

## Symposium

# Les représentations du savoir scientifique et de ses modalités d'élaboration dans l'enseignement

*Approches théoriques et méthodologiques*

Organisé par : Maurines Laurence

Avec les contributions de : Laurence Maurines, Magali Fuchs-Gallezot, Marie-Joëlle Ramage

Fabienne Paulin

Nathalie Witzak, Lionel Pélissier

Vincent Voisin, Nathalie Magneron, Maryline Coquidé

Discutant : Venturini Patrice

Au cours des dernières décennies, l'enseignement scientifique à travers le monde a vu ses missions se renouveler. Il ne s'agit plus uniquement de favoriser et soutenir l'orientation vers les métiers scientifiques mais aussi de permettre l'acquisition par les futurs citoyens d'une culture scientifique qui leur permette d'agir de manière responsable dans des contextes variés pouvant mettre en jeu des questions socio-scientifiques ou liées au multiculturalisme.

Cette culture repose non seulement sur l'acquisition de connaissances, méthodes et démarches scientifiques mais aussi sur l'intériorisation d'attitudes telles l'esprit critique. Elle suppose aussi l'appropriation de connaissance sur ce que sont les sciences, la science, sur ce que les anglo-saxons désignent par l'acronyme *NoS* (*Nature of science*). En particulier, il est attendu des élèves qu'ils sachent distinguer une question scientifique d'une question qui ne l'est pas, juger du statut scientifique ou non scientifique d'une affirmation, estimer la robustesse d'une affirmation scientifique. Démarches d'investigation, résolution de problèmes, enseignement d'exploration, interdisciplinarité, autant de mots-clés et de leviers envisagés par les concepteurs des programmes pour former les élèves.

La dimension épistémologique de l'enseignement des sciences a attiré l'attention de nombreux chercheurs. Quelles sont les représentations des sciences des élèves et des enseignants ? Quelles sont celles véhiculées par les programmes, manuels et situations d'enseignement ? Dans quelle mesure, ces représentations ne sont-elles pas en décalage par rapport aux représentations qui se dégagent des études sur les sciences ? Voici quelques-unes des questions à l'origine de très nombreuses recherches se situant au carrefour de la philosophie, de l'histoire et de la sociologie des sciences, des didactiques disciplinaires, etc.

Le champ de recherches sur la *NoS* est parcouru par de nombreux débats dont celui sur la possibilité de définir la(les) science(s) à des fins scolaires, sur les disciplines à mobiliser pour la caractériser (philosophie, histoire, sociologie, etc.), sur l'entrée à adopter (le savoir scientifique ou les modes d'élaboration de ce savoir, la science ou une discipline scientifique, la science uniquement ou comparativement à d'autres disciplines), sur les stratégies pédagogiques à adopter (situations d'investigation « authentiques » accompagnées de phases de métacognition *vs* réflexion explicite sur la *NoS* fondée en particulier sur l'histoire des sciences).

Le symposium reflète la diversité de ce champ (cf tableau 1). Il propose quatre études portant sur différents types de population (élèves, étudiants, enseignants du secondaire, formateurs d'enseignants du secondaire). Elles concernent différentes disciplines, notamment la physique et la biologie, et différents contextes d'enseignement et de formation (immersion en laboratoire). Les données sont obtenues à l'aide de méthodologies différentes (questions écrites ouvertes ou fermées, observations de séquences de classe et entretiens) et analysées en mobilisant des cadres relevant de la *NoS* ou des représentations sociales.

Trois des études explorent les représentations de la *NoS* par un questionnaire centré sur les sciences et la quatrième par une mise en perspective avec d'autres domaines de la connaissance (art et philosophie). Les études centrées sur les sciences s'intéressent à la science, à une discipline ou à un domaine scientifique (l'évolution).

Les cadres théoriques convoqués pour caractériser la *NoS* relèvent de la problématisation pour deux d'entre elles et des pratiques sociales pour les deux autres. Compte tenu de leur objet, ces deux dernières études mobilisent un cadre supplémentaire, celui de la complexité pour la première (savoir scientifique mis en perspective avec d'autres types de savoir) et de la didactique du curriculum pour la seconde (curriculum co-construit par les doctorants et les enseignants-accompagnateurs).

Les implications attendues du symposium concernent les approches théoriques et méthodologiques mobilisées dans les études sur les représentations de la *NoS*, les objectifs d'enseignement relatifs à la *NoS* à poursuivre et les stratégies à adopter.

Tableau 1 : Principales caractéristiques des études présentées dans le symposium

	Population	Objet des représentations explorées	Cadres théoriques convoqués pour caractériser la NoS	Méthodologies mises en œuvre Constitution et analyse du corpus
Etude 1 <i>Maurines et al.</i>	303 étudiants scientifiques 1 <sup>ère</sup> année d'université variables : genre, bac, filière universitaire	Connaissances science/art/philosophie	Pratiques sociales (de référence)  Complexité	Question ouverte  Analyse de contenu à l'aide de la grille NoS
Etude 2 <i>Paulin</i>	67 enseignants de SVT en collège et lycée	Apodicité du savoir scientifique Evolution	Problématisation	Questions fermées  Analyse fondée sur la méthodologie de détermination du noyau (Abric)
Etude 3 <i>Witzak et Pellissier</i>	3 enseignants-formateurs en physique	Question scientifique	Problématisation	Observations de pratiques de classe, entretien ante-post séances
Etude 4 <i>Voisin et al.</i>	20 élèves de seconde après immersion dans un laboratoire (doctorants et accompagnateurs-enseignants), différentes disciplines	Pratiques scientifiques	Pratiques sociales (de référence)	Questions ouvertes  Analyse de contenu Didactique du curriculum

**Mots-clés** : savoir scientifique, pratiques scientifiques, représentations, enseignants, étudiants, élèves

# Le questionnement scientifique dans l'enseignement de la physique

*exemples de pratiques en collège  
et lycée*

Nathalie WITZAK

Collège Robert Doisneau, Dammarie les Lys

Lionel PELISSIER

EFTS, ESPE, Université Toulouse Jean Jaurès

# Les représentations du savoir scientifique et de ses modalités d'élaboration dans l'enseignement

Sous-titre du  
symposium

Organisé par : Laurence Maurines

Avec les contributions de : Laurence Maurines, Magali Fuchs-  
Gallezot, Marie-Joëlle Ramage, Fabienne Paulin, Nathalie Witzak,  
Lionel Pélissier, Vincent Voisin, Nathalie Magneron, Maryline Coquidé

Discutant.e : Patrice Venturini

## Résumé

Cette proposition porte sur la nature et la place du questionnement scientifique dans des séances d'enseignement de physique conduites par 3 enseignants de sciences physiques en collège et lycée. Les analyses que nous avons menées mettent en évidence que la pratique du questionnement est bien présente dans classe à des degrés divers qui vont de l'identification de la pertinence d'une question fournie en lien avec un problème donné, à la construction en autonomie d'une question, mais toujours à partir d'un problème donné.

### *Mots-clés*

Question scientifique, problème, sciences physiques, secondaire, enseignement.

## *Scientific questioning in physics teaching*

### *Examples in secondary school*

### *Abstract*

### *Key-words*

Scientific question, problematic, physics, chemistry, secondary school, teaching.

## PROBLEMATIQUE ET QUESTION DE RECHERCHE

La communication rend compte d'une recherche en cours sur la nature et la place du questionnement dans l'enseignement des sciences physiques dans le second degré. Depuis les années 2000, les instructions officielles (BOEN, 1999, 2000, 2010) portant sur l'enseignement des Sciences dans le secondaire évoquent dans leurs préambules la nécessité de faire apprendre des contenus scientifiques, mais aussi d'initier, au mieux de former les élèves à des pratiques, désignées sous les termes de « démarche d'investigation » ou bien encore de « démarche scientifique ». Ces démarches constituent d'une part des modèles canoniques des démarches académiques par lesquelles les savoirs scientifiques sont élaborés, et trouvent d'autre part leur légitimité dans les théories constructivistes de l'apprentissage (Bächtold, 2012). Elles visent entre autres à faire acquérir aux élèves des compétences de mise en œuvre d'un raisonnement pour identifier un ou des problème(s) dans les situations proposées par les enseignants, de mobilisation de leurs connaissances, de recherche, d'extraction et d'organisation de l'information, de formulation d'hypothèses pertinentes au vu du problème posé, de confrontation aux constats expérimentaux, d'exercice de l'esprit critique, mais aussi d'argumentation, de communication de la démarche et des résultats produits, et enfin de travail collectif (BOEN 2010).

