



HAL
open science

The emergence of recent science education research and its affiliations in France

Laurence Simonneaux, Jean Simonneaux

► **To cite this version:**

Laurence Simonneaux, Jean Simonneaux. The emergence of recent science education research and its affiliations in France. *Perspectives in Science*, 2014, vol. 2, pp. 55-64. 10.1016/j.pisc.2014.07.002 . hal-01112636

HAL Id: hal-01112636

<https://hal.science/hal-01112636>

Submitted on 3 Feb 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.



Open Archive Toulouse Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in: <http://oatao.univ-toulouse.fr/>
Eprints ID: 12205

To link to this article: DOI:10.1016/j.pisc.2014.07.002
URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213020914000275>

To cite this version : Simonneaux, Laurence and Simonneaux, Jean (2014). The emergence of recent science education research and its affiliations in France. *Perspectives in Science*, vol. 2. pp. 55-64. ISSN 2213-0209

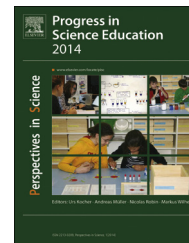
Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: staff-oatao@inp-toulouse.fr



Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

www.elsevier.com/locate/pisc



The emergence of recent science education research and its affiliations in France ☆, ☆ ☆



Laurence Simonneaux*, Jean Simonneaux

UMR EFTS, Ecole Nationale de Formation Agronomique, Université de Toulouse, France

Received 15 April 2014; accepted 17 June 2014

Available online 16 July 2014

KEYWORDS

Didactical transposition;
Social representations/
concepts;
Curriculum;
Socially acute questions;
Problematisation

Abstract

This text aims to draw a panorama of affiliations and orientations of current research in science and technology education in France. We can have no claim to completeness. We indicate here highlights orientations in the sense that they generated a conceptual renewal of a significant amount of research, but it does not mean that other orientations are not emerging and quite essential. Rather we try to indicate how the currents are interbreeding.

Mots-clés: transposition didactique, représentations sociales/conceptions, curriculum, questions socialement vives, problématisation.

Résumé: Ce texte a pour objectif de dresser le panorama des filiations et des orientations des recherches actuelles en didactique des sciences et techniques en France. Nous ne pouvons avoir de prétention à l'exhaustivité. Nous citons ici des orientations « phares » dans le sens où elles ont généré un renouveau conceptuel fondateur d'un nombre significatif de recherches, mais sans que cela signifie que d'autres orientations ne sont pas émergentes et tout à fait essentielles. Nous tentons plutôt d'indiquer comment les courants se sont interfécondés.

© 2014 The Authors. Published by Elsevier GmbH. This is an open access article under the CC BY-NC-SA license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>).

This article is part of a special issue entitled "Progress in Science Education 2014". Emergence et filiations entre courants de recherche en didactique des sciences en France

**Résumé Ce texte a pour objectif de dresser le panorama des filiations et des orientations des recherches actuelles en didactique des sciences et techniques en France. Nous ne pouvons avoir de prétention à l'exhaustivité. Nous citons ici des orientations « phares » dans le sens où elles ont généré un renouveau conceptuel fondateur d'un nombre significatif de recherches, mais sans que cela signifie que d'autres orientations ne sont pas émergentes et tout à fait essentielles. Nous tentons plutôt d'indiquer comment les courants se sont interfécondés.

*Corresponding author.

E-mail address: laurence.simonneaux@educagri.fr (L. Simonneaux).

Introduction

La didactique s'est constituée initialement en s'appuyant sur d'autres champs en sciences humaines (psychologie du développement, psychologie sociale, sociologie, anthropologie, épistémologie, philosophie...) avant d'essayer de se constituer comme une discipline spécifique. Les didactiques se sont construites sur des questions d'apprentissage disciplinaire qui en ont déterminé leur spécificité et leur structuration. Les courants actuels en France relèvent d'ancrages théoriques plus ou moins homogènes et ont produit des notions ou concepts différents ou complémentaires en partageant des principes constructivistes et socio-constructivistes. On peut

<http://dx.doi.org/10.1016/j.pisc.2014.07.002>

2213-0209/© 2014 The Authors. Published by Elsevier GmbH. This is an open access article under the CC BY-NC-SA license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>).

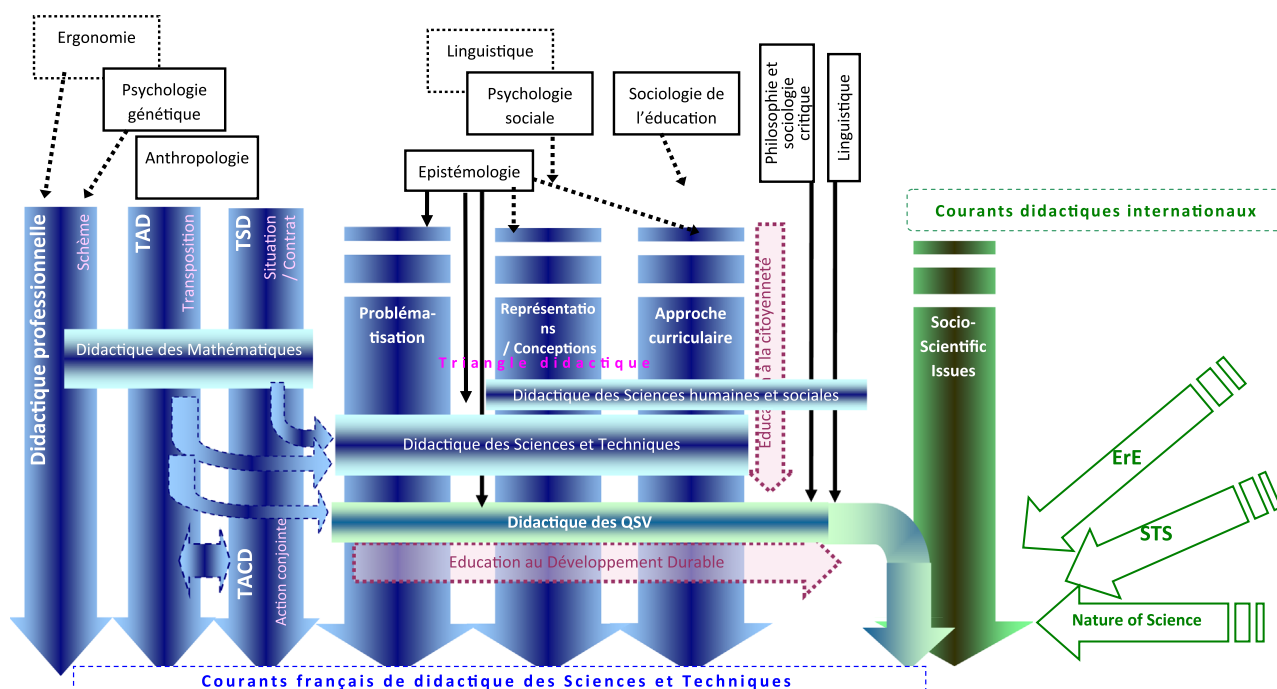


Fig. 1 The main streams of science education in France.

observer des hybridations entre les courants¹. Les recherches en didactique ont démarré en mathématiques, puis les didactiques des sciences se sont développées autour des associations ou groupes de chercheurs tant nationaux (ARDIST²) qu'euro-péens (ERIDOB³, ESERA⁴) ou mondiaux (NARST⁵, AERA⁶, ASERA⁷).

A partir des années 80, les travaux fondateurs de Chevallard (1985), notamment avec la notion de transposition didactique, ont initié la Théorie Anthropologique du Didactique (TAD) et l'on doit la théorie dite des situations à Brousseau (1998). En prolongement de ces cadres, Mercier et al. (2002), Sensevy (2007) ont développé la Théorie de l'Action Conjointe en Didactique (TACD) sur laquelle se sont fondés des travaux en didactique comparée. Parallèlement la didactique professionnelle a émergé à partir des travaux de Pastré (1999), inspiré par Vergnaud (1994), lui-même disciple de Piaget, et qui s'est également intéressé à l'enseignement des mathématiques dès les années 70.

