



HAL
open science

D'une épistémologie des savoirs scolaires à l'étude des pratiques enseignantes en SVT : langage et problématisation.

Yann Lhoste

► To cite this version:

Yann Lhoste. D'une épistémologie des savoirs scolaires à l'étude des pratiques enseignantes en SVT : langage et problématisation.. Education. Université de Nantes, 2014. tel-01198459

HAL Id: tel-01198459

<https://hal.science/tel-01198459>

Submitted on 15 Sep 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



Université de Nantes
École doctorale *Cognition, Éducation, Interactions*

TOME 2

Note de synthèse pour l'habilitation à diriger des recherches en
Sciences de l'éducation

**D'une épistémologie des savoirs scolaires à l'étude
des pratiques enseignantes en SVT : langage et
problématisation**

Yann LHOSTE

présentée le 5 décembre 2014 devant le jury composé de

Jean-Paul BERNIÉ, université de Bordeaux, rapporteur

Michel BROSSARD, université de Bordeaux

Maryline COQUIDÉ, ENS Lyon – IFÉ, UMR STEF, rapporteur

Michel FABRE, université de Nantes

Christian ORANGE, université de Nantes, détaché à l'université libre de Bruxelles, garant

Patricia SCHNEEBERGER, université de Bordeaux

Gérard SENSEVY, université de Bretagne Occidentale, rapporteur

Résumé

Quatre axes principaux peuvent rendre compte de nos travaux, dont la convergence tient avant tout à l'articulation de deux cadres théoriques mis en œuvre (la problématisation et la théorie historico-culturelle) qu'à la production de problèmes de recherche qui se croisent.

Le premier axe poursuit le travail engagé dans notre thèse en didactique des SVT autour d'une épistémologie des savoirs scolaires en mobilisant les outils de l'épistémologie historique de tradition française (Bachelard, Canguilhem...). Cet axe peut se décliner en deux volets complémentaires mais dont les objets et les objectifs sont différents. Il s'agit, d'une part, d'identifier les produits des analyses épistémologiques conduites autour d'objets d'études ordinaires dans l'enseignement des SVT et, d'autre part, d'études qui répondent à l'introduction, dans les prescriptions institutionnelles, de nouveaux objets d'étude (comme l'enseignement de la biodiversité dans le cadre d'une éducation au développement durable).

Le deuxième axe reprend les travaux ancrés dans le cadre théorique et méthodologique développé au sein du laboratoire CREN (Université de Nantes) par M. Fabre et C. Orange, en reprenant certains aménagements proposés pour enrichir les analyses des débats scientifiques dans la classe pour mieux comprendre le processus de problématisation et les difficultés associées à sa mise en jeu. Ce travail s'est poursuivi en s'intéressant aux relations entre problématisation et certaines évolutions curriculaires récentes (par exemple l'introduction de la démarche d'investigation dans tous les programmes de l'école primaire au lycée, de l'approche par compétences à travers la mise en œuvre du socle commun de connaissances et de compétences).

Le troisième axe de recherche constitue les premières tentatives d'études des relations entre apprentissages scientifiques et activités langagières qui croisent analyse épistémique et analyse des multiples déplacements discursifs qui jalonnent le processus de construction de savoirs scientifiques. Ce travail est l'occasion d'utiliser d'autres outils d'analyse et de renouveler notre cadrage théorique et méthodologique pour étudier le processus de problématisation dans une perspective plus dynamique. Cela nous a permis de cerner certains aspects du processus de construction de savoirs scientifiques en classe de SVT et de tenter d'avancer dans la compréhension de celui-ci. C'est principalement cet axe de recherche qui assure le fondement de la recherche complémentaire présentée dans le cadre de notre HDR. Notre insertion dans l'équipe *Épistémologie et didactique des disciplines* du LACES, nous a également permis de développer de nouvelles collaborations avec d'autres enseignants-chercheurs de l'équipe. La confrontation à d'autres didactiques disciplinaires nous a permis de nous engager dans un travail comparatiste dans le champ de la didactique des disciplines en

s'intéressant aux caractéristiques des communautés discursives disciplinaires scolaires dans différentes disciplines d'enseignement (grammaire, SVT, histoire).

Enfin, notre quatrième axe de recherches concerne l'étude des pratiques d'enseignement des SVT et de la formation de ces pratiques. Ces travaux, liés à notre arrivée à Bordeaux et à la mise en place du séminaire *Inducteurs de problématisation* au sein du CREN, ont été conduits en collaboration avec P. Schneeberger et B. Perterfalvi. Ils ont permis d'identifier différents gestes professionnels, certains permettant l'avancée de la construction des savoirs, d'autres permettant d'assurer le partage du processus de construction du savoir par tous les élèves de la classe. Les résultats de ces recherches pourront servir à déterminer les conditions de possibilité d'une pragmatization (au sens de Pastré) des concepts de didactique des sciences travaillés dans le cadre de la formation des enseignants.

Ces différentes recherches nous ont conduit à envisager d'autres dimensions du processus d'apprentissage et donc à placer nos travaux dans une nouvelle configuration théorique qui sera l'objet de la recherche complémentaire que nous présenterons lors de la soutenance de notre habilitation à diriger des recherches.

Table des matières

Résumé	3
Table des matières.....	5
Introduction	13
1. Des travaux de recherches collaboratifs avec un fort ancrage épistémologique	15
1.1. Des recherches qui mobilisent certains concepts de l'épistémologie historique française.....	15
1.2. Des recherches de signification qui impliquent des praticiens et un travail en équipe	16
2. Recherches sur l'épistémologie des savoirs scolaires en SVT	23
2.1. Des résultats issus à partir d'études épistémologiques pour contrôler les analyses didactiques	23
2.2. L'introduction dans les programmes scolaire d'un nouvel objet d'étude, la biodiversité : analyses épistémologiques	25
3. Recherches dans le cadre théorique de la problématisation	29
3.1. Des propositions pour faire évoluer le cadre théorique de la problématisation	29
3.2. Problématisation, démarche d'investigation et approche par compétences	32
3.3. Conclusion	35
4. Recherches sur le langage et les apprentissages en SVT	36
4.1. L'entrée dans l'étude des pratiques langagières <i>via</i> l'analyse des argumentations des élèves	36
4.2. Une construction méthodologique intermédiaire : les analyses épistémologico-langagières.....	38
4.3. Les prémices d'une nouvelle construction théorique et méthodologique autour de la notion de contexte.....	40
4.4. Vers des recherches comparatistes entre didactiques disciplinaires sur la question des relations langage et apprentissages	42
5. Recherches sur les pratiques d'enseignement des SVT et la formation de ces pratiques.....	45
5.1. Recherches sur les pratiques d'enseignement des SVT.....	45
5.2. Recherches sur la formation des pratiques d'enseignement des SVT.....	48
5.3. Conclusion	49
6. Conclusion	50
Bibliographie	53

À noter : Dans cette synthèse, lorsque nous référerons aux résultats des recherches ayant donné lieu à publication, nous renverrons le lecteur à ces recherches en indiquant explicitement [Article n] où n indique le numéro de la publication concernée. Nous entendons ici par article toutes les productions scientifiques que nous spécifions en fonction des catégories de l'AERES :

- articles parus dans des revues internationales ou nationales avec comité de lecture répertoriées par l'AERES **(ACL)**
- les chapitres d'ouvrages scientifiques **(OS)**
- les communications avec actes dans un congrès international **(ACTI)**
- les communications avec actes dans un congrès national **(ACTN)**

- [Article 1]** BEORCHIA, F. & LHOSTE, Y. (2007). La procréation : quelles problématiques du CP au collège ? *Recherche en Éducation*, 3, p. 29-50. **(ACL)**
- [Article 2]** BOSDEVEIX, R. & LHOSTE, Y. (2012). Problématisation relative à la classification et l'évolution des végétaux chez des étudiants de master 2 se destinant à l'enseignement des SVT. *Septièmes rencontres scientifiques de l'Association pour la Recherche en Didactique des Sciences et des Technologies (ARDIST)*. IUFM d'Aquitaine, Bordeaux, 14-16 mars 2012. **(ACTI)**
- [Article 3]** BOSDEVEIX, R., REGARD, L., & LHOSTE, Y. (2013). Les conceptions des végétaux chez des étudiants de master 2, futurs professeurs de sciences de la vie et de la terre. *Congrès international de l'actualité de la recherche en éducation et formation (AREF) 2013*. Universités de Montpellier, Montpellier, août 2013. **(ACTI)**
- [Article 4]** BOSDEVEIX, R., REGARD, L., & LHOSTE, Y. (2014). Les végétaux : tension entre classifications fonctionnelle et phylogénétique chez les futurs enseignants de SVT. *Huitièmes rencontres scientifiques de l'Association pour la Recherche en Didactique des Sciences et des Technologies (ARDIST)*. ESPE d'Aix-Marseille, Marseille, mars 2014. **(ACTI)**
- [Article 5]** BRANDT-POMARES, P., & LHOSTE, Y. (2013). L'éducation et l'enseignement scientifique et technologique : Analyse critique des évolutions actuelles. *Recherches En Didactique Des Sciences Et Des Technologies*, (7), 9-18. **(ACL)**
- [Article 6]** BULF, C., COULANGE, L., LHOSTE, Y. & REBIERE, M. (2014) Apprentissage et langage(s) dans les disciplines d'enseignement. Exemple en mathématiques et SVT. *Séminaire national de didactique des mathématiques 2014 (IREM de Paris 7 et ARDM)*. Université de Bordeaux, ESPE d'Aquitaine, Bordeaux, 24-25 janvier 2014. **(ACTN)**
- [Article 7]** GIRAULT, Y. & LHOSTE, Y. (2010). Opinions et savoirs : positionnements épistémologiques et questions didactiques. *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, (1), 29-66. **(ACL)**
- [Article 8]** GOBERT, J. & LHOSTE, Y. (2011). Démarches d'investigation et problématisation en classe de SVT : quelle mise en œuvre par des enseignants débutants ? *Deuxièmes journées S-TEAM : les démarches d'investigation au cœur de l'enseignement scientifique*. Université Joseph Fourier, Grenoble, 10-12 mai 2011. **(ACTI)**

- [Article 9]** GOBERT, J. & LHOSTE, Y. (2014). La construction du concept de sélection naturelle en classe de 3^e : analyse didactique dans le cadre de la théorie historico-culturelle. *Huitièmes rencontres scientifiques de l'Association pour la Recherche en Didactique des Sciences et des Technologies (ARDIST)*. ESPE d'Aix-Marseille, Marseille, 12-14 mars 2014. **(ACTI)**
- [Article 10]** GRANCHER, C., LHOSTE, Y. & SCHNEEBERGER P. (2014). Faire entrer les élèves dans une culture scientifique : mise en évidence de processus d'acculturation scientifique sur le thème du vivant au début de l'école primaire. *Huitièmes rencontres scientifiques de l'Association pour la Recherche en Didactique des Sciences et des Technologies (ARDIST)*. ESPE d'Aix-Marseille, Marseille, 12-14 mars 2014. **(ACTI)**
- [Article 11]** JAUBERT, M., LHOSTE, Y., REBIERE, M. & SCHNEEBERGER, P. (2014). La critique du propositionnalisme du savoir scolaire chez Jean-Pierre Astolfi. Analyses sur les plans épistémologiques et langagiers dans deux disciplines scolaires : grammaire et biologie. Colloque Recherches et questions sur l'éducation aujourd'hui. Jean-Pierre Astolfi : une référence d'actualité. Ifé-ENS de Lyon, Lyon, 21-22 mars 2013. **(ACTN)**
- [Article 12]** LALAGUE-DULAC S., LHOSTE Y., REBIERE M. (2014). Les « mises en histoire » en histoire et en SVT : du point de vue singulier des acteurs des situations didactiques à la construction des communautés discursives disciplinaires scolaires. *Colloque International des didactiques de l'histoire, de la géographie et de l'éducation à la citoyenneté*. ESPE de l'académie de Caen, Caen, 2-4 avril 2014. **(ACTI)**
- [Article 13]** LÉBOUVIER, B. & LHOSTE, Y. (2011). Les contenus sous l'angle de la problématisation dans deux disciplines scolaires : EPS et SVT. *Deuxième colloque international de l'Association pour des Recherches Comparatistes en Didactique (ARCD)*. Université Charles-de-Gaulle-Lille 3, Lille, 22 janvier 2011. **(ACTI)**
- [Article 14]** LÉBOUVIER, B., & LHOSTE, Y. (2013). Les contenus sous l'angle de la problématisation dans deux disciplines scolaires contrastées : EPS et SVT. In B. Daunay, Y. Reuter & A. Thépaut (éd.). *Les contenus disciplinaires. Approches comparatistes* (pp. 91-108). Villeneuve d'Ascq : Presses universitaires du Septentrion. **(OS)**
- [Article 15]** LHOSTE, Y. (2004). Analyses de productions argumentatives d'élèves de 3^e sur la nutrition. *Colloque Argumentation et disciplines scolaires*, INRP, Lyon, 7 - 9 octobre 2004. **(ACTN)**
- [Article 16]** LHOSTE, Y. (2005). Argumentation sur les possibles et construction de problème dans le débat scientifique en classe de 3^e (14-15 ans) sur le thème de la nutrition. *Aster*, n° 40, p. 153-176. **(ACL)**
- [Article 17]** LHOSTE, Y. (2005). L'analyse de vingt-quatre mémoires professionnels en sciences de la vie et de la Terre en formation initiale des enseignants. Analyse et évolution du point de vue didactique et de la professionnalisation. In Marc Bailleul (éd.). *Enseignants, formateurs et recherche(s) en IUFM. Pluralité d'approches. Tome 2. Formation et recherche* (pp. 193-224). Paris : L'Harmattan. **(OS)**

- [Article 18] LHOSTE, Y. (2005). La construction du savoir scientifique en classe de sciences de la vie et de la terre : problématisation, argumentation et conceptualisation. Le cas de la circulation sanguine dans un débat scientifique en classe de 3^e. 73^e Congrès de l'Association francophone pour le savoir (ACFAS). UQAC, Chicoutimi, 9-13 mai 2005. **(ACTI)**
- [Article 19] LHOSTE, Y. (2006). La construction du concept de circulation sanguine en 3^e: Problématisation, argumentation et conceptualisation dans un débat scientifique. *Aster*, n° 42, p. 79-108. **(ACL)**
- [Article 20] LHOSTE, Y. (2007). La construction du concept d'ancêtre commun dans un débat scientifique en formation des enseignants. *Cinquièmes rencontres scientifiques de l'Association pour la Recherche en Didactique des Sciences et des Technologies (ARDIST)*. IUFM de l'académie de Montpellier, La Grande Motte, 17-19 octobre 2007. **(ACTI)**
- [Article 21] LHOSTE, Y. (2010). L'expérience du réseau « Enseigner autrement » : quels enseignements pour la formation des enseignants. In B. Fleury (éd.). *Enseigner autrement. Pourquoi et comment ?* (p. 225-235). Dijon : Educagri éditions. **(OS)**
- [Article 22] LHOSTE, Y., LE JOSSIC A., MANOURY A. & ROLAND A. (2007). Apprentissage du concept de mitose par des élèves de 3^e et de 1^{re}S : impact d'un dispositif de formation continue d'enseignants sur les apprentissages des élèves. *Colloque international des IUFM du Pôle Nord-Est. Les effets des pratiques enseignantes sur les apprentissages des élèves*. IUFM de Franche-Comté, Besançon, 14-15 mars 2007. **(ACTI)**
- [Article 23] LHOSTE, Y., PETERFALVI, B. & ORANGE, C. (2007). Problématisation et construction de savoirs en SVT : quelques questions théoriques et méthodologiques. *Congrès international d'actualité de la recherche en éducation et en formation (AREF 2007)*. Laboratoire Interuniversitaire des Sciences de l'Education et de la Communication (LISEC - EA 2310, Université de Haute Alsace, Université Louis Pasteur et Université Nancy 2), Strasbourg, 28-31 août 2007. **(ACTI)**
- [Article 24] LHOSTE, Y. & GOBERT, J. (2009). L'espèce, outil / obstacle pour comprendre l'évolution des espèces : l'exemple d'une problématisation scolaire en première ES. *Sixièmes rencontres scientifiques de l'Association pour la Recherche en Didactique des Sciences et des Technologies (ARDIST)*. IUFM des Pays-de-la-Loire, Nantes, 14-19 octobre 2009. **(ACTI)**
- [Article 25] LHOSTE, Y. & PETERFALVI, B. (2009). Problématisation et perspective curriculaire en SVT : l'exemple du concept de nutrition. *Aster*, (49), 79-108. **(ACL)**
- [Article 26] LHOSTE, Y., PETERFALVI, B. & SCHNEEBERGER, P. (2010). Poser et construire un problème en classe de SVT. Quels repères pour l'enseignant ? *Congrès international d'Actualité de la Recherche en Education et en Formation (AREF 2010)*. Université de Genève, Genève, 13-16 septembre 2010. **(ACTI)**

