d'attitudes	46,9 %	« Développer la curiosité, l'interrogation et l'envie de répondre à cette interrogation, ainsi que l'esprit critique »
Acquisition de savoirs disciplinaires indifférenciés	20,5 %	« Afin qu'il construise son savoir » « L'élève construit son savoir (scientifique) »

Par ailleurs, ce terme de savoir renvoie tout particulièrement aux savoirs visés (96 %) par les enseignants au travers des DIS. Seuls 4 % des savoirs disciplinaires sont évoqués comme des savoirs que les élèves doivent mobiliser pour formuler « le problème » ou émettre « des hypothèses » (par exemple, « l'exploration de ses propres savoirs préalables » ou « construire de nouveaux savoirs à partir des acquis »). En effet, certains enseignants expliquent que leurs élèves doivent formuler « le problème » à partir d'éléments divers comme des « documents d'appel », « d'un constat », « d'une situation surprenante », « d'une observation » ou encore « d'une accroche », comme si le problème pouvait émerger d'observations ou de constats sans ancrage dans des savoirs conceptuels préalables.

Dans un deuxième temps, il s'agit d'analyser les réponses des enseignants à la question suivante : « Pour quelle(s) raison(s) faites-vous mettre en œuvre des démarches d'investigation par vos élèves ? » Les réponses apportées à cette question permettent de compléter les définitions des DIS données par les enseignants en termes de finalités.

L'analyse lexicale montre que les termes relatifs aux savoirs disciplinaires sont davantage relatés par les enseignants pour expliciter les finalités des DIS (tableau 4). Les termes de « notion » (fréquence : 12) et de « connaissance » (fréquence : 6) renvoient aux savoirs conceptuels et les termes de « compétence »² (fréquence : 7), de « savoir-faire » (fréquence : 5) et de « capacité »

² Le terme de compétence correspond, pour les enseignants interrogés, à l'idée de procédure. En effet, ils font unique-

(fréquence : 5) représentent les habiletés. Les enseignants emploient également le terme de « savoir » (fréquence : 21) qui peut évoquer les savoirs disciplinaires de façon générale.

Tableau 4 - Fréquence des termes liés aux savoirs disciplinaires présents dans les raisons évoquées par les enseignants pour faire mettre en œuvre des DIS

Formes actives savoirs disciplinaires	Fréquence
Savoir	21
Notion	12
Connaissance	6
Compétence	7
Savoir-faire	5
Capacité	5

L'analyse thématique révèle que trois approches, concernant les finalités des DIS évoquées par les enseignants, ressortent de leur réponse, dont l'approche que nous avons qualifiée de didactique, centrée sur les savoirs (66,7 %) (tableau 5 ci-après). Parmi les enseignants qui expriment une approche didactique, 32,3 % pensent qu'un des objectifs des DIS est l'acquisition d'habiletés, 25,8 % parlent d'acquisition d'attitudes et 23,1 % déclarent que ce sont les DIS elles-mêmes en tant que processus qui constituent la finalité de ces démarches. Il faut noter que 10,2 % des enseignants évoquent les savoirs épistémologiques pour expliquer les raisons de mise en œuvre des DIS. Néanmoins, il faut souligner qu'une fois encore les savoirs conceptuels sont très peu mis en avant par les enseignants (2,7 %).

Finalement, les savoirs conceptuels sont très peu évoqués par les enseignants de notre échantillon lorsqu'ils définissent les DIS qu'ils déclarent faire mettre en œuvre en classe par leurs élèves. Ces savoirs sont, également, quasiment absents des raisons fournies par ces mêmes enseignants à la mise en œuvre de ces démarches.

Tableau 5 - Approche didactique utilisée par les enseignants pour évoquer les finalités des DIS (Extrait du corpus correspondant aux définitions des DIS fournies par les enseignants)

Savoirs conceptuels	2,7 %	« la construction de connaissances »
Habiletés	32,3 %	« pour les amener à raisonner, à réfléchir, à se poser des questions, à chercher, à trouver tout seuls, à les voir trouver une solution »
Attitudes	25,8 %	« développer la curiosité »
DIS	23,1 %	« il importe d'enseigner la démarche scientifique »
Savoirs épistémologiques	10,2 %	« pour travailler à la façon des vrais scientifiques »
Savoirs disciplinaires indifférenciés	5,9 %	« pour travailler des savoirs »

ment référence aux programmes (MEN, 2015) dans lesquels « les démarches scientifiques » sont décrites comme une suite d'étapes sans lien avec les savoirs conceptuels (extrait du corpus : « permettent d'acquérir les compétences expérimentales et non expérimentales »). À aucun moment, ils évoquent les « notions » ou « les connaissances ».