Des travaux en didactiques des sciences (biologie, physique-chimie) et des techniques se sont appuyés sur ces courants nés en didactique des mathématiques, d'autres se sont davantage inspirés de la psychologie sociale (Giordan et al., 1994; Astolfi and Develay, 1989), d'autres ont pris le parti de développer

une didactique curriculaire (Lebeaume, 1999), tandis que d'autres se sont fondés sur une approche bachelardienne en développant le courant de la problématisation (Orange, 1997; Fleury and Fabre, 2005). Nous situons dans cet article ces différents courants ainsi que le courant de la didactique des Questions Socialement Vives (QSV) auquel nous contribuons et les filiations qui l'ont enrichi au niveau national et international (Fig. 1).

De la Théorie Anthropologique du Didactique à la didactique comparée

Dans la Théorie Anthropologique du Didactique (TAD) largement initiée par Chevallard (1991), au sein de l'institution école, les individus, professeurs et élèves, effectuent des tâches visant l'appropriation par les élèves d'objets de savoir. L'enseignant met en œuvre des techniques qu'il peut justifier en produisant un discours sur la technique, une technologie. L'enseignant met en œuvre une praxéologie, c'est-à-dire des savoir-faire (la praxis) et un discours raisonné (le logos). Ainsi, toute action humaine peut s'analyser en un système qu'on nomme praxéologie comportant des types de tâches associées à des techniques, justifiées par une technologie (discours sur la technique), justifiable par une théorie. Une notion clé a été avancée par Chevallard: la *transposition didactique*.

La transposition didactique est l'activité qui consiste à transformer un objet de savoir savant en un objet de savoir à enseigner. Il y a une distance entre le savoir savant et le savoir enseigné qui doit être étudiée pour comprendre des phénomènes didactiques. Le fonctionnement du savoir en classe est différent du fonctionnement du savoir savant. La transposition didactique se décompose en transpositions externe et interne. La transposition externe des savoirs

¹Nous ne pouvons pas aborder, ni détailler toutes les notions de ces orientations, aussi nous nous excusons d'ores et déjà auprès des didacticiens dont nous n'aurons pas pu citer les travaux ou pour certaines simplifications imposées dans l'espace limité d'un article.

²Association pour La Recherche en Didactique des Sciences et Technologies.

³European Researchers In Didactic Of Biology.

⁴European Science Education Research Association.

⁵National Association for Research in Science Teaching.

⁶American Educational Research Association.

⁷Australian Science Education Research Association.

savants aux savoirs à enseigner concerne la transformation des savoirs et des pratiques en programmes scolaires (curriculum formel ou prescrit); la transposition didactique interne des savoirs à enseigner aux savoirs enseignés concerne la transformation des programmes en contenus effectifs de l'enseignement, elle relève de la marge d'interprétation, de création de l'enseignant. [Quessada and Clément \(2007\)](#) ont ensuite défini le Délai de Transposition Didactique (DTD) Ce DTD mesure le temps qui sépare l'émergence d'un concept dans la communauté scientifique, et son apparition dans les programmes scolaires (DTDp) ou dans les manuels scolaires (DTDm). Selon ces auteurs, le DTD est court quand le contexte sociopolitique voit un intérêt à l'introduction de ces connaissances dans le système scolaire (par exemple les dernières découvertes sur les origines de l'espèce humaine lors de la 3ème République, laïque). *A contrario*, il est long quand les pouvoirs dominants n'ont pas intérêt à l'introduction de ces connaissances à l'école (par exemple la théorie darwinienne de l'évolution jusqu'à la fin du XXe siècle).

On doit à Brousseau la théorie des situations. En classe, l'enseignant élabore une *situation* en fonction d'un objectif d'apprentissage, mais en dissimulant suffisamment cet objectif pour que l'élève ne puisse l'atteindre que par une adaptation personnelle à la situation. La résolution de la tâche et l'apprentissage qui en résulte dépend de la richesse du *milieu didactique* dans lequel sont alors placés les élèves. Le milieu didactique est la partie de la situation d'enseignement avec laquelle l'élève est mis en interaction. Il est défini par des aspects matériels (instruments, documents, organisation spatiale, etc.) et la dimension sémiotique associée (que faire avec, pourquoi faire avec, comment faire avec...). Le *contrat didactique* est un concept introduit par Brousseau qui considère que dans toute situation didactique se noue une relation, à la fois explicite mais surtout implicite, qui détermine ce que chaque partenaire a la responsabilité de gérer: « ...*Alors se noue une relation qui détermine, explicitement pour une part, mais surtout implicitement ce que chaque partenaire, l'enseignant et l'enseigné, a la responsabilité de gérer et dont il sera d'une manière ou d'une autre responsable devant l'autre. Ce système d'obligations réciproques ressemble à un contrat* » ([Brousseau, 1986](#), p. 51).

La situation didactique impose des formats d'interaction entre l'enseignant et les élèves autour d'un objet de savoir particulier dont l'appropriation par l'élève constitue l'enjeu. Plusieurs travaux, centrés sur les interactions entre les acteurs de la situation didactique à propos des connaissances à acquérir, s'inscrivent dans une ligne de pensée qui renvoie à Vygotski, Bruner, et à la suite de Piaget à la notion de *conflit socio-cognitif* ([Doise et al., 1975](#)) ou encore à la notion de *contrat didactique* de Brousseau (v. *supra*). Divers travaux en didactique des mathématiques, puis en diverses disciplines (biologie, physique chimie, EPS par exemple) ont montré que la nature des interactions et leur contenu déterminent la structure de *l'action conjointe* du professeur et des élèves, et rendent compte de la manière dont s'établissent les transactions didactiques ([Mercier et al., 2002](#); [Sensevy, 2007](#)). Ainsi, [Sensevy \(2007\)](#) définit l'action didactique comme une action conjointe produite dans la durée, au sein d'une relation ternaire entre le savoir, le professeur et les élèves. Selon cet auteur, l'action conjointe est organiquement coopérative et prend place dans un processus de communication. Les savoirs, contenus de la

relation et objets de la communication, constituent les objets de cette transaction. S'appuyant sur la théorie des situations didactiques de [Brousseau \(1998\)](#), Sensevy prend en compte quatre structures fondamentales de la gestion de la relation didactique: *définir, réguler, dévoluer et institutionnaliser* pour décrire ce qu'il nomme les jeux didactiques (jeux dans lesquels l'élève doit produire des stratégies gagnantes pour apprendre).

En articulation avec la TAD développée par [Chevallard \(1991\)](#), [Sensevy et al. \(2000\)](#) ont établi un autre modèle d'analyse de l'action conjointe (TACD) basé sur la gestion des chrono-, méso- et topogénèses. Ils définissent la mésogénèse, la gènes du milieu, comme l'élaboration d'un système commun de significations entre le professeur et les élèves dans lequel les transactions didactiques trouvent leur sens. En d'autres termes, ce sont les référents (supports sémiotiques externes, mais aussi arguments, explications, questions, etc.) mis en place par l'enseignant ou par les élèves en vue d'assurer le processus d'apprentissage. Chaque objet de la mésogénèse est un moyen pour faire progresser le temps didactique. La chronogénèse (gestion des temporalités) est relative au défilement et à la progression des objets de savoir sur l'axe du temps. Enseignant et élèves construisent, à chaque instant du cours, le temps didactique par le fait qu'un nouvel objet de savoir est introduit dans le milieu. Ils s'appuient également sur la mémoire didactique du système pour faire évoluer l'apprentissage. La topogénèse (gestion des territoires) est relative aux espaces occupés par l'enseignant et les élèves tout au long du processus d'enseignement/apprentissage, ainsi qu'aux partages des responsabilités dans l'avancée du savoir. Ainsi, à chaque instant du cours, les acteurs de la situation didactique construisent leurs places (topos) respectives par rapport aux tâches didactiques réalisées.

