

Recherches sur la communication et l'apprentissage des sciences et des techniques

29

Décembre 2006

© INRP, 2006

ISBN 10 : 2-7342-1059-2 • ISBN 13 : 978-2-7342-1059-7 • Réf. RD 029

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes des paragraphes 2 et 3 de l'article L. 122-5, d'une part, que les « *copies et reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective* » et, d'autre part, sous réserve de mention du nom de l'auteur et de la source, que « *les analyses et les courtes citations justifiées par le caractère critique, polémique, pédagogique, scientifique ou d'information* », « *toute représentation ou reproduction totale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur, ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite* » (article L. 122-4). Une telle représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Comité de rédaction

Co-éditrices

- Barbara BADER
Professeure
université Laval
Québec, Canada
- Martine MÉHEUT
professeure,
IUFM de Créteil / LDSP
université Paris 7
Paris, France
- Cécile VANDER BORGHT
professeure,
université catholique de Louvain
Belgique

Rédacteur en chef

- Alain DUMON
Professeur IUFM d'Aquitaine,
Pau, France

Secrétaires de rédaction

- Christophe DRIVER
INRP
Lyon, France

Membres

- Maurice CHASTRETTE, professeur,
université Lyon 1, France
- Jean-Louis CLOSSET, professeur, faculté des
sciences agronomiques, Gembloux, Belgique
- Jacques COLOMB, professeur émérite,
INRP, France
- Jacques DÉSAUTELS, professeur,
université Laval, Québec, Canada
- Daniel JACOBI, professeur,
université d'Avignon, France
- Laurence VIENNOT, professeur,
université Denis-Diderot, Paris, France

Comité de parrainage

- Françoise BALIBAR, professeur,
université Denis-Diderot, Paris, France
- Thierry BOON, professeur,
université catholique de Louvain, Belgique
- John HARROD, professeur, université Mc Gill,
Montréal, Canada
- Pierre LÉNA, membre de l'Académie des
sciences, professeur, université Denis-Diderot,
Paris, France
- Georges LESPINARD, président de l'Institut
national polytechnique de Grenoble, France
- Gilbert PAQUETTE, professeur
à la téléuniversité, Montréal, Canada

Société Française de Physique : correspondant

Dominique LE QUÉAU, directeur de recherche CNRS, CESR Toulouse, France

Correspondants pour l'Afrique

- Zaïm IDRISSE, professeur, ENS, Rabat-Takaddoum, Maroc
- Valdiodio NDIAYE, professeur, ENS, Dakar, Sénégal

Correspondants pour l'Amérique latine

- Alfredo ROBLES, professeur UCV-UNA - Caracas, Venezuela
- Miriam QUINTANA DE ROBLES, UPEL, IPM, « J.M. Siso Martinez », Caracas, Venezuela

Comité de lecture voir page suivante

Directeur de la publication

Serge CALABRE, directeur de l'INRP

INRP • 19, allée de Fontenay • BP 17424 • 69397 LYON CEDEX 07, FRANCE

Tél. 04 72 76 61 58 • www.inrp.fr

Comité de lecture

Allemagne

- R. DUIT, IPN, Kiel
- W. SCHNEIDER, Physik Institut, Erlangen

Belgique

- A.M. HUYNEN, université de Louvain
- G. FOUREZ, université de Namur

Brésil

- U. D'AMBROSIO, université de Campinas
- A.-M. PESSOA DE CARVALHO, université de São Paulo

Canada

- G. AIKENHEAD, University of Saskatchewan
- W. BOCK, université du Québec à Hull
- Y. GINGRAS, université du Québec à Montréal
- B. LAPLANTE, University of Saskatchewan
- M. LAROCHELLE, université de Laval
- S. NORRIS, Memorial University of Newfoundland
- D. ROULEAU, collège de Lévis-Lauzon
- F. RUEJEL, université de Sherbrooke
- L. SAUVÉ, université du Québec à Montréal
- B. SCHIELE, université du Québec à Montréal
- G. THIBERT, université de Montréal
- J.-C. VACHON, université du Québec à Chicoutimi

Espagne

- R. BORLAN, université de Séville
- M.-P. JIMENES-ALEIXANDRE, université de Santiago de Compostelle
- R. PINTO, université de Barcelone

États-Unis

- E.F. REDISH, université de Maryland
- L. RESNICK, LRDC, université de Pittsburg

France

- R. AMIGUES, université de Provence
- J.-P. ASTOLFI, université de Rouen
- E. BRUILLARD, IUFM, Créteil
- M. CAILLOT, université Paris 5
- M. COQUIDÉ, LIREST, Cachan

- D. CROS, université Montpellier 2
- M. DEVELAY, université Lyon 2
- J.-J. DUPIN, IUFM, Aix-Marseille
- J.-M. DUSSEAU, IUFM, Montpellier
- G. JACQUINOT, université Paris 8
- C. LARCHER, INRP
- J.-F. LE MARÉCHAL, ENS, Lyon
- J.-L. MARTINAND, ENS, Cachan
- A. MERCIER, INRP
- E. SALTIEL, INRP
- J. TOUSSAINT, IUFM, Lyon
- A. VÉRIN, INRP
- A. WEIL-BARAIS, université Paris 8

Grande-Bretagne

- R. MILLAR, université d'York
- J. OGBORN, université de Londres
- N. RYDER, King's College, Londres
- J. SOLOMON, Oxford University
- C. SUTTON, University of Leicester

Hollande

- H.M.C. EIJKELHOF, université d'Utrecht

Israël

- A. DREYFUS, Hebrew University of Jerusalem
- S. STRAUSS, Tel Aviv University

Italie

- A. BARGELLINI, université de Pise
- L. BORGHI, université de Pavie
- S. CARAVITA, Istituto de psicologia de CNR, Roma
- P. GUIDONI, université de Naples
- M. MAYER, CEDE, Rome
- E. SASSI, université de Naples

Mexique

- J. BAROJAS, université de Mexico

Suisse

- A. GIORDAN, université de Genève
 - A.-N. PERRET-CLERMONT, université de Neuchâtel
 - M.-L. SCHUBAUER-LEONI, université de Genève
-

ARTICLES DE RECHERCHE

Jean-Charles Lebahar

*Pratique professionnelle et enseignement de la technique
d'organigramme en architecture : problèmes de transposition
didactique*..... 9

Valérie Frede & Patrice Venturini

*Exploration des conceptions en astronomie
de futurs professeurs d'école*..... 41

Abdelkarim Zaïd & Yves Lenoir

*Caractérisation d'une activité académique de conception
dans une formation d'ingénieurs en alternance* 67

POINT DE VUE

Maurice Chastrette

L'image de la chimie est mauvaise. Pourquoi ? Que faire ?..... 87

Entretien avec Yves Guitton 101

COMPTE RENDU D'INNOVATIONS

Bruno Chanut & Thierry Cottour

*Étude croisée du darwinisme en classe de première littéraire
(SVT et histoire)*..... 107

NOTES DE LECTURE..... 119

ACTUALITÉ DES COLLOQUES..... 123

RESEARCH ARTICLES

Jean-Charles Lebahar <i>Professional practice and diagram technique training in architecture education: “transposition didactique” problems.....</i>	9
Valérie Frede & Patrice Venturini <i>Exploring pre-service elementary teachers’ conceptions of astronomy concepts.....</i>	41
Abdelkarim Zaïd & Yves Lenoir <i>Characterizing an academic conception activity with engineer students in a sandwich course training programme.....</i>	67

POINT OF VIEW

Maurice Chastrette <i>The public image of chemistry is bad. Why? What to do?.....</i>	87
<i>Interview of Yves Guitton.....</i>	101

REPORT OF INNOVATIONS

Bruno Chanet & Thierry Cottour <i>Cross-studies of the Darwinism in Premiere L (Biology and History).....</i>	107
---	-----

BOOK REVIEWS.....	119
--------------------------	-----

CONFERENCE ANNOUNCEMENTS.....	123
--------------------------------------	-----

Pratique professionnelle et enseignement de la technique d'organigramme en architecture : problèmes de transposition didactique

**Professional practice and diagram technique
training in architecture education:
“transposition didactique” problems**

**Práctica profesional y enseñanza de la técnica
del organigrama en arquitectura :
problemas de transposición didáctica**

**Berufspraxis und technik des organigramms
im unterricht der architektur:
probleme der didaktischen übertragung**

Jean-Charles LEBAHAR

Professeur en didactique professionnelle de la conception
Chercheur Équipe GESTEPRO (UMR ADEF¹)
IUFM d'Aix-Marseille
Pôle technologique de Château-Gombert
60, rue Joliot-Curie
Technopôle de Château-Gombert
13453 Marseille cedex 13

(1) Équipe « Groupe d'étude en éducation scientifique technique et professionnelle » au sein de l'UMR « Apprentissage, Didactique, Évaluation, Formation ».

Résumé

Cet article est consacré à une analyse de cas en didactique professionnelle. Il a pour but de mettre en évidence les indicateurs d'un processus de transposition didactique, dans le domaine de la formation à la conception d'un bâtiment. Il montre comment un modèle général d'organigramme fonctionnel, instrument utilisé par certains architectes professionnels pour traiter une partie des informations nécessaires à la réalisation de leurs plans de bâtiment, est enseigné dans une école d'architecture. Il décrit aussi la manière dont les étudiants d'un atelier de cette école, assimilent la technique d'organigramme enseignée, en réalisant un exercice (conception d'un restaurant et d'une cafétéria universitaires). La situation dans laquelle les étudiants réalisent la tâche prescrite dans l'énoncé de l'exercice peut être qualifiée de dévolutive (une fois l'énoncé de l'exercice communiqué, les étudiants organisent leur activité sans conseil de l'enseignant). Cette analyse de cas met en évidence différentes représentations opératives de l'organigramme, exprimées par les professionnels et les étudiants, de même que certains aspects de leur activité (notamment à travers des actes graphiques). Elle permet d'établir trois types de comparaison : entre deux états de compétences (professionnels et étudiants) ; entre un modèle enseigné en atelier et un modèle professionnel ; entre le modèle enseigné et le modèle effectivement assimilé. Cette analyse de cas montre enfin, comment l'acte instrumental, en tant qu'acte cognitif, n'a pas pour seul effet de structurer l'activité du sujet placé en situation d'apprentissage de l'instrument. L'acte instrumental joue aussi, pour un étudiant, le rôle d'un déclencheur de réflexions critiques et de prises de consciences constructives, appliquées à sa propre activité d'apprentissage et à la situation didactique.