4.2. Les savoirs conceptuels visés détachés des DIS

Dans cette section, les données obtenues à partir de questions fermées du questionnaire et des entrevues sont analysées.

Nous avons demandé aux enseignants de répondre à une question (par le questionnaire) portant sur l'articulation des DIS avec les autres savoirs disciplinaires en sélectionnant un schéma : « Choisissez parmi les schémas proposés ci-dessous celui qui correspond le mieux à l'articulation des démarches d'investigation avec les autres savoirs (capacités, attitudes, éléments des démarches d'investigation) que vous faites mettre en œuvre à vos élèves lors de votre enseignement ». Quatre schémas, représentant une forme de processus différent, leur ont été proposés (annexe 1) : 1) un processus circulaire ; 2) un processus linéaire (linéaire 1) ; 3) deux processus linéaires distincts, un pour l'investigation scientifique et un pour les autres savoirs disciplinaires (savoirs conceptuels et savoir-faire) (linéaire 2) ; 4) un processus linéaire sans savoirs préalablement acquis (linéaire 3).

11 % des enseignants interrogés choisissent une forme d'investigation linéaire (linéaire 2) dans laquelle les savoirs conceptuels sont séparés de l'investigation scientifique (figure 3). Il s'agit de deux processus perçus par les enseignants interrogés comme distincts³.

Figure 3 - Forme d'investigation linéaire séparée des savoirs conceptuels

Lors des entrevues semi-dirigées, 3 enseignants sur 7 évoquent qu'ils ont fait le choix de ne pas considérer de savoir conceptuel visé pendant leur séance.

Alors les connaissances j'avoue que je m'en moque un peu. Je sais très bien que finalement c'est surtout de la culture que je leur apporte. Les connaissances en soi c'est secondaire c'est-à-dire que c'est d'abord la démarche qui m'intéresse et ensuite on fait des apports au milieu de bilans.

Je n'ai pas de souhait particulier, certains l'ont déjà et j'ai envie de dire que la notion ne m'intéresse pas spécialement. Je m'étais concentré davantage sur la démarche. Je voulais que ce soit centré sur la démarche pour qu'on voit que c'est ça finalement l'important et que le reste ce n'est pas important du tout.

Moi je préfère asséner les choses au début plutôt que de les faire chercher et qu'ils se construisent n'importe quoi dans leur tête qu'il faut déconstruire après.

³ À travers le questionnaire, les enseignants ont le choix parmi quatre schémas (voir annexe 1). 17 % ont choisi la forme linéaire 3 (sans savoir préalablement acquis), 11 % ont préféré la forme linéaire 2 (deux processus distincts), 20 % ont sélectionné la forme linéaire 1 (avec savoirs préalablement acquis) et 52 % ont opté pour la forme circulaire.

4.3. Les savoirs conceptuels préalablement acquis par les élèves non pris en compte par les enseignants

Nous analysons, tout d'abord, les réponses apportées à la question suivante (du questionnaire) : « Lorsque vos élèves mettent en œuvre des démarches d'investigation scientifique, souhaitez-vous qu'ils mobilisent des savoirs préalablement acquis ? »

Seulement 7 % des enseignants déclarent toujours faire mobiliser des savoirs préalablement acquis par leurs élèves lorsque ces derniers mettent en œuvre des DIS. Finalement, la moitié des enseignants (51 %) expriment faire mobiliser des savoirs préalablement acquis toujours ou souvent lors de DIS (figure 4 ci-après).

Quels sont plus précisément les savoirs disciplinaires que les enseignants souhaitent voir mobiliser par leurs élèves lors de DIS ? Seuls 9 % des enseignants déclarent toujours souhaiter que leurs élèves mobilisent des connaissances lors de la mise en œuvre de DIS, contre 28,6 % pour les capacités, 33,1 % pour les attitudes ou 45,9 % pour les éléments de démarches d'investigation (figure 5 ci-après). Les connaissances sont nettement sous-représentées avec 49,6 % d'enseignants qui exposent toujours ou souvent désirer que leurs élèves remobilisent des connaissances, alors que ces pourcentages montent à 80,5 pour les capacités ou à 86,5 pour les éléments de DIS (habiletés liées aux DIS par exemple « formuler une hypothèse »).

De la même façon que pour les savoirs à acquérir, les enseignants souhaitent que leurs élèves mobilisent des savoirs ; mais ces derniers ne sont pas nécessairement des savoirs conceptuels, ce sont davantage des capacités, des attitudes et des éléments de DIS. Les savoirs conceptuels ne semblent pas priorisés par les enseignants lors de DIS mises en œuvre en classe.