Des travaux en didactique des sciences et techniques se sont ancrés sur la TACD dépassant largement la didactique des mathématiques (par exemple, [Pautal et al., 2013](#); [Venturini and Amade-Escot, 2009](#)).

Les approches didactiques comparatistes étudient la comparaison de systèmes didactiques pour envisager leurs spécificités et généralités. Les cadres d'analyse des pratiques d'intervention au sein de ce courant relèvent de la TACD et/ou de la TAD. La didactique comparée s'intéresse au didactique dans ses dimensions, institutionnelles, contextuelles, cognitives et identitaires ([Schubauer-Leoni, 2000](#)) dans le but de comprendre et d'expliquer les phénomènes d'enseignement et d'apprentissage.

Dans la TAD, les phénomènes transpositifs renvoient à des mécanismes dépendant de l'institution scolaire. Dans le champ de la didactique comparée, l'option retenue est celle d'une « transposition didactique ascendante », dans laquelle « *la vérité n'est ni du côté des savoirs, ni du côté des sujets* » ([Schubauer-Leoni, 2008](#), p.69). La « transposition didactique ascendante » relève d'une co-construction des savoirs, dépendant des actions conjointes des différents acteurs impliqués dans la logique de la TACD. Comme le précise [Brière-Guenoun \(2012\)](#), contrairement à la transposition didactique descendante (des savoirs savants vers les savoirs appris), l'analyse ascendante prend appui sur les savoirs effectivement mis à l'étude dans la classe tout en envisageant leurs relations avec les références externes (savantes, expertes, personnelles), qui représentent des « *moyens de contrôle épistémologique de ce qui se passe en classe* » ([Schubauer-Leoni, 2008](#), p.70).

De la didactique des mathématiques à la didactique professionnelle

Des travaux de didactique des mathématiques ont été conduits parallèlement dans le sillage de Vergnaud avec le concept de *schème* (Vergnaud, 1994), concept qui sera mobilisé par la didactique professionnelle. L'importance accordée aux situations conduit à mettre l'accent sur les connaissances-en-acte, c'est-à-dire des concepts qui sont mobilisés dans l'action, qui la structurent, la rendent efficace et ne sont pas nécessairement explicites ni connus du sujet. Vergnaud revisite le concept piagétien de schème qui désigne l'organisation invariante des conduites relatives à une classe de situations données, qu'il s'agisse de gestes ou d'opérations logico-mathématiques. Poursuivant la réflexion de Piaget, Vergnaud avance la théorie selon laquelle un schème est composé de plusieurs sortes d'éléments: des buts et des anticipations, des règles d'action des invariants opératoires et des inférences.

«La didactique professionnelle a pour but d'analyser le travail en vue de la formation des compétences professionnelles. Née en France dans les années 1990 au confluent d'un champ de pratiques, la formation des adultes, et de trois courants théoriques, la psychologie du développement, l'ergonomie cognitive et la didactique, elle s'appuie sur la théorie de la conceptualisation dans l'action d'inspiration piagétienne. Son hypothèse: l'activité humaine est organisée sous forme de schèmes, dont le noyau central est constitué de concepts pragmatiques. Elle cherche un équilibre entre deux perspectives: une réflexion théorique et épistémologique sur les fondements des apprentissages humains; un souci d'opérationnaliser ses méthodes d'analyse pour les faire servir à une ingénierie de la formation. L'analyse du travail qu'elle a développée a débuté avec le travail industriel et s'est étendue aux activités de service et d'enseignement. Cette analyse du travail a un double rôle: elle est un préalable à la construction d'une formation. Elle est aussi, par sa dimension réflexive, un important instrument d'apprentissage» Pastré et al., 2006, p. 145.

Problématisation

Le concept de problématisation a été mobilisé par de nombreux didacticiens. Le cadre proprement dit de la problématisation a été développé notamment par Orange (1997, 2000) et Fleury et Fabre (2005) à Nantes; il repose sur des approches bachelardiennes et poppériennes. L'activité scientifique vise avant tout la recherche d'explications (Popper, 1991); elle cherche à trouver les raisons de phénomènes précis (Bachelard, 1949). Les savoirs scientifiques ne sont pas de simples propositions vérifiées, des résultats: ce sont des conclusions, des réponses à des questions bien posées (Bachelard, 1949). La problématisation est une psychanalyse de la connaissance, dans la perspective bachelardienne, qui «interroge des représentations jusque-là non questionnées» p. 77 (Fleury et Fabre, 2005).

L'activité scientifique ne se borne pas à décrire la réalité ou à énumérer des faits, elle est une tentative d'explication des phénomènes par l'articulation entre deux registres: celui des modèles (les nécessités retenues) et celui, empirique, des faits

considérés (Orange, 2000). Ce caractère apodictique⁸ implique que la compréhension des savoirs scientifiques soit en premier lieu celle des nécessités des problèmes auxquels ces savoirs apportent une résolution (Canguilhem, 1965). Selon Reboul (1992) «*Savoir en science n'est pas simplement « savoir que », mais savoir que cela ne peut pas être autrement*» p. 77. S'approprier un tel savoir est donc s'approprier le problème auquel il répond, puisque c'est dans la relation qu'ils entretiennent avec les problèmes qui les ont fondé que les savoirs scientifiques font sens (Lhoste et al., 2007).

Comme le rappellent Lhoste et al. (2007) la transposition didactique de l'activité scientifique telle qu'elle est appréhendée dans l'approche de la problématisation conduit à proposer que des élèves engagés dans des débats scientifiques en classe construisent, à partir de leurs idées, des raisons par une «*mise en tension critique*» du savoir qui consiste à articuler «*explicitement des contraintes empiriques repérées comme pertinentes, avec des conditions de possibilité des modèles explicatifs*» (Orange, 2000, p. 27). Cette articulation entre les éléments du registre empirique (identification de contraintes empiriques) et les éléments du registre du modèle (ou nécessités) provoque une «*réorganisation du savoir*» qui permet la construction d'un savoir scientifique en permettant l'accès à «*des principes de nécessité*» (Bachelard, 1949/1998, p. 11).

Analyse des représentations sociales/ conceptions

Différents courants théoriques appréhendent les perceptions, représentations, conceptions. Le recours à l'un ou l'autre concept dépend d'une part de la problématique de recherche, et d'autre part, de l'objet de savoir considéré. Les didacticiens proposent aujourd'hui d'appeler conceptions alternatives, préalables, tout ce qu'une personne a en tête à propos d'un savoir scientifique ou d'un fait technique. Ce terme a remplacé le terme représentation. L'analyse des conceptions appartient, rappelons-le, au courant constructiviste. Les travaux de Piaget, dès 1937, en psychologie génétique, ont contribué à fonder le constructivisme. Ce courant a été alimenté par les pédagogies actives du début du 20^{ème} siècle, de Montessori ou Decroly à Freinet.

Le constructivisme a mis en évidence le rôle déterminant du sujet, de son expérience individuelle, de son histoire personnelle, dans l'explication de son comportement.