Mots clés : *didactique professionnelle, architecture, instrument cognitif, apprentissage, transposition didactique.*

Abstract

This paper focuses on a case study in professional didactics field. Its aim is to underline the relevant indicators of a "transposition didactique" process (Chevallard & Johsua, 1991), in architectural design Education. Professional architects are used to use a general functional diagram model to organize data before drawing plan of a building. This article shows how this design graphic tool – functional diagram – is taught and learned in a studio of architecture school. The cognitive students'activity is observed and analysed during a buildings design exercise (university restaurant and cafeteria). The form of the didactic exercise conditions can be described as a "situation de devolution" (Brousseau, 1998): students organize their activity and carry their functional diagram without teacher's advice. This study also underlines diagram operative representations and cognitive activity to build this diagram. These representations and activity are expressed by professional architects

and students through their verbalizing and drawing acts. Three kinds of comparison are drawn: between two competences states (professional and students); between a taught model of graphic tool and a professional model of; between the taught model and the really assimilated model by students. Finally, this analysis shows a functional diagram is a cognitive tool. This one doesn't only structure the students' activity in training situation, but it activates criticism reflexions and awareness about this activity. Functional diagram practice in a "situation de devolution" can be a good way for students, of assessing their own competences and interpreting the training situation in a constructive way.

Key words: "didactique professionnelle", architecture, cognitive tool, learning, "transposition didactique".

Resumen

Este artículo se dedica a un análisis de caso en lo didáctico profesional. Tiende a poner de manifiesto las señas de un proceso de transposición didáctica desde la formación hasta la realización de un edificio. Muestra cómo un modelo general de organigrama funcional, instrumento usado por unos arquitectos profesionales para tratar parte de los datos necesarios a la realización de sus planos de edificio, es enseñado en una escuela de arquitectura. Describe también la manera con la que estudiantes de un taller de dicha escuela asimilan la técnica del organigrama enseñada, haciendo un ejercicio (elaboran un restaurante y una cafetería universitarios). La situación en la que los estudiantes hacen la tarea enunciada puede ser definida como devolutiva (cuando se comunica el enunciado del ejercicio los estudiantes hacen la actividad sin ayuda del profesor). Este análisis de caso subraya diferentes manifestaciones operativas del organigrama expresadas por los profesionales y los estudiantes e incluso ciertos aspectos de su actividad – sobre todo a través de sus actos gráficos. Además permite establecer tres tipos de comparación : entre dos estados de competencias (profesionales y estudiantes) ; entre un modelo enseñado en un taller y uno profesional ; entre el modelo enseñado y el asimilado en realidad. Por fin, este análisis de caso demuestra cómo el acto instrumental, siendo acto cognitivo no sólo produce el efecto de estructurar la actividad del estudiante al aprender el instrumento sino también permite iniciar reflexiones críticas y conciencias constructivas aplicadas a su propia actividad de aprendizaje y a la situación didáctica.

Palabras claves : didáctica profesional, arquitectura, instrumento cognitivo, aprendizaje, transposición didáctica.

Zusammenfassung

Dieser Artikel ist der Analyse einer Fallstudie in der beruflichen Didaktik gewidmet. Er setzt sich zum Ziel, die relevanten Indikatoren eines Prozesses

der didaktischen Übertragung bei der Ausbildung zum Entwurf eines Gebäudes deutlich hervorzuheben. Er bezieht sich auf ein allgemeines Modell von funktionellem Organigramm, d.h. auf ein Instrument, das von einigen Berufsarchitekten benutzt wird, um einen Teil der bei der Verwirklichung ihrer Gebäudepläne nötigen Informationen zu verwerten. Der Artikel zeigt, wie dieses funktionelle Organigramm in einer Architekturhochschule gelehrt wird. Er beschreibt auch die Art und Weise, wie die Studenten einer bestimmten Arbeitsgruppe dieser Schule sich die ihnen beigebrachte Organigrammtechnik aneignen, indem sie eine Übung durchführen (Entwurf eines Restaurants und einer Hochschulcafeteria). Die Lage, in der die Studenten die in der Aufgabenstellung vorgeschriebene Arbeit durchführen, kann als „devolutiv“ bezeichnet werden : wenn die Problemstellung nämlich erst einmal bekannt gegeben wurde, organisieren die Studenten ihre Tätigkeit ohne den Rat des Lehrers. Die Analyse dieser Fallstudie hebt verschiedene operative Vorstellungen hervor, die von den Berufsarchitekten und von den Studenten ausgedrückt werden, und sie unterstreicht bestimmte Aspekte ihrer Tätigkeit (unter anderem durch die Untersuchung von grafischen Handlungen). Sie ermöglicht uns, drei Arten von Vergleichen anzustellen : zwischen zwei Ständen von Fähigkeiten (Berufsarchitekten und Studenten), zwischen einem in einer Studentenarbeitsgruppe gelehrt Modell und einem beruflichen Modell, und schließlich zwischen dem gelehrt Modell und dem tatsächlich von den Studenten aufgenommenen Modell. Die Analyse dieser Fallstudie zeigt schließlich, wie der instrumentale Akt als kognitiver Akt seine Wirkung nicht darauf beschränkt, die Aktivität des die Handhabung des Instruments lernenden Subjekts zu strukturieren. Der instrumentale Akt ermöglicht nämlich einem Studenten auch, kritische Überlegungen und eine konstruktive Bewusstwerdung auszulösen, die er auf seine eigene Lernfähigkeit und auf die didaktische Situation anwenden kann.

Schlüsselwörter: Berufliche Didaktik, Architektur, kognitives Instrument, Lernprozess, didaktische Übertragung.

INTRODUCTION

L'analyse de cas présentée dans cet article porte sur la comparaison entre la manière dont les architectes utilisent ce qu'ils appellent un « organigramme », quand ils conçoivent un bâtiment, et la formation d'étudiants à cette technique. Cette comparaison permet de poser un double problème. Le premier concerne la manière dont un architecte professionnel expérimenté enseigne le projet architectural en atelier, à des étudiants. Le second est posé par la variété d'interprétations que font ses étudiants, du dispositif méthodologique – un organigramme – proposé par cet enseignant. Ces thèmes ont inspiré divers travaux se réclamant d'une approche constructiviste.

On peut rappeler, avant d'évoquer ces travaux, les principaux objectifs de l'approche socio-constructiviste d'une situation didactique (Jonnaert & Vander Borght, 1999) :

- expliciter les phases de construction de leurs propres connaissances par les étudiants eux-mêmes, et la réflexion qu'ils appliquent à celles-ci ;
- repérer et décrire les interactions qui lient enseignant(s) et apprenants (correction de travaux, transmission de consignes, d'informations, de même qu'énonciation de diagnostics d'évaluation, mais également, propagation par l'enseignant d'une image de détention d'une compétence, d'une éthique, etc.) ;
- décrire les caractéristiques des situations d'apprentissage qui lient enseignants et étudiants ;
- expliciter les caractéristiques des savoirs à enseigner (ici, la technique d'organigramme architectural) et des dispositifs pédagogiques mis en œuvre à cet effet ;
- décrire les représentations de la situation didactique détenues par les enseignants.

Cependant, cette approche peut être appliquée à partir de différents points de vues.

Un premier point de vue (« phénoménographique ») peut être centré sur la manière dont un enseignant se représente et conçoit son activité et ses finalités multiples (par exemple, ses relations avec les étudiants peuvent être finalisées par l'objectif de les séduire, de se limiter à une simple transmission d'informations. Une étude « phénoménographique » – au sens de « lecture première d'un phénomène »², s'est attachée à mettre en évidence « l'ensemble des significations de l'acte d'enseigner, tel qu'il est vécu par des professeurs d'université » (Akerlind, 2004). Cet auteur propose deux conceptions extrêmes de l'enseignement qui constituent les pôles opposés d'un espace continu de variation : soit l'action de l'enseignant est uniquement centrée sur la simple transmission de connaissances aux étudiants, soit elle est guidée par l'intention de stimuler leur développement conceptuel et leur réflexion ; d'un autre point de vue, cette action de l'enseignant est, soit centrée sur ses propres stratégies pédagogiques et sur sa personne, soit, au contraire, sur les étudiants, leur apprentissage et leur développement aussi bien personnel qu'en tant qu'êtres sociaux.

Ces travaux mettent principalement en évidence les expériences de la plupart des universitaires. Certains conçoivent les étudiants comme des « récipients passifs de connaissances ou de faits », et eux-mêmes, comme des « fournisseurs de connaissances transmises aux étudiants » (Akerlind,

(2) Cette lecture est ainsi qualifiée de « première », car elle ne met pas en œuvre un modèle théorique a priori (Luc & Durey, 1997).

2004, p. 8). Au contraire, d'autres assimilent l'étudiant « à un créateur actif de son propre apprentissage », susceptible d'atteindre des potentiels de connaissance qui dépassent celui des domaines strictement enseignés.

Un second point de vue concerne directement le présent article (Oxman, 2004). Oxman s'est intéressé aux « cartes mentales » (*thinking maps*) utilisées comme méthode d'enseignement et d'apprentissage de la conception. L'auteur définit les « cartes mentales » (CM) comme « cadres de mise en œuvre »³ (*frameworks*) d'enseignement, révélant « l'habileté des étudiants à organiser et formuler des structures de connaissance en conception » (Oxman, 2004, p. 72). Il s'appuie sur les sciences cognitives⁴ et part de l'hypothèse générale que ces CM sont des modèles qui permettent de rendre explicite un domaine de connaissance. Ces modèles s'expriment dans des formalismes qui permettent de représenter les connaissances de conception mises en œuvre par un étudiant ou un professionnel. Ces formalisations sont programmables sur ordinateur et présentent l'avantage de modéliser, non seulement le système de concepts utilisé par un concepteur, mais aussi, le processus de pensée de ce dernier. Pour Oxman, ces CM constituent une méthode prometteuse dans le domaine de l'enseignement de la conception architecturale : « en construisant une carte conceptuelle qui reflète le processus de pensée développé par une personne dans un domaine, nous rendons explicite la connaissance apprise » (Oxman, 2004, p. 63).