Dans le même sens, 17 % des enseignants interrogés (par le questionnaire) choisissent une forme d'investigation linéaire sans savoirs préalablement acquis par leurs élèves (linéaire 3) (figure 6 ci-après).

Également, lors des entrevues semi-dirigées, 3 enseignants sur 7 estiment que leurs élèves n'ont pas nécessairement besoin de savoirs conceptuels préalables pour mettre en œuvre des DIS.

Non, je n'en ai pas vraiment besoin, en fait parce que je leur apporte tout, en fait. Ils en ont besoin pour réaliser leurs hypothèses, mais leurs hypothèses s'ils n'ont pas de prérequis, ils ont juste besoin d'imagination.

Cela n'exclut pas d'y arriver sans prérequis logiquement.

Il n'y a pas vraiment de connaissances apportées par les élèves, hors mis leur culture scientifique.

4.4. Une crainte devenue réalité

Les DIS doivent conduire à la reconstruction par les élèves de savoirs conceptuels nouveaux (Hasni & Samson, 2007 ; Boilevin, 2013 ; Calmettes & Matheron, 2015). Par exemple, Boilevin (2013, p. 265) explique qu'il est nécessaire que les DIS soient avant tout des démarches au cours desquelles les élèves acquièrent de nouvelles connaissances scientifiques. Il précise qu'il s'agit là d'un axe fondamental de l'investigation scientifique : « Il ne s'agit pas de faire de l'investigation pour faire de l'investigation, mais pour permettre aux élèves d'apprendre les sciences et sur les sciences ». Par ailleurs, selon Hasni et Samson (2007), pour que les élèves construisent des problèmes, les enseignants doivent tenir compte de différents éléments propres aux élèves qui peuvent devenir des obstacles : les représentations, les cadres de référence et les savoirs acquis précédemment (voir également, Hasni, 2011). « Bref, l'absence des savoirs nécessaires à la formulation du problème rend l'obstacle infranchissable par les élèves ; la présentation préalable des savoirs sur lesquels le problème est supposé déboucher enlève tout obstacle et éteint, par conséquent, tout désir de recherche » (Hasni & Samson, 2007, p. 3).

Figure 4 - Diagramme circulaire représentant la proportion d'enseignants faisant mobiliser des savoirs préalablement acquis par leurs élèves lors de DIS

Figure 5 - Histogramme représentant le choix des enseignants concernant les savoirs que leurs élèves doivent mobiliser (en %)

Figure 6 - Forme d'investigation linéaire sans savoirs préalablement acquis

Pourtant, les résultats de notre recherche ne vont pas dans ce sens. Bien que les enseignants s'appuient sur une approche de type didactique pour expliquer les finalités des DIS qu'ils font mettre en œuvre en classe par leurs élèves (voir tableau 5), les DIS ne sont pas nécessairement mises en œuvre en classe pour construire de nouveaux savoirs conceptuels et ne s'appuient pas sur des savoirs conceptuels préalablement construits.

Les enseignants de notre échantillon délaissent volontairement les savoirs conceptuels lorsqu'ils font mettre en œuvre des DIS par leurs élèves. Peu d'enseignants font référence à ces savoirs lorsqu'ils décrivent les finalités des DIS qu'ils font mettre en œuvre en classe. Dans notre recherche, les savoirs conceptuels visés sont souvent absents lors des DIS parce que les enseignants souhaitent que leurs élèves acquièrent d'autres savoirs disciplinaires, comme des habiletés. Les DIS sont souvent mises en œuvre pour elles-mêmes. Les savoirs conceptuels sont absents dès la préparation des séances de classe. Ces savoirs sont enseignés à d'autres moments, séparément des DIS. Dans le même sens, les enseignants participant à notre recherche ne souhaitent pas nécessairement que leurs élèves mobilisent des savoirs préalablement acquis, et particulièrement des savoirs conceptuels.

Par ailleurs, différents auteurs mettent en évidence une diminution importante des savoirs en jeu au fur et à mesure du déroulement des séances de classe (Gandit, Triquet & Guillaud, 2013 ; Marlot & Morge, 2016 ; Triquet & Guillaud, 2016). En effet, certaines études montrent un affaiblissement de l'enjeu didactique initial. Il est possible d'observer un glissement vers un objet d'apprentissage scientifique moins dense en savoirs et un glissement vers des apprentissages plus transversaux (Marlot, 2009, 2016 ; Marlot & Ligozat, 2011). Également, une étude révèle que, même lorsqu'une situation dans laquelle les élèves mettent en œuvre une DIS est construite par un formateur et explicitée par ce dernier aux enseignants qui l'expérimentent en classe (en insistant sur les enjeux épistémiques), un évanouissement des savoirs est observé (Marlot, 2016). Par conséquent, il ne suffit pas de présenter aux enseignants des situations déjà solidement construites pour que ceux-ci s'en emparent en cohérence avec les pratiques d'enseignement souhaitées par les chercheurs. Cependant, les résultats de notre recherche ne montrent pas un évanouissement des savoirs conceptuels au fur et à mesure du déroulement de la séance (d'après les déclarations des enseignants interrogés), mais révèlent que les enseignants, dès leur préparation de cours, ne prévoient pas de savoirs conceptuels visés ni mobilisés.