L'individu a un rôle central, actif, dans la construction de ses connaissances, il construit ses connaissances sur le «*déjà-là*» conceptuel (comme l'intitule Astolfi and Delavay, 1989), sur ses conceptions préalables (idées, références, préjugés...). Clément (1994) a proposé d'appeler *conceptions conjoncturelles* ces conceptions mobilisées dans une conjoncture bien précise. Il définit les conceptions comme tous les aspects conceptuels de la mémoire à long terme, mais, seule une partie des conceptions d'un individu

⁸Le caractère « apodictique » de la modalité du jugement consiste en ce que celui-ci est affirmé « comme lié de façon indissociable à l'entendement », et, en cela même, comme « nécessaire » et a priori. — (Kant, *Critique de la raison pure*, Analytique des concepts, I, 2^e sect. § 9)

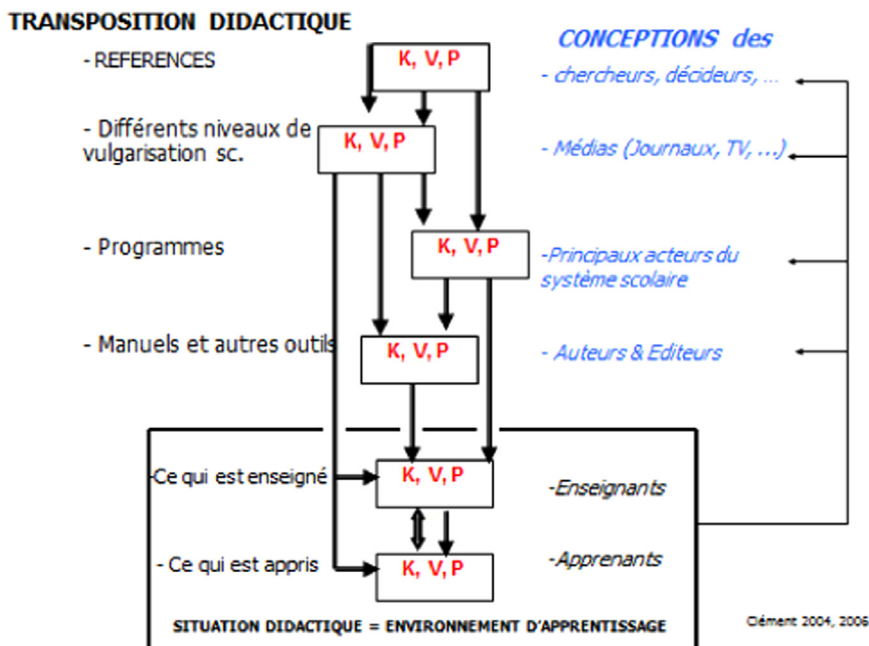


Fig. 2 Transposition model KVP (Clément, 2004).

est activée, mobilisée en mémoire de travail, dans une situation donnée.

Le concept de représentation a été emprunté à la sociologie, à la psychologie et à la philosophie. C'est à [Moscovici \(1961\)](#) qu'on doit la réapparition du concept de représentation sociale, forgé tout d'abord par [Durkheim \(1898\)](#) sous le terme *représentation collective*. Les représentations collectives ont pour substrat la société dans sa totalité, elles permettent aux membres du groupe d'avoir une vision commune du monde, donc de penser et d'agir de façon uniforme, et ainsi de préserver des liens entre eux. Pour Durkheim, une représentation est aussi assimilable à une contrainte, parce qu'elle a le pouvoir de pénétrer dans chaque individu, comme du dehors, et de s'imposer. [Jodelet \(1989\)](#) affirme que la représentation collective suppose un processus d'adhésion et de participation qui la rapproche de la croyance. [Piaget \(1972\)](#), quant à lui, préfère considérer les représentations collectives, plutôt que comme une contrainte, comme une forme de coopération entre les membres du groupe.

L'appartenance à une classe sociale, l'identité sociale, entraîne des phénomènes d'adhésion aux formes de pensée de la classe; mais, elle ne détermine pas seule les contenus représentationnels, l'identité socioprofessionnelle a également une influence marquée. L'élaboration des représentations sociales repose sur l'adhésion à des valeurs pouvant être différentes, ou tout du moins ressenties à des degrés divers, selon les groupes sociaux. De la hiérarchisation et de la combinaison de ces valeurs, la représentation tirera une signification particulière. Mais les expériences sociales n'excluent pas les expériences propres qui permettent à un individu de forger sa façon personnelle d'appréhender la réalité en ajustant en permanence son système de représentations aux situations particulières qu'il rencontre.

[Beitone and Legardez \(1995\)](#) considèrent à propos de l'économie et des sciences sociales, que les savoirs L

«naturels» des acteurs, en particulier ceux du système éducatif sur les biotechnologies, sont *Lhétérogènes, constitués notamment de:*

- opinions, croyances, attitudes mentales...
- informations issues de diverses sources (dont la vulgarisation scientifique),
- résidus d'apprentissages antérieurs,
- ainsi que, dans certains cas, des véritables représentations sociales «latentes» .

Ces auteurs proposent d'appeler cet agrégat des «*systèmes de représentations-connaissances*». Ce cadre est utilisé dans des recherches en didactique des sciences, notamment en didactique des Questions Socialement Vives ([Polo, 2014](#); [Cancian](#), thèse en cours).

D'autres chercheurs, comme [El Meddah \(2013\)](#), se réfèrent à la théorie «*structurale*» des représentations sociales qui fait l'hypothèse d'une structuration en un double système: le «*noyau central*» et le «*système périphérique*». Selon [Abric and Tafani \(1995\)](#), le système central assure deux fonctions dans la structure et la dynamique de la représentation: une fonction organisatrice qui détermine la nature des relations entre les éléments de la représentation; une fonction génératrice qui détermine la signification de chaque élément du champ représentationnel. Le système périphérique permet l'ancrage de la représentation dans la réalité du moment. Selon [Flament \(1994\)](#), il s'agit de schèmes conditionnels qui présentent une plus grande souplesse que les éléments centraux. L'action didactique pourrait alors intervenir au niveau du système périphérique.

Nous considérons que selon les objets de savoir étudiés, il convient de se référer aux conceptions ou aux représentations sociales. Ainsi, par exemple des savoirs en reproduction et sexualité ou en biotechnologie s'inscrivent dans la vie sociale et ont à voir avec les représentations sociales.

Clément et ses collaborateurs s'appuient sur le modèle KVP pour analyser les conceptions comme des possibles interactions entre les trois pôles K (Knowledge), V (Valeurs) et P (Pratiques sociales). Cela conduit Clément (2004) à repenser la transposition didactique en montrant comment les conceptions des auteurs à tous les niveaux de la transposition sont marquées par leurs connaissances, valeurs et pratiques sociales influençant de ce fait les transpositions réalisées (Fig. 2). En didactique des sciences physiques, Viennot (1979, 1996, 2014) a étudié pendant presque deux décennies les conceptions des élèves en identifiant la part du sens commun dans les raisonnements, avant de s'intéresser à la démarche d'investigation (Viennot, 2010).

Didactique curriculaire

La didactique curriculaire, inspirée par des approches anglo-saxonnes, a pour ambition d'analyser les finalités et objectifs d'un programme d'enseignement dans le contexte de sa mise en œuvre. Il comporte des dimensions sociologique, politique, pédagogique et didactique. Lebeaume (1999) envisage le curriculum dans son intégralité et l'inscrit dans une perspective dynamique à travers la notion de matrice curriculaire. Il s'agit d'identifier les continuités, les ruptures, les relations entre les différents enseignements dans leur développement longitudinal. L'objet de la didactique curriculaire est d'examiner la cohérence entre les tâches demandées, les orientations éducatives et les significations épistémologiques et sociales. L'approche curriculaire en didactique intègre des dépassements disciplinaires, considérant qu'il existe une même démarche d'investigation en sciences et dans le traitement des technologies (Hasni and Lebeaume, 2010). Ces éléments se déclinent alors aux différentes échelles curriculaires dont il convient de préciser la cohérence et les principes de progressivité.