La construction active d'un tel modèle, par l'apprenant, doit l'aider à expliciter ses propres connaissances de conception. Oxman critique les formes traditionnelles d'enseignement, basées sur la personnalité et l'expérience particulière de l'enseignant et réalisées à travers des enseignements lacunaires et implicites, provoquant des difficultés de motivation chez l'apprenant. Certains auteurs constatent que ces difficultés aboutissent invariablement à un échec de l'apprentissage (Akin, 2002).

D'autres modèles, également basés sur des réseaux formalisés de concepts ou de fonctions, sont utilisés dans d'autres domaines que celui de l'architecture. N. Cross montre que la complexité croissante des produits industriels perturbe les concepteurs dont l'expérience s'avère souvent obsolète, face aux nouvelles situations de conception (Cross, 2001). Aussi, pour cet auteur, apparaît la nécessité de mettre au point de nouvelles méthodes « rationnelles », dont les principales caractéristiques sont d'être

(3) Cette traduction (qui pourrait donner aussi « structure ») approximative, s'est efforcée de restituer l'esprit des « cadres » cognitifs de Minsky (*frame*) désignant des blocs de connaissances mémorisées par un sujet et susceptibles d'être instrumentés sous forme de méthode explicite et de graphes destinés à expliciter et à formaliser ces connaissances.

(4) On regroupe sous cette appellation, intelligence artificielle, simulation cognitive et psychologie expérimentale (Bastien, 1982).

« formalisées » (« diagrammes », « organigrammes », « graphes », « logiciels », etc.), et « externalisées »⁵, c'est-à-dire « explicites », « de faire sortir vos idées et votre pensée de la tête » (Cross, 2001, p. 48).

On peut remarquer que toutes ces modélisations « cognitives », appliquées aux concepts et aux processus de pensée des concepteurs, (comme celles décrites par Oxman, plus haut) héritent des méthodes d'analyse fonctionnelle (Simon, 1991), typiques du monde de l'ingénierie et de ses formalisations rationnelles et systématiques. N. Cross remarque que les concepteurs « vivent mal » ces méthodes du fait de leur caractère systématique qu'ils jugent excessif.

Appliquée aux fonctions potentielles de l'objet technique à concevoir, ce type de formalisation permet d'en clarifier les fonctions (analyse fonctionnelle), les performances, de même que l'ensemble des solutions alternatives possibles, susceptibles d'être appliquées à sa conception.

La figure suivante (figure 1) offre un exemple d'aide à la conception, proposé par N. Cross, un « arbre d'objectifs » pour l'étude d'un nouveau système de transport « commode, sûr et attrayant ».

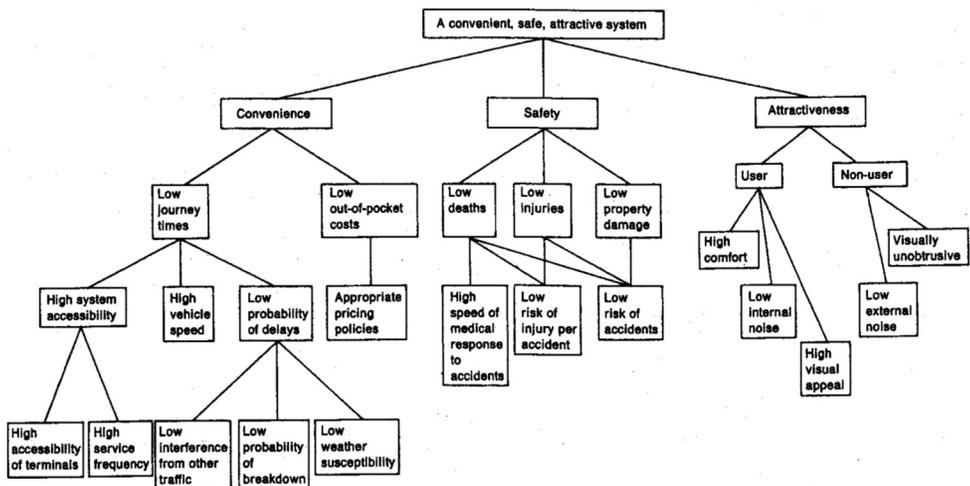


Figure 1 • L'arbre d'objectifs mis au point pour la conception d'un nouveau système de transport « commode, sûr, attrayant » (d'après N. Cross, 2001).

(5) Exprimées par des signaux perceptibles, comme par exemple, les réseaux ou les arborescences graphiques.

L'analyse rapportée dans cet article met en évidence la manière dont un professionnel expérimenté, enseigne aux étudiants d'une école d'architecture, la méthode de l'organigramme, un moyen de formalisation des fonctions et d'organisation des espaces architecturaux en cours de conception. Cet article décrit également la manière dont ces étudiants assimilent cette méthode. Cet enseignement se caractérise par un contenu implicite et mal défini, de même que par l'autorité que l'enseignant fait peser sur ses étudiants, du fait de l'effet opéré par sa personnalité auprès de ces derniers et de sa notoriété professionnelle. Cette même analyse montre que la manière active de s'approprier un instrument assez mal défini (l'organigramme tel qu'il est enseigné en architecture) peut déclencher paradoxalement, chez ces étudiants, des réflexions critiques et autocritiques constructives. Cette analyse empirique décrit les états de transformations successifs que subissent un savoir et un savoir-faire professionnel, quand ils sont enseignés par un architecte professionnel (décideur du savoir à enseigner et metteur en scène didactique du savoir enseigné), puis assimilés par les étudiants de son atelier (savoir effectivement assimilé). La description de ce processus doit permettre, dans un premier temps, d'élaborer une hypothèse d'étude généralisable à l'enseignement du projet architectural tel qu'il est prescrit et pratiqué dans l'ensemble des écoles françaises. Dans un second temps, elle permet l'amorce d'une discussion relative aux possibilités d'application à des pratiques non scientifiques – la conception architecturale – de certains concepts empruntés à la didactique des sciences : « transposition didactique » (Chevallard, 1991) ; « pratique sociale de référence » (Martinand, 1986).

Dans une première partie (1. Problématique et méthode de recueil et d'analyse des observables de la transposition didactique), un modèle général d'organigramme est décrit à partir de documents pédagogiques et d'une définition du concept de « fonction », extraite de la littérature architecturale. Les principaux cadres théoriques qui intègrent l'organigramme dans le contexte dynamique d'un acte instrumental et la méthodologie générale de l'étude, clôturent cette première partie.

Une seconde partie est consacrée à la manière dont deux architectes professionnels expérimentés et spécialisés, emploient un organigramme en situation réelle de conception d'un bâtiment (2. Représentation opérative et utilisation de l'organigramme par des professionnels).

Une troisième partie décrit le modèle d'organigramme enseigné par un architecte professionnel, dans le cadre d'un atelier de projet, à partir de ses propres représentations opératives de l'instrument et du code graphique prescrit pour son utilisation (3. Représentation opérative et enseignement de l'organigramme par un architecte professionnel).

La quatrième partie décrit la manière dont une forme d'organigramme est assimilée par des étudiants en architecture, dans le cadre d'un exercice d'atelier (4. La conceptualisation de l'organigramme par les étudiants).

Une discussion rassemble les principaux résultats de cette analyse de cas en repérant des contrastes importants, d'une part, entre la pratique professionnelle de référence de l'organigramme et la conception qu'en a l'enseignant, de l'autre, entre l'organigramme enseigné et l'organigramme assimilé. Elle ouvre une perspective de réflexion didactique.

1. PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODE DE RECUEIL ET D'ANALYSE DES OBSERVABLES DE LA TRANSPOSITION DIDACTIQUE

1.1. L'instrument « organigramme », tel qu'il est enseigné dans un atelier d'architecture

Les connaissances à enseigner sont très peu réglementées dans la formation des architectes. Ce type de formation varie d'une école à l'autre, d'un atelier à l'autre, et d'un enseignant à l'autre. En fait, les enseignants de la conception architecturale (dits « enseignants de projet ») sont des professionnels appréciés surtout en fonction des bâtiments qu'ils ont conçus : « la légitimité des savoirs ne se négocie plus par rapport à l'institution mais par rapport à la pertinence de ces premiers quant à l'activité professionnelle » (Rogalski et Samurçay, 1994, p. 36).

Certains documents distribués en atelier et quelques ouvrages permettent de définir une notion générale « d'organigramme » en architecture.

On peut lire, dans un énoncé d'exercice réalisé dans l'atelier « UNO »⁶ : « l'organigramme est un schéma qui situe les relations fonctionnelles obligatoires » (Dervieux & Gahinet, 1999, p. 117). On trouve dans le même énoncé, le principe suivant : «... à chaque fonction son espace » (idem, p. 14).

Ce que ces auteurs appellent « fonctions », ce sont des catégories générales d'activités (« se réunir », « se reposer », « se laver », etc.), chacune d'entre elles étant décomposable en sous-fonctions (par exemple, la fonction principale « se reposer », peut se décomposer en « méditer », « s'isoler », « lire », « dormir » et la fonction principale « se réunir », en « discuter », « danser », « recevoir », etc.). Cette définition s'inspire des écrits de Le Corbusier qui illustre la notion, à travers les exemples de ce qu'il nomme les « quatre fonctions » : « habiter, travailler, se recréer (dans les heures libres)⁷, circuler » (Le Corbusier, 1957, p. 99).

(6) Atelier d'architecture de l'école de Paris-Belleville. Un exemple d'organigramme est traité dans un article précédent (Lebahar, 2001).

(7) On peut faire l'hypothèse, en dehors du propos principal, d'un souci de Le Corbusier d'afficher l'ambition d'être l'architecte, non seulement de l'habitat, mais aussi de la vie biologique et sociale des habitants.

Ce type d'organigramme (dit « organigramme de fonctions ») permet à l'architecte de simuler les activités des usagers du bâtiment qu'il conçoit, de manière à estimer leurs besoins en quantité et en qualité d'espace (isolation, lumière naturelle, moyens de circulations, etc.). À l'issue de ces simulations, l'architecte professionnel émet des exigences fonctionnelles à l'aide desquelles il évalue les contraintes de surfaces fixées par le programme communiqué par son client. L'architecte doit élaborer un plan de bâtiment qui soit, dans la mesure du possible, adapté à la fois à ces surfaces (contraintes prescrites) et à ces « fonctions » (contraintes construites)⁸.