Le plan de rénovation des sciences et de la technologie (2000, cité par Marlot, 2016, p. 332) exprime lui la mise en garde suivante : « Il importe d'éviter la dérive du tout méthodologique où l'acquisition des connaissances devient un objectif mineur par rapport aux procédures utilisées [...] ». Cette recommandation souhaite éviter les pratiques qui feraient appréhender les DIS uniquement comme des objets d'enseignement décontextualisés de tout enjeu didactique de savoirs conceptuels. Ce risque est également évoqué par Jacques Ginestie (2008) qui déclare que la forte orientation des prescriptions institutionnelles concernant les contenus à enseigner et la manière de les enseigner peut induire une dérive importante vers une structuration des tâches des élèves prenant le pas sur une structuration des connaissances.

En outre, Araceli Ruiz-Primo et Erin Furtak (2007) indiquent que, dans le contexte d'un enseignement basé sur l'investigation scientifique, les enseignants semblent se concentrer davantage sur les procédures (par exemple mettre en œuvre un protocole d'expérience) que sur le processus de production de connaissances (développer l'explication scientifique). Dans la même idée, Maryline Coquidé et Estelle Flatter (2015) ainsi que David Cross (2013) expriment que, dans les séances qu'ils ont observées aucun enseignant n'a procédé à une structuration des connaissances. Dans les entretiens réalisés par Coquidé et Flatter, les enseignants ont déclaré avoir reporté ces phases à la séance suivante par manque de temps. Ces auteurs précisent qu'aucun des enseignants n'a choisi de présenter une séance de structuration des connaissances comme étant représentative d'une DIS. De plus, un enseignant explique que les phases de structuration sont

davantage dirigées et ne sont donc pas représentatives d'une investigation. Coquidé et Flatter expliquent que la structuration des connaissances ne semblait pas être une priorité pour ces enseignants.

Les résultats des différentes études exposés ci-dessus tendent à montrer que les enseignants, lors de DIS, accordent moins d'importance aux savoirs conceptuels comparativement aux autres savoirs qui constituent la structure disciplinaire, tels que les habiletés. Néanmoins, les enseignants de ces études, contrairement à certains enseignants de notre échantillon, souhaitent quand même que leurs élèves acquièrent des savoirs conceptuels lors des DIS mises en œuvre en classe. Notre recherche met donc en évidence un élément nouveau dans les pratiques des enseignants de SVT qui exercent au sein d'un collège français : une tendance de certains d'entre eux à faire mettre en œuvre des DIS par leurs élèves en classe pour que ces derniers acquièrent des habiletés, voire les démarches elles-mêmes, les savoirs conceptuels étant « transmis » avant ou après les DIS.

Comment expliquer nos résultats ? Nous pouvons notamment évoquer les programmes scolaires ou la récente apparition des SVT en tant qu'épreuve du diplôme national du brevet en fin de troisième (DNB). En effet, les précédents programmes scolaires du collège (MEN, 2008) décrivent « la démarche d'investigation » comme une suite de sept étapes linéaires alors que les nouveaux programmes scolaires (MEN, 2015) exposent « les démarches scientifiques » en cinq étapes. Les deux étapes disparues des derniers programmes sont celles qui correspondent à la formulation d'énoncés scientifiques. Finalement, ce qui permettait peut-être aux enseignants, au travers des programmes scolaires, de faire le lien entre les DIS et la conceptualisation n'apparaît plus dans les nouveaux textes. De plus, la présentation des DIS de façon linéaire ne facilite certainement pas la compréhension des enseignants quant à l'articulation des DIS et des savoirs conceptuels (visés et mobilisés). Par ailleurs, l'épreuve de SVT au DNB consiste pour les élèves à répondre à un ensemble de questions à partir de documents fournis. Les DIS ne semblent pas faire partie des exigences de l'institution pour ce diplôme.

En conséquence, il nous semble qu'il serait urgent de rompre avec des pratiques de classe dominées par une vision de l'investigation centrée sur l'exécution d'une suite de procédures et de ne plus enseigner de façon dissociée les DIS et les savoirs conceptuels. Ces pratiques ne reflètent pas la manière avec laquelle les sciences fonctionnent et, par conséquent, les modalités de production et de validation des savoirs (Windschitl, Thompson & Braaten, 2008).