Coquidé et al. (2010) ont étudié avec ce cadre la mise en œuvre de l'Enseignement Intégré des Sciences et des Techniques (EIST). Ils situent leur recherche dans le cadre d'une reconfiguration de l'enseignement scientifique et technologique du point de vue de la didactique du curriculum (Martinand, 2003). Par curriculum, ils entendent l'organisation des contenus éducatifs, disciplinaires ou non disciplinaires, prescrits dans les instructions et les programmes, mais aussi les choix et les décisions des enseignants pour construire un curriculum. Ils s'appuient sur les 4 catégories curriculaires énoncées par Martinand: le curriculum *prescrit*, le curriculum *potentiel*, issu des discussions et négociations entre enseignants et qui correspond aux choix collectifs des enseignants pour leur projet pédagogique EIST, le curriculum *produit*, c'est-à-dire la traduction du curriculum *potentiel* en une progression de séquences structurées, avec des objectifs et des activités pédagogiques pour l'EIST et le curriculum *effectif* (ou *réel*) correspond à la prise en charge individuelle de l'enseignant, en classe EIST, du curriculum *produit* collectivement.

Lange et Victor (2006) ont tenté de cerner les particularités de la matrice curriculaire qui permettent de penser les «éducations à...la santé, l'environnement, le développement durable» puis, à l'aide des obstacles identifiés, ils

proposent des repères concernant la mise en œuvre dans un souci de reproductibilité et de généralisation. Les formes d'écriture et d'organisation des curricula évoluent avec l'introduction de la notion de compétences. Les référentiels sont devenus beaucoup plus concis, les indications de contenus notionnels à enseigner beaucoup plus succincts tandis que les situations professionnelles de référence ou significatives deviennent un élément de balisage important. Les curricula ne définissent plus de manières aussi précises les notions ou concepts qui font l'objet d'enseignement mais constituent des repères indiquant des passages obligés et des parcours possibles, tenant compte des obstacles éventuels. Les curricula peuvent être alors construits plus à partir de balises à franchir (Lange and Victor, 2006) que par des contenus disciplinaires.

Emergence de la didactique des Questions Socialement Vives (QSV)

La didactique des QSV étudie le processus d'enseignement-apprentissage sur des objets porteurs de controverses et de débat dans la sphère scientifique, dans la société et les médias et donc dans la classe (Legardez and Simonneaux, 2006). Les exemples sont multiples: nucléaire, biotechnologies, nanotechnologies, changement climatique, maladies animales transmissibles à l'homme, sécurité alimentaire, répercussions écologiques et économiques des pratiques agronomiques... La didactique des QSV qui a émergé dans les années 1990-2000 interroge fortement la question épistémologique dans la didactique, notamment à la suite du courant anglo-saxon NOS - *Nature Of Science* - (Lederman, 1992; Flick and Lederman, 2006), en insistant sur la dimension sociale des rapports Sciences/Société.

La NOS se réfère à l'épistémologie et à la sociologie des sciences, elle s'intéresse aux savoirs, valeurs et croyances inhérentes à la construction du savoir scientifique. Mais il convient de préciser que les philosophes, les historiens et les sociologues des sciences expriment des désaccords sur des questions spécifiques concernant la NOS.

L'enseignement des QSV appartient au courant éducatif qui prône l'étude des interactions Sciences-Technologies-Sociétés (STS). L'origine du courant STS peut être identifiée dans les années trente, portée par des scientifiques dans le champ de l'éducation scientifique. Il s'inscrit d'emblée dans la perspective de l'éducation à la citoyenneté. Après la seconde guerre mondiale, en Grande-Bretagne, des scientifiques qui se sentaient responsables vis-à-vis du public des impacts environnementaux des développements scientifiques et techniques, comme le nucléaire ou les pesticides ont promu le développement de l'éducation STS (Ratcliffe, 2001). Le courant STS a été revisité par Hodson (2003) en y intégrant la dimension environnementale (E), Hodson milite pour le développement de l'enseignement des interactions STSE afin de favoriser l'engagement des élèves dans les prises de décision et l'action. Même si Zeidler et al., (2005) considèrent que l'éducation fondée sur les SSI contribue davantage que le mouvement STS à intégrer la nature des sciences, l'argumentation, les valeurs et les jugements moraux, Hodson a récemment (2011) critiqué ces deux approches et affirme que les courants STS et SSI ont donné trop peu d'importance à la promotion de la pensée critique.

Les QSV s'inscrivent aussi dans le domaine de la Post Normal Science (PNS) définie par [Funtowicz and Ravetz \(1993\)](#) comme une science ayant des liens importants avec les besoins humains, porteuse de grandes incertitudes, de grands enjeux, de valeurs, et nécessitant des prises de décisions urgentes. La didactique des QSV s'inspire également - et contribue - au courant anglo-saxon des *Socio-Scientific Issues* (SSI; v. par exemple [Sadler et al., 2004](#); [Zeidler et al., 2002](#)). Le courant de l'enseignement des SSI est devenu l'une des principales tendances dans les recherches en didactique des sciences. Ce courant s'intéresse aux conséquences sociales des applications des sciences et des techniques. On observe des similitudes et des différences entre les courants QSV et SSI ([Simonneaux, 2013](#)). Ces courants peuvent contribuer à la culture scientifique (ou scientific literacy) visant la citoyenneté scientifique de tous et toutes telle que définie par l'OCDE pour le projet PISA (Programme for International Student Assessment, en français: Programme International pour le Suivi des Acquis des élèves): «*la capacité d'utiliser des connaissances scientifiques pour identifier les questions auxquelles la science peut apporter une réponse et pour tirer des conclusions fondées sur des faits en vue de comprendre le monde naturel ainsi que les changements qui y sont apportés par l'activité humaine et de contribuer à prendre des décisions à leur propos*» (p.147) [OCDE, 2003](#).

L'enseignement des QSV non seulement contribue à la culture scientifique, mais il peut aussi favoriser une culture politique des élèves/étudiants en incluant l'analyse des risques, l'analyse des modes de gouvernance politique et économique ainsi que la prise de décision et l'action. Un défi de l'éducation est de permettre aux apprenants de développer des opinions éclairées sur des controverses impliquant sciences et sociétés, pour être en mesure d'en débattre, en particulier de raisonner les mesures de prévention et d'utilisation des nouvelles technosciences. À cet égard, l'enseignement des QSV contribue aux «*éducations à*»: éducation scientifique, à la citoyenneté, à la sexualité, à la santé, en matière de sécurité, à l'environnement et au développement durable qui associent étroitement les questions de nature scientifique et sociale ainsi que les valeurs et l'éthique. Les développements de l'Education relative à l'Environnement ([Girault and Sauvé, 2008](#)) constituent un héritage plus que significatif pour l'Education au Développement Durable avec laquelle des ponts importants sont établis dans l'enseignement de QSV Environnementales. Parfois réinvesti dans l'Education relative à l'environnement, le courant de la critique sociale en éducation qui considère l'école comme un levier pour le changement social inspire également certaines recherches liées à la didactique des QSV. Les QSV situent la controverse scientifique et sociale, la complexité, la construction de l'expertise, l'évaluation de la preuve, de l'incertitude et du risque au cœur du processus d'enseignement-apprentissage. Ce ne sont pas seulement les experts qui prennent des décisions sur les QSV; tous les citoyens sont concernés (consommateurs, professionnels, électeurs, parlementaires, etc.).

Dans son ouvrage sur la société du risque, [Beck \(1986, 2001\)](#) avance que nous sommes aujourd'hui en grande partie concernés par des risques fabriqués par l'homme. A la suite de [Beck \(2001\)](#), on peut identifier deux types de rationalité: scientifique et sociale. Une rationalité

technoscientifique fondée sur la confiance dans la résolution des dérives éventuelles par les futures technosciences ne peut se suffire à elle-même, elle devrait s'accompagner de réflexivité critique à l'égard de ses répercussions. Selon [Ravetz \(1997\)](#), la question «*what if?*» justifie fortement la prise en compte «*d'extended facts*» et «*extended peer community*», c'est-à-dire des données provenant de sources extérieures à la recherche orthodoxe. De nombreux acteurs participent à la production de savoirs sur ces questions. Il s'agit notamment des scientifiques, des philosophes, des citoyens et aussi des lanceurs d'alerte. Les savoirs impliqués dans les QSV peuvent être pluriels (poly-paradigmatiques) et / ou engagés (analyse des controverses, des incertitudes et des risques) ou / et contextualisés (observation de données empiriques dans un contexte donné), ou / et distribués (construites par différents producteurs de connaissances) ([J. Simonneaux, 2011](#)). Non seulement il n'est pas possible de prendre une seule décision valable et rationnelle, mais en plus les conflits d'intérêts peuvent conduire à des décisions divergentes.