1.2. Une approche exploratoire

Cette approche exploratoire (analyse de cas effectuée sur un échantillon réduit, mais significatif, de sujets), fournit des résultats qui concernent les représentations opératives et les pratiques effectives de l'instrument « organigramme ». On entendra par « représentation opérative » (Piaget, 1961 ; Ochanine, 1966), les évocations verbales ou dessinées de l'organigramme, établies par des professionnels et des étudiants. Elles révèlent des concepts opératoires (« fonction », « liaison », « espace », « usager », etc.), ainsi que des méthodes et objectifs qui orientent les opérations de conception réalisées par ces professionnels et étudiants. Le concept « d'instrument » utilisé pour qualifier ce type d'organigramme est défini en référence à certains travaux de Vygotski tels qu'ils ont été rassemblés dans un recueil de textes choisis par Schneuwly et Bronckart et analysés par ces auteurs (Schneuwly et Bronckart, 1985, p. 39) : « l'instrument psychologique modifie le déroulement et la structure des fonctions psychiques en déterminant par ses propriétés, la structure du nouvel acte instrumental, tout comme l'instrument technique modifie le processus d'adaptation naturelle en déterminant la forme des opérations de travail ».

De ce point de vue, nous attribuons à l'organigramme deux fonctions instrumentales. C'est un instrument technique : il permet de résoudre le problème posé par la réalisation d'un plan de bâtiment. C'est un instrument psychologique : il permet aux architectes professionnels et aux étudiants d'organiser leur activité par rapport à une tâche de conception. Cette organisation de l'activité consiste notamment à la planifier, à sélectionner les données pertinentes de la situation, à réaliser des représentations matérialisées permettant d'objectiver sous forme graphique des hypothèses de conception.

(8) On peut noter que ce concept de « fonction » n'est pas le même que celui utilisé en biologie ou en analyse fonctionnelle. Dans ces domaines de connaissance, une fonction peut se définir, de manière très générale, comme l'action finalisée qu'une sous-structure réalise pour conserver une structure d'ensemble, et inversement, comme l'action globale de la structure d'ensemble qui permet la conservation de la sous-structure (par exemple, Piaget, 1967, p. 200 ; Walliser, 1977, p. 81).

Mais cette analyse de cas montre aussi que cette pratique de l'organigramme permet à ces étudiants d'en extraire une connaissance critique. Celle-ci les conduit à évaluer en permanence, par le biais de la réflexion, l'état de leur propre compétence architecturale.

1.3. Méthode de recueil et d'analyse, des représentations et pratiques opératives de l'organigramme

Le but était de comparer trois états de savoirs et de savoir-faire liés à la construction et à l'utilisation de l'organigramme (professionnel ; à enseigner et enseigné ; assimilé par des étudiants, en situation didactique). Les indicateurs de cette comparaison sont essentiellement des représentations verbalisées, des dessins et des processus de dessins d'organigramme, eux-mêmes commentés par leurs auteurs respectifs, de manière à offrir à l'analyse différents observables de leur activité.

La démarche générale a consisté à analyser les représentations d'organigramme produites successivement, par deux professionnels expérimentés, un enseignant d'atelier ayant soumis ses étudiants à un exercice d'application de l'organigramme, et quatre des étudiants ayant réalisé cet exercice. Ces étudiants (troisième année d'étude architecturale), avaient pour tâche de concevoir les bâtiments prescrits par un programme architectural de restaurant universitaire. Ils étaient tenus d'employer un organigramme pour traduire ce programme en termes de fonctions et de liaisons entre fonctions. Ce programme définissait les catégories de locaux qui devaient être conçues, ainsi que leurs surfaces respectives (« une salle à manger de 500 m², un hall de 180 m², une surface de sanitaires de 35 m², etc. »). Ce programme spécifiait certaines contraintes comme la taille du parking (70 places) ou l'effectif de la population utilisatrice (« 2 000 personnes servies en trois services, midi et soir »).

Un guide d'entretien différent a été utilisé pour chaque classe d'acteurs.

Il a été demandé aux professionnels de définir, dans un premier temps, le concept d'organigramme en l'absence de toute trace ou document. Dans un second temps, il leur a été demandé de décrire dans le détail la manière dont ils avaient construit et utilisé un organigramme en « situation naturelle ».⁹ Ils ont fourni ces commentaires d'explicitation en exploitant les documents de travail qu'ils avaient volontairement conservés pour faciliter l'analyse de cas.

(9) Situation non expérimentale, réalisée dans un environnement professionnel concret.

Les étudiants ont décrit, en les redessinant sous nos yeux, les organigrammes qu'ils avaient réalisés pour l'exercice, quelques jours auparavant (en l'absence de tout document ou de toute trace de l'exercice). Ils ont défini dans les mêmes conditions, les concepts de « fonction », de « liaison entre fonctions », et « d'espace ». Ils ont ensuite exprimé la représentation qu'ils avaient de « l'usager ». Enfin, ils ont commenté la situation didactique dans laquelle ils avaient réalisé cet exercice.

L'enseignant a explicité l'exercice et la méthode de construction de l'organigramme qu'il avait communiquée aux étudiants, en s'aidant de croquis.

Ces différentes représentations (verbalisées et dessinées) ont fait l'objet d'une analyse de contenu. Les dessins exécutés sous nos yeux, ont été décodés dans le détail et à haute voix par leurs auteurs respectifs.

Les résultats de l'analyse de contenu sont présentés dans différents tableaux, sous forme d'énoncés ou d'extraits d'énoncés, avec ou sans guillemets. Les énoncés sans guillemet sont des codages, sous forme de paraphrases, d'éléments significatifs recueillis dans les entretiens. Les énoncés entre guillemets sont des citations d'entretiens conservées en l'état, du fait de leur caractère d'exemplarité, par rapport aux objectifs de l'analyse de cas.

2. REPRÉSENTATION OPÉRATIVE ET UTILISATION DE L'ORGANIGRAMME, PAR DES PROFESSIONNELS

Deux architectes (P. C. et D. P.) expérimentés, employant systématiquement un organigramme pour chaque projet, ont été interrogés sur la manière dont ils se représentaient et utilisaient un organigramme. Dans le cadre de cette observation, cette utilisation de l'organigramme par des experts, constitue la « technicité » d'une « pratique de référence » (Martinand, 1994, p. 68). Cet auteur définit le concept de « pratique sociale de référence » de la manière suivante : des « activités objectives de transformation d'un donné », dans un « secteur social », qui entretiennent avec les activités didactiques une relation de comparaison (Martinand, 1994, p. 137). Dans cette analyse de cas, le concept réduit de « pratique de référence » a été employé à dessein, dans la mesure où l'analyse appliquée à l'activité de deux architectes professionnels utilisant un organigramme, ne permet pas de parler de « pratique sociale de référence ».

P. C. est spécialisé dans la conception de centres commerciaux. Ses réponses ont porté sur l'une des phases d'utilisation d'un organigramme, pour un projet en cours de conception, au moment de l'étude présentée dans cet article. D. P. est spécialisé dans la conception de centres hospitaliers. D. P. a reconstruit, pour les besoins de l'analyse, l'organigramme qu'il venait d'utiliser pour un projet d'hôpital.

2.1 Premier cas : « l'organigramme est un moteur de réflexion pour l'architecte » (P. C.)

Définition générale d'un organigramme en l'absence de tout document et de tout dessin

Pour P. C., l'organigramme permet de répartir dans le bâtiment qui sera construit, les surfaces fixées dans le programme communiqué par un maître d'ouvrage : « ces surfaces, c'est comme des morceaux de tissus qu'on m'a donnés pour faire une robe de mariée. Mais quand j'examine la surface du terrain d'implantation du bâtiment, il y a un problème ! Je me rends compte que, pour contenir toutes les surfaces du programme, ce bâtiment devra s'élever sur trois niveaux ! ». Quand on demande à P. C. de proposer une définition générale de l'organigramme, il répond : « une représentation graphique, qui permet de visualiser une complexité ». Il répète à différentes reprises : « l'organigramme est un moteur de réflexion indispensable pour l'architecte. Je modifie mes organigrammes à plusieurs reprises jusqu'aux plans définitifs ».

Description de la construction d'un organigramme à partir de dessins

P. C. décrit cette construction, en commentant les dessins qu'il a réalisés pour chaque phase de conception.

- Première phase :

P. C. fait inventaire des surfaces fixées par le programme, puis représente chacune de celles-ci par un quadrilatère coloré. Chaque quadrilatère est proportionnel à la surface qu'il représente. Chaque couleur de quadrilatère indique la destination de cette surface (Figure 1). Cette destination est aussi indiquée par une norme « MS », ou « moyenne surface », signalant une unité de surface commerciale occupant entre 600 et 3 000 m² (par exemple, une « FNAC » ou un « Monoprix »). Chaque désignation « MS » est suivie d'un chiffre allant de 1 à 5. Chaque MS est définie par les programmes prescrits par les maîtres d'ouvrage participant à la commercialisation de surfaces destinées à la grande distribution (municipalités, promoteurs privés ou publics) : « MS-1 » désigne les « grandes moyennes surface » de 3 000 m² et plus (par exemple, la FNAC) ; MS-2, les « grandes moyennes surface » alimentaires ; MS-3, les « grandes moyennes surface » de vêtement ; MS-4, les « grandes moyennes surface » de meubles ; MS-5, les « grandes moyennes surface » de matériel électroménager. Ces MS se caractérisent par des fourchettes de loyers précises. Les « boutiques/services » désignent des petits locaux commerciaux (moins de 600 m²) ou des offices (comme des offices touristiques), susceptibles d'être implantés dans un centre commercial. Les « étaliers » sont les commerçants qui vendent sur des marchés.

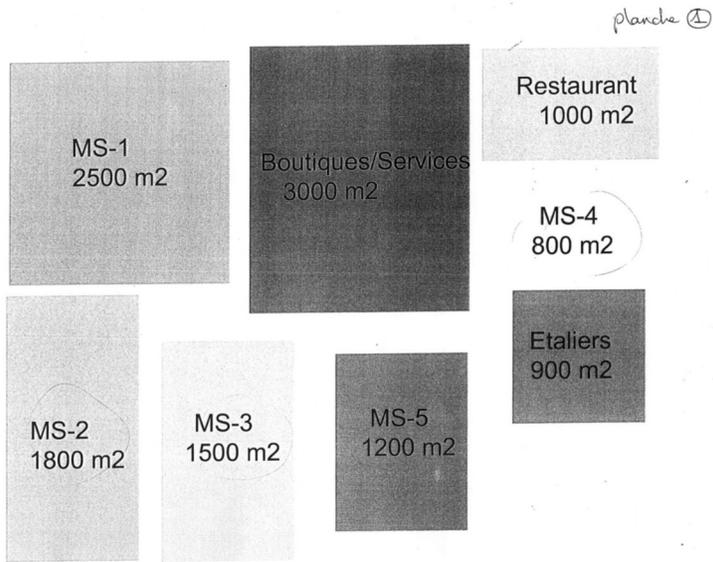


Figure 2 • Répartition des surfaces par type de commerce.