- [Article 27] LHOSTE, Y., PETERFLALVI, B. & DECUSSY, C. (2010). *Expérience de la problématisation et obstacles chez des élèves de sixième. Recyclage de la matière organique dans le sol ?* In Fabre M., Dias de Carvalho A. & Lhoste Y. (éd.). *Expérience et problématisation en éducation. Aspects philosophiques, sociologiques et didactiques* (pp. 157-180). Porto : Ed. Afrontamento. **(OS)**
- [Article 28] LHOSTE, Y. & ROLAND, A. (2011). La transmission de l'information génétique en classe de troisième. Quels apprentissages ? Quels obstacles ? In M. Coquidé & M. Fuchs-Gallezot (éd.). *La génétique... Entre science et éthique, de nouvelles perspectives à enseigner* (pp. 91-108). Paris : Vuibert : Adapt-Snes. **(OS)**
- [Article 29] LHOSTE, Y., BOIRON, V., JAUBERT, M., ORANGE, C. & REBIERE, M. (2011). Le récit : un outil pour prendre en compte le temps et l'espace dans des explications biologiques et pour construire des savoirs en sciences ? *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, (4), 57-82. **(ACL)**
- [Article 30] LHOSTE, Y. & LE MARQUIS, H. (2012) Analyser l'activité langagière d'élèves de CP-CE1 pour comprendre les fonctions de différents moments de la démarche d'investigation sur les apprentissages des élèves. *Septièmes rencontres scientifiques de l'Association pour la Recherche en Didactique des Sciences et des Technologies (ARDIST)*. IUFM d'Aquitaine, Bordeaux, 14-16 mars 2012. **(ACTI)**
- [Article 31] LHOSTE, Y., SCHNEEBERGER, P. & LIGER-MARTIN, J. (2012), Former des enseignants de SVT par une formation à/par la recherche en didactique des SVT à l'université. *Deuxièmes rencontres des chercheurs en interdidactique. L'initiation à la recherche dans la formation des enseignants à l'Université*. Université Nice-Sophia-Antipolis, IUFM de l'académie de Nice, Nice, 25-26 octobre 2012. **(ACTN)**
- [Article 32] LHOSTE, Y. & SCHNEEBERGER, P. (2013). How does a teacher's action enable or not students to adopt scientific ways of acquiring knowledge? *13^e European Science Education Research Association Conference*. University of Cyprus, Nicosie, Chypre, 5-9 septembre 2013. **(ACTI)**
- [Article 33] LHOSTE, Y., & VOISIN, C. (2013). Repères pour l'enseignement de la biodiversité en classe de sciences. *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, (7), 107-134. **(ACL)**
- [Article 34] LHOSTE, Y. & LE MARQUIS, H. (2014, à paraître). Enseigner la classification des êtres vivants dans le premier degré dans la logique d'une investigation scientifique. Ressources didactiques. In C. Marlot & L. Morge (éd.). *Pour une entrée progressive dans l'investigation scientifique*. Clermont-Ferrand : Presses de l'université Blaise-Pascal. **(OS)**
- [Article 35] LHOSTE, Y. & LE MARQUIS, H. (2014, à paraître). Le rôle des différentes phases de l'investigation dans la construction d'un objet de savoir partagé par une classe de CP-CE1. Difficultés rencontrées par les enseignants dans la mise en œuvre d'un processus de problématisation. In C. Marlot & L. Morge (éd.). *Pour une entrée progressive dans l'investigation scientifique*. Clermont-Ferrand : Presses de l'université Blaise-Pascal. **(OS)**

- [Article 36]** ORANGE, C., LHOSTE, Y. & ORANGE-RAVACHOL, D. (2008). Argumentation, problématisation et construction de concepts en classe de sciences. In C. Buty & C. Plantin (éd.). *Argumenter en classe de sciences. Du débat à l'apprentissage* (pp. 75-116). Lyon : INRP. **(OS)**
- [Article 37]** SAVATON, P. & LHOSTE, Y. (2006). *Stage formation continue des enseignants de SVT des collèges et lycées : Histoire des idées sur le concept de génération*. Colloque *Épistémologie et histoire des sciences et des techniques dans la formation des maîtres*. IUFM de l'académie de Versailles, 12-13 janvier 2006. **(ACTI)**
- [Article 38]** SCHNEEBERGER, P. & LHOSTE, Y. (2010). Quelles interventions de l'enseignant pour permettre aux élèves de construire des problèmes en classe de SVT ? Comment aider les élèves à faire évoluer leur questionnement ? In Fabre M., Dias de Carvalho A. & Lhoste Y. (éd.). *Expérience et problématisation en éducation. Aspects philosophiques, sociologiques et didactiques* (pp. 183-203). Porto : Ed. Afrontamento. **(OS)**
- [Article 39]** SCHNEEBERGER, P., LHOSTE, Y. & PETERFALVI, B. (2011). How to help pupils to build up scientific problems in biology lessons. *9^e European Science Education Research Association conférence*. Université Claude-Bernard-Lyon 1, Lyon, 5-9 septembre 2011. **(ACTI)**
- [Article 40]** SCHNEEBERGER, P., LHOSTE, Y. & PETERFALVI, B. (2012). How to help Pupils to build up Scientific Problems in Biology Lessons. In C. Bruguière, A. Tiberghien & P. Clément (éd.). *Science learning and Citizenship . (Part 3*, pp. 170-178). Lyon : European Science Education Research Association. **(OS)**
- [Article 41]** SCHNEEBERGER, P., LHOSTE, Y., & PETERFALVI, B. (2012). Comparative analysis of the activity of two teachers in terms of pupil's acculturation to science. *IX^e Conference of European Researchers in Didactics of Biology*. Freie Universität Berlin, Berlin, Allemagne, 17-21 septembre 2012. **(ACTI)**
- [Article 42]** SCHNEEBERGER, P., LHOSTE, Y., & PETERFALVI, B. (2014). Comparative analysis of the activity of two teachers in terms of pupil's acculturation to science. In D. Kruger & M. Ekborg (éd.). *Research in biological education* (pp. 149-162). Berlin : ERIDOB. **(OS)**
- [Article 43]** VOISIN, C. & LHOSTE, Y. (2013). Dynamique de prise en charge des aides-obstacles dans la conception et la mise en œuvre d'un projet d'enseignement-apprentissage de la biodiversité à l'école primaire. *Penser L'éducation*, (hors-série), 541-558. **(ACL)**
- [Article 44]** VOISIN, C. & LHOSTE, Y. (2013). Dynamique de prise en charge des aides-obstacles dans la conception et mise en œuvre d'un projet d'enseignement-apprentissage de la biodiversité à l'école primaire. *Colloque international, L'éducation au développement durable : appuis et obstacles à sa généralisation hors et dans l'école*. Université de Rouen, IUFM de Haute-Normandie, Rouen, 26-28 novembre 2013. **(ACTI)**

Introduction

Nous avons borné temporellement la synthèse de notre activité scientifique entre l'année de notre première communication en 2004 ([Article 15]) et les publications acceptées pour une publication dans l'année 2014 ([Article 11], [Article 27], [Article 34], [Article 35]).

Ce parcours couvre donc une période de 10 années, marquées par la soutenance de notre thèse en décembre 2008, notre recrutement comme maître de conférences en didactique des *sciences de la vie et de la Terre*¹ à l'IUFM de Basse-Normandie en septembre 2009 et notre mutation à l'IUFM d'Aquitaine en septembre 2011. Ce n'est pourtant pas le choix d'une organisation chronologique de nos travaux que nous avons fait, même si ces repères prendront du sens du point de vue des évolutions de nos questionnements, nous le mentionnerons systématiquement.

Nous présenterons, dans une première section, certains éléments généraux qui permettent de contextualiser cette synthèse. Après avoir précisé ce qui contribue à fonder l'unité de notre travail (des recherches en didactique des SVT avec un très fort ancrage épistémologique), nous indiquerons une de ses spécificités (un travail collaboratif) qui fait de cet ensemble, un travail singulier.

Dans une deuxième section, nous avons organisé notre présentation en fonction des quatre thématiques qui organisent notre activité scientifique. Ces axes structurants seront ensuite déclinés en sous-axes qui cherchent à caractériser les origines de nos recherches, leurs évolutions et les perspectives qui émergent. À l'intérieur de chaque sous-axe, nous ferons référence aux principaux résultats obtenus et aux nouveaux problèmes construits.

En guise de conclusion, nous proposerons un tableau synoptique de cette synthèse pour montrer l'économie d'ensemble de nos travaux.

¹ Désormais signalé par l'acronyme SVT

1. Des travaux de recherches collaboratifs avec un fort ancrage épistémologique

Cette première section vise à mettre en avant certaines caractéristiques assez générique de nos travaux de recherche qui sont liées pour une part à l'école de didactique des SVT à laquelle nous appartenons et, d'autre part, au contexte professionnel dans lequel nous avons exercé notre activité de recherche.

1.1. Des recherches qui mobilisent certains concepts de l'épistémologie historique française

Les travaux que nous conduisons dans le champ de la didactique des SVT ont une forte composante épistémologique. En effet, les analyses didactiques proposées s'appuient toujours sur des fondements épistémologiques qui viennent normer la compréhension de l'activité des élèves et de l'enseignant : « *le moment de la tâche est celui de l'épistémologie qui vient dire la norme de l'activité* », « *pas d'enseignement sans une analyse épistémologique. Où en suis-je avec la discipline que je prétends enseigner ? Suis-je au clair sur les contenus ? Les dispositifs, les situations mises en place sont-ils en cohérence avec ces contenus* » (Fabre, 2007, p. 71). Pour reprendre la proposition de Michel Fabre, un postulat fondamental de notre travail est qu'il n'y a pas d'analyse didactique consistante sans un cadrage épistémologique fort. Ainsi, dans la plupart de nos travaux, soit nous avons repris des analyses proposées par d'autres collègues, soit nous les avons produites nous-même (tableau 2). Dans ce cas, nous procédons à une « *reconstruction rationnelle* » de l'histoire des sciences, qui s'inscrit dans une épistémologie du concept, où ce que l'on cherche à comprendre, c'est la façon dont les concepts scientifiques ont été historiquement construits. Comme le précise J. Gayon, « *seuls certains épisodes de l'histoire de ce que les hommes appellent "science" résistent à l'épreuve de la profondeur temporelle. Ce sont eux qui méritent une reconstruction rationnelle* » (Gayon 1992, p. 7). Du point de vue conceptuel, deux concepts importants de l'épistémologie historique française ont été mobilisés : celui d'*obstacle épistémologique* et celui de *condition de possibilité*.

Le **concept d'obstacle** est emprunté à G. Bachelard qui voit la construction d'une connaissance scientifique comme un processus de rectification, de réorganisation de la base au sommet qui implique le « *primat théorique de l'erreur* » (Canguilhem, 1957) : « *il ne saurait y avoir de vérité première, il n'y a que des erreurs premières* » (Bachelard, 1970). Bachelard considère ce travail de rectification, de réorganisation comme constitutif du travail scientifique, il en conclut logiquement que l'opinion, la connaissance commune « *a en droit toujours tort* » (Bachelard, 1938, p. 14). C'est à cet

axiome que le concept d'obstacle épistémologique est lié. La fonction de l'obstacle épistémologique est de « *combler la rupture entre connaissance commune et connaissance scientifique* », ainsi « *il fonctionne à rebours du Non* » et « *rétablit la continuité menacée par le progrès de la connaissance scientifique* » (Lecourt, 1974, p. 27). Les obstacles épistémologiques ne sont donc pas des difficultés externes au savoir qu'il conviendrait de surmonter, mais ils prennent leur source dans la pensée elle-même. Les opinions sont généralement stabilisées en profondeur par des obstacles, ce qui implique que lors de la construction des savoirs scientifiques, « *quelque chose de la pensée a à être détruit, ou du moins démonté sur le mode psychanalytique, pour que celle-ci puisse advenir* » (Peterfalvi, 2001, p. 32).

Le concept de **condition de possibilité** est emprunté à G. Canguilhem. Même s'il n'en fournit jamais une définition précise, il y fait référence dès son premier ouvrage épistémologique majeur : « *on est plutôt porté à se demander ce que doit enfermer une théorie du mouvement musculaire et de l'action des nerfs pour qu'une notion, comme celle de mouvement réflexe, recouvrant l'assimilation d'un phénomène biologique à un phénomène optique, y trouve un sens de vérité, c'est-à-dire d'abord un sens de cohérence logique avec d'autres concepts* » (Canguilhem, 1955, p. 5-6). Ainsi, les conditions de possibilité peuvent recouvrir tout autant des conditions intellectuelles (qui renvoient chez Foucault à une épistémè) et/ou techniques qui permettent l'émergence de nouveaux concepts.

Nous précisons dans la section 2.1., les apports principaux de nos travaux de ce point de vue. Il s'agit maintenant de présenter une autre caractéristique de nos travaux qui signale leur finalité et explique, pour partie, notre démarche.

1.2. Des recherches de signification qui impliquent des praticiens et un travail en équipe

Une seconde caractéristique de notre recherche la positionne, parmi les trois grands paradigmes de recherches en didactique que caractérise J.- P. Astolfi, dans le paradigme de **recherche de signification**. Il s'agit d'enquêtes qui sont centrées sur « *l'analyse précise de séquences didactiques recueillies et (re)travaillées avec les enseignants associés. Dans ce cas, le travail consiste à dépasser le récit chronique et notionnel d'une séance pour approcher sa cohérence interne et s'efforcer de comprendre ce qui s'y joue, tant pour le maître que pour les élèves* » (Astolfi, 1993, p. 10).

C'est dans ce sens que sont construits un nombre significatif de nos travaux. Cela explique pourquoi la plupart de nos publications soient co-signées avec des enseignants, puisque nous avons toujours eu la volonté de les associer aussi bien au travail de

construction, de mise en œuvre des séquences, de recueil et d'exploitation des données, qu'au travail de valorisation par des publications scientifiques.

Nous avons commencé nos travaux dans le cadre d'une recherche collaborative INRP n°30015 (*Argumentation et démonstration dans les débats et discussion en classe*) au sein du groupe Basse-Normandie dirigé par F. Beorchia et dans lequel nous avons le statut d'enseignant associé. Des séquences co-construites constituent une partie du recueil de données de la thèse de F. Beorchia (Beorchia, 2003).

Nous avons ensuite mis en place un groupe de formation-action (GFA) dans l'académie de Caen, au sein de l'IUFM de Basse-Normandie avec lequel nous avons conduit deux recherches. La première autour de la question des relations entre *Apprentissage et Problématisation* (Lhoste, 2008a), la seconde autour de la thématique de la *Mise en texte des savoirs en classe de sciences*. Ce groupe de formation était l'un des deux groupes qui composait la contribution de l'IUFM de Basse-Normandie de la Recherche INRP – IUFM des Pays-de-la-Loire, d'Aquitaine et de Basse-Normandie *Mises en texte et pratiques de savoirs dans les disciplines scolaires* (direction : C. Orange). Nous avons également poursuivi le travail engagé par F. Beorchia dans un GFA avec des enseignants du premier² degré autour de la question des *Situations de pratiques scolaires en sciences à l'école*.

Nous présentons dans le tableau 1, les noms des collègues impliqués dans ces recherches, les publications auxquelles elles ont contribué et, dans une dernière colonne, les reprises et poursuites d'études que ce travail collaboratif a suscitées (en mémoire de master 2 et/ou en thèse). Nous tenons à remercier l'ensemble des collègues cités pour avoir joué le jeu de la recherche et sans qui nos travaux n'auraient pas été possibles.

² Nous avons pris en charge le groupe de formation action 1^{er} degré – IUFM de Basse-Nomandie - Inspection académique de la Manche suite au départ en retraite de Françoise Beorchia au 1^e août 2009.