Ce qui nous préoccupe ici, c'est la phase de la démarche qui porte sur le questionnement de nature scientifique car nous faisons l'hypothèse générale qu'à

l'image de la place centrale qu'occupe la formulation des questions dans la recherche académique, la réussite de son élaboration en classe pourrait contribuer fortement à l'engagement des élèves dans les situations proposées par l'enseignant, et favoriser l'appropriation des savoirs à l'étude.

Cependant on peut constater –et l'extrait précédent du programme de 2010 en est l'illustration- que sa transposition dans le texte du savoir à enseigner est peu explicite, que ce soit dans les manuels scolaires et les ressources pour la classe. Par exemple, l'analyse des différentes utilisations de ces deux termes dans l'ensemble des textes officiels (BOEN du cycle 3 au cycle terminal, rapports IGEN) fait apparaître des expressions dans lesquelles ils sont associés (ex : *formuler une question ou une problématique scientifique*, cycle 3), ou bien utilisés isolément (ex : *identifier la question de nature scientifique*, cycle 4 ; *s'approprier la problématique*, seconde, MPS), mais jamais de manière explicitement distincte.

De nombreuses recherches, essentiellement en didactique des SVT<sup>1</sup> autour de Orange et Fabre, ont contribué massivement à clarifier le champ des problèmes et de la problématisation. Ces travaux ont porté plus spécifiquement sur la problématisation en tant que construction de problèmes (Aster, 40, 2005), sur la problématisation en tant que recherche d'apodicticité (Orange et Fabre, 1997), et sur l'enseignement par situations-problèmes et problèmes ouverts en sciences physiques (Boilevin, 2005). Mais leur lecture en creux laisse penser que la distinction entre problème et question va de soi, comme le suggère la citation de Bachelard (1938)<sup>2</sup> qui juxtapose les deux termes, alors qu'une réflexion sur la pratique de la recherche académique et un rapide tour d'horizon des méthodologies à destination des doctorants de toutes disciplines scientifiques révèlent qu'ils sont fortement corrélés mais pas synonymes.

Notre recherche vise ainsi à explorer des pratiques de classe de sciences physiques pour décrire ce que font les enseignants pour former les élèves au questionnement en science. Que disent-ils et que donnent ils à faire aux élèves quand il s'agit de les faire travailler sur ce moment particulier, et à quelle fin ?

---

<sup>1</sup> sciences de la vie de la Terre

<sup>2</sup> « L'esprit scientifique nous interdit d'avoir une opinion sur des questions que nous ne comprenons pas, sur des questions que nous ne savons pas formuler clairement. Avant tout, il faut savoir poser des problèmes. Et quoi qu'on dise, dans la vie scientifique, les problèmes ne se posent pas d'eux-mêmes. C'est précisément ce sens du problème qui donne la marque du véritable esprit scientifique. Pour un esprit scientifique, toute connaissance est une réponse à **une question**. S'il n'y a pas eu de question, il ne peut y avoir connaissance scientifique. Rien ne va de soi. Rien n'est donné. Tout est construit. »

## CADRE CONCEPTUEL ET THEORIQUE

A cette fin, nous nous sommes appuyés sur plusieurs références pour constituer un cadre d'analyse des propos et des pratiques des enseignants, appuyé sur des approches étymologique, épistémologique (Popper, 1963), didactique (Fabre, 1999, 2006) et relevant d'une « didactique prescriptive » (Courtilot & Ruffenach, 2006) des concepts de question, problème problématique et problématisation en tant que construction d'un problème. Ce cadre permet en particulier de rapprocher le concept de question scientifique de celui de problème fermé, pour lequel l'ensemble des données nécessaires à la résolution est présent dans le problème, par contraste avec le problème ouvert, et le concept de situation selon Dewey qui constitue le contexte nécessaire pour qu'un élève puisse passer d'un problème ouvert à un problème fermé, en articulant ses références (connaissances à disposition, données du problème) et les inférences (suggestions, hypothèses relatives au problème).

## METHODOLOGIE

Le cœur de notre étude exploratoire repose sur l'analyse de pratiques de classes observées chez trois professeurs expérimentés. Le recueil des données s'est déroulé en plusieurs étapes. Tout d'abord, nous avons repéré de manière informelle que, parmi le groupe d'enseignants du secondaire impliqués dans le groupe de « formateurs académiques »<sup>3</sup>, trois d'entre eux travaillaient sur l'élaboration de ressources pour la classe en prenant en compte la place de l'identification et de la formulation par les élèves de « questions scientifiques ». Un questionnaire leur a été soumis et nous avons réalisé avec eux des entretiens ante-séances, afin de connaître leurs points de vues sur la signification des termes de question et de problème, les contenus et les démarches d'enseignement à mettre en œuvre avec leurs élèves autour du questionnement. Puis ont été réalisés des enregistrements audiovisuels de séances définies avec eux et leurs transcriptions mot à mot. Ces données ont été complétées de divers documents (documents des élèves, document de l'enseignant, traces écrites des élèves). Enfin, nous avons réalisé des entretiens post-séance ciblés sur les impressions à chaud de l'enseignant sur le déroulement de la séance relativement à notre question de recherche.

Le travail d'analyse du corpus s'est structuré en différentes étapes, dans un va-et-vient entre le corpus et le cadre théorique. Nous avons analysé les documents donnés

---

<sup>3</sup> Ces enseignants participent mensuellement à des réunions de travail sous la houlette des Inspecteurs pédagogiques régionaux de l'académie. La plupart d'entre eux ont obtenu le CAFFA (certificat d'aptitude à la fonction de formateur académique) ou s'y préparent.



par le professeur aux élèves pour identifier ce qui était rendu explicite par écrit l'organisation des tâches. L'analyse du corpus principal des séances nous a permis de repérer les moments de travail du questionnement, moments que nous avons analysés sous l'angle des activités et des savoirs scientifiques en jeu.

## RESULTATS

Nous présentons nos résultats de manière comparative pour souligner les différences de place et de nature faite au questionnement et de la problématisation au collège et au lycée par ces trois enseignants. Notre synthèse s'organisera autour de deux axes : d'une part nous comparerons les résultats tirés des analyses des documents distribués aux élèves et d'autre part, nous mettrons en regard les résultats des analyses des séances de classes.

Dans la document proposé aux élèves de collège (classe de 5<sup>ème</sup>) par l'enseignant C, ce qui est désigné explicitement comme « problématique » par l'enseignant et qui apparaît clairement aux élèves est ce qui sert de « situation déclenchante » ou situation d'entrée. A travers l'entretien, l'enseignant, appuyé sur ses documents de travail, justifie son choix de ne pas de faire travailler les élèves sur une construction d'un problème fermé mais de l'identifier comme tel conformément à la progressivité des compétences qu'il met en place au sujet de la problématisation en collège : en cinquième, les élèves doivent effectivement savoir identifier une question scientifique ; en quatrième, ils travaillent sur la formulation de cette dernière avec l'enseignant, et enfin en troisième, ils doivent être capables de formuler la question scientifique en autonomie.

Au lycée, le professeur A énonce clairement la problématique en tant que problème ouvert et les questions scientifiques sur le support donné aux élèves tandis que le professeur B énonce seulement la problématique. Cependant, alors que le professeur A ne donne aucune méthode de résolution, le professeur B, en propose une.