5. Conclusion

Les démarches d'investigation scientifiques sont présentes à la fois dans les textes institutionnels et dans la documentation scientifique. Dans notre recherche, nous avons étudié la manière avec laquelle des enseignants français articulent les DIS avec les savoirs conceptuels en sciences de la vie et de la Terre (SVT). Nous avons identifié une disparition des savoirs conceptuels lors de mises en œuvre de DIS en classe. Les enseignants ne souhaitent pas nécessairement que leurs élèves acquièrent ou mobilisent des savoirs conceptuels. Les habiletés ou les attitudes souvent en lien avec les DIS sont priorisées. Pourquoi ces enseignants font-ils ce choix ? Est-ce en lien avec des difficultés qu'ils rencontrent lors de DIS ? Ont-ils les connaissances épistémologiques suffisantes ? Qu'en est-il de la formation des enseignants concernant les DIS ? Sur le plan de la formation, il apparaît donc nécessaire d'étudier des pistes permettant de mettre les enseignants en contact avec la diversité des démarches et avec l'épistémologie et l'histoire des sciences qui montrent clairement que les processus scientifiques (les DIS) et la conceptualisation du monde (l'acquisition des savoirs conceptuels) ne sont pas dissociés.

En outre, derrière un consensus de la communauté scientifique du recours aux DIS dans l'enseignement des sciences, se cachent des désaccords et des malentendus qui condamnent les DIS à rester peu accessibles pour les enseignants et les formateurs. Nous pouvons par exemple citer : les démarches comme contenu d'apprentissage versus démarches comme approche pé-

dagogique ; les attributs qui les caractérisent ou encore la représentativité des démarches propres aux différentes disciplines (Hasni & Bousadra, 2018). Bref, des pistes de recherche sont ouvertes aussi bien sur le plan du curriculum (le prescrit) que des pratiques.

Références

ASTOLFI Jean-Pierre (2008), *La saveur des savoirs*, Paris, ESF.

BACHELARD Gaston (1938), *La formation de l'esprit scientifique*, Paris, Vrin.

BÄCHTOLD Manuel (2012), « Les fondements constructivistes de l'enseignement des sciences basé sur l'investigation », *Tréma*, n° 38, p. 6-39.

BARDIN Laurence (2007), *L'analyse de contenu*, Paris, Presses universitaires de France.

BOILEVIN Jean-Marie (2013), *La rénovation de l'enseignement des sciences physiques et formation des enseignants*, Bruxelles, De Boeck.

BROSSARD Michel (2002), « Approche socio-historique des situations d'apprentissage de l'écrit », dans Michel Brossard & Jacques Fijalkow, *Apprendre à l'école : perspectives piagetiennes et vygotskiennes*, Bordeaux, Presses universitaires de Bordeaux, p. 37-50.

CALMETTES Bernard & MATHERON Yves (2015), *Recherches en éducation*, n° 21 (Les démarches d'investigation et leurs déclinaisons en mathématiques, physique, sciences de la vie et de la Terre), <https://journals.openedition.org/ree/>

CHALAK Hanaa (2012), « Problématisation et construction de textes de savoirs dans le domaine du magmatisme au collège », *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, n° 6, p. 119-160.

COQUIDÉ Maryline & FLATTER Estelle (2015), « D'une auto-prescription à une mise en œuvre d'investigation. Étude de cas en SVT au collège », *Recherche en éducation*, n° 21, p. 34-50, <https://journals.openedition.org/ree/>

CRESWELL John W. (2003), *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed method approaches*, Thousand Oaks, Sage Publications (2^e édition).

CRESWELL John W. & PLANO CLARK Vicki L. (2018), *Designing and conducting mixed methods research*, Londres, Sage (3^e édition).

CROSS David (2013), « Démarche d'investigation : analyse de pratique de classe au collège en mathématiques, physique-chimie et sciences de la vie et de la Terre, impliquées dans un travail collectif », dans Michel Grangeat (dir.), *Les enseignants de sciences face aux démarches d'investigation : des formations et des pratiques de classe*, Grenoble, Presses universitaires de Grenoble, p. 185-196.

EURYDICE (2006), *L'enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe. États des lieux des politiques et de la recherche*, Bruxelles, Commission européenne, Direction générale de l'éducation et de la culture.

FALLERY Bernard & RODHAIN Florence (2007), « Quatre approches pour l'analyse de données textuelles : lexicale, linguistique, cognitive, thématique », communication présentée à la XVI^e Conférence de l'Association internationale de management stratégique (AIMS), Montréal (Canada).