Tableau 1. Enseignants associés à nos recherches, valorisations et reprises d'études

Enseignants associés	Groupe de formation action	Publications	Reprise et poursuite d'études
Buisson Ginette , professeure de SVT	GFA Problématisation		
Cadet Aurélie , professeure de SVT	GFA Problématisation GFA Mise en texte		
Canu Jean-Philippe , professeur de SVT	GFA Problématisation GFA Mise en texte		
Decussy Claire , professeure de SVT	GFA Problématisation GFA Mise en texte	[Article 27] Lhoste <i>et al.</i> (2010)	
Faure Sandrine , professeure de SVT	GFA Problématisation GFA Mise en texte		
Fouetillou Jean-Marie , professeur de SVT	GFA Problématisation GFA Mise en texte		
Fradot Valérie , professeure de SVT	GFA Problématisation		
François-Xavier Beuve , professeur des écoles	GFA SPS		Mémoire de master 2 Recherche en sciences de l'éducation (Unicaen) <i>Problématisation, investigations expérimentales et apprentissages dans les sciences du vivant. Le cas de la nutrition végétale au cycle des approfondissements du premier degré.</i> (Note mémoire et soutenance : 16) Co-encadrement de la thèse (60%) <i>Situation-problème en sciences à l'école élémentaire : conception, mise en œuvre et régulation</i>
Gobert Julie , professeure de SVT	GFA Problématisation GFA Mise en texte GFA SPS	[Article 8] [Article 9] [Article 24] Lhoste <i>et al.</i> (2010)	Co-encadrement de la thèse (60%) <i>Processus d'enseignement-apprentissage des raisonnements darwiniens en classe de SVT</i>
Henneteau Renée , professeure de SVT	GFA Problématisation		
Le Jossic Annaïg , professeure de SVT	GFA Problématisation GFA Mise en texte	[Article 22]	Mémoire de master 2 Recherche en sciences de l'éducation (Unicaen) <i>Une approche d'intégration des inducteurs de problématisation dans la formation professionnelle des étudiants en SVT</i> (Note mémoire et soutenance : 16). Coencadrement de la thèse <i>Analyse des conditions de l'activité de problématisation d'étudiants apprentis professeurs de SVT, dans une logique de formation par alternance</i>
Le Marquis Hélène , professeure des écoles, PEMF	GFA SPS	[Article 30] [Article 34] [Article 35]	Mémoire de master 2, MEEF, spé. Encadrement et Éducation, parcours Expertise des processus d'enseignement apprentissage <i>Caractérisation du vivant au cycle 2 et cadre phylogénétique actuel : quel projet d'enseignement pour construire et maintenir le sens en prenant en compte les logiques des élèves, du savoir et de la société ?</i> (Note mémoire et soutenance : 17)

Le Marquis Laurent , professeur des écoles, PEMF	GFA SPS		
Maunoury Aurélie , professeure de SVT	GFA Problématisation GFA Mise en texte	[Article 22]	
Ménard Isabelle , professeure des écoles, PEMF	GFA SPS		Mémoire de master 2, MEEF, spé. Encadrement et Éducation, parcours Expertise des processus d'enseignement apprentissage <i>Comment la formalisation d'un espace de contraintes et nécessités en classe de CE2-CM1 participe à la construction d'un savoir problématisé sur la respiration humaine ? (Note mémoire et soutenance : 15)</i>
Pineau Véronique , professeure des écoles	GFA SPS		Mémoire de master 2, MEEF, spé. Encadrement et Éducation, parcours Expertise des processus d'enseignement apprentissage <i>La respiration humaine au cycle 3. Élaboration des textes de savoirs. (Note mémoire et soutenance : 17,7)</i>
Pogam Anna , professeure de SVT	GFA Problématisation GFA Mise en texte		
Prével Sandrine , professeure des écoles, Conseillère pédagogique	GFA SPS		
Roland Armelle , professeure de SVT	GFA Problématisation GFA Mise en texte	[Article 22] [Article 28]	
Rosier Marie , professeure de SVT	GFA Mise en texte		Mémoire de master 2, MEEF, spé. Encadrement et Éducation, parcours Expertise des processus d'enseignement apprentissage <i>Comment aider des élèves de 4^e à comprendre la formation des roches volcaniques à partir d'activités de modélisation? . (Note mémoire et soutenance : 16)</i>
Tanqueray Caroline , professeure de SVT	GFA Problématisation GFA Mise en texte		
Voisin Carole , professeure des écoles	GFA SPS	[Article 33] [Article 43] [Article 44]	Mémoire de master 2, MEEF, spé. Encadrement et Éducation, parcours Expertise des processus d'enseignement apprentissage <i>Enseignement de la biodiversité, obstacles et processus de problématisation (Note mémoire et soutenance : 16,3)</i> Coencadrement de la thèse Enseigner la biodiversité - obstacles et difficultés à un enseignement généralisé : approche philosophique, épistémologique et didactique

Précisons davantage la logique de ces recherches de signification : la plupart des séquences qui donnent lieu à des recueils de données sont co-construits dans le cadre du groupe sur le modèle de ce que C. Orange appelle des situations forcées. « *Les situations forcées sont des situations d'enseignement construites au sein d'un groupe de recherche comportant des chercheurs en didactique et des enseignants engagés dans une formation par la recherche, dont l'enseignant de la classe. Sont définis a priori les objectifs d'apprentissages et les objectifs de recherche de la séquence ; les objectifs d'apprentissage sont définis à partir des préconisations officielles, en lien avec les analyses préalables et les objectifs de recherche* » (Orange, 2010, p. 2). Lorsque les données sont produites, les analyses donnent également lieu à un travail de discussion au sein des groupes collaboratifs jusqu'à la production d'une interprétation qui « tient », pour reprendre la formule de J.-P. Astolfi. « *Dire qu'elle tient ne signifie pas que d'autres interprétations ne soient pas possibles moyennant un changement de cadre conceptuel ou d'hypothèses théoriques, mais plutôt que l'on a dépassé le cadre des échanges intersubjectifs* » (Astolfi, 1993, p. 10).

Notre arrivée à l'université de Bordeaux, nous a éloigné de ce terrain mais, simultanément, nous a permis de développer de nouvelles collaborations avec les enseignants-chercheurs de l'équipe E3D/LACES. La confrontation avec d'autres outils théorico-méthodologiques³ nous a amené à reprendre en sens nos travaux dans une nouvelle configuration théorique qui sera travaillée dans notre recherche complémentaire d'HDR (sections 2.3.3. et 3). En plus de nous avoir permis de développer un nouvel axe de recherches autour des pratiques enseignantes, dans une collaboration étroite avec Patricia Schneeberger, notre insertion au sein de l'équipe a facilité l'émergence de travaux comparatistes en didactiques (initiés avec Bruno Lebouvier, didacticien de l'EPS lors du 2^e colloque de l'ARCD [Article 13] [Article 14]). Toutes ces collaborations ont participé, il nous semble à la construction d'une vigilance épistémologique quant aux risques liés à une dérive applicationniste de notre cadre théorique de départ, celui de la problématisation. Ces collaborations ont rendu possible l'évolution de nos recherches.

Dans ce travail de reprise de nos travaux autour de l'élucidation des conditions de possibilité d'appropriation par les élèves de concepts biologiques et géologiques, nous ne pouvons passer sous silence la relation intellectuelle particulière que nous entretenons avec Brigitte Peterfalvi notamment autour de la place/fonction des obstacles dans les processus d'enseignement-apprentissage en SVT. Ce travail de coproduction d'hypothèses de recherches, d'interprétation des corpus est tel qu'il est

³ Théorie historico-culturelle, théorie des situations didactiques, double approche en didactique...

difficile, au final, de pouvoir dire précisément qui a produit telle ou telle hypothèse, telle ou telle idée, telle ou telle interprétation.

C'est donc dans ce contexte doublement marqué du point de vue épistémologique et collaboratif que peuvent prendre tout leur sens nos recherches qui ont débuté en 1999 avec la rédaction de notre mémoire professionnel de PLC2 autour des conceptions des élèves du secondaire en SVT sous la direction de Françoise Beorchia et Paulette Ducrocq (IUFM Basse-Normandie).

Dans ce contexte, quatre axes structurant nos recherches peuvent être identifiés pour décrire les origines de notre questionnement, son évolution et les projets que nous souhaitons développer.

2. Recherches sur l'épistémologie des savoirs scolaires en SVT

Cet axe peut se décliner en deux volets complémentaires mais dont les objets et les objectifs sont différents. Il regroupe d'une part les produits des analyses épistémologiques conduites autour d'objets d'études ordinaires dans l'enseignement des SVT et, d'autre part, les études qui répondent à l'introduction, dans les prescriptions institutionnelles, de nouveaux objets d'étude (comme l'enseignement de la biodiversité dans le cadre d'une éducation au développement durable).

2.1. Des résultats issus à partir d'études épistémologiques pour contrôler les analyses didactiques

Des développements épistémologiques nous ont permis de construire des outils et des grilles de lecture des productions des élèves en vue de contrôler nos analyses didactiques. En fonction des objets biologiques étudiés, nous avons été amené à :

1/ Reprendre des recherches déjà existantes pour dégager les conditions de possibilité de construction des concepts en situation scolaire et identifier les obstacles en jeu. Cela a notamment été le cas dans le cadre de nos travaux sur le concept de nutrition (digestion, circulation) pour lequel de nombreux travaux de recherches préexistaient (Ducros, 1989 ; Clément, 1991 ; Sauvageot-Skibine, 1991 ; Peterfalvi, 1992 ; Orange, 1994 ; Orange & Orange-Ravachol, 1995 ; Goix, 1996 ; Orange, 2000 ; Peterfalvi, 2001). Cela a été également le cas à propos du concept de fécondation (à partir des travaux précurseurs d'A. Giordan, 1987) et de la communication nerveuse (thèse de F. Beorchia, 2003).

2/ Développer des analyses sur des concepts moins travaillés dans la littérature didactique. Ce fût le cas lorsque nous nous sommes intéressé au concept de gène (dans son lien avec la mitose) (Rumelhard, 1986), d'évolution (Fortin, 1993), d'ancêtre commun, de classification scientifique du vivant (Orange-Ravachol & Ribaud, 2006 ; Orange-Ravachol, 2007) et, d'un objet introduit récemment dans les programmes scolaires, celui de biodiversité.

Le tableau 2 récapitule les outils didactiques produits dans nos travaux.

Tableau 2. Synthèse des analyses épistémologiques réalisées

Concepts biologiques	Produits de l'analyse épistémologique	Articles
Nutrition (digestion, circulation, devenir de la matière organique dans le sol)	Conditions de possibilité Obstacles Grille d'analyse des productions des élèves Espaces contraintes et nécessités a priori	[Article 15] [Article 16] [Article 18] [Article 19] [Article 25] [Article 26] [Article 27]
Communication nerveuse	Conditions de possibilité Obstacles Grille d'analyse des productions des élèves	[Article 13] [Article 14] [Article 30] [Article 35]
Fécondation	Conditions de possibilité Obstacles Grille d'analyse des productions des élèves Espaces contraintes et nécessités a priori	[Article 1] [Article 37]
Génétique (gène, mitose, méiose)	Conditions de possibilité Obstacles Grille d'analyse des productions des élèves Espaces contraintes et nécessités a priori	[Article 22] [Article 28]
Évolution	Conditions de possibilité Obstacles Grille d'analyse des productions des élèves Espaces contraintes et nécessités a priori	[Article 9] [Article 24]
Ancêtre commun	Conditions de possibilité Obstacles Grille d'analyse des productions des élèves Espaces contraintes et nécessités a priori	[Article 20]
Classification scientifique	Conditions de possibilité Obstacles Grille d'analyse des productions des élèves Espaces contraintes et nécessités a priori	[Article 2] [Article 3] [Article 4] [Article 34]
Biodiversité	Conditions de possibilité Obstacles	[Article 33] [Article 43] [Article 44]

Ces travaux qui s'inscrivent dans la tradition des recherches en didactique des SVT francophone, contribuent à la dimension cumulative des résultats de recherches en didactique des SVT. Ils attestent également d'une préoccupation plus pragmatique de nos recherches car ces outils sont des ressources possibles pour les enseignants et la formation des enseignants. En effet, comme le précisent V. Carette et B. Rey, ce type de savoir est indispensable aux enseignants, « *non pas en ce qu'ils disent ce qu'il convient de décider à chaque moment de la pratique, mais parce qu'ils apportent au professionnel une*

catégorisation de la réalité. Toute compétence exige une catégorisation de la réalité. Pour interpréter l'erreur d'un élève, (...) le professeur a besoin d'un système de catégories. Celles-ci pourraient être empruntées à la pensée commune ou pénétrées des conceptions et des préjugés que possède à titre individuel l'enseignant. Nous trouvons préférable qu'elles proviennent des recherches scientifiques » (Carette & Rey, 2010, p. 4). L'ensemble de ces résultats mériterait donc un effort de diffusion/vulgarisation à destination des enseignants et de leurs formateurs.

Le deuxième volet de cet axe de recherches est lié à l'introduction du concept de biodiversité dans les programmes scolaires. Ce « concept flou » (Le Guyader, 2008) nécessitait une enquête épistémologique.

2.2. L'introduction dans les programmes scolaire d'un nouvel objet d'étude, la biodiversité : analyses épistémologiques

Inscrire le concept de biodiversité dans les programmes de sciences à l'école et de SVT au collège et au lycée témoigne de la volonté de l'institution scolaire de mettre à la disposition des élèves les savoirs ou plutôt l'état des savoirs, de son élaboration dans des domaines qui intéressent la société ainsi que leur impact sur le présent et l'avenir. Ce nouvel objet d'étude, avec d'autres (l'introduction des « éducation à », des questions socialement vives) modifie la configuration didactique de l'école au lycée et dans la formation des enseignants, entraînant ce qui a parfois été défini comme une dé-disciplinarisation. Dans ce contexte, l'enseignement de la biodiversité rencontre de nombreuses difficultés. La nature même de ce concept peut paraître difficile à cerner en raison de sa complexité, de sa nature non-exclusivement scientifique et de son caractère non stabilisé. Cependant, son enseignement pose également problème sur d'autres plans comme celui du choix d'une modalité pédagogique, celui des apprentissages (quels savoirs viser et quels obstacles à la construction de ces savoirs ?) et celui de la fonction éducative de cet enseignement.

Nous avons choisi d'aborder cette question du point de vue de l'épistémologie des savoirs scolaires **[Article 33]**. Dans cet article, nous avons tenté plusieurs analyses :

1/ La première relève d'une approche épistémologique classique réalisée à partir des principales références scientifiques, philosophiques récentes sur la biodiversité (Barbault 2006 ; Le Guyader 2008 ; Blandin, 2009 ; Maris, 2009 ; Le Guyader, 2010 ; Chevassus-au-Louis, 2013) que nous avons croisée avec les résultats de la recherche en didactique des SVT concernant les obstacles (Astolfi & Peterfalvi, 1993 ; Peterfalvi, 2001 ; Orange-Ravachol, 2012).

2/ Nous nous sommes également appuyé sur des travaux qui analysent des expositions à destination du public sur le thème de la biodiversité (Girault, Quertier, Fortin Debart, & Maris, 2008) pour questionner les finalités éducatives de l'enseignement de cet objet de savoir en discutant certaines propositions produites par la didactique du curriculum (Lange & Martinand, 2010) afin d'envisager les apports possibles de l'enseignement scientifique à la question de la biodiversité dans le sens d'une éducation au discernement (Fabre, 2010). Ce choix ayant pour objectif d'éviter certaines dérives qui pourraient chercher à normaliser les comportements individuels.

Ces analyses croisées nous conduisent à proposer quelques repères didactiques pour l'enseignement de la biodiversité à l'école (tableau 3).

Tableau 3. Repères didactiques pour un enseignement scientifique du concept de biodiversité à l'école

<p>Sur le concept scientifique :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Viser plusieurs niveaux de biodiversité et éviter certaines confusions (<i>richesse en espèces</i>) permettrait de conserver une complexité, de même que de croiser plusieurs regards de différentes disciplines dans le champ des sciences et avec d'autres champs (politique, philosophie, etc.). – Il est possible de s'appuyer sur certains éléments communément admis (en proposant des données à analyser concernant plutôt le lien entre action humaine et impact sur l'environnement, érosion et rythmes des extinctions) tout en présentant la divergence des débats actuels. 	<p>Sur la gestion de la biodiversité :</p> <ul style="list-style-type: none"> – La biodiversité ne peut plus être uniquement abordée d'un point de vue scientifique mais doit intégrer les dimensions sociétales. – L'intégration de l'échelle historique permet d'aborder la biodiversité dans un cadre évolutionniste, ce qui invalide les solutions de protection fixistes et permet d'envisager diverses solutions de protection conservationnistes ou/et préservationnistes sur lesquelles il n'y a pas de consensus. – La diversité fonctionnelle peut être abordée mais le risque de glissement vers une approche utilitariste est à prendre en compte. La gestion des ressources mise en tension avec les autres dimensions permettrait peut-être d'éviter cet écueil. 	<p>Apports de l'enseignement scientifique :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Le savoir scientifique n'est pas un « trésor de résultats acquis qui permettrait de produire directement et simplement des solutions en termes d'action, mais permet de poser autrement les problèmes sociétaux sous l'angle de la rationalité et des controverses scientifiques. – La construction délimitation du champ de validité des savoirs scientifiques dans le cadre d'une éducation au discernement nous semble être une condition nécessaire de l'apport de l'enseignement scientifique à la construction du concept de biodiversité qui se réfère à des champs.
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

C'est à partir de ces repères didactiques qu'une séquence d'enseignement-apprentissage sur la biodiversité a été mise en œuvre dans une classe de cycle 3 (Voisin, 2012). L'analyse des productions des élèves nous a permis de conforter certaines de nos analyses *a priori* en termes d'obstacles [Article 43] [Article 44]. Cette recherche se poursuit dans le cadre du travail de doctorat de C. Voisin que nous co-encadrons.