- Seconde phase (Figure 3) :

P. C. distribue ces surfaces dans les trois niveaux verticaux du futur bâtiment (RDC, R+1, R+2).

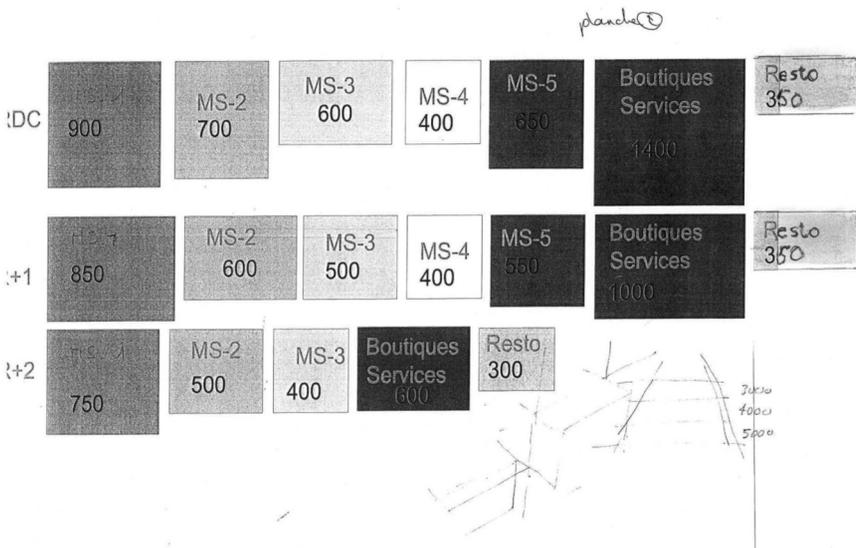


Figure 3 • Répartition des surfaces commerciales par niveau.

- Troisième phase :

P. C. établit, pour chaque niveau (rez-de-chaussée, niveau 1, niveau 2), une hypothèse de positionnement d'ensemble de ces surfaces (Figure 4).

La réalisation d'un organigramme de fonctions n'intervient qu'à partir de cette troisième phase. Elle permet de simuler les activités associées à chaque surface et leurs interactions réciproques, d'évaluer leurs possibilités de coexistence et du même coup, les possibilités de voisinage, de séparation, d'intersection, d'ordre, de proximité, d'éloignement, de liaisons horizontales et verticales entre les volumes qui vont abriter ces activités. Chaque surface (« morceau de tissus ») est examinée l'une après l'autre comme un double signifiant : signifiant d'une activité (« acheter ses vêtements », « regarder un film », « manger », etc.), signifiant d'un volume partiel (« boutique », « cinéma », « restaurant », etc.) du bâtiment global (« robe de la mariée »).

Niveau par niveau, P. C. élabore ainsi, pour chaque surface, des scénarii d'activités. Le croquis de la Figure 4 offre un exemple de ce que P. C. appelle un « organigramme de fonctions ». Il permet de simuler toutes les activités et les liaisons concernant la « Halle », par des brouillons rapides d'énoncés écrits à la main désignant différents types de produits ou de symboles sociaux (« image de marque »), des bulles enserrant des noms d'espaces spécifiques, etc. Il relie ces éléments hétérogènes par des flèches. L'ensemble est réparti dans un tableau à deux colonnes (une pour les « lieux » et l'autre pour les prescriptions du « programme »). Ses doubles flèches relient aussi bien des éléments situés à l'intérieur d'une colonne que dans les deux colonnes.

Les connaissances de référence sous-jacentes aux simulations d'activités et de liaisons entre activités opérées par P. C.

P. C. s'appuie sur des études publiées dans des revues spécialisées : « Toutes les études montrent, qu'au rez-de-chaussée, tu as 100 % de ventes ; au deuxième étage, tu chutes à 30 % de ventes et au troisième, etc. »

Il réalise plusieurs combinaisons possibles de surfaces, en fonction des flux de populations : « les grands flux piétonniers sont là, à gauche de la façade. Tous les gens arrivent ici. Ceux qui démarrent vers le secteur piétonnier arrivent par-là... »

Il interprète chaque surface et chaque liaison entre surfaces, en imaginant des scènes d'activités humaines, de manière détaillée : « chaque surface éveille en moi, une capacité scénographique. Je me dis que je vais acheter quelque chose à la FNAC, que je prends une place de cinéma au guichet qui est juste à côté, etc. »

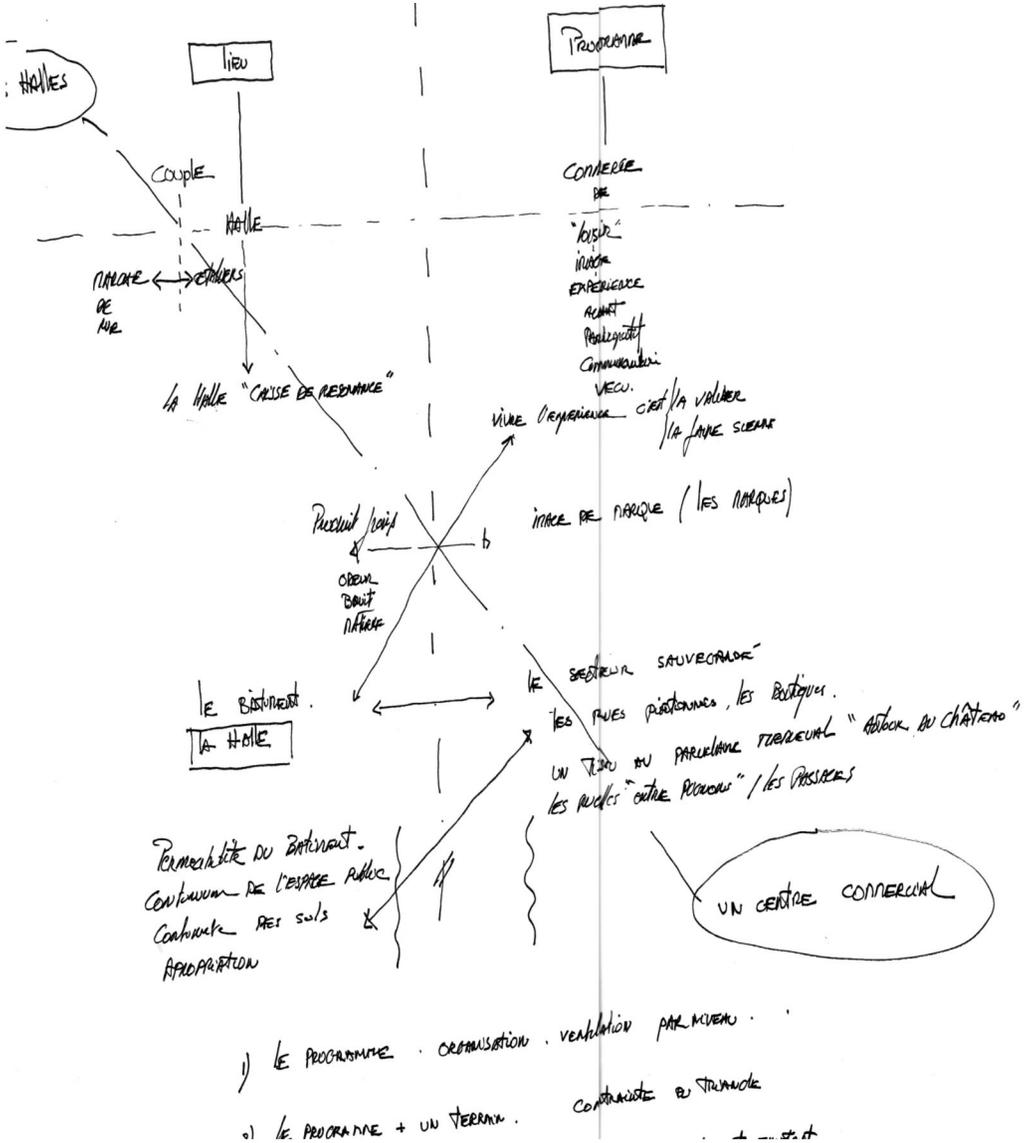


Figure 4 • Un organigramme de P. C. simulant une partie des activités liées à la halle du rez-de-chaussée.

P. C. a une connaissance opérative approfondie de sa pratique de l'organigramme

P. C. avoue avoir modifié la méthode d'organigramme acquise alors qu'il était étudiant, pour l'adapter à ses projets¹⁰. Il attribue à cette méthode les avantages suivants.

- C'est une aide à la mémoire de travail. Cette aide est matérialisée dans un document qu'il « consulte toutes les fois qu'il doit se remémorer le problème dans ses détails ».
- C'est un moyen de planification de l'activité de conception : « isoler des étapes de travail bien définies et travailler par bloc de questions » (Lebahar, 1983 ; Hoc, 1987).
- C'est un moyen de réduction de la complexité : « la complexité de mon bâtiment est réduite par des moyens visuels simples ».
- C'est un moyen de sélection de l'information pertinente : « il me permet d'isoler les éléments importants du problème posé ».
- C'est un moyen de « hiérarchisation de mes éléments pertinents ».

2.2. Second cas : traduire le programme de bâtiment par des relations entre entités (D. P.)

Définition générale de l'organigramme en l'absence de tout document et de tout dessin

Pour cet architecte, « l'organigramme traduit le programme de bâtiment en termes d'entités et de relations entre entités ». Une « entité » désignera aussi bien des « locaux », des « véhicules », que des « entités fonctionnelles ». L'organigramme a pour fonction, d'après D. P., d'adapter les contraintes de surfaces et de fonctionnement prescrites par un programme de bâtiment, au site d'implantation choisi pour ce bâtiment ; « je recherche un compromis entre les contraintes objectives et les prescriptions du programme ».

Description des phases de construction de l'organigramme à partir de ses dessins : signalétique et sémantique du code d'organigramme (figure 5)

Plutôt qu'une procédure séquentielle (ce qu'a décrit P. C.), D. P. assimile sa méthode d'organigramme au code qu'il utilise pour le construire. En voici les principaux éléments (croquis 1 et 2, figure 5).