L'enseignement des QSV peut être «*refroidi*» ou «*réchauffé*» selon le type de question, selon le risque éducatif que les enseignants sont prêts à accepter et selon leur rationalité. A l'extrémité froide, l'enseignement de QSV peut être utilisé pour motiver les élèves à apprendre les sciences, ou même pour les convaincre du bien-fondé de technosciences. La vivacité est refroidie, peut-on encore parler de QSV? A l'extrémité chaude du continuum, l'objectif va au-delà de l'apprentissage scientifique et vise l'engagement militant des apprenants dans des actions. L'activisme peut viser la justice sociale et environnementale et tente de favoriser un désir de changement ainsi que le sens des responsabilités chez les individus ([Bencze et al., 2012](#)). Ces auteurs suggèrent que les élèves/étudiants travaillent sur des projets de recherche ouverts et conduits par eux-mêmes. Il s'agit de les encourager à construire leurs résultats et à les rendre publics via des actions socio-politiques. Entre ces deux extrémités, il existe un continuum d'enjeux éducatifs: apprentissage de concepts scientifiques sous-jacents stabilisés, prise de décision, apprentissage de la nature des sciences, mobilisation de procédures cognitives et affectives de haut niveau (identification des intérêts divergents des parties prenantes, évaluation des risques et incertitudes, construction d'un raisonnement socio-scientifique, identification des valeurs des acteurs, évaluation des preuves et analyse critique des méthodologies de recherche, raisonnement éthique, etc.). Ces procédures contribuent au développement de la pensée critique. Lorsque la pensée critique est visée, le focus se déplace vers l'extrémité chaude.

Le développement de la «*pensée critique*» est souvent préconisé, mais elle n'est pas réellement définie. Dans la littérature, la pensée critique peut relever de compétences, de procédures, de principes et de dispositions. Les critères utilisés peuvent être différents, par exemple: produire un raisonnement justifié, interroger la validité de données, problématiser, mener une réflexion socio-épistémologique, identifier des risques et incertitudes, penser par soi-même, même en opposition vis-à-vis de son groupe social. Selon [Jiménez Alexandre and Puig \(2010\)](#), la pensée critique est composée de deux éléments principaux: i) la

rationalité, c'est-à-dire l'utilisation de la preuve et la volonté de chercher des preuves et d'interroger des faits établis et ii) une opinion indépendante fondée sur le questionnement du point de vue de son propre groupe social et sur l'analyse critique de discours qui justifient l'inégalité. Jiménez Aleixandre and Puig (2010) assimilent le premier élément à l'argumentation et le second à l'émancipation sociale. Selon nous, dans une perspective émancipatrice, la pensée critique peut être définie sur la base de la mise en œuvre de procédures cognitives de haut niveau ainsi que sur la base d'une conception fondamentalement socio-épistémologique de la construction des savoirs. Conformément à cette conception, le développement de la pensée critique repose sur le traitement critique des données fournies par les producteurs symboliques de savoirs (scientifiques ou non). Cela implique une réflexion épistémologique (une étude critique de la méthodologie utilisée pour produire les éléments de preuve, une étude des risques, des incertitudes) et une analyse socio-épistémologique (Qui sont les producteurs de savoirs? Quels sont leurs intérêts, leurs alliances, leurs oppositions?) (Simonneaux, 2013).

Compte tenu de la nature des QSV, il est également nécessaire d'analyser les facteurs psycho-sociologiques qui déterminent les positions et les comportements des acteurs impliqués. L'enseignement-apprentissage de QSV intègre des dimensions affectives et sociales. Ainsi les individus apprennent à partir des points de vue de leurs groupes sociaux d'appartenance et de leurs identités. Par conséquent, les positions sont influencées par les systèmes de valeurs, les identités culturelles et socio-professionnelles, les perceptions des normes, les préjugés culturels, en particulier concernant la perception des risques, et les projections sur le futur.

Divers auteurs ont utilisé la théorie culturelle de Douglas (1992) pour analyser les perceptions des risques d'élèves (Simonneaux et al., 2013) et d'enseignants en science (Gardner and Jones, 2011). La théorie de Douglas (1992) reflète la polarisation sociale qui influe sur la perception du risque chez une personne. Elle rend compte des préjugés culturels influençant chez une personne donnée sa perception des risques, du savoir et de la nature, 3 dimensions importantes dans les QSV. Douglas a identifié quatre types: le bureaucrate, l'individualiste, l'égalitaire et le fataliste.

La reconnaissance de la dimension sociale de la construction des savoirs scientifiques a donné une place importante à l'argumentation dans l'apprentissage des sciences et des QSV en mobilisant des outils spécifiques empruntés aux linguistes ou adaptés de leurs travaux. L'acte langagier peut être aussi analysée dans une perspective d'action et considéré comme une modalité d'engagement à part entière. Habermas (1987) distingue les agir communicationnel, stratégique, normatif et dramaturgique. Selon lui, l'agir communicationnel se présente comme une activité interactive orientée vers l'entente et qui a pour fonction la coordination des actions entre les participants. C'est idéalement ce qui est espéré dans un débat sur une controverse et que l'enseignement des QSV doit favoriser.

Dans le cadre de la didactique des QSV, le savoir de référence n'est pas le seul savoir dit « savant ». Pour l'illustrer, prenons l'exemple de la question des pesticides. Pour recommander la réduction des pesticides, il convient

d'identifier différents modèles de production en reconnaissant les limites de solutions infaillibles, techniques et chimiques qui sont dominantes dans l'agriculture intensive. Comme Chevassus-au-Louis dans Deguine and Ferron (2008) l'indique, nous sommes confrontés à un changement de paradigme dans les stratégies de protection des cultures. Il s'agit d'un « (...) passage progressif d'une croyance en l'arrivée d'une solution définitive et universelle - incarnée successivement par les pesticides de synthèse, la lutte biologique ou les OGM- à une approche « cousue main », combinant des approches toutes imparfaites dans un contexte local particulier. » p. 9. Les solutions doivent être combinées et contextualisées, et elles doivent s'adapter à des contextes changeants. Le modèle ne peut plus être basé sur un transfert de technologie de la recherche au terrain, mais il s'agit d'accompagner les innovations singulières des 'paysans-chercheurs' susceptibles de favoriser la résilience des agro-écosystèmes. La notion de modèle disparaît. Les savoirs sont distribués entre différentes catégories d'acteurs, situés, parfois non stabilisés, multiscalaires, et hybrides. Ce ne sont plus seulement des savoirs produits par les scientifiques dans des laboratoires ou à partir d'expérimentations contrôlées de terrain. Les agro-écosystèmes sont complexes et ouverts. Les risques perçus peuvent être différents (économiques, environnementaux, sanitaires pour les consommateurs ou les agriculteurs) (Simonneaux and Cancian, 2013).