Nous avons l'intention de poursuivre la réflexion engagée dans les articles **[Article 7]** **[Article 33]** sur les apports possibles de l'épistémologie historique française aux questions sciences – technique / société / éducation scientifique. Cette orientation nous semble propice à l'exploration d'une voie délaissée par les travaux sur l'enseignement des questions socialement vives à l'école. En effet, les principales références convoquées par les travaux actuels (aussi bien francophones qu'anglo-saxons) font référence à la sociologie des sciences contemporaines (Latour, 1994 ; Latour, 2004 ; Latour, 2005 ; Pestre, 2006) qui précisent son programme dans cette citation de D. Pestre : « *La science est ainsi abordée comme une institution – et plus seulement comme un savoir. Elle est abordée comme un ensemble de pratique et de faire, au laboratoire ou sur le terrain – et plus seulement comme un ensemble conceptuel* » (Pestre, 2006, p. 3). Cette approche n'est pas sans nous poser des questions au regard de notre ancrage dans une épistémologie rationaliste. En effet, nous pensons avec P.T. Durbin que les approches développées par les *sciences studies* sont porteuses de dérives relativistes (Durbin, 1989). C'est donc pour éviter les deux ornières de l'externalisme et du relativisme (qui ont bien souvent partie liée), que nous souhaitons conduire une réflexion qui devra d'une part, articuler, comme le propose P. Bourdieu (Bourdieu, 1975), épistémologie et sociologie et, d'autre part, délimiter les périmètres de la science, l'ensemble devant donner des pistes pour penser les questions liées à l'acculturation aux sciences à l'école. Des auteurs comme D. Lecourt (Lecourt 1990 ; Lecourt, 1997 ; Lecourt, 2009), G. Hottois (Hottois, 2004, Hottois, 2005) ou G. Lecointre (Lecointre, 2012) sont actuellement travaillés dans ce sens.

Certains résultats de ces recherches inscrites dans une réflexion sur l'épistémologie des savoirs scolaires sont mobilisés dans nos travaux sur la compréhension des processus d'enseignement-apprentissage positionnés dans le cadre théorique de la problématisation.

3. Recherches dans le cadre théorique de la problématisation

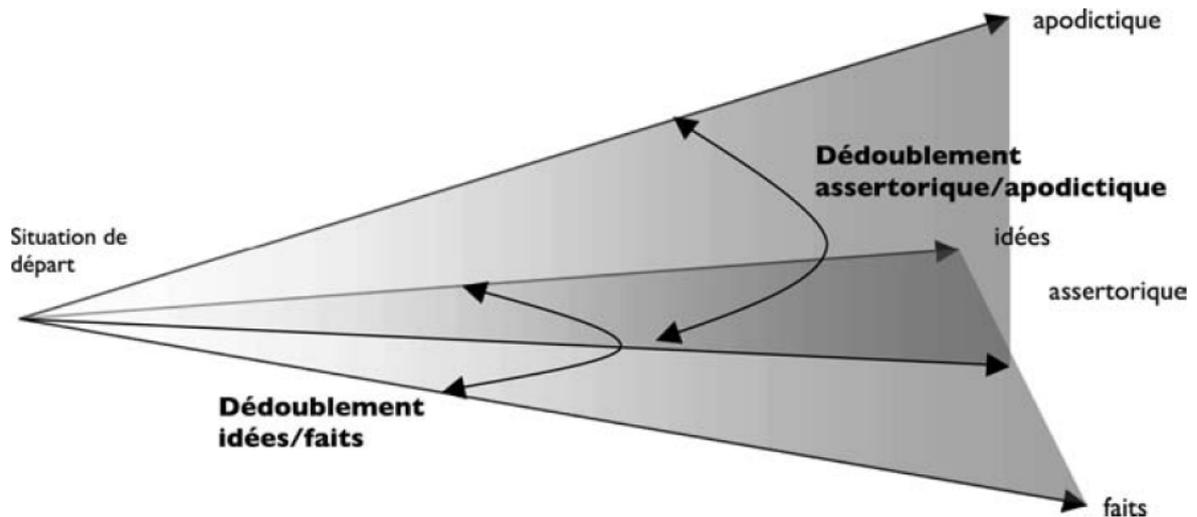
Il nous a fallu du temps pour nous acculturer au cadre théorique de la problématisation (Fabre, 1999) et aux méthodologies d'analyse des débats scientifiques (Orange, 2000). Cela a pu nous conduire, dans un premier temps, à utiliser ce cadre et ces outils d'une manière que nous pouvons rétrospectivement considérée comme formelle. En effet, les outils ne déterminent jamais complètement l'usage que nous pouvons en faire. Nous montrerons comment en utilisant ces outils, nous avons été amené à certaines réinterprétations de leurs usages. Nous pouvons voir dans ces déplacements comme une transformation de ces outils en instruments dans le sens de Rabardel (1995).

3.1. Des propositions pour faire évoluer le cadre théorique de la problématisation

Cette appropriation a constitué un moment important qui nous a permis, dans un second temps, de transformer ces outils contraignants en de instruments pour penser, condition nécessaire à la prise de distance critique vis-à-vis de ce cadre théorique et méthodologique. C'est à partir de là et de l'identification de points critiques ayant émergé de nos travaux ([**Article 1**] ; [**Article 23**] ; [**Article 25**]) ou d'autres (Beorchia, 2004 ; Peterfalvi, 2006) que nous avons procédé à des approfondissements épistémologiques autour des philosophes du problème (Bachelard, 1938 ; Bachelard, 1949 ; Dewey, 1967/1993 ; Deleuze, 1969 ; Meyer, 1986 ; Fabre, 2009). L'ensemble de ce travail nous a conduit à proposer deux modélisations du processus de problématisation, l'une dynamique et l'autre plus statique qui sont toutes les deux présentées dans [**Article 25**].

Le premier modèle, s'inspire de la façon dont Bachelard et Dewey décrivent le processus d'enquête ou de construction du problème comme un double dédoublement. Le premier correspondant à une dialectique entre les faits et les idées. Le second dédoublement correspond à la nécessité d'un contrôle de l'enquête. C'est ce que Bachelard appelle la « *surveillance intellectuelle de soi* », c'est-à-dire la division de la pensée qui agit et se juge elle-même en train d'agir. Nous représentons ces deux dédoublements sur la figure 1. Le premier dédoublement faits / idées se place dans le plan horizontal (qui correspond au champ de l'assertorique) : c'est la pensée consciente de penser (il n'y a pas de pensée dans un syncrétisme fait/idée intégral). Le second dédoublement, qui mobilise la pensée consciente de la normativité de penser est positionné dans le plan vertical : il peut permettre de fonder le caractère nécessaire de certaines idées.

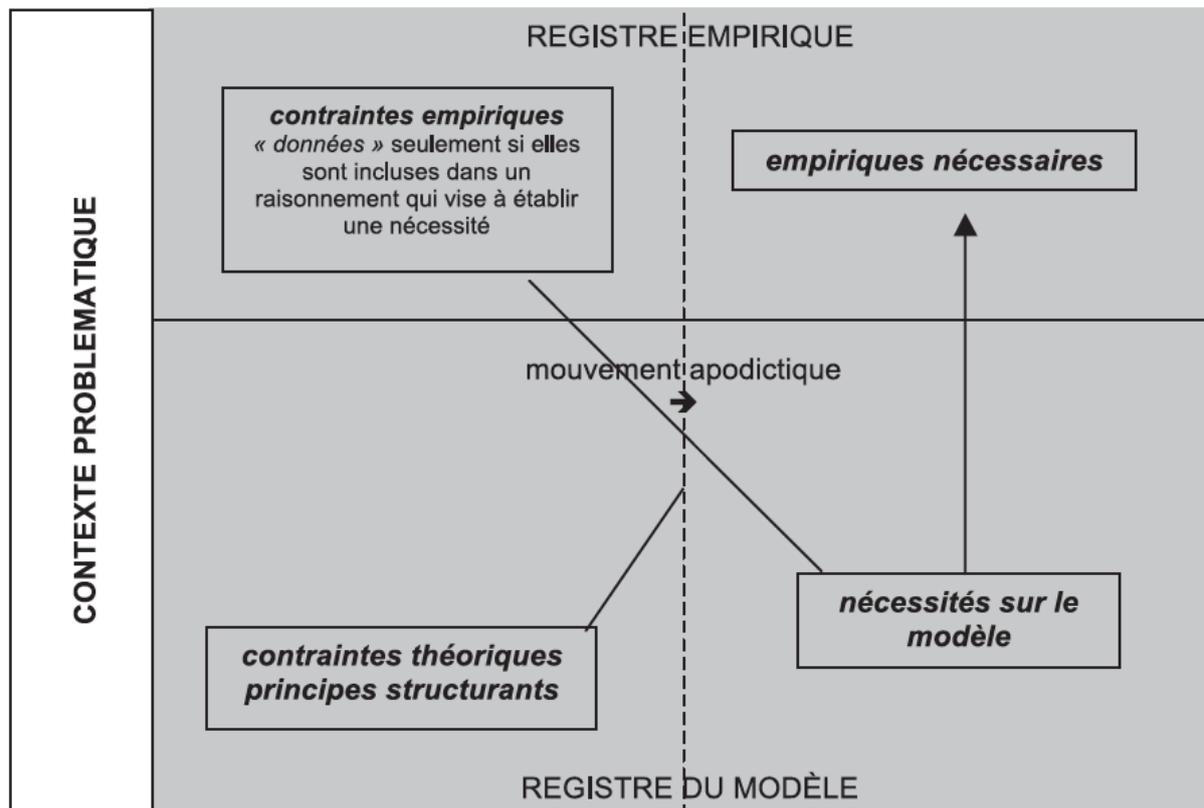
Figure 1. Les deux dédoublements de la problématisation à partir d'une situation de départ (dans le temps de la recherche)



Ce modèle n'a pas encore donné lieu à l'exploration de sa valeur heuristique, même s'il nous permet de commencer à envisager un travail de nature comparatiste du processus de problématisation entre différentes didactiques (SVT – histoire dans l'[Article 12]). Nous pensons que les développements récents des recherches sur les dynamiques de problématisation (Colloques Probléma Jersey – 2012, Bruxelles – 2013 & Bordeaux – 2014) seront l'occasion de mettre à l'épreuve ce modèle.

Nous avons également revisité les espaces de contraintes en jeu dans les débats scientifiques dans la modélisation proposée par C. Orange (1999). Dans la nouvelle représentation élaborée (figure 2), nous conservons la séparation entre registre empirique et registre du modèle, qui rend compte du premier dédoublement, à laquelle nous ajoutons une seconde séparation qui veut traduire le second. Il s'agit donc pour chaque registre de distinguer les contraintes dans la partie de gauche et les nécessités dans la partie droite. Cet aspect de l'espace « contraintes et nécessités » met davantage l'accent sur les raisonnements des élèves dans le processus de problématisation (ils sont représentés par des traits dans la schématisation). Il permet également de faire figurer les contraintes théoriques qu'ils mobilisent plus ou moins implicitement. Ces dernières peuvent correspondre à des obstacles que nous proposons de mettre en relation avec le contexte problématique par des processus d'actualisation.

Figure 2. Une présentation modifiée des « espaces de contraintes en jeu » : les « espaces contraintes et nécessités »



Cette présentation, qui reprend l'ensemble des distinctions introduites par Christian Orange depuis une dizaine d'années en les réorganisant, a introduit une nouvelle catégorie : celle des empiriques nécessaires. D'un point de vue épistémologique, nous avons montré que cette catégorie peut avoir une signification, en la rapprochant des « êtres de raison » de F. Jacob (1995). Ce sont, comme Jacob l'indique pour les gènes, « des structures imaginaires requises pour rendre compte des faits connus. Personne n'en avait jamais vu. On ne pouvait ni les purifier, ni les mettre en bouteille » (1995)⁴. Morange (2005, p. 55), à la suite des historiens des sciences, parle de « boîte noire »⁵ pour qualifier ces exemples d'éléments empiriques non-encore découverts dont on rend l'existence nécessaire, dans un cadre théorique donné. Darden (2002) indique que ce mécanisme d'ouverture de boîtes noires, préalablement proposées pour rendre compte d'un phénomène biologique et établir une chaîne causale complète, est une stratégie de découverte scientifique classique. Mais la signification de cette rubrique peut aussi être vue d'une autre manière : étant donné un fait empirique avéré, on peut s'interroger sur

⁴ Les êtres de raison (nécessaires) deviennent des « empiriques » seulement quand on parvient à les retrouver d'une façon ou d'une autre dans le réel.

⁵ Les boîtes noires des historiens des sciences sont distinctes des boîtes noires de Latour (2005) : dans un cas, on attribue une fonction à une sous-partie du système sans chercher à comprendre si cette sous-partie existe ou non, dans le second cas, c'est un élément bien connu qui est plus remis en question dans une autre enquête concernant un système qui le contient ou avec lequel il interagit.

le fait qu'il aurait pu en être autrement. Par exemple, il existe un système de distribution des nutriments par le sang. Pourrait-il en être autrement ? Existe-t-il d'autres systèmes possibles ?

Il nous reste à montrer le caractère heuristique de cette nouvelle catégorie dans des problématisations scolaires ([**Article 2**] ; Gobert & Lhoste, 2012). Ce travail est en cours dans le travail de thèse de Julie Gobert que nous co-encadrons. Dans le M2 *Recherche en sciences de l'éducation* de F.-X. Beuve (Beuve 2011), cette nouvelle catégorie des empiriques nécessaires a également été mobilisée pour envisager l'articulation entre construction et résolution du problème.

C'est cette modélisation que nous utilisons désormais pour analyser les moments de controverses scientifique en classe. Cela nous a permis de centrer notre attention sur les raisonnements plus ou moins implicites produits par les élèves engagés dans débats scientifiques (cette préoccupation nous semble liée avec la problématique de l'étude de l'argumentation des élèves qui a occupé notre travail de DEA et notre travail de thèse : (Lhoste, 2008b) voir section 2.3.1.).

Le travail de thèse de Robin Bosdeveix que nous dirigeons s'inscrit dans la compréhension, à un niveau universitaire, de la façon dont des étudiants construisent la notion de végétal. Les espaces contraintes et nécessités sont utilisés pour rendre compte des raisonnements des étudiants [**Article 2**]. Une spécificité de ce travail est d'ordre méthodologique puisque nous essayons d'articuler des approches qualitatives classiques à des approches quantitatives pour comprendre les problématisations des étudiants. Nous avons publié les premiers résultats de cette nouvelle construction dans les [**Article 3**] et [**Article 4**].

C'est sur la base de ces évolutions des outils d'analyse de la problématisation que nous nous sommes intéressé aux relations entre problématisation et certaines évolutions curriculaires récentes (l'introduction de la démarche d'investigation dans tous les programmes, de l'école primaire au lycée, ou de l'approche par compétences en SVT *via* l'évaluation du socle commun de connaissances et de compétences).

3.2. Problématisation, démarche d'investigation et approche par compétences

Nous avons rédigé le chapitre d'introduction [**Article 5**] du dossier du numéro 7 de la revue *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, coordonné avec Pascale Brandt-Pomarès. Nous avons mis en question, sur le plan épistémologique et didactique, certaines nouveautés dans les prescriptions institutionnelles concernant l'enseignement des sciences et des technologies. Nous avons noté le lien étroit existant entre ces

nouvelles prescriptions et les grandes orientations portées par les institutions supranationales (OCDE, Union européenne...) sur la base, notamment, des comparaisons internationales des systèmes éducatifs nationaux (enquêtes PISA...) qui révèlent des performances des élèves variables d'un pays à l'autre en matière d'acculturation aux sciences. D'autres enquêtes montrent une diminution des effectifs d'étudiants dans les filières scientifiques et technologiques.

Dans ce contexte, les préconisations de l'institution scolaire ont pour conséquence de vouloir modifier ce qui est transmis mais plus encore la manière de le transmettre. Qu'elles soient relatives à l'enseignement basé sur l'investigation (avec, en France par exemple, la généralisation – effective à partir de la rentrée scolaire 2012 – de la démarche d'investigation, prescrite pour l'enseignement des sciences et de la technologie de l'école primaire à la classe de terminale), à l'approche par compétences à travers la mise en œuvre de l'évaluation du socle commun de compétences et de connaissances et l'évaluation des capacités expérimentales au baccalauréat scientifique, ces prescriptions affectent l'enseignement des SVT, de l'école primaire à l'enseignement universitaire et à la formation des enseignants.