(10) Cette méthode est enseignée à l'atelier « UNO », au sein de l'école d'architecture de Paris-Belleville (Lebahar, 2001).

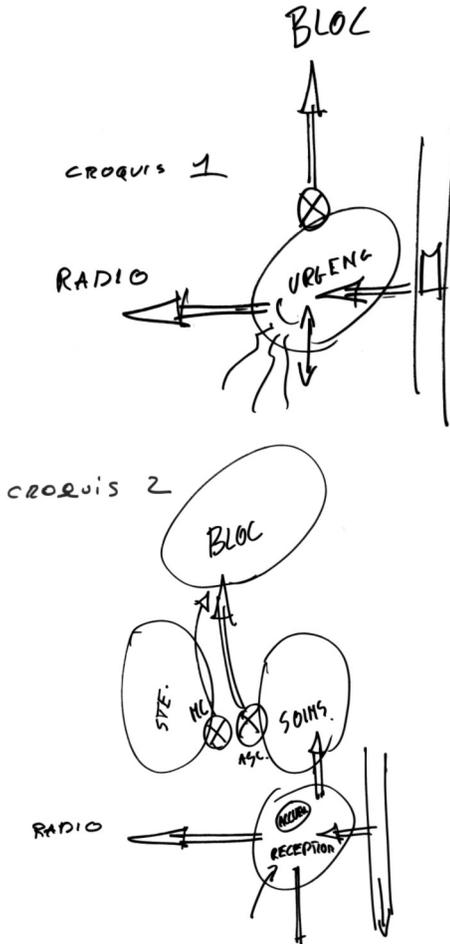


Figure 5 • Organigramme de D. P.

« Relation plus importante » est représentée par une flèche en double trait.

« Relation moins importante » est représentée par une flèche en trait simple. Les « liaisons verticales » (trajectoire d'ascenseur, franchissement de niveau, etc.) sont dessinées le long de l'axe vertical de la feuille de calque. Une flèche en double trait part de l'accès à l'ascenseur (petite bulle enserrant une croix de Saint-André, juxtant la grande bulle *URGENCE*). Cette flèche en double trait aboutit à *BLOC* (bloc opératoire). Une flèche double en trait simple indique une liaison avec le garage sous-terrain.

Les « liaisons horizontales » (entre entités d'un même niveau) sont dessinées le long de l'axe horizontal de la feuille de calque. Une flèche en double trait a pour origine *URGENCE* et pour extrémité *RADIO*. Une autre flèche en double trait pénètre dans *URGENCE* et part de « l'ambulance » représentée par un petit rectangle placé sur la voie d'accès de droite.

La « possibilité de vue à l'extérieur » (à partir du local des urgences), est signalée par un arc de cercle d'où rayonnent des segments de lignes ondulantes.

La surface du cercle qui représente une « entité fonctionnelle » est toujours proportionnelle à la surface du local qui abritera cette entité : « je mets une grande patate pour les urgences parce que c'est grand ».

Dans l'exemple traité devant nous, D. P. nomme « entité fonctionnelle », la « stérilisation (*STE.*) associée au bloc opératoire, à la salle de réveil, à la radiologie, à la salle de soins » (croquis 2). Ainsi, une même entité fonctionnelle peut correspondre à plusieurs volumes d'un bâtiment.

Les « ambulances » et le « hall d'accueil » sont également des « entités ».

Les « liaisons entre entités » sont, soit des moyens d'accès menant d'une entité à l'autre (la voie d'accès entre la route et les urgences), soit des vues.

Une liaison importante est prioritaire, quand elle concerne la « fonction principale » du service : « prendre les gens qui arrivent en urgence dans l'ambulance, le plus vite possible, par la voie la plus directe possible, la plus lisible possible » (croquis 1) ; « la meilleure fluidité est réservée à la relation principale. Là, tu as un malade mal en point qui est aux *SOINS* et qu'on envoie par ascenseur (*ASC*) au *BLOC* (flèche verticale double trait) (croquis 2). Une liaison secondaire ne bénéficiera pas du même traitement architectural qu'une liaison principale : « la famille visiteuse accède aussi aux urgences, en passant par une voie qui n'a pas pour priorité d'être la plus directe. Pour ce qui est de la liaison entre le monte charge (*MC*) qui part de la stérilisation (*STE.*), et le *BLOC*, je peux toujours m'arranger, ce n'est que du matériel... » (croquis 2).

La relation prioritaire peut caractériser non seulement une circulation ou un accès, mais également le choix d'un point de vue visuel : « Dans une salle de restaurant la vue à l'extérieur peut devenir un objectif prioritaire.

D. P. a également une connaissance opérative approfondie de sa pratique de l'organigramme

D. P. déclare que le modèle d'organigramme qu'il utilise, est exactement le même que celui qu'il a « appris à utiliser dans l'atelier P., à Marseille. »

L'organigramme est décrit par D. P. comme un moyen de planification de l'activité de conception : « j'avance volontairement par petits pas dans le projet, sous la forme de petits organigrammes, partie par partie du bâtiment ».

C'est un moyen de réduction de la complexité : « je cherche, au départ, à avoir surtout une idée claire des relations entre entités ».

C'est une aide à la mémoire de travail : « je dessine l'organigramme pour ne pas oublier des détails importants ».

C'est un moyen de sélection de l'information pertinente : « Il y a des entités et des relations entre entités qui sont importantes et d'autres qui ne le sont pas ».

2.3. Une hypothèse de pratique de référence

On a vu que les codes et les méthodes employés pour réaliser l'organigramme, étaient différents chez P. C. et D. P.

Cependant ces pratiques ont de nombreux points communs :

- manipulation d'unités indissociables combinant surface et activité, cette manipulation portant indifféremment sur la surface ou l'activité (P. C. et D. P. combinent les deux dans un même organigramme) ;
- interprétation de quantités de m² prescrites par un programme en catégories d'activités ;
- adaptation de ces surfaces et activités aux contraintes matérielles d'un site d'implantation ; aide à la mémoire de travail ;
- planification de l'activité architecturale ;
- réduction de complexité ;
- sélection de l'information pertinente ;
- caractère abstrait de dessins schématiques plus (D. P.) ou moins (P. C.) codés ;
- simulation des activités combinant une expérience personnelle (projection d'un vécu) à des références d'expertise (revues, expérience ancienne dans un type de bâtiment donné).

Pour ces deux experts (ainsi que pour l'architecte enseignant P. F.), l'organigramme est un héritage d'école.

3. REPRÉSENTATION OPÉRATIVE ET ENSEIGNEMENT DE L'ORGANIGRAMME PAR UN ARCHITECTE PROFESSIONNEL (P. F.)

Le but est de décrire la représentation opérative qu'a de l'organigramme, l'enseignant d'atelier P. F. chargé de l'enseigner, afin de pouvoir la comparer, d'une part à celle des deux professionnels, de l'autre, à la manière dont elle sera assimilée par ses étudiants. De ce point de vue, les sources manifestes de la transposition pratique effectuée par cet enseignant, sont simples : elles sont externes au savoir savant (aucun traité ou étude

historique n'a été cité par lui, ni proposé aux étudiants) ; elles proviennent d'un cours qu'il a suivi en tant qu'étudiant à l'école polytechnique de Zurich en 1970. Elles se réfèrent à son expérience de concepteur professionnel. Lui-même avoue (ce qu'il déclare abondamment à ses étudiants) ne plus employer d'organigramme, car son expérience des bâtiments « dispense tout architecte confirmé de la pratique de l'organigramme ».

3.1. La représentation de sa pratique professionnelle par P. F.

En dehors du fait qu'il est enseignant, P. F. est un architecte professionnel expérimenté qui a conçu plusieurs bâtiments publics et privés. L'organigramme défini par P. F. apparaît comme l'état d'élaboration d'une représentation dessinée et strictement codée, un document intermédiaire entre la commande de bâtiment et les plans de ce dernier. C'est aussi un moyen de planification (Lebahar, 1983 ; Hoc, 1987) du travail de conception (au sens où il va guider le travail de l'architecte et ses hypothèses successives de conception). C'est également la reformulation et la formalisation, par l'architecte, du programme de surfaces du bâtiment.

3.2. La définition, par P. F., du code d'organigramme qu'il a communiqué aux étudiants

La figure 6 restitue le code « d'organigramme de fonctions » que l'enseignant P. F. a communiqué aux étudiants. L'organigramme doit interpréter ces surfaces en « fonctions » et en « liaisons entre fonctions ». Il définit les fonctions comme « les activités humaines, abritées dans les enveloppes architecturales » qui correspondent aux surfaces prescrites par le programme. Quand on lui demande d'en énoncer quelques-unes, il dessine des cercles qui entourent des verbes à l'infinitif énonçant des actions générales : « recevoir de la marchandise », « téléphoner », « boire un café », etc. Ce code doit permettre de distinguer des fonctions « principales », de « fonctions secondaires ». P. F. précise qu'il ne faut pas confondre « fonction » et « espace », ce dernier terme désignant les catégories « d'enveloppes » permettant la réalisation d'une fonction. Il définit « activité secondaire » en (3), comme « activité nécessitant peu d'espace et ne concernant pas une majorité de personnes ». Il définit les liaisons entre « activités indissociables »¹¹ comme des nécessités, fixées par le programme ou construites par l'architecte. Il définit les fonctions « indissociables » comme « plus ou moins susceptibles d'être abritées par le même volume ». Là aussi, il exprime la

(11) Le système de représentation et de traitement de ces « fonctions » entretient une analogie avec ce que l'on pourrait appeler une application sommaire de l'algèbre des parties d'un ensemble, formalisée par des diagrammes de Venn ou d'Euler figurés par des « patates », selon les propres termes de Barbut (Barbut, 1969). Cette source n'est jamais évoquée par les acteurs interviewés, ni dans les documents pédagogiques examinés (notamment le cours de l'école polytechnique de Zurich).

définition d'une fonction en termes d'espace. Ces liaisons sont, soit plus ou moins nécessaires d'après la logique et/ou l'expérience de conception (5, 6), soit demandées explicitement dans le programme (7). P. F. illustre la réponse à (7), en prenant comme exemple la création d'un moyen de circulation (grande porte, juxtaposition des deux pièces, etc.) qui rapproche au maximum, la salle de restaurant et la cafétéria. La liaison (8) exprimée par un segment de droite dessinée en trait fin, doit être comprise comme « simplement souhaitée dans le programme ». Enfin, une flèche entrante aboutit au cercle indiquant l'activité vers laquelle se dirige une personne, et inversement, une flèche sortante a pour origine le cercle indiquant l'activité qu'elle vient d'achever. Cette formalisation permet de décrire des scénarios d'actions possibles.