En ce qui concerne les pratiques de classes :

Au lycée, le professeur A ne fait pas problématiser les élèves à proprement parler. Ceci est à mettre en relation avec l'analyse du support donné aux élèves dans lequel apparaissaient le problème ouvert et la question scientifique. Cependant, la situation déclenchante ainsi que l'expérience effectuée par les élèves sont les outils qu'utilise le professeur pour relier le problème ouvert aux différentes questions scientifiques. Cela se rapproche des pratiques du collège. Le professeur B, quant à lui, a mis en place une progressivité de l'apprentissage de la problématisation. En début d'année, une première séance de formation à la problématisation est effectuée. Par la suite, le professeur utilise tous les moyens qu'il trouve pour travailler ce savoir. Nous l'avons

vu à travers la correction de la synthèse argumentée et de la pratique de résolution de problème. Dans ces pratiques, les élèves passent eux-mêmes du problème ouvert à la question scientifique. Ceci est en continuité avec la progressivité annoncée par le professeur C dans les pratiques de collège. Cependant, cet enseignant n'utilise pas la situation déclenchante comme point d'accroche des élèves avec la problématique proposée.

La problématisation peut être directement liée à une activité ou à une séquence. En collège, elle constitue la première étape d'un processus identifié comme démarche scientifique et un retour est fait à la fin du processus afin d'y répondre.

En lycée, les pratiques du professeur A sont en accord avec celles de l'enseignant C de collège. En effet, la résolution de problème observée se place en début de séquence et est partie prenante de l'apprentissage des notions. En revanche, l'enseignant B utilise ici la problématisation plutôt en fin de séquence.

Dans toutes les pratiques observées, il n'y a pas de résolution sans références. Ceci est intéressant dans notre étude car la problématisation est partie prenante de la résolution. Les notions peuvent être construites par l'intermédiaire d'aides proposées par le professeur lors de la phase de problématisation dans le cas où les élèves n'ont jamais abordé les notions d'un point de vue scientifique. Elles peuvent être rappelées en tout début de séquence dans le cas où ce sont des prérequis supposés. Enfin, les notions nécessaires à la problématisation et à la résolution sont travaillées tout au long de la séquence et doivent être connues pour mener à bien la tâche confiée.

L'étude de ces pratiques dans le secondaire permet de mettre en évidence une place effective accordée au questionnement dans l'enseignement des sciences physiques, voire même caractérisée par la mise en place d'une progressivité dans l'activité de problématisation pour deux des trois enseignants, entendue comme passage d'un problème ouvert à une question scientifique.

## BIBLIOGRAPHIE

BOILEVIN, Jean Marie. Enseigner la physique par situation problème ou par problème ouvert. In ASTER. 2005, N°40, p.13-37.

COURTILLOT, Dominique, RUFFENACH, Mathieu. Problématisation : de la situation déclenchante au questionnement. In Enseigner les Sciences physiques : De la 3e à la Terminale. Paris : Bordas, 2006, 3, p. 105-115.

FABRE, Michel. La construction des problèmes. In Situations-problèmes et savoir scolaire. Paris : Presses Universitaires de France, 1999, 10, p. 177-196.

- FABRE, Michel. Qu'est-ce que problématiser ? L'apport de John DEWEY. In Situations de formation et problématisation. Bruxelles : De Boeck Université, 2006, 1, p. 17-30.
- ORANGE, Christian. Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques. *Les Sciences de l'éducation - Pour l'Ere nouvelle*. 2005/3, Volume, 38, p. 69-94.
- POPPER, Karl. In *Conjectures et réfutations*. Paris : Payot, 1985 (1<sup>ère</sup> édition, 1963), p. 329.
- Problème. In Encyclopédie Larousse. Librairie Larousse. Club France Loisirs, 1977. p.7616. ISBN 2-7242-0164-7.

# Spécificité des sciences, de l'art et de la philosophie

*Etude exploratoire auprès  
d'étudiants scientifiques*

Laurence Maurines, DidascOEST

Magali Fuchs-Gallezot, DidascOEST

Marie-Joëlle Ramage, DidascOEST

## Symposium

Les représentations du sa-  
voir scientifique et de ses  
modalités d'élaboration dans  
l'enseignement

*Approches théoriques et  
méthodologiques*

## **Résumé**

L'analyse de contenu de 303 verbatims justifiant l'accord ou pas d'étudiants de première année d'université scientifique avec l'affirmation selon laquelle les connaissances scientifiques, artistiques et philosophiques sont de même nature montre que les dimensions mobilisées par les étudiants pour argumenter varient en fonction de leur positionnement et de leur filière.

## **Mots-clés**

Représentations, connaissance, science, philosophie, art, université

# Specificity of science, art and philosophy

*Exploratory study among college  
freshmen*

## ***Abstract***

*The content analysis of 303 verbatim justifying the agreement or not of scientific university freshmen with the assertion that scientific, artistic and philosophical knowledge are of the same nature shows that the dimensions mobilized by students to argue vary according to their position and their major..*

## ***Key-words***

Conceptions, knowledge, science, philosophy, art, university

## INTRODUCTION

Au cours des deux dernières décennies, l'enseignement scientifique à travers le monde a vu ses missions se renouveler. Il s'agit de permettre l'acquisition par les futurs citoyens d'une culture scientifique qui leur permette d'agir de manière responsable dans des contextes variés pouvant mettre en jeu des questions socio-scientifiques ou liées au multiculturalisme. Cette culture requiert non seulement l'appropriation de connaissances scientifiques mais aussi des connaissances sur ce que sont les sciences, la science, sur ce que les anglo-saxons désignent par l'acronyme *NoS* (*Nature of Science*). En particulier, il est attendu des élèves qu'ils sachent différencier une question de nature scientifique d'une question qui ne l'est pas, distinguer les savoirs, des opinions et croyances, saisir que la « cité scientifique » est ouverte à tous. Parallèlement, les enseignants sont invités à la coopération disciplinaire, non seulement entre disciplines scientifiques mais aussi avec les disciplines littéraires et artistiques, et à rechercher des liens entre disciplines.

Or les recherches sur les représentations des élèves, des étudiants et des enseignants sur la *NoS* montrent qu'elles correspondent davantage à une image empirico-inductive et réaliste "naïve" des sciences qu'à une vision socio-constructiviste. Les études explorant les représentations des rapports sciences-religions révèlent l'existence de différentes représentations allant de la non-distinction au conflit. Les représentations des relations entre la science et d'autres domaines non scientifiques ont été très peu explorées. Des études discutent la corrélation entre les représentations des sciences et des variables (l'appartenance disciplinaire : Liu & Tsai, 2008 ; le genre : Baker, 2003).

Face à ces constats, nous avons cherché à explorer l'image qu'ont les étudiants entrant en première année d'études scientifiques à l'université Paris-Sud de la connaissance scientifique abordée comparativement aux connaissances de deux domaines de la connaissance connus pour être parfois perçus comme en opposition/contradiction à la science : l'art et la philosophie. Nous poursuivons ici la présentation des résultats obtenus à la question demandant aux étudiants de se positionner relativement à l'affirmation « les connaissances scientifiques, artistiques et philosophiques sont de même nature ». Nous présentons l'approche théorique adoptée et la méthodologie utilisée puis donnons quelques-uns des résultats obtenus à propos de l'analyse de contenu menée sur les verbatims fournis par les étudiants pour justifier leur position.

## CADRE THEORIQUE ET QUESTIONS DE RECHERCHE

En mobilisant l'ensemble des études sur les sciences et en nous appuyant sur le concept de pratiques sociales de référence proposé par Martinand (1986), nous avons retenu neuf dimensions (cinq se réfèrent à l'épistémologie, quatre à la psychologie, la

sociologie ou à l'histoire des sciences) pour décrire les sciences telles qu'elles sont pratiquées au sein de différentes communautés, en traduire la cohérence propre, leur richesse et complexité (voir tableau 1). Souscrivant à l'approche bio-anthropologique de Morin (1986), nous voulions placer l'Homme, saisi dans toute ses dimensions, au centre de notre questionnement. Il nous semblait par ailleurs que seule une inscription des sciences dans un contexte socio-culturel donné permettrait de réaliser une approche comparative entre différents domaines de la connaissance et ainsi de répondre à la visée éducative défendue par Morin : la nécessité de connaître ce qu'est connaître.