1/ Le premier objet mis sous observation dans nos travaux est **la démarche d'investigation** en SVT **[Article 8]**. À partir d'un article de M. Coquidé, C. Fortin et G. Rumelhard (2009) qui remonte aux origines pédagogiques de l'investigation et identifie ses spécificités par rapport à d'autres approches pédagogiques, nous avons cherché à comprendre comment nous pouvons articuler démarche d'investigation et approche par problématisation. Même si les textes officiels français à propos de la DI ne font référence ni à des modèles didactiques, ni à une théorie de l'apprentissage, nous avons essayé de mettre en évidence qu'il n'y avait pas d'incompatibilité majeure entre la démarche préconisée par les programmes et une modélisation didactique des apprentissages scientifiques (via la problématisation) pour comprendre les processus de conceptualisation et permettre, en retour, d'envisager de nouveaux possibles pédagogiques et didactiques.

Sur cette base, nous avons mise en évidence comment des enseignants débutants de lycée et collège mettent en œuvre la démarche d'investigation **[Article 8]** et comment un enseignant expérimenté arrive à tisser le fil pédagogique de la démarche d'investigation et le fil des apprentissages scientifiques **[Article 30] [Article 35]**. Cette comparaison fait émerger certaines conditions de possibilité pour une mise en œuvre productive⁶ de la démarche d'investigation :

- l'importance de la construction de la situation de départ qui nécessite une analyse didactique du savoir en jeu. Celle-ci n'est pas toujours disponible pour l'ensemble des questions biologiques et géologiques abordées à l'école ;

⁶ Productive du point de vue de la co-construction des savoirs en jeu dans ces dispositifs.

- l'importance des moments d'appropriation du problème qui peuvent s'appuyer sur des moments de controverses scientifiques en classe. Nous mettons en relation nos résultats avec ceux de P. Schneeberger (Schneeberger, 2007 ; Schneeberger, Robisson, Liger-Martin, & Darley, 2007) qui montrent la difficulté à conduire de tels moments en classe et les outils qui facilitent le travail de l'enseignant. Ainsi, elle met en évidence que « *l'analyse préalable du débat semble être un outil puissant pour mener à bien un débat argumenté en permettant de bien délimiter avec les élèves le champ d'investigation* » (Schneeberger, 2007, p. 8) ;
- la difficulté à construire des supports pédagogiques pour conduire l'investigation proprement dite, notamment avec des élèves en début de cycle 2 ;
- l'enjeu lié à la mise en texte des savoirs avec les risques de dérive propositionnaliste de ces textes de savoirs qui perdent souvent une grande partie des éléments co-construits par les élèves et l'enseignant au cours de la démarche (notamment le lien avec le problème de départ), ce qui corrobore les remarques formulées par d'autres chercheurs sur cette question (Orange & Orange-Ravachol, 2007 ; Orange, 2012).

La prise en compte de ces conditions de possibilité pour tenir les enjeux de savoir dans la démarche d'investigation nous a conduit à construire des ressources didactiques pour un enseignement de la classification scientifique du vivant avec des élèves de l'école primaire dans le cadre d'une démarche d'investigation **[Article 34]**. Dans cet article, les ressources didactiques sont construites suivant les propositions formulées par A. Tiberghien qui précise que « *les concepteurs, en tant que chercheurs, doivent viser à rendre explicite et discutables leurs choix sous-jacents aux ressources produites* » (Tiberghien, 2011, p. 187). En ce sens, il nous semble que ce travail de productions de ressources didactiques relève pleinement d'un travail de recherches en didactique des SVT, même si la finalité de ce type de production est étroitement liée à l'enseignement et à la formation à l'enseignement des SVT.

Le travail engagé dans les quatre articles cités **[Article 8]**, **[Article 30]** **[Article 34]** **[Article 35]** se poursuit à travers les travaux de thèse de F.-X. Beuve que nous co-encadrons et qui cherche à comprendre la construction, la mise en œuvre et la régulation de séquences d'enseignement-apprentissage dans le cadre de la démarche d'investigation pour produire des ressources didactiques. Même si la finalité du travail de thèse de J. Gobert que nous co-encadrons ne poursuit pas ce but, certains de ses résultats pourront être interprétés dans ce sens.

2/ La seconde piste de travail que nous commençons à explorer renvoie au développement, dans l'enseignement secondaire, des **tâches complexes** dans les cours de SVT. Ce développement est à mettre en relation avec la mise en œuvre du socle commun de connaissances et de compétences et en particulier de son évaluation. Nous cherchons, notamment à travail le travail de thèse de Pierre Feydel que nous co-

encadrons, à comprendre la filiation possible entre tâche complexe et situation-problème et ses conséquences en termes de construction de savoirs en SVT. Plus globalement, nous interrogeons les relations entre approche par compétences et problématisation. Ces travaux n'ont pas encore donné lieu à publication.

3.3. Conclusion

Ces deux volets de nos recherches sur la thématique de la problématisation et des apprentissages scolaires nous permettent de poursuivre la mise au travail du cadre théorique de la problématisation par le retour critique à partir des résultats qui émergent de l'ensemble des études de cas analysées et par la confrontation à d'autres logiques liées aux évolutions des prescriptions institutionnelles. Nos travaux sont donc étroitement intriqués avec le terrain professionnel et les problèmes qui peuvent naître du terrain, même si la façon de les aborder relève d'une approche scientifique.

Même si nous avons présenté nos recherches sur le cadre théorique de la problématisation dans une section autonome, ils sont à inscrire dans le contexte d'une réflexion sur le rôle des pratiques langagières dans les apprentissages en SVT, questionnement qui a pris de plus en plus d'importance au cours de notre parcours. C'est ce troisième axe structurant que nous allons maintenant présenter.

4. Recherches sur le langage et les apprentissages en SVT

Après avoir rappelé l'origine de ce questionnement qui s'inscrit dans le cadre théorique de la problématisation, nous précisons comment nos travaux de recherches ultérieurs nous ont permis de proposer de nouvelles élaborations théoriques et méthodologiques qui débouchent sur la définition d'un objet de recherche original qui fera l'objet d'une recherche complémentaire présentée lors de la soutenance de notre habilitation à diriger des recherches.

L'évolution de notre questionnement est étroitement liée à notre arrivée dans l'équipe *Épistémologie et didactique des disciplines* (E3D/LACES, EA 4140) de l'université de Bordeaux, en septembre 2011. Notre intégration dans cette équipe a contribué au développement de nouvelles collaborations qui se traduisent, en plus des évolutions susmentionnées, par l'émergence d'une dimension comparatiste entre didactiques disciplinaires autour de l'étude ciblée des rôles du langage dans les apprentissages scolaires.

4.1. L'entrée dans l'étude des pratiques langagières *via* l'analyse des argumentations des élèves

Le cadre théorique de la problématisation donne une grande importance aux argumentations dans l'accès aux savoirs scientifiques (Popper, 1991 ; Meyer, 1995). Nos premiers travaux, inscrits dans le cadre d'une recherche INRP (Orange 2003 ; Fillon & Peterfalvi, 2004), ont cherché à comprendre dans quelle mesure et à quelles conditions l'argumentation en classe de sciences, en particulier lors de moments de controverses, peut contribuer au passage d'un savoir commun à un savoir scientifique. Ces travaux conduits au sein de collectifs de recherches nous ont amené à mobiliser, pour analyser les argumentations des élèves, différents outils. Un modèle utilisé est celui de S.E. Toulmin (1993), largement employé dans le monde anglo-saxon (Osborne, Erduran, & Simon, 2004 ; Simon, Erduran, & Osborne, 2007) qui nous a permis de mettre au jour, certains raisonnements d'élèves.

Cependant, le caractère statique de ce modèle a rapidement montré ses limites pour prendre en charge la dimension discursive des moments de controverses en classe. C'est pourquoi nous nous sommes emparé de deux autres modèles pour comprendre les argumentations co-construites dans la classe.

Le modèle du trilogue argumentatif de C. Plantin (Plantin, 1996) a été utilisé pour étudier les épisodes fortement argumentatifs au sein des moments de controverses. Dans l'**[Article 36]**, nous montrons avec C. Orange et D. Orange-Ravachol que ces

moments permettent bien aux élèves de proposer et de s'opposer ; mais beaucoup moins de prendre le rôle de tiers. Dans le modèle de C. Plantin, le tiers est un des trois rôles argumentatifs (proposer, s'opposer, douter). Plus précisément, le tiers est celui qui assure la transformation de l'opposition en question (Plantin, 2005, p. 57). Or s'il est nécessaire de produire des arguments pour problématiser, cela n'est pas suffisant : il faut pouvoir examiner de l'extérieur les siens comme ceux des autres ; ce qui correspond à ce que Bachelard appelait la mise sous surveillance de la pensée. Dans les moments de controverses, lorsque les élèves prennent le rôle de tiers, généralement à la demande de l'enseignant, c'est souvent sous une forme limitée, prenant la forme d'une question générale, sans faire un état des argumentations.

Le dernier modèle convoqué pour étudier les processus argumentatifs nous a conduit à nous approprier les travaux et outils de J.-B. Grize (Grize, 1996). La logique naturelle, c'est-à-dire « l'étude des opérations logico-discursives qui permettent de construire et de reconstruire une schématisation » (Grize, 1990, p. 65) nous a alors permis de mettre au jour les schématisations construites par les élèves dans le temps de l'interaction en classe **[Article 16]** **[Article 17]**. J.-B. Grize définit la schématisation comme « une représentation discursive orientée vers un destinataire de l'argumentation que son auteur conçoit ou imagine d'une certaine réalité », une façon « de faire voir quelque chose à quelqu'un » (Grize, 1996, p. 50), ainsi que « son résultat virtuel qui consiste en un micro-univers pro-posé devant l'objecteur virtuel B » (Grize, 1982, p. 172). Pour qu'un énoncé proposé par un élève soit recevable, il est nécessairement négocié. Ces analyses **[Article 16]** ont permis de distinguer, parmi les raisons établies lors d'un moment de controverses sur la nutrition en 3^e, celles qui sont effectivement construites par les élèves (traces de conceptualisation, processus de conceptualisation) de celles qui sont en cours de construction ou en voie d'émergence. Dans l'**[Article 17]**, dans une controverse sur la circulation sanguine dans une classe de collège, la double analyse menée sur le plan épistémique et langagier permet d'avoir accès à une dynamique de construction des nécessités et à la propagation des nécessités construites à d'autres moments du débat. À partir des contraintes théoriques et des nécessités sur les modèles relatives à la distribution du sang dans l'organisme, nous avons analysé, au plus près, la construction de la nécessité d'une distribution par circulation ; elle s'appuie sur deux fondements : l'impossibilité d'une distribution par irrigation et la nécessité d'un retour sanguin. À l'occasion de cette construction, nous avons identifié la trace d'une activité cognitive d'une élève confrontée à l'obstacle de la distribution par irrigation. Cette trace nous laisse à penser qu'à travers l'observation de l'activité langagière des élèves, nous pourrions avoir des indications sur ce que J.-P. Astolfi et B. Peterfalvi appellent le travail de l'obstacle (Astolfi & Peterfalvi, 1997). Cela nous permet de réintroduire le problème de la rupture dans le cadre de la problématisation (Peterfalvi, 2005).

C'est cette première acculturation à l'étude des pratiques langagières des élèves qui nous a conduit à construire une méthodologie originale de traitement des moments de

controverses en classe, un des apports significatif de notre travail de thèse (Lhoste, 2008b).

4.2. Une construction méthodologique intermédiaire : les analyses épistémologico-langagières

L'apport de ces outils d'analyse de l'activité langagière des élèves, mis en relation avec les outils de l'équipe de Bordeaux (Jaubert & Rebière, 2000 ; Jaubert & Rebière, 2001 ; Fillon, Orange, Peterfalvil, Rebière, & Schneeberger, 2004 ; Schneeberger, 2008)⁷, nous a permis de développer une nouvelle façon d'analyser les moments de controverses scientifiques en classe. Alors que nos premiers travaux, dans la lignée de ceux de l'équipe du CREN, étaient essentiellement épistémologiques, nous avons proposé de conduire des **analyses épistémologico-langagières** adossées à une étude épistémologique préalable qui contrôle nos interprétations langagières. Cette méthodologie nous a permis d'obtenir les résultats suivants.

1/ Nous avons mis en évidence la diversité des stratégies cognitivo-langagières nécessaires pour construire des savoirs fondés en raison. Ainsi, l'accès au caractère nécessaire des savoirs scientifiques implique la mise en œuvre d'un panel de compétences cognitivo-langagières : capacité à construire un objet de discours suffisamment précis, capacité à mettre à distance les énoncés produits pour pouvoir étudier leur validité, les comparer, mesurer leur compatibilité avec ce que l'on sait par ailleurs ou ce qui a été construit précédemment, capacité à suspendre le jugement afin d'envisager de nouveaux possibles ([**Article 16**] ; [**Article 19**] ; [**Article 29**] ; [**Article 30**] ; [**Article 35**] ; [**Article 13**] ; [**Article 14**] ; [**Article 24**]). En cela, nos résultats sont convergents avec d'autres travaux de l'équipe sur ces questions (Jaubert, Rebière, & Schneeberger, 2009 ; Schneeberger, 2009a ; Jaubert & Rebière, 2009). Cette possibilité, pour les élèves, d'engager une grande diversité de stratégie cognitivo-langagière ne va pas de soi et nécessite d'être construit en classe, ce qui exige une certaine souplesse des postures adoptées par les élèves (et des stratégies langagières qui vont de paire) (Rebière, 2001).

2/ Nous avons établi la complexité des liens entre problématisation scientifique et secondarisation des discours⁸ ([**Article 16**] ; [**Article 29**] ; [**Article 30**] ; [**Article 35**]). Dans ces différentes études de cas, nous avons souligné la propension des élèves à mobiliser des chroniques pour entrer dans l'explication ([**Article 29**] ; [**Article 12**] ;

⁷ Outils construits à partir des travaux de M. Bakhtine (1984), F. François (1984), D. Maingueneau (1984), J.-B. Grize (1990), de J.-P. Bronckart (1996).

⁸ « *La notion de secondarisation trouve son origine dans la distinction faite par Bakhtine entre genres premiers et genres seconds de discours. (...) la notion de secondarisation réfère aux processus de transformation des usages langagiers initiaux au cours de l'intervention didactique. (...) De ce fait elle [la secondarisation] signale la mise en œuvre de nouveaux cadres interprétatifs, la réinterprétation de l'activité sociale dans laquelle le sujet est engagé et du sens qu'il donne à son action individuelle* » (Jaubert, 2007, p. 295-296).

[Article 30] ; [Article 35] ; Lhoste *et al.*, 2010). Nous avons montré que la mise en discussion de ces premières chroniques s'accompagne d'une secondarisation des énoncés des élèves, mais pas nécessairement d'une problématisation ([Article 16]). Cela pourrait signifier que si la problématisation scientifique nécessite une secondarisation, l'inverse n'est pas nécessairement vrai ([Article 29]). Il nous semble que ces résultats interrogent le fonctionnement de la communauté discursive scolaire scientifique (Schneeberger, 2009b ; [Article 11]).

3/ Ces travaux nous ont également conduit à nous interroger sur la difficulté à mettre en texte la problématisation. Nous avons remarqué que certains élèves, lorsqu'ils interviennent dans le débat, permettent l'avancée de la problématisation. Or quand ils doivent présenter leurs explications, même si le genre de l'énoncé relève du genre explicatif, les raisons ont disparu du texte (elles sous-tendent l'explication, mais elles ne sont pas explicitées). Ainsi, nous (Lhoste *et al.*, 2010) avons montré, sur l'exemple d'une séquence sur le devenir de la matière organique dans le sol, que le texte de savoir produit à l'issue de la séquence correspond à une chronique explicative. De plus, le processus de mise en texte s'accompagne de trois mouvements repérables par les analyses épistémologico-langagières :

- des déplacements entre différents niveaux de généralité (à relier aux processus de décontextualisation/recontextualisation)
- une déexplicitation – encapsulation (dans le texte final certains termes incorporent toute une explicitation construite précédemment) ;
- une déproblématisation (la non reprise dans le texte final des raisonnements décisifs pour fonder les savoirs en raison, dans une relation problème – savoir).

Même si ces processus nous paraissent incontournables dans le processus de mise en texte, ils participent, en contrepartie, à une certaine dogmatisation du texte du savoir (Rumelhard, 2011).

4/ En lien avec les mouvements de décontextualisation/recontextualisation, nous avons identifié des indicateurs sur le niveau de construction des raisons par les élèves ([Article 19] ; [Article 14]) à travers le niveau d'explicitation des raisonnements et les montées en généralités.