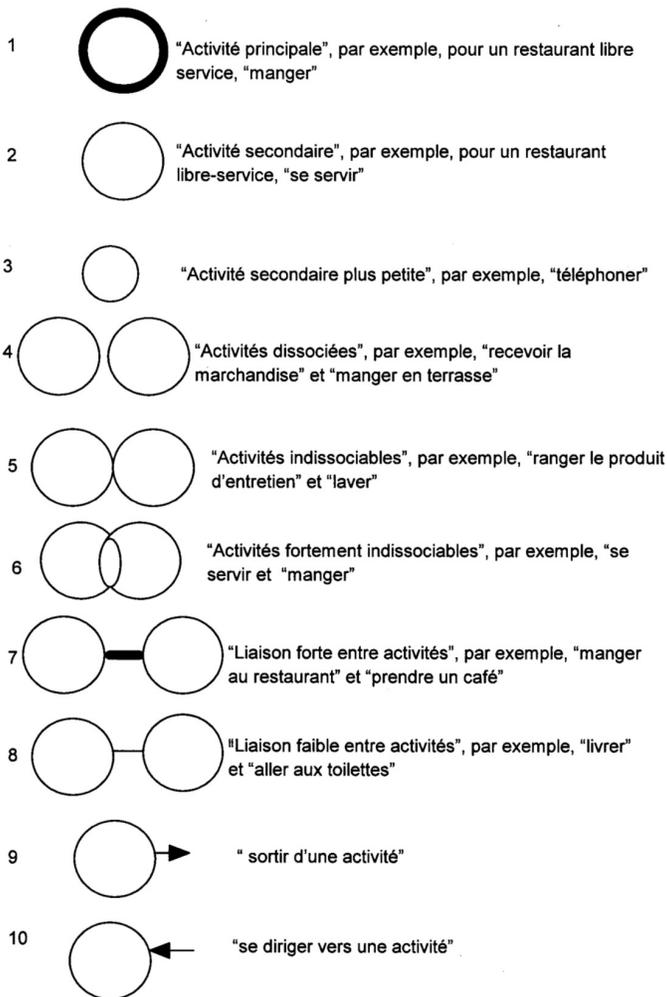


Figure 6 • Code prescrit par l'enseignant

Comment l'organigramme enseigné par P. F. est-il assimilé par les étudiants ?

4. LA CONCEPTUALISATION DE L'ORGANIGRAMME PAR LES ÉTUDIANTS

4.1. Définition verbalisée de l'organigramme, sans production de croquis, sans l'aide des documents utilisés ou réalisés pendant l'exercice (Tableau 1)

Aucune de ces définitions n'est identique (les actions de l'utilisateur forment un parcours séquentiel pour C. B., des choix entre actions possibles pour A. M.). Elles sont lacunaires (énonciation partielle des caractéristiques d'un organigramme). Ces définitions ne décrivent pas l'organigramme en tant qu'objet ou que système d'ensemble.

S. L.	C. B.	A. M.	A. G.
Extraire les fonctions d'un programme	Extraire les fonctions d'un programme	Extraire les fonctions d'un programme	Extraire les fonctions d'un programme Exemple : « manger », « entrer », « se garer », etc.
Subdiviser en fonctions simples, un objet complexe Exemple : Un restaurant universitaire Fonctions simples Exemple : « se laver les mains, chercher un ticket, manger, poser son plateau, etc. »	Simuler les déplacements d'une personne dans le bâtiment Exemple : « j'arrive, je me gare, je sors de ma voiture, j'avance, je rentre dans un espace » Subdiviser en fonctions simples, un objet complexe	Simuler les choix d'itinéraire d'une personne dans le bâtiment Exemple : « je me promène » Ou « j'arrive pour manger »	Hiérarchiser les Fonctions par : Degré d'importance ; Importance des liaisons entre fonctions.

Tableau 1 • définitions de l'organigramme (sans document, sans production de croquis)

4.2. La description de l'organigramme à l'aide d'un croquis, sans l'aide des documents utilisés ou réalisés pendant l'exercice

S. L.	C. B.	A. M.	A. G.
« FONCTION »			
Les fonctions ne sont pas des espaces Exemples : « se servir, regarder dehors, manger, etc. » Il y a des fonctions plus ou moins importantes Exemple : « cinquante ou une seule personne, ça ne change rien à l'importance de la fonction »	Les fonctions ne sont pas des espaces Il y a des fonctions plus ou moins importantes Les fonctions importantes sont celles où il y a du monde	Les fonctions ne sont pas des espaces Il y a des fonctions plus ou moins importantes Les fonctions importantes sont celles où il y a du monde	Les fonctions ne sont pas des espaces Il y a des fonctions plus ou moins importantes Exemple : « manger est plus important que voir dehors »
« ESPACE »			
« Lieu où il y a quelque chose, pour se laver les mains, pour ranger, il y a un dehors et un dedans »	« Un espace est un lieu : salle de repos, vestiaire, bureau, etc. »	« Le hall a 200 m ² , par exemple, le type va marcher dans des espaces, des locaux, sales ou propres »	« Un lieu contenant une fonction, un volume qui a des proportions... »
« USAGER »			
« Il va suivre un certain nombre d'actions en fonction de ses besoins »	« Il y a des suites d'actions qui sont automatiques, on ne peut pas faire autrement »	« Ce que je fais moi-même, quand je rentre dans un restaurant »	« Je fonctionne sur mon vécu »

Tableau 2 • Définitions des concepts « fonction », « espace », avec réalisation d'un croquis et sans document réalisé pour l'exercice, et « usager »

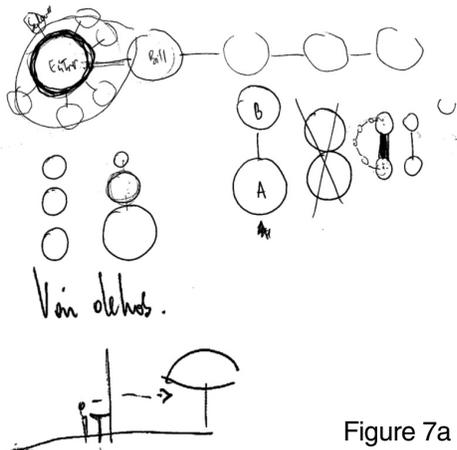


Figure 7a • Croquis d'explicitation de S. L.

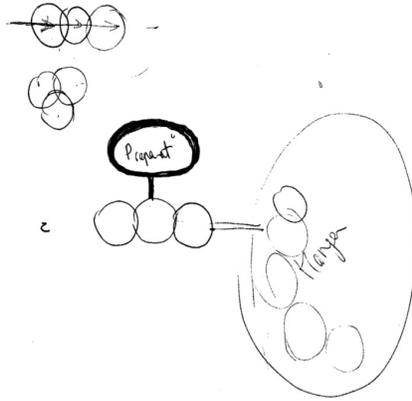


Figure 7b • Croquis d'explicitation de C. B.

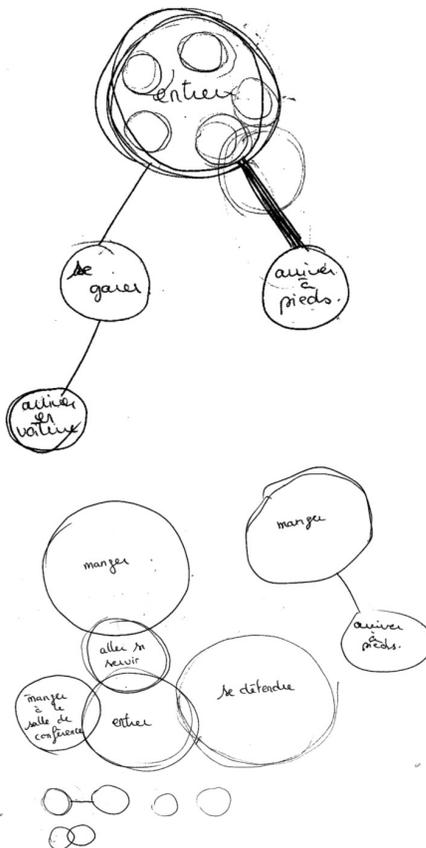


Figure 7c • Croquis d'explicitation de A. M.

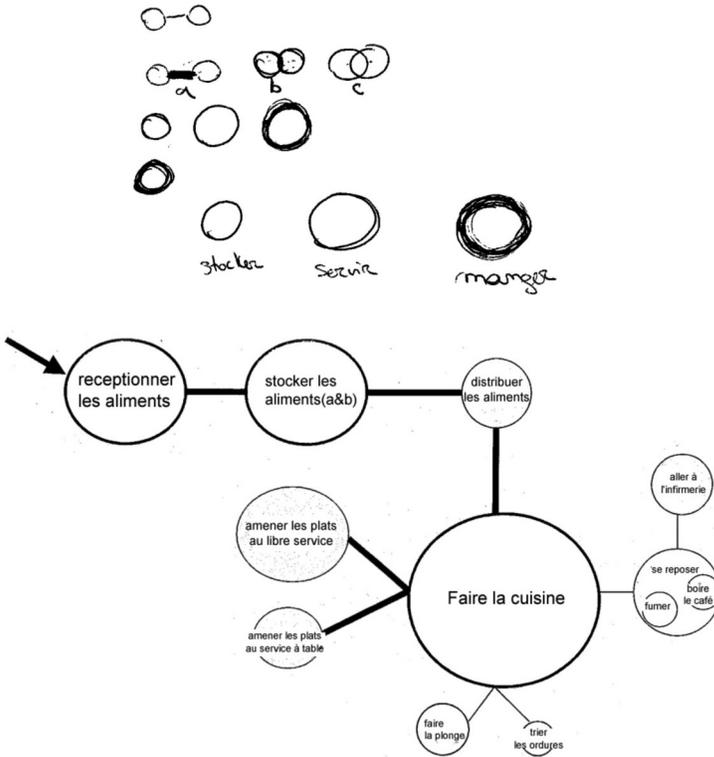


Figure 7d • Croquis d'explicitation de A. G. et mise au propre de l'organigramme de A. G.