Tableau 1 : la science comme pratiques d'une communauté d'acteurs

<b>Dimensions épistémologiques</b>	<b>Visées (V), caractéristiques générales (C) et relations entre domaines (R); Objets d'étude et problématiques (O) ; Produits (P); Ressources (Re) ; Elaboration (E)</b>
<b>Dimensions psychologiques, sociologiques, historiques</b>	<b>Attitudes et qualités (A) ; Communauté (Co) Société (S) ; Histoire (H)</b>

Un des intérêts d'une approche anthropologique des pratiques est d'offrir un cadre d'analyse multidimensionnel pouvant être mis en œuvre pour caractériser non seulement les sciences mais aussi d'autres domaines de la connaissance, comme l'art et la philosophie, afin de pouvoir dégager leurs points communs et différences. Cette approche conduit à abandonner, y compris pour les sciences, l'affirmation de l'existence de critères de démarcation fort et à défendre l'idée d'un périmètre aux frontières floues/poreuses toujours à reconstruire (Ruphy, 2013). La caractérisation et mise en perspective de ces trois domaines de la connaissance que sont la science, l'art et la philosophie nécessiterait à elle seule au minimum un article et est à réaliser. Précisons qu'elle suppose de dépasser les dichotomies sujet/objet, universel/particulier, raison/émotion, etc., et d'envisager une approche inscrite dans le paradigme de la complexité (Morin, 1986).

Nous apportons ici des éléments de réponse aux questions de recherche suivantes : Quelles dimensions des pratiques sont mobilisées par les étudiants pour justifier l'accord ou le désaccord avec l'affirmation selon laquelle les connaissances scientifiques artistiques et philosophiques sont de même nature ? Les dimensions identifiées comme mobilisées dépendent-elles de leur positionnement par rapport à l'existence d'une spécificité de la connaissance scientifique, de la filière universitaire suivie ?

## METHODOLOGIE

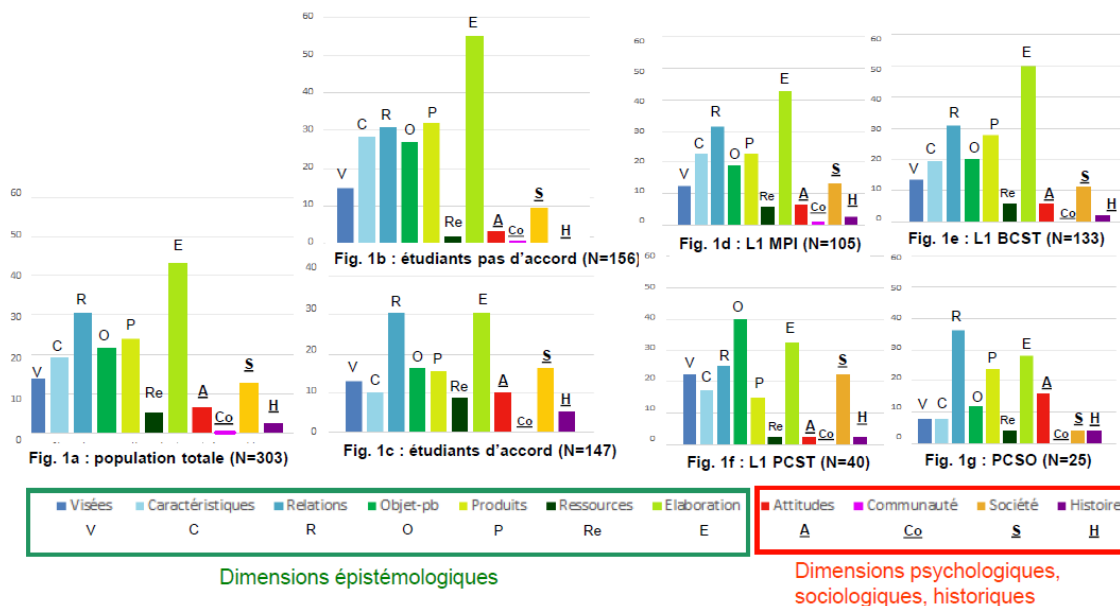
Nous explorons les points précédents grâce aux réponses obtenues à l'une des questions d'un questionnaire passé le premier jour de la rentrée 2013 sous format numérique auprès de 662 primo-entrants à l'université scientifique et technologique Paris-Sud. Les étudiants devaient se positionner sur une échelle de Lickert à 4 modalités de réponse (tout à fait d'accord, plutôt d'accord, plutôt pas d'accord, pas du tout d'accord) sur l'affirmation : « les connaissances scientifiques sont de même nature que les connaissances artistiques et philosophiques ». Cette question était accompagnée d'une demande de justification. Le questionnaire demandait également aux étudiants de préciser leur genre, le baccalauréat obtenu et l'option suivie en terminale S, la filière universitaire (MPI : mathématiques-physique-informatique, PCST : physique-chimie-sciences de la Terre, BCST : biologie-chimie-sciences de la Terre, PCSO : préparation aux cursus scientifiques d'Orsay).

Après avoir examiné les réponses à la question à échelle de Lickert et l'impact des variables explicatives, nous avons étudié les types de mise en relation qu'établissent les étudiants entre les 3 domaines de la connaissance (Maurines et al., 2016). Nous présentons ici une première estimation des résultats obtenus sur les dimensions des pratiques mobilisées par les étudiants, la stabilité du codage des unités d'analyse restant encore à faire. Pour analyser l'impact des variables explicatives sur les verbatims, nous avons limité l'échantillon aux 303 étudiants qui ont fourni une réponse brute, un verbatim et ont renseigné les questions portant sur les variables explicatives.

## RESULTATS

La figure 1 présente les pourcentages des unités d'analyse identifiées comme relevant des différentes dimensions pour différentes populations : la population totale, celle des étudiants d'accord et celle des étudiants pas d'accord, celle de chacune des filières universitaires suivies.





Figures 1 : pourcentage des unités d'analyse identifiées comme relevant des différentes dimensions pour différentes populations

Pour la population totale (fig. 1a), la dimension identifiée comme majoritairement mobilisée est l'élaboration (43%). Viennent ensuite les sous-dimensions et dimensions, relations/distinctions entre ces pratiques (31%), produits (24%), objets-problématiques (22%), caractéristiques (19%), visées (14%) et relations entre ces pratiques et la société (13%). Les dimensions attitudes, ressources, évolution historique et communauté sont repérées comme peu mobilisées.

Pour les sous-populations d'étudiants d'accord et pas d'accord (fig. 1b et 1c), deux dimensions sont identifiées comme mobilisées de manière équivalente : visées (autour de 14%) et relations/distinctions entre pratiques (31 %). Les autres dimensions sont mobilisées différemment par les étudiants en fonction de leur positionnement. Les étudiants de la sous-population en désaccord proposent des arguments identifiés comme relevant davantage des dimensions élaboration (55% vs 31%), caractéristiques (28% vs 10%), produits (32% vs 15%), objets (27% vs 16%). Les étudiants de la sous-population en accord proposent des arguments identifiés comme relevant davantage des dimensions attitudes (10% vs 3%), relations entre pratiques et société (16% vs 10%), évolution historique (5% vs 0%), ressources (9% vs 2%).

La comparaison des dimensions mobilisées par les populations des différentes filières universitaires (fig. 1d, 1e, 1f, 1g) révèle des profils différents. La filière PCSO

mobilise davantage les dimensions relations/distinctions entre pratiques et attitudes que les trois autres. Les profils des filières MPI et BCST semblent proches et opposés à celui de la filière PCST, la dimension élaboration étant mobilisée prioritairement par les deux premières et la dimension objet par la troisième.