5/ Cette approche nous a également permis de caractériser plus précisément les raisonnements des élèves et donc de reposer la question des obstacles dans les processus d'apprentissage à l'école primaire (communication nerveuse en cycle 2 [Article 30] ; [Article 35]), collège (devenir de la matière organique dans le sol en 6^e [Article 26]), au lycée (enseignement du concept d'évolution [Article 24]) et dans l'enseignement supérieur (ancêtre commun, [Article 20] et classification des végétaux [Article 3] ; [Article 4]) ;

Ces résultats constituent une partie significative des travaux que nous avons conduits depuis notre travail de thèse. Assez généralement, ils permettent d'avancer dans la compréhension du processus de construction de savoirs scientifiques en classe de SVT. Ils montrent principalement la complexité de ce qui se joue sur le plan épistémologique et langagier et les difficultés pour les enseignants à piloter les situations d'enseignement-apprentissage ([Article 35]). Le travail de thèse de C. Grancher que nous co-encadrons s'inscrit dans cet axe de recherches.

Cette construction théorico-méthodologique a fait émerger et mis au cœur de nos réflexions, depuis plus d'un an maintenant, la notion de **contexte** pour tenter de cerner d'encore plus prêt les processus de construction de savoirs en SVT.

4.3. Les prémices d'une nouvelle construction théorique et méthodologique autour de la notion de contexte

L'apparition de la notion de contexte est à mettre en relation avec plusieurs éléments.

Le premier élément peut être attribué à notre intégration dans l'équipe E3D/LACES dont une partie de l'histoire est marquée par l'héritage des travaux de M. Brossard (1998, 2000, 2001, 2004, 2005), inscrits dans la théorie historico-culturelle. Cela nous a conduit à nous intéresser à la notion de **contexte de pertinence**, repris dans les travaux de M. Jaubert (Jaubert, 2007). Le deuxième est plus contextuel : il s'agit de la réflexion développée au sein du séminaire problématisation du CREN et du réseau Problema autour de la question des dynamiques de problématisation. Le dernier est la reprise d'une proposition avancée dans certains travaux antérieurs ([Article 25]) à savoir la notion de **contexte problématique** (figure 2), en référence à M. Meyer. C'est donc cette notion de **contexte** (Meyer, 1979 ; Grossen, 1998 ; Brossard, 2005) que nous souhaitons mettre au centre de notre questionnement.

L'approche historico-culturelle développée par Vygostki (1985) propose d'envisager les processus d'apprentissage comme l'appropriation par les élèves d'outils culturels qui permettent de transformer « *les fonctions élémentaires et ouvre ainsi la voie au développement culturel* » (Brossard, 2004, p. 31). Dans cette perspective, l'apprentissage et le développement de l'élève sont des processus doublement situés : « *pour comprendre le développement de l'enfant, il ne faut l'extraire, ni des contextes socio-historiques – qui mettent à sa disposition les outils culturels – ni des contextes intersubjectifs à l'intérieur desquels avec l'aide de l'autre, il apprend à les mettre en œuvre* » (*ibid.*, p. 39). Cette approche met l'accent sur l'intériorisation d'outils historiquement constitués, d'où la priorité donnée aux objets et aux cadres qui leur donne sens. Le contexte socio-historique pourrait comprendre un ensemble de normes

qui incorporent les caractéristiques épistémologiques des savoirs scientifiques, notamment dans les manières d'agir-penser-parler. Il met également à disposition de l'enseignant et des élèves un ensemble d'outils culturels qui ont la capacité d'outiller et d'instrumenter leur activité dans leur relation au monde naturel et social pour le transformer (Jaubert, 2007, p. 46). Ces outils correspondent alors :

- aux concepts scientifiques en tant que tels, en lien étroit avec les problèmes qui leur donnent leur signification : « *définir le concept, c'est formuler un problème* » (Macherey, 1964/2009, p.54), l'important étant alors de reconnaître « *la persistance du problème au sein d'une solution qu'on croit lui avoir donné* » (Canguilhem, 1966/2005, p. 40) ;
- aux formes spécifiques des raisonnements mis en jeu ;
- aux régimes de vérité qui caractérisent l'activité scientifique : « *les savoirs scientifiques ne sont pas des savoirs vrais, mais des savoirs raisonnés* » (Orange 2012, p. 44).

Ainsi, la fonction de l'école n'est pas de refaire construire ces savoirs aux élèves, mais d'en assurer la transmission, de permettre aux élèves de « *s'approprier par des sortes de "raccourcis didactiques" les contenus culturels* » (Brossard, 1998, p. 39), ce qui nous conduit à dire que la conceptualisation est la question centrale des apprentissages scientifiques à l'école (Vergnaud, 1989).

Le contexte de pertinence, comme le nommera M. Brossard, correspond au cadre commun d'activité de l'enseignant et des élèves dans des situations formelles d'apprentissage. L'enseignant doit convier l'élève « *à venir interagir avec lui dans une certaine sphère d'activité où se déroulent certains types d'actions. (...) Le fait d'avoir construit un contexte commun entraîne de la part de chaque participant des attentes réciproques. Ceci permet la réalisation d'actions complémentaires sur un objet commun* » (Brossard 2001, p. 425).

Cette notion de **contexte** nous amène à envisager autrement les relations entre langage et problématisation. Elles seront mises au travail dans la recherche complémentaire présentée lors de la soutenance de notre habilitation à diriger des recherches. Nos premières tentatives ([**Article 9**]) d'analyse d'une séquence d'enseignement-apprentissage du concept de sélection naturelle en classe de 3^e, développée également dans les travaux de thèse de J. Gobert que je co-encadre, à travers la façon dont se construit un contexte pertinent, dans le temps de l'interaction, nous laisse entrevoir le caractère heuristique de cette nouvelle approche, notamment parce qu'elle nous permet de tisser de façon étroite : éléments du dispositif didactique – interventions des élèves – interventions du maître.

Le dernier point que nous souhaitons développer, également inscrit dans la question des

relations entre langage et apprentissage, concerne le développement récent de recherches comparatistes en didactiques.

4.4. Vers des recherches comparatistes entre didactiques disciplinaires sur la question des relations langage et apprentissages

La confrontation à d'autres didactiques disciplinaires en prenant le langage, les activités langagières du maître et des élèves comme entrée commune nous a permis d'engager un travail comparatiste dans le champ de la didactique des disciplines.

Nous cherchons ainsi à caractériser les différentes manières dont les élèves, en interaction avec les enseignants, mobilisent le langage pour construire des savoirs savants et sociaux, historiquement élaborés et reconnus par les communautés scientifiques (Vygotski, 1985) dans une perspective à la fois générique et spécifique. Nous postulons que les élèves doivent passer *des mondes quotidiens* (Bruner, 2000 ; François, 1993), dans lesquels ils ont construit des connaissances à partir de leurs perceptions et d'expériences particulières et subjectives, à *des mondes scientifiques* supposés par l'école. Mais si ces mondes sont bien préexistants à l'élève, pour l'apprenant, l'entrée dans chacun d'eux requiert la construction de points de vue nouveaux, de nouvelles manières de questionner les objets et de nouvelles pratiques langagières. Cette activité de construction passe nécessairement par des négociations et des repositionnements langagiers qui signalent et assurent les apprentissages disciplinaires.

Notre première tentative nous a conduit à comparer, avec B. Lebouvier, didacticien de l'EPS, deux disciplines : les SVT et l'EPS du point de vue des **contenus d'enseignement** ([Article 13] [Article 14]). La mise sous observation des échanges pour analyser les pratiques langagières des élèves et de l'enseignant nous a permis d'appréhender le jeu des contenus selon deux axes : celui de l'évolution des données et des conditions ; celui de l'articulation des données et conditions. Cette première étude nous a permis d'identifier des caractéristiques spécifiques et génériques selon que les contenus sont liés à des apprentissages techniques (le démarquage en handball) ou théoriques (le concept d'articulation). En EPS, l'apprentissage visé se caractérise par la recherche d'effets sur la situation en relation à un examen des conditions pour mieux les reproduire. Les actualisations spatiales et temporelles y sont déterminantes. En SVT, la caractéristique de la construction de savoir se révèle dans des montées en abstraction significatives. Nous avons tenté, du point de vue générique, quelques hypothèses de convergences, notamment par le repérage de systèmes de contraintes qui organisent les contenus d'enseignement :

- productif/constructif ;

- contextualisation/ décontextualisation ;
- savoir/connaissance.

Des tentatives plus récentes, avec P. Schneeberger (didactique des SVT), M. Jaubert et M. Rebière (didactique du français) et S. Lalague-Dulac (didactique de l'histoire) ([**Article 11**] [**Article 12**]) ont donné lieu à une comparaison entre SVT, grammaire et histoire, du point de vue du concept de **communauté discursive disciplinaire scolaire** (Bernié, 2002 ; Jaubert, Rebière, & Bernié, 2012). À travers différentes études de cas (nutrition en cycle 3, esclavage en cycle 3, grammaire en cycle 3, vie fixée en terminale S), nous avons cherché à comparer les communautés discursives scolaires qui se construisent dans le temps de l'interaction (CDS) avec les communautés discursives disciplinaires scolaires (CDDS) (Jaubert, Rebière, & Bernié, 2004 ; Jaubert, 2007 ; Schneeberger, 2009b).

Ce travail nous a permis de caractériser les pratiques langagières qui participent à la construction des savoirs et à leur diffusion dans ces trois disciplines (tableau 4).

Tableau 4. *Comparaison des caractéristiques des communautés discursives disciplinaires scolaires dans trois disciplines d'enseignement (grammaire, SVT, français)*

	<i>Communauté discursive scientifique scolaire</i>	<i>Communauté discursive grammairienne scolaire</i>	<i>Communauté discursive historique scolaire</i>
Fond « aperceptif »	La prise en compte des différents points de vue et leur déplacement pour co-construire un objet de savoir	Prise en compte des différents points de vue et leur déplacement explicite pour co-construire un objet de savoir	Prise en compte des différents points de vue et leur déplacement pour co-construire un objet de savoir
Relations entre ingrédients	L'explication et l'enchaînement des explications en lien avec un problème biologique	Identification par comparaison et spécification des traits distinctifs	La compréhension en lien avec un problème historique
Registre(s)	La dialectique entre l'empirique et les modèles explicatifs (rationalisme)	Confrontation corpus et langue grammaticale et modèles d'analyse	La dialectique entre les traces et les interprétations de ces traces
Discours de preuve	L'argumentation (qui participe à la construction d'un monde scientifique)	Argumentation pour construire un monde théorique grammatical	Procédés d'historicisation (périodisation, généralisation, contextualisation, argumentation)
Régime de vérité	Le possible, l'impossible, le nécessaire, le contingent	Acceptabilité dans le système scolaire de la langue	Le probable, la vérité historique

Le travail de comparaison entre les communauté discursive scolaire effectivement construites dans le temps de l'interaction et les communautés discursives disciplinaires scolaires telles qu'elles sont reconstruites par les didacticiens des disciplines, nous ont conduit à mettre en évidence certains déterminants pour rendre compte des écarts observés.

La récurrence de la place des énoncés propositionnels (Astolfi, 1992) dans la plupart des pratiques (manuels de grammaires, pratiques d'un enseignant débutant en SVT sur la vie fixée en terminale S), qu'elles soient inhérentes au fonctionnement des manuels et aux textes sous-jacents pour la grammaire ou observées en classe de SVT, semble jouer un rôle décisif. Les énoncés propositionnels permettent de masquer les conceptions divergentes et l'insécurité des enseignants. Ainsi, les corpus choisis en grammaire tendent à éviter les questions et hypothèses imprévues en sélectionnant des exemples canoniques. De même en SVT, les habitudes scolaires et l'évidence non questionnée de certains concepts biologiques (fonction biologique, adaptation) tendent à éviter toute controverses et permet à l'enseignant de dérouler les énoncés de savoir dans des genres très éloignés des pratiques sociales de référence

Nous avons ainsi mis en évidence la faible prise en charge des stratégies individuelles des élèves par les enseignants débutants (histoire cycle 3, SVT – TS – « Vie fixée »). Chez des enseignants expérimentés (SVT cycle 3 et grammaire cycle 3), nous avons constaté au contraire une plus grande prise en charge des points de vue des élèves (ce qui conduit à un rapprochement entre CDS et CDDS). Nous attribuons cette observation à une meilleure maîtrise des contenus d'enseignement (du point de vue de la maîtrise didactique). De ce fait, les enseignants n'hésitent pas à susciter la « publication » des différents points de vue des élèves au service de la construction du savoir.

Ces premiers résultats méritent cependant d'être approfondis et étendus à d'autres disciplines. Mais comme nous venons de le remarquer, ils pointent des écarts que nous expliquons pour partie par la construction de compétences professionnelles didactiques. Ceci nous conduit d'une part à interroger les pratiques enseignantes et, pour ce qui nous concerne, les pratiques d'enseignants qui enseignent des SVT et d'autre part à nous intéresser à la question de la formation à ces pratiques. C'est le dernier axe structurant de nos recherches.

5. Recherches sur les pratiques d'enseignement des SVT et la formation de ces pratiques

Lors de la soutenance de notre thèse, Patricia Schneeberger, rapporteur, avait souligné à que notre travail ouvrait sur des questions relatives au rôle des pratiques enseignantes dans la conduite des moments de controverses en classe et sur les « *prolongements possibles concernant la formation des enseignants* »⁹. C'est avec elle et Brigitte Peterfalvi que nous avons avancé sur ces deux questions. Notre intégration à l'équipe E3D/LACES (préparée par des collaborations antérieures ([Article 26], [Article 38], [Article 39])), a facilité ce travail commun.

5.1. Recherches sur les pratiques d'enseignement des SVT

À l'intérieur des recherches concernant les pratiques d'enseignement des SVT, nous pouvons identifier trois sous-axes de travail.

1/ Le premier interroge la façon dont les enseignants construisent des situations-problème pour permettre aux élèves l'appropriation des savoirs scientifiques et la façon dont ils pilotent l'activité des élèves dans de telles situations. Ces travaux se sont inscrits dans le cadre du séminaire *Inducteurs de problématisation* du CREN (direction : M. Fabre et A. Musquer). Ils nous ont amené à mobiliser ce modèle ([Article 26], [Article 38]).

Ainsi, nous avons suivi, du côté de l'enseignant, ce qu'il conçoit dans le temps de la préparation (en 2^{de} – adaptation physiologique à l'effort) et le travail langagier à l'œuvre dans le temps de l'interaction pour permettre aux élèves de construire les savoirs en jeu (en 6^e – devenir de la matière organique dans le sol). C'est à travers ces corpus que nous avons repéré certains **gestes professionnels** que nous avons mis en relation avec les inducteurs de problématisation proposés par M. Fabre et A. Musquer, c'est-à-dire « *des aides bien spécifiques, susceptibles d'activer les schèmes cognitifs de l'élève et ceci par rapport aux différentes opérations du processus de problématisation et de leur contenu* » (Fabre & Musquer, 2009a, p. 112). Il s'agit donc pour nous de comprendre comment l'enseignant permet d'engager les élèves dans la construction d'un problème scientifique « *tout en évitant de le faire à sa place. Autrement dit : comment aider l'élève à sortir du puits sans lui faire la courte échelle ?* » (Fabre & Musquer, 2009b, p. 46). Nos premiers résultats [Article 38] nous ont semblé propices pour mieux comprendre les interventions des enseignants qui cherchent à engager leurs élèves dans une activité de problématisation. Les travaux de thèse d'A. Le Jossic se positionnent dans cette perspective. De notre côté, nous avons poursuivi l'étude d'autres cas.

⁹ Extrait du rapport après soutenance de notre thèse.

Nous avons également indiqué en quoi les inducteurs ou l'induction permettaient la construction de la communauté scientifique discursive scolaire en inscrivant le travail des élèves dans un univers scientifique et en leur donnant à voir le mode de fonctionnement de la discipline. Nous proposons alors de croiser les inducteurs de problématisation et l'idée d'acculturation scientifique pour avancer sur l'identification de **gestes professionnels spécifiques à un champ disciplinaire**.

La reprise de l'étude de cas en classe de seconde (adaptation physiologique à l'effort) ([**Article 26**]), nous a amené à analyser la mise en œuvre de trois séances de cette séquence en utilisant le modèle des inducteurs de problématisation. Nous avons ainsi proposé de le faire évoluer en distinguant des macro-inducteurs (qui doivent susciter des grands mouvements : de la question de départ à des solutions proposées par les élèves ; de la critique des premières solutions à la position du problème scientifique), et des micro-inducteurs (qui pourraient jouer de façon régulatrice pour que les macro-inducteurs deviennent effectifs). Nous avons également proposé d'ajouter au modèle de M. Fabre et A. Musquer (2009a) des inducteurs de position de problème et des inducteurs de production de solutions. Avec ce modèle complété, il nous semble que nous serions peut-être en mesure de rendre compte de la dialectique macro-inducteurs (dans le dispositif et les consignes) / micro-inducteurs dans les échanges langagiers entre l'enseignant et les élèves, dialectique qui pourrait être un moyen de suivre finement le processus de dévolution du problème scientifique aux élèves.