Conclusion

La structuration initiale des didactiques autour des disciplines en France se poursuit certes, mais évolue aussi simultanément vers un croisement des différentes didactiques; ainsi, la didactique des sciences expérimentales a fait de nombreux emprunts à la didactique des mathématiques, qu'il s'agisse de la TAD ou de la TACD. L'émergence de la didactique des QSV participe à ce croisement car ces questions sont par nature interdisciplinaires. Ce croisement des didactiques est amplifié avec l'apparition des « éducations à... » en particulier l'Éducation au Développement Durable et l'Éducation à la citoyenneté ou encore l'Éducation à la santé dans lesquelles les recherches sur les problématiques de QSV sont impliquées. Les « éducations à... » constituent un questionnement didactique spécifique a-disciplinaire et multiréférencé qui évacue partiellement le découpage disciplinaire (Simonneaux et al., 2009).

Si la question des références demeure essentielle, le questionnement des QSV ou des « éducations à » n'est pas structurée autour d'une entrée disciplinaire. La didactique est restée définie longtemps par des entrées disciplinaires, voire n'a été légitimée que dans une forme de « vénération de la discipline » (Chevallard, 2006). Or on assiste à un changement de paradigme scolaire: d'un inventaire des savoirs qui s'appuyait sur une pédagogie de l'exposition des savoirs, l'école passe à un questionnement du monde sur la base d'une pédagogie de l'enquête (Ladage and Chevallard, 2010). Les recherches en didactique s'engagent-elles dans cette évolution alors que la discipline était jusqu'ici une composante essentielle du paradigme didactique?

Les analyses épistémologiques sont plus ou moins importantes selon les courants et sont de natures différentes. Dans le courant de l'analyse des conceptions, l'analyse épistémologique du savoir à enseigner s'inscrit dans une démarche interprétative des conceptions pour identifier les objectifs-obstacles. Le courant de la problématisation s'intéresse à l'étude de la NOS dans une perspective bachelardienne ne considérant pas la construction sociale des savoirs. L'approche curriculaire ne limite pas l'analyse épistémologique aux savoirs scientifiques et intègre les pratiques sociales de référence; tandis que l'approche KVP prend en compte en plus les valeurs associées aux savoirs et les pratiques sociales. La didactique des QSV élargit l'analyse épistémologique des savoirs en jeu à une enquête socio-épistémologique car la production des savoirs impliqués dans les QSV est non seulement une construction sociale produite par différents types d'acteurs (scientifiques, professionnels, citoyens, associations, etc.), mais en plus marquée éventuellement par les intérêts divergents et des rapports de pouvoir.

Conflict of interest statement

None of the authors have any conflict of interest.

Références

- Abric, J.C., Tafani, E., 1995. Nature et fonctionnement du noyau central d'une représentation sociale: la représentation de l'entreprise. *Cah. Int. de Psychol. Soc.* 28 (4), 22-31.
- Astolfi, J.P. & Develay, M., 1989. La didactique des sciences. PUF, Coll. Que sais-je?.
- Beck, U., 1986. La société du risque, sur la voie d'une autre modernité. Flammarion, Paris (2001 French translation).
- Bachelard, G., 1949. Le rationalisme appliqué. PUF, Paris.
- Beitone, A., Legardez, A., 1995. Enseigner les sciences économiques: pour une approche didactique. *Revue Française de Pédagogie* 112, 33-45.
- Bencze, L., Sperling, E., Carter, L., 2012. Students' research informed socio-scientific activism: Re/vision for a sustainable future. *Res. Sci. Educ.* 42 (1), 129-148.
- Brière-Guenoun, F., 2012. Les apports de la didactique comparée pour la formation: pistes de réflexion à partir de l'analyse des savoirs mobilisés par le professeur d'EPS dans l'interaction didactique. *eJRIEPS* 25, 7-26 (janvier).
- Brousseau, G., 1986. Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Rech. en Didact. des Math.* 7/2, 33-115.
- Brousseau, G., 1998. Théorie des situations didactiques. La Pensée sauvage, Grenoble.
- Canguilhem, B., 1965w. La connaissance de la Vie. Vrin, Paris.
- Chevallard, Y., 1985. La transposition didactique - du savoir savant au savoir enseigné. La Pensée Sauvage, Grenoble (1991: 2ème édition).
- Chevallard, Y., 1991. Concepts fondamentaux de la didactique: perspectives apportées par une approche anthropologique. *Recherches en Didactique des Mathématiques* 12 (1), 73-112.
- Chevallard, Y., 2006. Emanciper la didactique? La tension entre allégeance «disciplinaire» et scientificité, texte préparatoire au séminaire ADEF, février 2006, (http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/Emanciper_la_didactique.pdf) consulté le 27/10/2010.
- Clément, P., 1994. Représentations, conceptions, connaissances. In: Giordan, A., De Girault, Y., Clément, P. (Eds.), *Conceptions et connaissances*. Peter Lang, Berne, pp. 15-45.
- Clément, P., 2004. Science et idéologie: exemples en didactique et épistémologie de la biologie. Actes du Colloque Sciences, médias et société. ENS-LSH, 53-69 (<http://sciences-medias.ens-lsh.fr>).
- Coquidé, M., Fortin, C., Lasson, C., 2010. Quelles reconfigurations curriculaires dans le cadre d'un enseignement intégré de science et de technologie? Actes du congrès de l'Actualité de la recherche en éducation et en formation (AREF). Université de Genève (septembre), <https://plone.unige.ch/aref2010/communications-orales/premiers-auteurs-en-c/Quelles%20reconfigurations%20curriculaires.pdf>.
- Deguine, J.P., Ferron, P., 2008. Protection des cultures: de l'agrochimie à l'agroécologie. Quae, Versailles.
- Doise, W., Mugny, G., Perret-Clermont, A.-N., 1975. Social interaction and the development of cognitive operations. *Eur. J. Social Psychol.* 5, 367-383.
- Douglas, M., 1992. Risk and Blame: Essays in Cultural Theory. Routledge, London.
- Durkheim, E., 1898. Représentation sociale et représentation collective. *Revue de métaphysique et de morale*, 6 (3), mars 1898, p. 273-302.
- El Meddah, F., 2013. L'éducation à la reproduction et à la sexualité en Tunisie. Thèse Université de Tunis.
- Flament, C., 1994w. Structure, dynamique et transformation des représentations sociales. In: Abric, J.C. (Ed.), *Pratiques sociales et représentations*. PUF, Paris.
- Fléury, B. & Fabre, M. 2005. Psychanalyse de la connaissance et problématisation des pratiques pédagogiques: La longue marche vers le processus «apprendre», *Recherche et Formation, Formation et Problématisation*, INRP, Paris, 48, 75-90.
- Flick, L.B., Lederman, N.G. (Eds.), 2006. *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education*. Springer, Dordrecht.
- Funtowicz, S.O., Ravetz, J.R., 1993. Science for the post-normal age. *Futures* 25 (7), 739-755.
- Gardner, G.E., Jones, M.G., 2011. Science instructors' perceptions of the risks of biotechnology: implications for science education. *Res. Sci. Educ.* 41, 711-738.
- Giordan, A., Girault, Y., Clément, P., 1994. Conceptions et connaissances. Peter Lang, Berne.
- Habermas, J., 1987. Théorie de l'agir communicationnel, Tome 1: Rationalité de l'agir et rationalisation de la société. Fayard, Paris.
- Girault, Y., Sauvé, L., 2008. L'Éducation à l'environnement ou au développement durable: quels enjeux pour l'éducation scientifique? *Aster* 46, 7-30.
- Hasni, A., Lebeaume, J., 2010. Enjeux contemporains de l'éducation scientifique et technologique. Presses Universitaires d'Ottawa, Ottawa.
- Hodson, D., 2003. Time for action: science education for an alternative future. *Int. J. Sci. Educ.* 42 (6), 645-670.
- Hodson, D., 2011. Looking to the Future - Building a Curriculum for Social Activism. Sense Publishers, Rotterdam/Boston/Taipei.
- Jiménez Alexandre, M.P., Puig, B., 2010. Argumentation, evidence evaluation and critical thinking. In: Fraser, B., Tobin, K., McRobbie, C. (Eds.), *Second International Handbook for Science Education*. Springer, Dordrecht.
- Jodelet, D., 1989. Les représentations sociales. PUF, Paris.
- Ladage, C. & Chevallard, Y., 2010. La pédagogie de l'enquête dans l'éducation au développement durable. (Paper presented «Éducation au développement durable et à la biodiversité», IUT de Provence, Digne les Bains, October 20-22, 2010).
- Lange, J.-M., Victor, P., 2006. Didactique curriculaire et éducation à ...la santé, l'Environnement et au développement durable: quelles questions, quels repères? *Didaskalia* 28, 85-100.
- Lebeaume, J., 1999. Perspectives curriculaires en éducation technologique. Mémoire pour l'Habilitation à Diriger des Recherches. Université Paris Sud, Cachan.