Les unités d'analyse identifiées comme relevant des dimensions épistémologiques semblent se rapprocher des caractéristiques évoquées dans une vision empirico inductive et réaliste naïve des sciences (universalité, objectivité, raison, logique, expérience, observation, faits réels, concret, rigueur, etc.). Elles sont particulièrement mobilisées par les étudiants qui considèrent que les connaissances ne sont pas de même nature.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Des résultats précédents semblent se dégager une vision des pratiques, en particulier scientifiques, dans lesquelles les dimensions psychologique et sociale ont peu de place. Il semble cependant exister des différences entre filières, différences à interroger compte tenu de l'effectif des filières PCSO et PCST et de la particularité de la filière PCSO. Le travail se poursuit actuellement par la mise en perspective des trois domaines de connaissance, par un rapprochement des résultats obtenus avec l'image des sciences renvoyée par les programmes de sciences du lycée et avec les résultats des autres questions du questionnaire portant sur le savoir scientifique.

## BIBLIOGRAPHIE

- Baker, D. R. (2003). Equity issues in science education. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 869-895). Dordrecht : Kluwer Academic publishers.
- Liu, S.-Y. & Tsai, C.-C. (2008). Differences in the scientific epistemological views of undergraduate students. *International Journal of Science Education*, 30 (8), 1055-1073.
- Maurines, L. & Fuchs-Gallezot, M. & Ramage, M.-J. (2016). Exploring scientific French college freshmen's images of science: which positioning? *Electronic Proceedings of the ESERA 2015 Conference*. Part 6, 884-892. Helsinki, Finland: University of Helsinki.
- Martinand, J.-L. (1986). *Connaitre et transformer la matière*. Berne : Peter Lang.
- Morin, E. (1986). *La méthode. Tome 3. La connaissance de la connaissance*. Seuil.
- Ruphy, S. (2013), *Pluralismes scientifiques. Enjeux épistémiques et métaphysiques*, Paris, Hermann, coll. « Philosophie ».

Caractéristiques épistémolo-  
giques d'un savoir mobilisé  
par des enseignants de SVT  
sur le thème de l'évolution

Fabienne Paulin  
Université de Lyon, Université Lyon 1  
Laboratoire S2HEP  
38 Boulevard Niels Bohr, 69622 Villeurbanne

Symposium

Les représentations du sa-  
voir scientifique et de ses  
modalités d'élaboration dans  
l'enseignement

*Approches théoriques et  
méthodologiques*

Organisé par : Laurence Maurines

Avec les contributions de : Laurence Maurines, Magali Fuchs-  
Gallezot, Marie-Joëlle Ramage

Fabienne Paulin

Lionel Pélissier

Vincent Voisin, Nathalie Magneron, Maryline Coquidé

Discutant : Venturini Patrice

## Résumé

Les nouveaux programmes scolaires de SVT (cycles 3 et 4) visent la maîtrise de savoirs problématisés mobilisant des concepts scientifiques, garants d'un pouvoir explicatif des problèmes scientifiques et techniques. En un mot, il s'agit d'un savoir apodictique. Nous avons analysé, dans le cadre d'une problématique plus large, des caractéristiques du savoir mobilisé par des enseignants de SVT sur le thème de l'évolution. L'outil utilisé permet de construire un « paysage conceptuel » de l'évolution qui révèle des tensions avec les attendus des programmes : le type de savoir mobilisé par ces enseignants ne présente pas l'ensemble des paramètres d'un savoir apodictique et les items retenus dans le paysage conceptuel ne répondent pas complètement aux critères définissant les concepts scientifiques. Se pose alors la question des objectifs épistémologiques de ces nouveaux programmes.

## Mots-clés

Epistémologie, concept scientifique, évolution, savoir, programme scolaire

# *Epistemological characteristics of a knowledge mobilized by teachers of SVT on the theme of evolution*

## *Abstract*

*The new curricula of SVT (cycles 3 and 4) aim at the mastery of problematic knowledge mobilizing scientific concepts, thus guaranteeing a strong explanatory power of the scientific and technical problems. In a word, it is an apodictic knowledge. We have analyzed, within the framework of a broader problematic, the characteristics of the knowledge mobilized by teachers of SVT on the subject of evolution. The tool used makes it possible to construct a "conceptual landscape" of the evolution which reveals tensions with the expected of the programs : the type of knowledge mobilized by these teachers does not present all the parameters of an apodictic knowledge and the items retained in the conceptual landscape do not completely meet the criteria defining the scientific concepts. This raises the question of the epistemological objectives of these new programs*

## *Key-words*

*Epistemology, scientific concept, evolution, knowledge, curricula*

## INTRODUCTION

Les programmes scolaires du secondaire français mis en œuvre en septembre 2016 (cycle 3 et cycle 4) décrivent l'enseignement des sciences comme devant permettre aux élèves d'« adopter une approche rationnelle du monde en proposant des explications et des solutions à des problèmes d'ordre scientifique et technique » (Cycle 3, p. 92) et d'acquérir « les bases de langages scientifiques » nécessaires pour formuler et résoudre ces problèmes. (Programme cycle 3, p. 93) Cet enseignement se conçoit donc comme une construction progressive de réels concepts scientifiques, nécessaires pour expliquer pleinement les phénomènes étudiés. (Cycle 3, p. 186). Nous comprenons que les savoirs ainsi visés sont des savoirs problématisés c'est-à-dire apodictiques. (Fabre, Orange, 1997) Ces ambitions louables sur des aspects épistémologiques importants de l'enseignement des sciences nous donnent l'occasion de présenter ici les résultats d'un travail de recherche qui interroge le type de savoir mobilisé par des enseignants de SVT dans le cadre de l'enseignement de l'évolution. La réalisation d'un « paysage conceptuel » sur ce thème central des SVT révèle des points de tension avec les attendus de ces programmes et questionne *in fine* la possibilité d'atteindre les objectifs épistémologiques visés.

## « PAYSAGE CONCEPTUEL » ET CADRES THEORIQUES

L'enseignement des SVT doit conduire à la maîtrise de savoirs explicatifs donc problématisés. Ces caractères sont ceux d'un savoir apodictique dont nous empruntons les fondements épistémologiques au cadre de la problématisation développé par Michel Fabre et Christian Orange (1997). Ces auteurs mettent en exergue le lien consubstantiel entre savoir et problème. Les problèmes que l'on cherche à résoudre délimitent un champ de contraintes de différentes natures qui en s'articulant avec le champ des possibles (les réponses envisageables) construit un savoir nécessaire (ça ne peut être autrement au regard des contraintes) (Orange, 2005) ou apodictique.

Notre référence en termes de savoir sur l'évolution sera l'énoncé proposé par Anouk Barberousse (2011) en tant qu'il est actualisé (il prend en compte les évolutions épistémologiques récentes de la théorie de l'évolution) et présente les caractères d'apodicticité attendus :

« De façon schématique, nous pouvons dire que la théorie de l'évolution prend pour point de départ le fait que les organismes peuvent se reproduire et que les descendants issus de ces événements de reproduction peuvent présenter des différences avec leurs parents. D'autre part, chaque organisme a une existence délimitée dans l'espace et le temps. La théorie de l'évolution nous dit que dans ce contexte, la structure du réseau généalogique dépend des processus de tri aléatoire (dérive) et sélectif (sélection naturelle) qui agissent à chaque génération sur les organismes.

L'action de ces deux processus est déterminée à la fois par les caractéristiques intrinsèques des organismes et par le contexte spatio-temporel dans lequel ils se trouvent.  
» (Barberousse, 2011, p. 369)

Cet énoncé pose d'emblée les conditions de possibilité de l'évolution (le champ des contraintes) qui doivent obligatoirement être convoquées pour rendre intelligible le savoir sur l'évolution. Nous voulons parler de la variation, intrinsèque au vivant, de sa capacité à se reproduire et à transmettre certaines de ses caractéristiques. Si l'une de ses propriétés venait à manquer, la « descendance avec modifications » serait caduque.

Cet énoncé décrit par ailleurs les autres composantes du savoir sur l'évolution à savoir un cadre spatio-temporel changeant, des mécanismes évolutifs (sélection et dérive : les « process »), des organismes vivants (« patterns » matériels) et la structure historique du vivant (« réseau généalogique » : « pattern » historique).