GANDIT Michel, TRIQUET Éric & GUILLAUD Jean-Claude (2012, mai), « Démarche d'investigation en science, démarche expérimentale en mathématiques : degré d'autonomie des élèves et des enseignants », Actes du colloque *Formes d'éducation et processus d'émancipation*, Rennes, CREAD, p. 6-15.

GAUTHIER Benoît (2010), *Recherche sociale : de la problématique à la collecte des données*, Québec, Presses de l'université du Québec.

GIBSON Helen L. & CHASE Christopher (2002), « Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science », *Science Education*, vol. 86, n° 5, p. 693-705.

GINESTIÉ Jacques (2008), « Gestepro: a scientific, technological, and vocational educational research laboratory », dans Jacques Ginesté (dir.), *The cultural transmission of artefact, skills and knowledge: eleven studies in technology education*, Rotterdam, Sense Publishers, p. 3-6.

GOVERNEMENT DU QUÉBEC (2005), *Guide d'accompagnement des programmes de sciences*, Québec, Ministère de l'Éducation, des Loisirs et du Sport.

GOVERNMENT OF THE UNITED KINGDOM (2015), *National curriculum in England: science programmes of study*, England, Department for Education.

HALBWACHS Francis (1974), *La pensée physique chez l'enfant et le savant*, Neufchâtel, Delachaux et Niestlé.

HASNI Abdelkrim (2001), *Les représentations sociales d'une discipline scolaire, l'activité scientifique et de sa place au sein des autres disciplines formant le curriculum chez des instituteurs marocains*, Thèse de doctorat en éducation, Université de Sherbrooke (Québec).

HASNI Abdelkrim (2011), « Problématiser, contextualiser et conceptualiser en sciences : point de vue d'enseignants du primaire sur leur pratique de classe » dans Abdelkrim Hasni & Gilles 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*, Reims, Éditions et presses universitaires de Reims, p. 105-140.

HASNI Abdelkrim & SAMSON Ghislain (2007), « Développer les compétences en gardant le cap sur les savoirs. Première partie : place de la problématisation dans les démarches à caractère scientifique », *Spectre*, vol. 2, n° 37, p. 26-29.

HASNI Abdelkrim & BOUSADRA Fatima (2018), « Les démarches d'investigation scientifique dans les classes d'enseignants du secondaire au Québec : défis théoriques et pratiques » dans Abdelkrim Hasni, Fatima Bousadra & Joël Lebeaume (dir.), *Les démarches d'investigation scientifique et de conception technologique : regards croisés sur les curriculums et les pratiques en France et au Québec*, Montréal, Groupédition Éditions.

HAUG Berit S. & ØDEGAARD Marianne (2014), « From words to concepts: Focusing on word knowledge when teaching for conceptual understanding within an inquiry-based science setting », *Research in Science Education*, vol. 44, n° 5, p. 777-800.

HODSON Derek (2014), « Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods », *International Journal of Science Education*, vol. 36, n° 15, p. 2534-2553.

KLAHR David & NIGAM Milena (2004), « The equivalence of learning paths in early science instruction effects of direct instruction and discovery learning », *Psychological science*, vol. 10, n° 15, p. 661-667.

LAROSE François (1999), *Éléments de méthode pour l'objectivation des représentations et des pratiques d'utilisation du matériel didactique. Un exemple appliqué à la recherche*, GRIFE (Groupe de recherche sur l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement), Faculté d'éducation, Université de Sherbrooke.

LAROSE François & LENOIR Yves (1998), « La formation continue d'enseignants du primaire à des pratiques interdisciplinaires : résultats de recherches », *Revue des sciences de l'éducation*, vol. 1, n° 14, p. 189-228.

LEDERMAN Judith S., LEDERMAN Norman G., WICKMAN Per-Olof & LAGER-NYQVIST Lotta (2007), *An international, systematic investigation of the relative effects of inquiry and direct instruction*, Sweden, European Science Education Research Association.

LEDERMAN Norman G., ANTINK Allison & BARTOS Stephen (2014), « Nature of science, scientific inquiry, and socio-scientific issues arising from genetics: A pathway to developing a scientifically literate citizenry », *Science & Education*, vol. 23, n° 2, p. 285-302.

LEE Okhee, BUXTON Cory, LEWIS Scott & LEROY Kathryn (2006), « Science inquiry and student diversity: enhanced abilities and continuing difficulties after an instructional intervention », *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 43, n° 7, p. 607-636.

MARLOT Corinne (2009), « Glissement de jeu d'apprentissage scientifique et épistémologie pratique de professeurs au CP », *Aster*, n° 49, p. 109-136.