- Lederman, N.G., 1992. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *J. Res. Sci. Teach.* 29, 331-359.
- Legardez, A., Simonneaux, L., 2006. L'école à l'épreuve de l'actualité - Enseigner les questions vives. ESF, Issy-les-Moulineaux.
- Lhoste, Y., Peterfalvi, B., Orange, C., 2007. Problématisation et construction de savoirs en SVT: quelques questions théoriques et méthodologiques. Colloque AREF Strasbourg, http://www.congresintaref.org/actes_pdf/AREF2007_Yann_LHOSTE_300.pdf.
- Martinand, J.-L., 2003. L'éducation technologique à l'école moyenne en France: problèmes de didactique curriculaire. *La revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies* 3 (1), 100-116.
- Mercier, A., Schubauer-Leoni, M.-L., Sensevy, G., 2002. Vers une didactique comparée. *Revue Française de Pédagogie* 141, 5-16.
- Moscovici, S., 1961. *La psychanalyse, son image et son public*. PUF, Paris.
- OCDE, 2003. Cadre d'évaluation de PISA 2003. Connaissances et compétences en mathématiques, lecture, sciences, résolution de problèmes. (<http://www.oecd.org/edu/school/programme/forinternationalstudentassessment/pisa/33694924.pdf>).
- Orange, C., 1997. *Problèmes et modélisation en biologie*. PUF, Paris.
- 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 non publié. université de Nantes, Nantes.
- Pastré, P., 1999. La conceptualisation dans l'action: bilan et nouvelles perspectives. *Éduc. Perm.* 139, 13-35.
- Pastré, P., Mayen, P., Vergnaud, G., 2006. La didactique professionnelle. *Revue française de pédagogie* 154, 145-198.
- Pautal, É., Venturini, P., Schneeberger, P., 2013. Analyse de déterminants de l'action de deux maîtres-formateurs en sciences du vivant. Deux études de cas à l'école élémentaire. *Éducation et didactique* 7 (2), 9-28.
- Piaget, J., 1937. *La construction du réel chez l'enfant*. Delachaux & Niestlé, Neufchatel & Paris.
- Piaget, J., 1972. *La représentation du monde chez l'enfant*. PUF, Paris.
- Popper, K., 1991. *La connaissance objective*. Aubier, Paris.
- Polo, C., 2014. *L'eau à la bouche: ressources et travail argumentatifs des élèves lors de débats socio-scientifiques sur l'eau potable; Etude comparée de 10 cafés scientifiques menés au Mexique, aux USA et en France, en 2011-2012*. Thèse université de Lyon 2.
- Quessada, M.P., Clément, P., 2007. An epistemological approach to French curricula on human origin during the 19th & 20th centuries. *Sci. Educ.* 16 (9-10), 991-1006.
- Ratcliffe, M., 2001. Science, technology and society in school science education. *Sch. Sci. Rev.* 82 (300), 83-92.
- Ravetz, J.R., 1997. Simple scientific truths and uncertain policy realities. *Stud. Sci. Educ.* 30 (1), 5-18.
- Reboul, O., 1992. *Les valeurs de l'éducation*. PUF, Paris.
- Sadler, T.D., Chambers, F.W., Zeidler, D.L., 2004. Student conceptualisations of the nature of science in response to a socio-scientific issue. *Int. J. Sci. Educ.* 26 (4), 387-410.
- Sensevy, G., 2007. Des catégories pour décrire et comprendre l'action didactique. In: Sensevy, G., Mercier, A. (Eds.), *Agir ensemble: l'action didactique conjointe du professeur et des élèves*. Presses Universitaires de Rennes, Rennes, pp. 13-49.
- Sensevy, G., Mercier, A., Schubauer-Leoni, M.-L., 2000. Vers un modèle de l'action didactique du professeur. A propos de la course à 20. *Rech. en Didact. des Math.* 20 (3), 263-304.
- Simonneaux, J., Lange, J.-M., Girault, Y., Victor, P., Fortin-Debart, C., Simonneaux, L., 2009. Multiréférentialité et rationalité dans les « éducations à... ». In *Le développement durable sous le regard des sciences et de l'histoire*, vol. 2. L'Harmattan, Paris, 103-118.
- Simonneaux, L., Panissal, N., Brossais, E., 2013. Students' perception of risk about nanotechnology after an SAQ teaching strategy. *Int. J. Sci. Educ.* 35 (14), 2376-2406.
- Simonneaux, J., 2011. Les configurations didactiques des questions socialement vives économiques et sociales, Habilitation à diriger des recherches. Université de Provence, Aix en Provence.
- Simonneaux, L., Cancian, N., 2013. Enseigner pour produire autrement: l'exemple de la réduction des pesticides. *Pour* 219, 115-129.
- Simonneaux, L., 2013. Questions socialement vives and socioscientific issues: New trends of research to meet the training needs of post-modern society. In: C. Bruguère, A. Tiberghien & P. Clément (Eds.) *Proceedings of the 9th ESERA Conference Selected Contributions. Topics and trends in current science education*. Springer, Dordrecht, 37-54.
- Schubauer-Leoni, M.L., 2000. Comprendre l'éducation depuis la psychologie en passant par une approche de didactique comparée. *Carrefour de l'éducation* 10, 64-93.
- Schubauer-Leoni, M.L., 2008. La construction de la référence dans l'action conjointe professeur-élève. In: Wallian, Dans N., Poggi et, M.P., Musard, M. (Eds.), *Co-construire des savoirs: les métiers de l'intervention par les APSA*. PUF, Besançon, pp. 67-86.
- Venturini, P., Amade-Escot, C., 2009. Enseigner la physique en milieu difficile: co-construction de la référence en classe dédoublée et en classe entière? *Revue Suisse des Sciences de l'Éducation* 31 (3), 419-439.
- Vergnaud, G. (Ed.), 1994. *Apprentissages et Didactiques*. Hachette, Paris.
- Viennot, L., 1979. *Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire*. Hermann, Paris.
- Viennot, L., 1996. *Raisonner en physique: la part du sens commun*. In: Benséghir, A., Caldas, H., Chauvet, F., Closset, J.L., Kaminski, W., Maurines, L., Menigaux, J., Rainson, S., Rozier, S., Saltiel, E. (Eds.), *Avec la contribution de De Boeck*, Bruxelles.
- Viennot, L., 2010. Physics education research and inquiry-based teaching: a question of didactical consistency. In: Kortland, K. (Ed.), *Designing Theory-Based Teaching-Learning Sequences for Science Education*. Cdþ press, Utrecht, pp. 37-54.
- Viennot, L., 2014. *Thinking in Physics. The pleasure of Reasoning and Understanding*. Springer.
- Zeidler, D.L., Walker, K., Ackett, W., Simmons, M., 2002. Tangled up in views: beliefs in the nature of science and responses to socio-scientific dilemmas. *Sci. Educ.* 27, 771-783.
- Zeidler, D.L., Sadler, T.D., Simmons, M.L., Howes, E.V., 2005. Beyond STS: a research-based framework for socio-scientific issues education. *Sci. Educ.* 89, 357-377.