Un savoir apodictique mobilise par ailleurs des concepts scientifiques dont nous retiendrons ici la définition développée par Guy Rumelhard. Un concept scientifique comporte une dénomination et une définition (en extension et en compréhension) et doit remplir une fonction opératoire. La dernière partie de la définition insiste sur un critère important pour notre étude : « Un concept fonctionne toujours en relation avec d'autres concepts théoriques et techniques. Il est un nœud dans un réseau de relations, cohérent et organisé, et non un élément disposé à côté d'autres par simple juxtaposition. » (Rumelhard, 1986, p. 13)

Construire dans la classe un savoir apodictique mobilisant des concepts scientifiques (répondant ainsi aux attentes institutionnelles) est le travail du professeur de SVT, normalement formé à maîtriser et faire acquérir ce type de savoir aux élèves.

Le savoir mobilisé par les enseignants est-il apodictique au sens plein du terme ? Les concepts scientifiques mobilisés par les enseignants répondent-ils aux critères de définition cités ci-dessus ?

Dans le cadre d'un travail de thèse nous avons mis au point un outil d'enquête qui donne accès aux représentations d'un groupe d'enseignants sur l'évolution (pilier central de l'enseignement des SVT) et dont certains aspects nous apportent des éléments de réponse.

## **LE SAVOIR MOBILISE PAR DES ENSEIGNANTS DE SVT SUR L'ÉVOLUTION : ÉTUDE PRATIQUE**

L'outil de recueil utilisé permet de construire ce que nous nommons un « paysage conceptuel » qui révèle les concepts clés liés à l'évolution (le « noyau central » de la représentation) pour le groupe interrogé. Un corpus de définitions, associé à ce pay-

sage, nous permet d'estimer l'aspect conceptuel des termes employés par les enseignants.

Cet outil d'enquête, issu de la sociologie, est adapté de la méthode des « réseaux d'association » qui donne accès aux représentations sociales d'une population plus ou moins large (Abric, 1994 ; De Rosa, 2003). Dans notre cas, il s'agit davantage de représentations professionnelles (Moscovici, 1961) car nous questionnons un public expert sur le concept d'évolution.

## 1 Méthodologie

### *1-1 Recueil des données*

Le protocole comporte plusieurs étapes basées sur l'association d'idées. Un mot-stimulus est proposé aux participants : « Evolution ».

Les consignes sont :

- Etablir une liste d'évocation de manière spontanée d'une vingtaine d'items en quelques minutes.
- Etablir ensuite une liste pour classer par ordre d'importance les items de la liste d'évocation. (temps illimité)
- Ecrire la définition des 5 premiers items de la liste d'importance.

### *1-2 Corpus*

67 enseignants ont participé à l'enquête. Ce sont des enseignants novices et experts qui enseignent en collège et en lycée. Nous avons recueillis 67 listes d'importance pour le mot-stimulus « évolution » et 335 définitions.

### *1-3 Traitement des données*

L'analyse est conduite sur les listes d'importance et consiste à croiser la fréquence moyenne d'un item dans l'ensemble des listes ainsi que son rang moyen c'est-à-dire sa position entre 1 et 5 dans le classement fait par les enseignants. Ce traitement aboutit à la formation de 4 groupes : un noyau central (noyau consensuel et solide du domaine exploré), un noyau périphérique (éléments significatifs mais plus fluctuants), les éléments contrastés (items peu fréquents) et le second noyau périphérique (items peu fréquents et placés en rang 4 ou 5).

Nous retenons les items du noyau central et du 1<sup>er</sup> noyau périphérique (ils sont les plus partagés et les plus solides de la représentation), nous les classons en fonction des

catégories du savoir sur l'évolution auxquels ils se rapportent (conditions de possibilités de l'évolution, cadre spatio-temporel, mécanismes de l'évolution, patterns matériels et historiques) et regardons leur adéquation avec le savoir de référence.

Nous repérons ensuite comment les items se « répondent » et sont mis en réseau dans les énoncés des définitions récoltées. Par exemple, la définition de « sélection » contient souvent l'item « adaptation » qui lui-même renvoie à celui d'« environnement ». Nous récapitulons l'ensemble des liens repérés et cartographions la mise en réseau des items.

## 2 Résultats

Plusieurs résultats intéressants émergent de ce paysage mais nous présentons ici le plus surprenant : aucun des 67 enseignants de SVT n'a placé dans sa liste d'importance les items « variation », « reproduction » et « hérédité ».

La cartographie du réseau entre les items fait apparaître une mise en relation relativement faible comparée à celle des chercheurs en évolution pour lesquels une étude similaire a été conduite. Des résultats seront présentés (cartes et tableaux) qui montrent que les définitions des enseignants ne répondent pas complètement aux critères des concepts scientifiques.

## 3 Discussion/conclusion

L'absence des conditions de possibilités de l'évolution dans le paysage des enseignants de SVT interroge le caractère apodictique du savoir mobilisé dans cette étude (il sera nécessaire de l'étudier en situation professionnelle). Par ailleurs les items définis par les enseignants ne sont pas, selon nous, clairement des concepts scientifiques, mais seraient plutôt des « notions », terme récurrent dans les programmes scolaires.

Le savoir mobilisé par ces enseignants dans cette étude apparaît finalement « fragmenté » et, étonnamment, à l'image du programme de SVT du secondaire sur le thème de l'évolution. Ce lien hypothétique entre la structuration des contenus de savoir dans les programmes et le type de savoir mobilisé par les enseignants nous semble essentiel à étudier plus avant.

## BIBLIOGRAPHIE

ABRIC, J.-C. (2003). La recherche du noyau central et de la zone muette des représentations sociales. In J.C. Abric (dir.), *Méthodes d'études des représentations sociales* (pp. 59-80). Toulouse : Eres « Hors-collection ».



- BARBEROUSSE, A. (2001). Pourquoi et comment formaliser la théorie de l'évolution. In T. Heams, P. Huneman, G. Lecointre & M. Silberstein (dir.), *Les mondes darwiniens - L'évolution de l'évolution*. (pp. 361-385) . Paris : Éditions matériologiques, [www.materiologiques.com](http://www.materiologiques.com)
- DE ROSA, A. S. (2003). Le réseau d'association. In J.C. Abric (dir.) *Méthodes d'études des représentations sociales* (pp 81-117). Toulouse : Eres « Hors-collection ».
- FABRE, M. & ORANGE, C. (1997). « Construction des problèmes et franchissements d'obstacles », *ASTER*, 24, 37-57.
- MOSCOVICI, S. (1961). *La psychanalyse, son image et son public*. Paris : Presses universitaires de France.
- ORANGE, C. (2005). « Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques ». *Les sciences de l'éducation - Pour l'ère nouvelle*, 38, 69-94.
- RUMELHARD, G. (1986). *La génétique et ses représentations dans l'enseignement*. Berne; Francfort-s. Main; New-York: Peter Lang.
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, « Programme pour les cycles 2, 3, 4 », *Bulletin officiel spécial*, n° 11, 26 novembre 2015, p. 183-196, p. 339-351. En ligne : <http://www.education.gouv.fr/cid95812/au-bo-special-du-26-novembre-2015-programmes-d-enseignement-de-l-ecole-elementaire-et-du-college.html> (consulté le 12 novembre 2017).

# Représentations construites sur les pratiques de scienti- fiques lors d'explorations d'élèves en laboratoires

Vincent Voisin

UMR STEF, Ecole Normale Supérieure Paris-Saclay

Nathalie Magneron

UMR STEF, Ecole Normale Supérieure Paris-Saclay ; ESPÉ  
Centre Val de Loire - Université d'Orléans

Maryline Coquidé

UMR STEF, Ecole Normale Supérieure Paris-Saclay

## Symposium

### Les représentations du sa- voir scientifique et de ses modalités d'élaboration dans l'enseignement

*Approches théoriques et  
méthodologiques*

Organisé par : Laurence Maurines

Avec les contributions de : Laurence Maurines, Magali Fuchs-  
Gallezot, Marie-Joëlle Ramage

Fabienne Paulin

Lionel Pélissier

Vincent Voisin, Nathalie Magneron, Maryline Coquidé

Discutant : Venturini Patrice

## **Résumé**

L'université d'Orléans a mis en place un dispositif, baptisé EDIFICE, qui permet à des cohortes de lycéens d'explorer le contexte de laboratoires de recherche par l'intermédiaire de doctorants. Notre cadre théorique en didactique du curriculum confronte la visée précise du curriculum prescrit aux potentialités du curriculum coproduit eu égard au contexte éducatif particulier des laboratoires. Notre recherche se base sur des réponses rédigées librement par les élèves complétées par des entretiens semi-dirigés et une caractérisation des sciences inspirée de résultats en sociologie et didactique des sciences. Nous mettons en évidence que les représentations construites par les élèves ne se limitent pas à une pratique de recherche doctorale en particulier, mais englobe également des éléments de la pratique sociale des chercheurs et des sciences qui se font.