MARLOT Corinne (2016), « Réduire les difficultés de conception et de mise en œuvre des séquences d'investigation scientifique et technologique : vers une réponse collective » dans Corinne Marlot & Ludovic Morge (dir.), *L'investigation scientifique et technologique. Comprendre les difficultés de mise en œuvre pour mieux les réduire*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, p. 331-341.

MARLOT Corinne & LIGOZAT Florence (2011), « La sémiotisation du temps des processus biologiques : enquête didactique en contexte préscolaire » *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, n° 4, p. 29-56.

MARLOT Corinne & MORGE Ludovic (dir.) (2016), *L'investigation scientifique et technologique. Comprendre les difficultés de mise en œuvre pour mieux les réduire*, Rennes, Presses universitaires de Rennes.

MARTINAND Jean-Louis (1994), « La didactique des sciences et de la technologie et la formation des enseignants » *Aster*, n° 19, p. 61-75.

MARTINEZ BARRERA Luz Helena, DE HOSSON Cécile & DÉCAMP Nicolas (2015), « Construire un problème : un premier pas vers l'investigation en sciences. Analyse d'une formation d'enseignants de primaire en contexte français et colombien », *Recherches en éducation*, n° 21, p. 51-66, <https://journals.openedition.org/ree/>

MATHÉ Stéphanie (2010), *La démarche d'investigation dans les collèges français*, Thèse de doctorat, université de Paris Diderot-Paris 7.

MILLAR Robin, LUBBEN Fred, GOT Richard & DUGGAN Sandra (1994), « Investigating in the school science laboratory: Conceptual and procedural knowledge and their influence on performance », *Research Papers in Education*, vol. 9, n° 2, p. 207-248.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (MEN) (2008), *Programme de sciences et technologie du collège*, Paris, Ministère de l'Éducation nationale.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (MEN) (2015), *Programme de sciences et technologie du collège*, Paris, Ministère de l'Éducation nationale.

MINNER Daphne, LEVY Abigail Jurst & CENTURY Jeanne (2009), « Inquiry-based science instruction, what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002 », *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, vol. 47, n° 4, p. 474-496.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (2000), *Inquiry and national science education standards*, Washington, The National Academic Press.

ORANGE Christian (2005), « Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques », *Les sciences de l'éducation. Pour l'ère nouvelle*, vol. 38, n° 3, p. 69-94.

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE (OCDE) (2007), *Les compétences en sciences, un atout pour réussir, Volume 1. Analyse des résultats*, Paris, OCDE.

PERRON Séverine (2018), « Une méthode mixte séquentielle pour étudier les démarches d'investigation scientifique à travers des pratiques d'enseignement », *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, vol. 12, n° 2, p. 83-101.

REINERT Max (1983), « Une méthode de classification descendante hiérarchique : application à l'analyse lexicale par contexte », *Les cahiers de l'analyse des données*, vol. 2, n° 8, p. 187-198.

RUIZ-PRIMO Maria Araceli & FURTAK Erin Marie (2007), « Exploring teachers' informal formative assessment practices and students' understanding in the context of scientific inquiry », *Journal of research in science teaching*, vol. 44, n° 1, p. 57-84.

SCHWAB Joseph (1978), *Science, curriculum and liberal education: selected essay*, Chicago, University of Chicago Press.

SCHWAB Joseph (1964), « Structure of the discipline » dans Gervais Ford Weil & Lawrence Pugno (dir.), *The structure of knowledge and the curriculum*, Chicago, Rand McNally et Compagny, p. 6-30.

SPRENGER-CHAROLLES Liliane, LAZURE Roger, GAGNÉ Gilles & ROPÉ Françoise (1987), « Propositions pour une typologie de recherches », *Perspectives documentaires en sciences de l'éducation*, n° 11, p. 49-71.

TRIQUET Éric & GUILLAUD Jean-Claude (2016), « Difficultés d'enseignants débutants dans la mise en œuvre de démarches d'investigation » dans Corinne Marlot & Ludovic Morge (dir.), *L'investigation scientifique et technologique. Comprendre les difficultés de mise en œuvre pour mieux les réduire*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, p. 105-118.

VYGOTSKI Lev Sémionovitch (1997), *Pensée et langage*, Paris, La dispute.

WILSON Christopher. D., TAYLOR Joseph. A., KOWALSKI Susan M. & CARLSON Janet (2010), « The relative effects and equity of inquiry based and commonplace science teaching on students' knowledge, reasoning, and argumentation », *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 47, n° 3, p. 276-301.

WINDSCHITL Marc, THOMPSON Jessica & BRAATEN Melissa (2008), « Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations », *Science Education*, vol. 5, n° 92, p. 941-967.

Annexe 1 - Questionnaire

Le questionnaire est consultable à partir de la page web de l'article.