2/ Nous nous sommes parallèlement intéressé à l'analyse comparative du pilotage d'un même dispositif d'enseignement (construit en utilisant des inducteurs de problématisation sur le concept de nutrition en cycle 3) par deux enseignants : une enseignante débutante (qui a construit le dispositif dans le cadre de son mémoire de M2 MEEF enseignement primaire, Laisney, 2011) et un enseignant chevronné qui a pris le dispositif tel quel et l'a mis en œuvre dans sa classe. Ces résultats ont donné lieu à plusieurs publications ([**Article 32**], [**Article 39**], [**Article 40**], [**Article 41**], [**Article 42**]).

Résumons les principaux apports de ces recherches.

Nous avons mis en évidence différents phénomènes didactiques : des « moments de convergence » où les interventions de l'enseignant accompagnent et participent au développement de l'activité de problématisation des élèves et des moments de divergence où, au contraire, ses interventions apparaissent en rupture par rapport au développement de l'activité de construction du savoir par les élèves. Dans cette étude de cas les moments de convergence sont plus importants chez l'étudiante que chez l'enseignant chevronné. Ce qui prédomine chez ce dernier se sont des gestes très génériques (faire attention à prendre en compte tous les élèves, accorder de la valeur à

ce que disent les élèves, assurer le fonctionnement de la classe : règles de fonctionnement « ensemble ») qui pourrait relever de certains savoirs en acte que nous pouvons peut-être lier à certaines vulgates et doxa pédagogiques (Bautier & Rayou, 2009, p. 145-151). Dans le cas de l'étudiante, les moments de convergence sont plus fréquents. Nous faisons l'hypothèse suivante pour interpréter l'écart entre l'étudiante et l'enseignant : le travail de préparation de l'étudiante, en lien avec son travail de mémoire de master 2, lui a permis d'identifier précisément les problèmes scientifiques à construire sur ce thème d'étude et leurs articulation ; les obstacles et leur fonction par rapport à l'identification et à la construction du problème. L'ensemble de ces résultats interroge la formation des enseignants, ce que nous ferons à la section suivante.

3/ Avec les travaux précédents, nous avons l'intuition que nous tentions de répondre aux critiques adressées par E. Bautier et P. Rayou (2009) aux dispositifs, qui par leur trop faible cadrage, peuvent générer des malentendus et se prêter alors à la critique d'une forme d'élitisme pédagogique, autrement dit à leur dénonciation de l'échec des pratiques « ouvertes » au regard des effets attendus en termes de démocratisation de l'enseignement. Le modèle des inducteurs de problématisation nous semblait de nature à répondre, pour partie, à ces critiques puisqu'il proposait des outils pouvant aider les enseignants à construire une nouvelle forme de directivité (proposer des situations qui permettent l'expression des différents points de vue des élèves tout en les cadrant fermement, sur la plan épistémologique, du point de vue du pilotage de ces situations).

Dans une recherche récente (Lhoste, Peterfalvi, & Schneeberger, 2013), nous nous sommes attaqué à cette question en lien avec les deux phénomènes didactiques mis en évidence précédemment (convergence et divergence). En effet, dans ce premier temps, nous avons valorisé, sans trop de précautions, les gestes professionnels favorables à l'avancée de la construction des savoirs. En effet, même si ces gestes professionnels sont pertinents du point de vue épistémique, c'est-à-dire favorisent l'avancée de la construction du savoir dans la classe, qu'en est-il du point de vue de l'enrôlement du plus grand nombre d'élèves dans cette construction ? Les gestes professionnels liés à des mouvements de convergence ne résolvent pas nécessairement la question de la création d'inégalités scolaires entre élèves au sein d'une même classe (Bonnéry 2007 ; Rochex & Crinon, 2011). Cela nous a permis d'identifier un dilemme professionnel. Ainsi, l'enseignant, dans le temps de l'interaction, serait confronté à la gestion d'un conflit entre :

- des interventions qui favorisent l'avancée de la construction du savoir au risque de perdre certains élèves ;
- des interventions qui cherchent à assurer la cohésion de la classe par rapport à l'avancée du savoir au risque de faire reculer le processus de problématisation.

Nous avons alors envisagé une troisième catégorie de gestes professionnels à l'interface entre les deux qui permettraient d'assurer le partage du processus de construction du savoir par tous les élèves de la classe. Nous avons ensuite cherché à identifier dans certains corpus de tels gestes professionnels. Nos premières analyses, qui méritent d'être prolongées, nous ont apporté des premiers éléments de réponse. Dans certains débats, il semble que nos craintes, par rapport aux effets potentiellement différenciateurs de gestes professionnels (ceux permettant l'avancée de la construction des savoirs) ne soient pas inconsidérées : l'enseignant fait avancer le processus de problématisation de la classe comme s'il avait en face de lui un élève épistémique unique. Mais lorsque nous regardons ce même débat à d'autres échelles, nous identifions certaines stratégies de partage de l'avancée de la problématisation que nous avons pu articuler à des processus d'institutionnalisation intermédiaire de savoirs et/ou du problème à travailler. Ces résultats posent de nouvelles questions quant au grain à d'analyse pertinent pour identifier de tels gestes (micro – méso – macro) ?

Ces enquêtes, qui mettent en regard les pratiques langagières de l'enseignant et des élèves sont amenées à s'articuler à celles présentées à la section 2.3. Ce sera également l'objet de notre de la recherche complémentaire présentée lors de la soutenance de notre habilitation à diriger des recherches.

D'ores et déjà, ces travaux posent des jalons par rapport à la question de la formation des enseignants qui constitue le second sous axe de nos recherches sur cette thématique.

5.2. Recherches sur la formation des pratiques d'enseignement des SVT

Comme nous l'avons précisé ci-dessus, il nous semble que les produits de la recherche en didactique des SVT sont susceptibles de fournir des éléments qui pourraient contribuer à la construction de l'expertise enseignante. Cependant, les résultats de la didactique professionnelle (Pastré 2011) montrent clairement que les savoirs didactiques ne sont pas suffisants en eux-mêmes pour former des professionnels.

Cela nous a conduit à mettre en question (après une première tentative aux débuts de notre entrée en recherche, [Article 17]), un dispositif de formation à/par la recherche en didactique des SVT ([Article 31] ; Schneeberger & Lhoste, 2013) pour mesurer son impact sur le développement professionnel d'étudiants en formation initiale. Pour engager ce travail, nous avons utilisé les apports de la didactique professionnelle (Pastré, Mayen, & Vergnaud, 2006 ; Lenoir & Pastré, 2008 ; Pastré 2011 ; Vinatier 2013). Ainsi, nous avons cherché à identifier, dans le mémoire de master 2 des étudiants¹⁰,

¹⁰ Étude réalisée sur 30 mémoires d'étudiants de l'université de Bordeaux inscrits dans un master 2 les destinant au métier de professeur de SVT dans le secondaire.

comment la formation à/par la recherche participe à la construction de compétences professionnelles. Le développement de compétences professionnelles s'accompagne de transformations que nous cherchons à caractériser. Comme de tels changements sont difficiles à observer au cours de la formation initiale¹¹, nous avons essayé de repérer, dans les mémoires de master 2, des éléments susceptibles de nous permettre de mieux appréhender les transformations opérées et leurs liens avec la formation à/par la recherche. Comme le précisent P. Schneeberger et É. Triquet : « *présentée comme outil de prévision et de régulation, la didactique peut en effet faciliter la gestion des situations d'enseignement* » (2001, p. 4). Cependant, les savoirs et les concepts produits par la recherche en didactique des sciences ne sont pas des outils qui peuvent servir immédiatement à la gestion des apprentissages des élèves : les concepts doivent être « *reconfigurés pour pouvoir servir d'outils de diagnostic et ainsi orienter et guider l'action* » (Pastré 2011, p. 195). Ce dernier parle alors de concepts qui devront être pragmatisés pour pouvoir devenir des concepts organisateurs de l'action. Nous nous sommes donc intéressés à ce processus de pragmatisation des concepts travaillés en formation.

Nous avons réussi à identifier des traces de pragmatisation de certains concepts qui permettraient de prendre en charge le problème de la définition des objectifs d'apprentissage qui tiennent compte à la fois de la prescription et des possibilités des élèves. Lorsque les concepts de didactique mobilisés assurent l'articulation étroite entre le cadre théorique construit par l'étudiant, la constitution du dispositif de recueil de données et l'analyse des données, le travail du mémoire semble propice au processus de pragmatisation. Ainsi, un traitement didactique pertinent des concepts biologiques ou géologiques travaillés dans le cadre du mémoire semblent nécessaires pour permettre d'engager la pragmatisation des concepts didactiques (comme celui d'obstacle ou de représentation). En effet, l'analyse didactique permet de construire la dimension normative du travail de recherche. La construction d'une norme épistémologique semble s'accompagner, chez certains stagiaires, de la construction de certains indicateurs qui peuvent devenir mobilisables dans le temps de l'action, d'où la présence d'une pragmatisation ou d'une amorce de pragmatisation.

5.3. Conclusion

Les pistes de recherches ouvertes nécessitent, bien entendu, de nombreux travaux complémentaires. Ce travail sera facilité par notre intégration dans une équipe engagée dans une étude pluridisciplinaire plus globale sur la genèse des compétences professionnelles dans le cadre des nouveaux dispositifs de formation.

¹¹ Dans le cadre de l'ancienne configuration des master, c'est-à-dire avant la mise en place des ESPE, le temps de pratique en responsabilité était limité à 3 semaines.

6. Conclusion

Pour conclure nous souhaitons présenter sur la figure présentée à la fin de cette section, une vue synoptique de notre activité de recherche.

Les quatre cadres de couleurs différentes définissent les 4 axes structurants de notre activité de recherche. Nous avons repris dans un texte de la même couleur que le cadre, les principaux résultats de nos recherches et l'évolution de notre questionnement. Cela nous permet dans chacun de ces axes de faire apparaître les questions de recherche sur lesquelles nous travaillons actuellement, qui correspondent aux textes représentés en rouge dans chaque cadre.

Deux évolutions principales sont à retenir.

1/ La première concerne l'apparition d'un axe de recherche relatif aux pratiques enseignantes en SVT et à la formation à ces pratiques. L'étude des pratiques enseignantes recoupe les travaux sur les gestes professionnels que nous essayons de mettre en relation avec la question de la construction des inégalités scolaires dans le temps des interactions didactiques. Nous nous intéressons également à l'impact de dispositifs de formation sur le développement professionnel des enseignants en SVT. Cet axe de recherche nous amène à articuler les concepts de la didactique des SVT à ceux de la didactique professionnelle. Ces deux approches sont propices à un travail comparatiste entre différentes disciplines scolaires.

2/ La seconde est liée à l'importance prise par le langage dans nos travaux de recherche. Dans nos premiers travaux, le langage nous permettait de mieux comprendre le processus de problématisation. Maintenant, la problématisation est un outil que nous souhaitons intégrer comme indicateur, parmi d'autres indicateurs (en particulier des indicateurs langagiers), pour analyser et comprendre les processus d'enseignement et d'appropriation des savoirs biologiques et géologiques.

Ces deux évolutions nous permettent de circonscrire un domaine d'étude que nous pensons original et qui sera l'objet de la recherche complémentaire que nous présenterons lors de la soutenance de notre habilitation à diriger des recherches :

**Langage, enseignement et appropriation
de savoirs problématisés en SVT.**

***La notion de contexte comme construction théorique et méthodologique
pour comprendre ces processus.***

Axe structurant 1 : ÉPISTÉMOLOGIE DES SAVOIRS SCOLAIRES

Construction d'outils pour les analyses didactiques

Grilles d'analyse des productions élèves
Analyse a priori : formulation des problèmes dans le savoir sous forme d'espace « contraintes et nécessités » a priori, Identification des conditions de possibilité et des obstacles

Question au travail
En quoi / comment l'introduction de nouveaux objets d'étude (comme la biodiversité interroge les finalités éducatives de l'enseignement des SVT. Comment penser ces évolutions du point de vue de l'épistémologie historique française



Bibliographie

- Astolfi, J.-P. (1992). *L'école pour apprendre. L'élève face aux savoirs*. Paris : ESF.
- Astolfi, J.-P. (1993). Trois paradigmes pour les recherches en didactique. *Revue française de pédagogie*, (103), 5-18.
- Astolfi, J.-P., & Peterfalvi, B. (1997). Stratégies de travail des obstacles. Dispositifs et ressorts. *Aster*, (25), 193-216.
- Astolfi, J.-P., & Peterfalvi, B. (1993). Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales. *Aster*, 16, 103-141.
- Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*. Paris : Vrin.
- Bachelard, G. (1949). *Le rationalisme appliqué*. Paris : PUF.
- Bachelard, G. (1970). L'idéalisme discursif. In *Études*. Paris : Vrin.
- Bakhtine, M. (1984). *Esthétique de la création verbale*. Paris: Gallimard.
- Barbault, R. (2008). *Un éléphant dans un jeu de quilles. L'homme dans la biodiversité*. Paris : Seuil.
- Bautier, E. & Rayou, P. (2009). *Inégalités d'apprentissage. Programmes, pratiques et malentendus scolaires*. Paris : PUF.
- Beorchia, F. (2003). *La communication nerveuse. Conceptions des apprenants et problématisation. Importance des explications mécanistes et vitalistes*. Thèse de doctorat en sciences de l'éducation.
- Beorchia, F. (2004). Débats scientifiques à l'école élémentaire, au collège et chez les PE sur le thème de la communication nerveuse : Indicateurs de problèmes perçus et construits ? *Colloque international Faut-il parler pour apprendre? Arras, mars 2004*. Lille : IUFM Nord-Pas de Calais : Université Lille 3.
- Bernié, J.-P. (2002). L'approche des pratiques langagières scolaires à travers la notion de "communauté discursive" : Un apport à la didactique comparée ? *Revue française de pédagogie*, (141), 77-88.
- Beuve, F. (2011). *Problématisation, investigations expérimentales et apprentissages dans les sciences du vivant*. Mémoire de M2 Recherche en sciences de l'éducation.
- Blandin, P. (2009). De la protection de la nature au pilotage de la biodiversité. In Versailles : Quae.
- Bonnéry, S. (2007). *Comprendre l'échec scolaire. Élèves en difficultés et dispositifs pédagogiques*. Paris : La Dispute.
- Bourdieu, P. (1975). Les spécificités du champ scientifique et les conditions sociales du progrès de la raison. *Sociologie Et Sociétés*, 7(1).

- Bronckart, J. -P. (1996). *Activité langagière, textes et discours : Pour un interactionisme socio-discursif*. Lausanne : Delachaux & Niestlé.
- Brossard, M. (1998). Approche socio-historique des situations d'apprentissage de l'écrit. In *In M. Brossard & J. Fijalkow (éd.). Apprendre à l'école : Perspectives piagétienne et vygotkiennes* (pp. 37-50). Pessac : Presses universitaires de Bordeaux.
- Brossard, M. (2001). Situations et formes d'apprentissage. *Revue Suisse Des Sciences De L'éducation*, 23(3), 423-438.
- Brossard, M. (2004). *Vygotski : Lectures et perspectives de recherches en éducation*. Villeneuve d'Ascq : Presses universitaires du septentrion.
- Brossard, M. (2005). Vygotski et les didactiques des disciplines : Quelques réflexions. In Y. Reuter (éd). *Pédagogie du français et didactique du français. Penser et débattre avec Francis Ruellan* (pp. 205-228). Villeneuve d'Ascq : Presses universitaires du septentrion.
- Bruner, J. (2000). *Culture et modes de pensée. L'esprit humain dans ses oeuvres*. Paris : Retz.
- Canguilhem, G. (1955). *La formation du concept de réflexe aux XVII^e et XVIII^e siècles*. Paris : Vrin.
- Canguilhem, G. (1957). Sur une épistémologie concordataire. In collectif. *Hommage à gaston bachelard. Études de philosophie et d'histoire des sciences*. Paris : PUF.
- Canguilhem, G. (1966). *Le normal et le pathologique*. Paris : PUF.
- Carette, V., & Rey, B. (2010). *Savoir enseigner dans le secondaire*. Bruxelles : De Boeck.
- Chevassus-au-Louis, B. (2013). *La biodiversité c'est maintenant*. Paris : L'aube.
- Clément, P. (1991). Sur la persistance d'une conception : La tuyauterie continue digestion - excrétion. *Aster*, 13, 133-155.
- Coquidé, M., Fortin, C., & Rumelhard, G. (2009). L'investigation. Fondements et démarches, intérêts et limites. *Aster*, 49, 51-78.
- Darden, L. (2002). Strategies for discovering mechanisms: Schema instantiation, modular subassembly, forward/backward chaining. *Philosophy of Science*, 69(S3), S354-S365
- Deleuze, G. (1969). *La logique du sens*. Paris : Minuit.
- Dewey, J. (1993). *Logique : La théorie de l'enquête*. Paris : PUF. (Original work published 1967)
- Ducros, B. (1989). *Le concept de circulation sanguine. Productions d'outils didactiques*. Thèse de doctorat en didactique des disciplines.