## **Mots-clés**

représentations, pratiques scientifiques, laboratoire, élève du secondaire, doctorant

# *Representations built on the practices of scientists during student explorations in laboratories*

## ***Abstract***

*The University of Orléans, France, has set up a device, entitled "EDIFICE", in order to offer cohorts of High School students a exploration in scientific research centers under the supervision of PhD students. Our theoretical curricular framework confronts the precise aim of the prescribed curriculum with the potentialities of the co-produced curriculum in view of the particular educational context of the laboratories. Our research is based on answers written freely by the students complemented by semi-directed interviews and a results-based characterization of science in science sociology and didactics. We highlight that the representations constructed by students are not limited to a doctoral research practice in particular, but also includes elements of the social practice of researchers and the sciences in action.*

## ***Key-words***

*representations, research practices, laboratory, graduate student, PhD Student*

## LE CONTEXTE EDUCATIF DES LABORATOIRES DE RECHERCHE

L'université d'Orléans a conçu et mis en place un dispositif qui, dans sa tranche n°1, permet à des élèves de lycées d'enseignement général et technologique, d'explorer des pratiques de recherche de scientifiques, en étant encadrés par un doctorant dans son laboratoire. Suite au constat d'une diminution, en valeur relative, du nombre d'étudiants dans certaines filières scientifiques universitaires, notamment en sciences physiques et chimie (Boilevin & Ravanis, 2007 ; Venturini, 2004), cette IDEFI, baptisée EDIFICE, souhaite favoriser, chez les lycéens, une orientation dans des cursus scientifiques et assurer leur réussite dans ces filières. Trois lycées orléanais sont impliqués avec une vingtaine de laboratoires du CNRS, du BRGM et de l'université d'Orléans. Chaque doctorant encadre 2 à 6 élèves une trentaine d'heures par an, pendant chacune des trois années que dure la thèse. Depuis 2012, cinq cohortes, constituées chacune d'une centaine d'élèves environ, sont ou ont été engagées dans le projet avec une centaine de doctorants.

## DES PRATIQUES SCIENTIFIQUES NON SPECIFIEES AU NIVEAU DU CURRICULUM PRESCRIT

Notre recherche utilise le cadre curriculaire de Martinand (2000) afin de penser les relations entre les différents niveaux prescrit, potentiel et coproduit et questionner les potentialités éducatives offertes par le contexte éducatif particulier des laboratoires de recherche du curriculum possible. EDIFICE prescrit aux doctorants de faire vivre et participer les élèves à leur pratique de recherche. Mais, plusieurs autres possibilités du curriculum potentiel sont envisageables du fait de l'intégration d'élèves auprès d'un doctorant dans une communauté de professionnels en réseau. Au niveau du prescrit transmis aux doctorants, EDIFICE se focalise uniquement sur des pratiques de doctorants en particulier, alors qu'au niveau du curriculum coproduit, nous admettons la possibilité d'une découverte par les élèves d'un champ professionnel plus large encore, incluant notamment la pratique sociale de référence (Martinand, 1981). Par exemple, les doctorants ne sont-ils pas enclins à concevoir et mettre en œuvre des moments en laboratoire avec les élèves qui se réfèrent à la pratique sociale présumée de leur recherche doctorale ? Certaines caractéristiques de la pratique sociale ne peuvent-elles pas transparaître par l'intermédiaire des pratiques doctorales ou bien par évocation du doctorant ? Par conséquent, dans quelle mesure la visée prescrite du dispositif peut-elle restreindre les curriculums potentiel et coproduit à une pratique doctorale en particulier, sans envisager la pratique sociale du chercheur ou celles d'autres professions scientifiques des laboratoires ? Afin d'étudier la richesse éducatif du curriculum coproduit, mais non soupçonnée par les concepteurs au travers de la formula-

tion de la visée prescrite aux doctorants, notre recherche cible les acquis effectifs des élèves par l'intermédiaire de leurs représentations. Nous nous demandons quelles sont les représentations des élèves sur les pratiques scientifiques des professionnels des laboratoires et quelles sont leurs représentations sur les sciences qui se font.

## METHODOLOGIE

La recherche cible la première cohorte d'élèves du dispositif encadrés par 26 doctorants au total. Huit laboratoires sont impliqués avec des thématiques de recherches qui ont trait à la physico-chimie des matériaux, à la mécanique et l'énergétique, à la combustion et l'aérothermie, aux plasmas et aux lasers. Un laboratoire axe ses recherches en chimie organique, un autre en biologie moléculaire et deux autres en sciences de la Terre. Les données sont recueillies entre 2012 et 2014 au moyen d'une méthodologie basée sur des réponses rédigées des élèves à deux questions ouvertes, complétées par des entretiens semi-dirigés. La première question permet d'évaluer les opportunités des élèves, afin de se représenter les pratiques scientifiques en laboratoire de recherche, avant leur participation à EDIFICE. La deuxième question permet d'analyser les représentations des élèves après une participation effective de deux années au dispositif. 61 élèves ont répondu à la première question et la totalité des élèves a participé à la deuxième question. Les entretiens retranscrits ciblent 20 élèves issus de 13 groupes différents. Les représentations des élèves sont inférées des données textuelles par l'utilisation d'un ensemble de critères d'analyse reprenant les éléments d'une caractérisation des pratiques scientifiques et des sciences en action, élaborée à partir de résultats en anthropologie et en didactique des sciences.

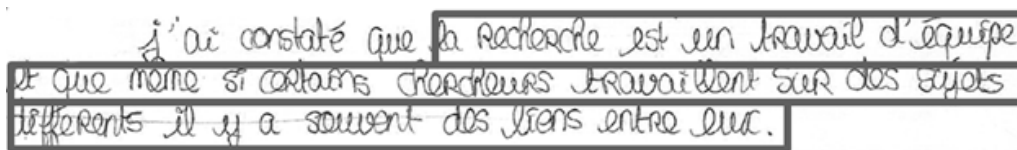
## CARACTERISER LES PRATIQUES SCIENTIFIQUES ET LES SCIENCES EN ACTION

Latour et Woolgar (1996) mettent en évidence des caractéristiques des pratiques scientifiques et des sciences qui se font au moyen d'une recherche anthropologique, car les sciences et technologies doivent être étudiées « *en action* », c'est-à-dire au moment où elles se font pour comprendre les découvertes scientifiques, les suivre dans la pratique et leur déploiement (Latour, 2005). Par conséquent, le contexte de laboratoire, commun à la fois à la recherche des anthropologues et au dispositif EDIFICE, nous amène à extraire quatre caractéristiques centrales de la pratique sociale des chercheurs scientifiques développées par Latour et Woolgar. Premièrement, l'activité d'écriture est majeure dans la pratique des scientifiques qui sont considérés comme des auteurs. Ce sont, de plus, des lecteurs et des auditeurs qui mettent en mouvement un flux d'informations à travers un réseau d'interactants communicants. Les cher-

cheurs doivent également savoir manier l'art de la persuasion afin de prouver et convaincre. La phénoménotéchnique est aussi omniprésente dans l'univers de certains laboratoires de recherche. Ce concept repris par Latour et Woolgar à partir de Bachelard (1953) désigne l'apparence du phénomène dans le processus même de sa construction par les instruments. Par ailleurs, nous recherchons les passages des écrits qui évoquent les difficultés liées à la matérialité et dont le travail sur le vivant et l'utilisation des instruments font implicitement allusion à la résistance du réel (Coquidé, Bourgeois-Victor & Desbeaux-Salviat, 1999). Nous employons aussi un critère d'analyse réunissant deux caractéristiques de la nature des sciences extraites de Maurines et Beaufiles (2011, p. 281) lorsque des élèves évoquent l'utilité des recherches scientifiques en lien avec la vie courante et les relations réciproques tissées avec les technologies. Enfin, un dernier thème extrait de Cleminson (1990) nous permet de rendre compte des représentations sur la part d'invention requérant de la créativité des sciences qui se font.