Annexe 2 - Guide d'entretien

Répondant : n°

Date :

Heure de début :

Heure de fin :

Je vous remercie d'avoir accepté cette entrevue.

Elle va durer 30 min environ.

Est-ce que vous m'autorisez à enregistrer notre conversation ?

Je vous rappelle que notre entrevue va reposer sur la séance/séquence de cours que vous avez choisie en lien avec les démarches d'investigation scientifique. Est-ce que vous avez cette séance/séquence avec vous ?

Quand vous êtes prêt, nous allons commencer.

Partie 1 : choix de la séance/séquence

1/Quelle séance/séquence avez-vous choisie pour cette entrevue ?

- 2/A quel niveau d'élèves s'adresse-t-elle ?
 3/Quand est-ce que vous l'avez mise en œuvre en classe ?
 4/Pourquoi l'avez-vous choisie ?
 5/Pourriez-vous me la décrire le plus précisément possible ?
 -Le processus d'investigation scientifique ?
 -Les autres savoirs ?
 -Organisation de la classe ?
 -Matériels ?

Partie 2 : les savoirs conceptuels visés et les dispositifs

6/ Est-ce qu'il y a des connaissances (savoirs conceptuels) que vous souhaitiez que vos élèves acquièrent lors de cette séance/séquence ?
 Si oui :

7/Quelles sont les connaissances (savoirs conceptuels) que vous souhaitiez que vos élèves acquièrent lors de cette séance/séquence ?

8/A quel(s) moment(s) des DIS souhaitiez-vous que vos élèves acquièrent ces connaissances ?

9/Avez-vous utilisé ou fait utiliser du matériel pour que vos élèves acquièrent ces connaissances ?

- Pédagogiques (tableau, vidéo projecteur, cahier...) :
- Didactiques (matériel de laboratoire, expérience virtuelle, le manuel...) :

10/Quelle organisation de la classe avez-vous mis en place (groupes/spatiale) à ce moment-là ?

11/Quel est votre rôle à ce moment-là ?

12/Que font les élèves à ce moment-là ?

13/Vos élèves réutilisent-ils ou retravaillent-ils ces connaissances par la suite ?

Si oui :

13-1/À quel moment ?

13-2/Dans quel objectif ?

Partie 3 : les savoirs conceptuels mobilisés et les dispositifs

14/Est-ce qu'il y a des connaissances (savoirs conceptuels) préalables que vous souhaitiez que vos élèves mobilisent lors de cette séance/séquence ?
 Si oui :

15/Quelles sont les connaissances (savoirs conceptuels) préalables que vous souhaitiez que vos élèves mobilisent lors de cette séance/séquence ?

16/D'où proviennent ces connaissances préalables ?

17/Avez-vous mis en place une activité pour que vos élèves mobilisent ces connaissances ?

Si oui :

17-1/Pourriez-vous me décrire cette activité ?

18/A quel(s) moment(s) des DIS souhaitiez-vous que vos élèves mobilisent ces connaissances ?

19/Avez-vous utilisé ou fait utiliser du matériel pour que vos élèves mobilisent ces connaissances ?

Quels matériels ?

- Pédagogiques (tableau, vidéo projecteur, cahier...) :
- Didactiques (matériel de laboratoire, expérience virtuelle, le manuel...) :

20/Quelle organisation de la classe avez-vous mis en place (groupes/spatiale) à ce moment-là ?

21/Quel est votre rôle à ce moment-là ?

22/Que font les élèves à ce moment-là ?

Partie 4 : le processus d'investigation scientifique

Je vous ai transmis par mail, il y a quelques minutes, le schéma que vous avez choisi lors du questionnaire pour répondre à la question suivante : « Choisissez parmi les schémas proposés ci-dessous celui qui correspond le mieux aux démarches d'investigation scientifique mises en œuvre en classe lors de votre enseignement ».

23/Pouvez-vous me décrire le schéma ?

24/Pourquoi avez-vous choisi celui-là ?

Partie 5 : Réflexion de l'enseignant sur sa séance/séquence

25/Est-ce que vous souhaiteriez modifier quelque chose de votre séance/séquence ?

Si oui :

25-1/Quoi ?

25-2/Pourquoi ?

26/Avez-vous rencontré des difficultés lors de la mise en œuvre de cette séance/séquence ?

Si oui :

26-1/Lesquelles ?

27/Les élèves ont-ils rencontré des difficultés lors de cette séance/séquence ?

Si oui :

27-1/Lesquelles ?

28/Avez-vous des informations ou des commentaires dont vous aimeriez me faire part ?

Je vous remercie beaucoup pour le temps que vous nous avez accordé.