- Durbin, P. T. (1989). Research and development from the viewpoint of social philosophy. *Research in Philosophy and Technology*, 2(5).
- Fabre, M. (1999). *Situations-problèmes et savoir scolaire*. Paris : PUF.
- Fabre, M. (2007). La pirogue de robinson. In M. Durand & M. Fabre (éd.). *Les situations de formation, entre savoirs, problèmes et activités*. Paris : L'Harmattan.
- Fabre, M. (2009). *Philosophie et pédagogie du problème*. Paris : J. Vrin.
- Fabre, M. (2010). Du bon usage des controverses. *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, (1), 153-170.
- Fabre, M., & Musquer, A. (2009a). Comment aider l'élève à problématiser ? Les inducteurs de problématisation. *Les Sciences De L'éducation - Pour L'Ère Nouvelle*, 42(3), 111-128.
- Fabre, M., & Musquer, A. (2009b). Vers un répertoire d'inducteurs de problématisation. *Spiral-E*, (43), 45-68.
- Fillon, P., & Peterfalvi, B. (2004). L'argumentation dans l'apprentissage scientifique au collège. *Aster*, (38), 151-184.
- Fillon, P., Orange, C., Peterfalvi, B., Rebière, M., & Schneeberger, P. (2004). Argumentation et construction de connaissances en sciences. In J. Douaire (éd.). *Argumentation et disciplines scolaires* (pp. 203-247). Lyon : INRP.
- François, F. (1984). *Conduites linguistiques chez le jeune enfant*. Paris : PUF
- François, F. (1993). *Pratiques de l'oral*. Paris: Nathan.
- Fortin, C. (1993). *L'évolution : Du mot au concept. Études épistémologiques sur la construction des concepts évolutionnistes, et les difficultés d'une transposition didactique adéquate*. Thèse de doctorat en didactique des disciplines
- Gayon, J. (1992). *Darwin et l'après Darwin. Une histoire de l'hypothèse de sélection naturelle*. Paris : Editions Kimé.
- Giordan, A. (1987). *Les origines du savoir. Des conceptions des apprentis aux concepts scientifiques*. Neuchâtel : Delachaux & Niestlé.
- Girault, Y., Quertier, É., Fortin Debart, C., & Maris, V. (2008). L'éducation relative à l'environnement dans une perspective sociale d'écocitoyenneté. Réflexion autour de l'enseignement de la biodiversité. In C. Gardiés, I. Fabre, C. Ducamp & V. Albe (éd.). *Éducation à l'information et éducation aux sciences. Quelles formes scolaires ?* (pp. 87-120). Toulouse : Cépaduès éditions.
- Gobert, J., & Lhoste, Y. (2012). Principe structurant mendélien et dynamiques de la problématisation. L'exemple de la théorie néo-darwinienne de l'évolution. *9^e colloque du réseau Problema. IUFM de Caen-Basse-Normandie, Îles de Jersey, 24-26 mai 2012*.

- Goix, M. (1996). *Les concepts de croissance et de développement en biologie. Obstacles et représentations chez les élèves de collège. Propositions de situations didactiques pouvant faciliter l'apprentissage*. Thèse de doctorat en didactique des disciplines.
- Grize, J.-B. (1982). *De la logique à l'argumentation*. Genève : Librairie Droz.
- Grize, J.-B. (1990). *Langage et logique*. Gap : Ophrys.
- Grize, J.-B. (1996). *Logique naturelle et communication*. Paris : PUF.
- Grossen, M. (2001). La notion de contexte. Quelle définition pour quelle psychologie ? Un essai de mise au point. In J.-P. Bernié (éd). *Apprentissage, développement et significations* (pp. 59-76).
- Hottois, G. (2004). *Philosophies des sciences, philosophies des techniques*. Paris : Odile Jacob.
- Hottois, G. (2005). *La science entre valeurs modernes et postmodernité. Conférences au collège de France*. Paris : Vrin.
- Jacob, F. (1995). L'émergence de la biologie moderne. In *Séance publique annuelle des cinq académies*. Paris: Institut de France Jaubert, M. (2007). *Langage et construction de connaissances à l'école. Un exemple en sciences*. Pessac : Presses universitaires de Bordeaux.
- Jaubert, M., & Rebière, M. (2000). Observer l'activité langagière des élèves en sciences. *Aster*, (31), 173-195.
- Jaubert, M., & Rebière, M. (2001). Pratiques de reformulation et construction de savoir. *Aster*, (33), 81-110.
- Jaubert, M., & Rebière, M. (2009). Construire ensemble des significations. In P. Schneeberger & A. Vérin (éd.). *Développer des pratiques d'oral et d'écrit en sciences. Quels enjeux pour les apprentissages à l'école ?* (pp. 265-271). Lyon : INRP.
- Jaubert, M., Rebière, M., & Bernié, J.-P. (2004). Significations et développement : Quelles "communautés" ? In C. Moro & R. Rickenmann (éd.). *Situations éducatives et significations* (pp. 85-104). Bruxelles: De Boeck.
- Jaubert, M., Rebière, M., & Bernié, J.-P. (2012). Communautés discursives disciplinaires scolaires et construction de savoir. L'hypothèse énonciative. *Forumlecture.ch*, (3).
- Jaubert, M., Rebière, M., & Schneeberger, P. (2009). Construire un point de vue , pour faire évoluer la position énonciative : La germination au cycle 2. In P. Schneeberger & A. Vérin (éd.). *Développer des pratiques d'oral et d'écrit en sciences. Quels enjeux pour les apprentissages à l'école ?* (pp. 121-146). Lyon : INRP.
- Laisney, M. (2011). *Le pilotage de l'activité de problématisation des élèves lors d'un débat scientifique en classe du point de vue des inducteurs de problématisation*. Mémoire de M2 MEEF - Enseignement primaire.

- Lange, J., & Martinand, J. (2010). Éducation au développement durable et éducation scientifique. Balises pour un curriculum. In A. Hasni & J. Lebeaume (éd.). *Enjeux contemporains de l'éducation scientifique et technologique* (pp. 125-154). Ottawa : Presses Université Ottawa .
- Latour, B. (1994). *Le métier de chercheur regard d'un anthropologue*. Paris : INRA Éditions.
- Latour, B. (2004). *Politiques de la nature. Comment faire entrer les sciences en démocratie*. Paris : Découverte.
- Latour, B. (2005). *La science en action: Introduction à la sociologie des sciences*. La Découverte/Poche. (Original work published 1989).
- Lecointre, G. (2012). *Les sciences face aux créationnismes. Ré-expliciter le contrat méthodologique des chercheurs*. Versailles : Quae.
- Lecourt, D. (1974). *Pour une critique de l'épistémologie (Bachelard, Canguilhem, Foucault)*. Paris : François Maspéro.
- Lecourt, D. (1990). *Contre la peur. De la science à l'éthique, une aventure infinie. (Suivi de) La critique de l'appel de Heidelberg*. Paris : Hachette.
- Lecourt, D. (1997). *L'avenir du progrès*. Paris : Textuel.
- Lecourt, D. (2009). *L'âge de la peur. Éthique, science et société*. Montrouge : Bayard Éditions.
- Le Guyader, H. (2008). La biodiversité : Un concept flou ou une réalité scientifique ? *Courrier de l'environnement de l'INRA*, (55), 7-26
- Le Guyader, H. (2010). Biodiversité entre science et culture. In J.-M. Besnier, É. Klein, H. Le Guyader & H. Wismann (éd.). *La science en jeu* (pp. 227-243). Paris : Actes Sud / IHEST.
- Lenoir, Y., & Pastré, P. (2008). *Didactique professionnelle et didactiques disciplinaires en débat*. Toulouse : Octarès.
- Lhoste, Y. (2008a). *Problématisation & apprentissage en sciences de la vie et de la Terre* [Rapport final du Groupe de formation-action (2005-2007)]. Caen : IUFM Basse-Normandie : Rectorat de Caen.
- Lhoste, Y. (2008b). *Problématisation, activités langagières et apprentissages dans les sciences de la vie. Études de débats scientifiques dans la classe dans deux domaines biologiques : Nutrition et évolution*. Thèse de doctorat en sciences de l'éducation.
- Lhoste, Y., Gobert, J., Deucussy, S., Izabel, S., & Peterfalvi, B. (2010). Processus de mise en texte et de problématisation sur le devenir de la matière organique dans le sol. Une étude de cas en 6^e. *Les journées scientifiques de l'université de Nantes, Nantes, 7 juin 2010*.

- Lhoste, Y., Peterfalvi, B., & Schneeberger, P. (2013). Articulation *inducteurs de problématisation - gestes professionnels* pour comprendre les dynamiques de problématisation en SVT dans la classe. *10^e colloque du réseau Problema, université Libre de Bruxelles, 16-18 mai 2013*.
- Macherey P. (2009). *La force des normes. De Canguilhem à Foucault*. Paris : la Fabrique.
- Mangueneau, D. (1984). *Genèse du discours*. Bruxelles: Mardaga.
- Maris, V. (2009). Protection de la biodiversité et pragmatisme. Pour une philosophie de terrain. In H.-S. Afeissa (éd.). *Ecosophies la philosophie à l'épreuve de l'écologie* (pp. 167-181). Paris : Éditions MF.
- Meyer, M. (1979). *Découverte et justification en sciences*. Paris : Klincksieck.
- Meyer, M. (1986). *De la problématologie*. Paris : Pierre Mardaga.
- Meyer, M. (1995). Problématologie et argumentation. *Hermès, La Revue*, 1(15), 145-154.
- Orange, C. (1994). *Intérêt de la modélisation pour la définition de savoirs opérants en biologie-géologie. L'exemple de la modélisation compartimentale*. Thèse de doctorat en didactique des disciplines.
- Orange, C. (1999). Les fonctions didactiques du débat scientifique dans la classe. Faire évoluer les représentations ou construire des raisons? In *Les premières rencontres scientifiques de l'ARDiST, Cachan, 26-28 octobre 1999* (pp. 88-93).
- Orange, C. (2000). *Idées et raisons : Construction de problèmes, débats et apprentissages scientifiques en sciences de la vie et de la terre. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches en sciences de l'éducation*. Mémoire d'Habilitation à diriger des recherches.
- Orange, C. (2003). Débat scientifique dans la classe, problématisation et argumentation : Le cas d'un débat sur la nutrition au cours moyen. *Aster*, (37), 83-107.
- Orange, C. (2010). Étude de situations "forcées" : Quelles méthodes pour les recherches didactiques s'appuyant fortement sur les productions des élèves et de la classe ? *Actes du congrès de l'actualité de la recherche en éducation et en formation (AREF), université de Genève, septembre 2010*. Genève : Univ. Genève.
- Orange, C. (2012). *Enseigner les sciences. Problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe*. Bruxelles : De Boeck.
- Orange, C., & Orange-Ravachol, D. (2007). Problématisation et mise en texte des savoirs scolaires : Le cas d'une séquence sur les mouvements corporels au cycle 3 de l'école élémentaire. *Sixième rencontre scientifiques de l'ARDiST, La Grande Motte, 17-19 octobre 2007* (pp. 305-312).
- Orange-Ravachol, D., & Ribaud, A. (2006). Les classifications du vivant à l'école : Former l'esprit scientifique ou inculquer la "bonne" solution ? *Spécial Grand N*, 181-196.

- Orange-Ravachol, D. (2007). Classifications biologiques et problématisations. *Recherche En Éducation*, (3), 51-69.
- Orange-Ravachol, D. (2012). *Didactique des sciences de la vie et de la Terre. Entre phénomènes et évènements*. Rennes : Presses universitaires de Rennes.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.
- Pastré, P. (2011). *La didactique professionnelle. Approche anthropologique du développement chez les adultes*. Paris : PUF.
- Pastré, P., Mayen, P., & Vergnaud, G. (2006). La didactique professionnelle. *Revue française de pédagogie*, (154), 145-198.
- Pestre, D. (2006). *Introduction aux sciences studies*. Paris : Découverte.
- Peterfalvi, B. (1992). *Recherche ROOSA (objectifs-obstacles et situations d'apprentissage autour du concept de transformation de la matière)*. Documents n°1 et n°2 [Documents internes]. Paris : INRP.
- Peterfalvi, B. (2001). *Obstacles et situations didactiques en sciences : Processus intellectuels et confrontations. L'exemple des transformations de la matière*. Thèse en sciences de l'éducation.
- Peterfalvi, B. (2005). Travail sur les obstacles et problématisation, quels apports réciproques. In *Colloque Probléma, Chicoutimi, Québec, 10, 11 et 12 mai 2005*.
- Peterfalvi, B. (2006). Problématisation et travail sur les obstacles en sciences. In M. Fabre & E. Vellas (éd.). *Situations de formation et problématisation* (pp. 91-106). Bruxelles : De Boeck.
- Plantin, C. (1996). Le trilogie argumentatif : Présentation de modèle, analyse de cas. *Langue Française*, 112(1), 9-30.
- Plantin, C. (2005). *L'argumentation*. Paris: PUF.
- Popper, K. (1991). *La connaissance objective*. Paris : Aubier.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies: Approche cognitive des instruments contemporains*. Paris: Armand Colin.
- Rebière, M. (2001). Une notion venue d'ailleurs... La posture. In J.-P. Bernié (éd.). *Apprentissage, développement et significations* (pp. 191-227). Pessac : Presses universitaires de Bordeaux.
- Rochex, J. -Y., & Crinon, J. (2011). *La construction des inégalités scolaires : Au coeur des pratiques et des dispositifs d'enseignement*. Rennes : Presses universitaires de Rennes.
- Rumelhard, G. (1986). *La génétique et ses représentations dans l'enseignement*. Berne: Peter Lang

- Rumelhard, G. (2011). Le processus de dogmatisation. *Recherches en didactiques*, (11), 165-178.
- Sauvageot-Skibine, M. (1991). La digestion au collège : Transformation physique ou chimique ? *Aster*, (13), 93-110.
- Schneeberger, P. (2007). Rôle des interactions didactiques dans le travail de construction du problème. *Actualité de la recherche en éducation et en formation, Strasbourg 2007*. Strasbourg : Université de Strasbourg.
- Schneeberger, P. (2008). Travail langagier et construction de savoirs en sciences. *Les dossiers des sciences de l'éducation*, (20), 91-106.
- Schneeberger, P. (2009a). Créer un nouveau rapport au monde. In P. Schneeberger & A. Vérin (éd.). *Développer des pratiques d'oral et d'écrit en sciences. Quels enjeux pour les apprentissages à l'école ?* (pp. 257-264). Lyon: INRP.
- Schneeberger, P. (2009b). Le langage comme moyen de s'inscrire dans une communauté scientifique. In P. Schneeberger & A. Vérin (éd.). *Développer des pratiques d'oral et d'écrit en sciences. Quels enjeux pour les apprentissages à l'école ?* (pp. 273-279). Lyon : INRP.
- Schneeberger, P., & Lhoste, Y. (2013). Le développement professionnel des étudiants dans un dispositif de formation initiale. Impact des apports des recherches en didactique des SVT. *XIII^e colloque internationale du réseau de recherche en éducation et en formation (REF)*. Université de Genève, Genève, Suisse, 11 septembre 2013.
- Schneeberger, P., & Triquet, É. (2001). Didactique et formation des enseignants. Des recherches en didactique des sciences à la formation des enseignants : quels liens, quelles interactions ? *Aster*, (32), 3-13.
- Schneeberger, P., Robisson, P., Liger-Martin, J., & Darley, B. (2007). Conduire un débat pour faire construire des connaissances en sciences. *Aster*, (45), 39-64.
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2007). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 235-260.
- Tiberghien, A. (2011). Conception et analyse de ressources d'enseignement : Le cas des démarches d'investigation. In M. Grangeat (éd.). *Les démarches d'investigation dans l'enseignement scientifique. Pratiques de classe, travail collectif enseignant, acquisition des élèves* (pp. 185-212). Lyon : Ecole normale supérieure de Lyon.
- Toulmin, S. (1993). *Les usages de l'argumentation*. Paris: PUF.
- Vergnaud, G. (1989). La formation des concepts scientifiques. Relire vygotski et débattre avec lui aujourd'hui. *Enfance*, 42(1-2), 111-118.
- Vinatier, I. (2013). *Le travail de l'enseignant. Une approche par la didactique professionnelle*. Bruxelles : De Boeck.

Voisin, C. (2012). *Enseignement de la biodiversité, obstacles et processus de problématisation*. Mémoire master 2 MEEF, spécialité Expertise des processus enseignement-apprentissage.

Vygotski, L. (1985). *Pensée et langage*. Paris : La Dispute.