## RESULTATS

48 élèves sur 61 écrivent n'avoir jamais eu d'expérience directes avec les sciences équivalentes au contexte des laboratoires du dispositif EDIFICE. Seuls huit élèves ont déjà été dans un laboratoire de recherche, à l'occasion de leur stage professionnel de troisième. Par conséquent, nous considérons que, pour la grande majorité des élèves, les représentations verbalisées sont construites par l'intermédiaire du dispositif EDIFICE. Nous inférons, dans 16 groupes sur 26, que des élèves se représentent l'importance des écrits dans les sciences qui se font, par l'intermédiaire du cahier de laboratoire, des articles ou de l'état de l'art réalisés par leur doctorant. La rédaction du manuscrit de thèse et les impressions sur les rayonnages des livres et des collections de revues des bibliothèques des laboratoires sont également mentionnées. Dans 19 groupes, les élèves se représentent l'importance de la communication dans les sciences en action, en évoquant des collaborations tissées par le doctorant dans son laboratoire ou les relations entretenues avec d'autres laboratoires menant des recherches sur des thématiques connexes. Par exemple, l'extrait suivant (Figure 1) illustre une représentation d'élève intégrant l'importance des communications dans le laboratoire de recherche.

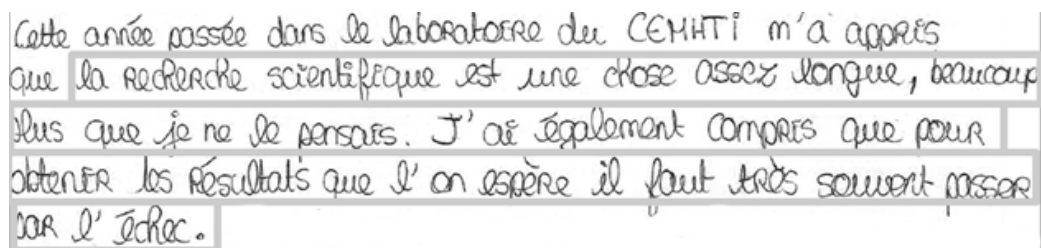


j'ai constaté que la recherche est un travail d'équipe et que même si certains chercheurs travaillent sur des sujets différents il y a souvent des liens entre eux.

Figure 1 : Ecrit avec une représentation sur l'importance du réseau des flux d'informations.

Les élèves peuvent également se rendre compte des évènements de communication orale par évocations du doctorant et/ou par leur participation réelle à un colloque. Dans 18 des groupes, c'est l'importance des instruments sophistiqués utilisés dans les recherches qui marquent l'esprit des élèves. D'autres remarques relevées chez 19 groupes concernent la répétition des tâches et/ou des pannes matérielles et font, par conséquent, allusion à la résistance du réel. La figure 2 suivante est un exemple d'écrit d'élève codé au moyen du critère d'analyse « résistance du réel ».

Figure 2 : Fragment d'écrit d'élève codé « résistance du réel ».



Cette année passée dans le laboratoire du CEMHTI m'a appris que la recherche scientifique est une chose assez longue, beaucoup plus que je ne le pensais. J'ai également compris que pour obtenir les résultats que l'on espère il faut très souvent passer par l'échec.

Un décloisonnement entre les sciences, les technologies et la société s'opère dans les écrits chez 17 groupes, comme l'illustre l'extrait suivant :

Ma thésarde elle cherche un médicament pour guérir une maladie (...) qui est la neurofibromatose par exemple bah ça c'est super intéressant j'trouve (...) c'est vraiment utile (...) je n'avais pas vu ça avant

Enfin, des éléments verbaux moins fréquents sont retrouvés dans 10 des groupes lorsqu'ils mettent en évidence des représentations sur le caractère créatif et inventé des sciences qui se font et la nécessité que les savoirs nouveaux soient validés par les pairs, pour leur institutionnalisation. Le tableau 1 suivant représente de façon synthétique l'ensemble des résultats évoqués précédemment.

Tableau 1 : Nombre de groupes d'élèves (sur 26) évoquant les caractéristiques des pratiques scientifiques et des sciences en action.

Écriture	Réseau du flux des informations	Certification des résultats	Phénoméno-technique	Résistance du réel	Décloisonnement sciences technologies société	Création, Invention
16	19	10	18	19	17	10

## DISCUSSION

Nous considérons que les élèves ont construit des représentations nombreuses sur les pratiques sociales des chercheurs scientifiques et les sciences qui se font (Tableau 1). Si nous confrontons nos analyses à la conceptualisation sur les sciences de Maurines et Beaufile (2011), nous mettons néanmoins en évidence que, dans le champ social, l'importance des questions socialement vives n'est pas évoquée. En outre, les élèves relatent peu de représentations sur les sciences, ancrées dans une profondeur historique. Ainsi, ils sont peu nombreux à considérer les savoirs provisoires lorsqu'ils ne les considèrent pas immuables et semblent ignorer la notion de rupture épistémologique. Par conséquent, les caractéristiques des sciences n'auraient pas les mêmes implications éducatives et diffèrent selon leur ancrage social ou historique. En effet, le contexte des laboratoires de recherche apparaît plus prompt à générer des représentations sur les aspects sociaux des sciences, les aspects historiques requérant peut-être davantage un apprentissage spécifique chez les doctorants afin de pouvoir les expliciter aux élèves.

## BIBLIOGRAPHIE

- BACHELARD, G. (1953). *Le matérialisme rationnel*. Paris : Presses universitaires de France.
- BOILEVIN, J.-M. & RAVANIS, K. (2007). L'éducation scientifique et technologique à l'école obligatoire face à la désaffection : recherches en didactique, dispositifs et références. In J.-M. Boilevin & K. Ravanis, *Regards croisés franco-helléniques sur l'éducation scientifique et technologique à l'école obligatoire*. (p. 5-11). Marseille : Éd. IUFM Aix Marseille.
- CLEMINSON, A. (1990). Establishing an epistemological base for science teaching in the light of contemporary notions of the nature of science and of how children learn science. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(5), p. 429-445.
- COQUIDÉ, M., BOURGEOIS-VICTOR, P., & DESBEAUX-SALVIAT, B. (1999). « Résistance du réel » dans les pratiques expérimentales. *Aster*, n° 28, p. 57-77.
- LATOUR, B., & WOOLGAR, S. (1996). *La vie de laboratoire : La production des faits scientifiques*. Paris : Editions La Découverte. 299 p.
- LATOUR, B. (2005). *Les sciences en action. Introduction à la sociologie des sciences*. Paris : Editions La Découverte. 464 p.
- MARTINAND, J.-L. (1981). Pratiques sociales de référence et compétences techniques. À propos d'un projet d'initiation aux techniques de fabrication mécanique en classe de quatrième. In A. Giordan (coord.). *Diffusion et appropriation*



*du savoir scientifique : enseignement et vulgarisation. Actes des Troisièmes Journées Internationales sur l'Education Scientifique.* (p. 149-154) Paris : Université Paris 7.

MARTINAND, J-L. (2000). Production, circulation et reproblématisation des savoirs.  
*Présenté au colloque : Les pratiques dans l'enseignement supérieur*, Toulouse.

MAURINES, L., & BEAUFILS, D. (2011). Un enjeu de l'histoire des sciences dans l'enseignement : l'image de la nature des sciences et de l'activité scientifique.  
*Recherches en didactique des sciences et des technologies*, (3), p. 271-305.