Les descriptions du code énoncées par chaque étudiant sont lacunaires et diffèrent entre elles (figures 7a, 7b, 7c, 7d)

S. L. dessine non seulement les relations et les fonctions qui ont été décrites dans sa description verbale, mais également des croquis dont il ne se souvient plus de la signification (cercles collés barrés après coup, cercle épais représentant une fonction *ENTRER*, rayonnant en cercles périphériques, contenu dans un grand cercle en intersection avec un premier cercle (Bill pour « distributeur de billets »), placé au début d'une chaîne de fonctions liées par des traits fins (liaison « moins importantes »). Il ne définit, ni « cercle épais », ni « cercles collés ou en intersection ».

C. B. établit un croquis qui illustre des combinaisons de liaisons entre fonctions « succession », « caractère indissociable » et « simultanéité », « caractère indissociable », signifiés qu'il n'explicite pas, dans sa description verbale du code.

A. M. explicite les cercles collés ou en intersection (fonctions plus ou moins « indissociables ») et les cercles plus ou moins grands (en fonction de l'importance des fonctions qu'ils représentent). Bien qu'il représente, en croquis, les liens entre fonctions de deux façons (segments en trait fin ou en trait épais), et un cercle en trait épais (*ENTRER*), il ne se souvient pas de la signification de ces traits distinctifs. Les erreurs de code sont présentes chez **S. L.** et **A. M.** (il emploie un grand cercle pour « fonction importante », au lieu de « surface importante »).

La définition de « fonction » n'est jamais explicitée par les étudiants (tableau 2)

Spontanément, tous les étudiants définissent le concept en citant des exemples d'actions exprimés par des « verbes à l'infinitif » comme le dit **S. L.** : « se servir », « regarder dehors », « payer », etc.

Ces définitions diffèrent d'un étudiant à l'autre.

Alors que pour **S. L.**, la notion de « fonction importante » n'a rien à voir avec le nombre de personnes susceptibles de l'accomplir (« qu'il y en ait cinquante ou une... »), **C. B.** et **A. M.** définissent « fonction importante » comme celle « où il y a du monde » (par exemple, manger ». Les définitions « d'espace » exprimées par les étudiants pour argumenter la distinction, dans l'organigramme, entre ce concept et celui de « fonction », font toutes référence à des volumes construits (« lieu ») susceptibles de contenir des personnes, des « choses » ou de la lumière.

Représentation abstraite et subjective de l'usager (tableau 2)

Pour **A. M.** et **A. G.**, l'image de l'usager est une projection délibérée de leur propre vécu. Pour les quatre étudiants, l'usager est une catégorie générale abstraite. On a vu que **S. L.** est le seul étudiant à avoir mené une enquête sur les usagers (personnels et consommateurs) d'un restaurant scolaire. Il assimile explicitement, cependant, l'usager à une petite silhouette abstraite dessinée par l'architecte dans ses croquis (ce qu'il fait en en parlant, dans la figure 7a).

4.3. La représentation de l'exercice par les étudiants

Modalités de recueil des données de terrain permettant de construire l'organigramme (tableau 3)

Dans le cadre de cet exercice d'atelier, tous les étudiants ont disposé du même enseignement et ont réalisé les mêmes études préalables prescrites

(analyse du programme, étude du site d'implantation des bâtiments). Seul S. L. a pris l'initiative de mener une enquête sur un établissement analogue. Les trois autres étudiants se sont inspirés de leur expérience personnelle du restaurant universitaire.

S. L.	C. B.	A. M.	A. G.
PRISE D'INFORMATION PRESCRITE PAR L'EXERCICE			
Analyse du programme	Analyse du programme	Analyse du programme	Analyse du programme
Visite du site et relevés dessinés et photographiques	Visite du site et relevés dessinés et photographiques	Visite du site et relevés dessinés et photographiques	Visite du site et relevés dessinés et photographiques
PRISE D'INFORMATION NON PRESCRITE PAR L'EXERCICE			
Conduite d'une enquête : « j'ai fait une enquête sur le self de mon lycée. Je suis aller voir et écouter » « j'ai observé ce self en pleine activité » « j'ai questionné le personnel » Exemple : « votre bureau, il est bien placé ? »	Référence explicite à une expérience personnelle d'usager de restaurant universitaire	Référence explicite à une expérience personnelle d'usager de restaurant universitaire Référence à une expérience personnelle : « j'ai travaillé dans un restaurant privé » « j'ai travaillé dans un restaurant public »	Référence explicite à une expérience personnelle d'usager de restaurant universitaire

Tableau 3 • Modalités de recueil des données, pour la construction de l'organigramme

Représentation de l'enseignant et de leur propre pratique par les étudiants (tableau 4)

Pour tous ces étudiants, l'image de leur enseignant est celle d'un professionnel dont l'expérience est telle, qu'elle le dispense d'utiliser un organigramme, sinon pour un bâtiment nouveau et complexe (A. M.).

S. L.	C. B.	A. M.	A. G.
IMAGE DE L'ENSEIGNANT			
« Monsieur F. sait très bien remettre en question un programme » « Monsieur F. définit lui-même les fonctions de ses bâtiments. Il n'a plus besoin d'organigramme »	« Monsieur F. ne fait plus d'organigramme, son système de projet est automatique »	« Monsieur F. dit que quand on a l'expérience, on ne dessine plus l'organigramme » « On ne le fait que si le bâtiment est très compliqué »	« Avec son expérience, Monsieur F. n'a plus besoin de faire l'organigramme »

AUTO-CONNAISSANCES			
« On projette nos envies sur l'organigramme »	« Je fais ce que j'ai envie de faire, même si c'est faux. Plus tard, il faut tout recommencer »	« Je ne confonds plus fonction et espace depuis que j'ai pu comparer mon organigramme de fonctions au plan que j'ai rendu. « Entrer » est une fonction plus importante que « se garer », cependant, le hall est plus petit que le parking. »	« Au début de l'organigramme, j'imagine des zones abstraites, des activités. Je ne serais pas capable de faire des croquis de ce que j'imagine »
« Il faut se frustrer de toute forme, tant qu'on n'a pas identifié une fonction »	« Monsieur F. à voulu nous laisser nous dépatouiller » « Monsieur F. m'a dit que ce n'était pas mal, alors que c'était faux »		« Ensuite, peu à peu, je vois toute la chaîne de fonctions, je vois quelqu'un qui vient se servir, je vois les plats... »
« Il n'y a pas de code, on fait comme on ressent »			
« Je n'ai pas assimilé cette méthode »	« Je recherche une esthétique d'organigramme : Un organigramme beau, est clair. Un organigramme beau, peut être faux »	« Mes projets sortent plus vite avec l'organigramme, en comparaison avec l'an passé, quand on faisait des projets sans organigramme »	« L'organigramme est nécessaire pour mettre de l'ordre dans mes idées. Je ne me passerai pas de l'organigramme pour les projets suivants »
« Je transforme les fonctions en espace, malgré moi »	« Je confonds fonctions et espace »		

Tableau 4 • Images de l'enseignant et auto-connaissances exprimées par les étudiants

Certains étudiants ont pris conscience du danger à projeter leur propre expérience d'usager sur le fonctionnement d'un bâtiment (S. L., C. B.). La confusion « espace/fonction » apparaît comme un problème bien identifié, mais formulé différemment par chaque étudiant (frustrer un désir de forme a priori de bâtiment chez S. L., un désir d'esthétique graphique chez C. B., tirer les leçons d'une comparaison organigramme/plan chez A. M., exploiter son introspection chez A. G.). C. B. est le seul à exprimer une vision réfléchie et critique de l'intervention pédagogique de son enseignant. C. B. a retenu de l'action didactique de F. (« nous laisser nous dépatouiller »), d'une part, la volonté de cet enseignant d'installer les étudiants dans une situation de recherche et de tâtonnements, et de l'autre, sa stratégie pédagogique : dire que « ce n'était pas mal, alors que c'était faux ».

5. DISCUSSION

Toutes les représentations exprimées par les étudiants, qu'il s'agisse de définitions ou de descriptions d'opérations, reflètent des états de connaissance lacunaires de l'organigramme. Elles varient systématiquement d'un étudiant à l'autre.

La construction de l'organigramme résulte principalement, pour chaque étudiant, de la projection de ses expériences personnelles.

Aux yeux de tous ces étudiants, leur enseignant est un architecte professionnel et expérimenté qui, contrairement à eux, n'a pas besoin d'organigramme pour faire un projet.

Cependant, ces étudiants ont exprimé des représentations pertinentes de cette situation, basées sur des auto-évaluations constructives.

Les représentations et pratiques de l'organigramme exprimées par les deux professionnels sont relativement analogues (alors qu'ils sont issus d'écoles différentes et spécialisés dans des types de bâtiments différents). Ils utilisent tous deux le modèle d'organigramme qu'on leur a enseigné en atelier et n'en évoquent pas d'autres (comme l'architecte-enseignant P. F.).

L'architecte-enseignant P. F. se réfère à un modèle d'organigramme très différent de celui utilisé par ces professionnels (il est plus ou moins faiblement codé pour P. C. et D. P, alors qu'il l'est strictement pour P. F.).

Alors que P. F. déclare aux étudiants que les architectes expérimentés n'emploient pas d'organigramme pour concevoir un type de bâtiment qui leur est familier, les deux architectes professionnels contredisent cette affirmation. Ce constat nous permet de faire l'hypothèse, que dans ce secteur de formation (la conception architecturale), non seulement l'interprétation diversifiée des méthodes est grande (reproduction de traditions d'atelier et d'expériences personnelles), mais que les savoirs à enseigner et effectivement enseignés, dépendent largement d'un point de vue personnel de l'enseignant, de sa pratique professionnelle et de la manière dont il a assimilé sa formation initiale.

L'attitude pédagogique de P. F. pose le problème de sa conception du métier d'enseignant (Akerlind, 2004). P. F. livre aux étudiants un dispositif méthodologique d'organigramme, qui, bien que graphiquement codé, n'est jamais complètement explicite. Il n'a procédé à aucune évaluation des travaux de ses étudiants à l'issue de l'exercice. Ses corrections ont plutôt renforcé l'ambiguïté : « Monsieur P. F. a voulu nous laisser nous dépatouiller... il m'a dit que ce n'était pas mal alors que c'était faux ! » (Tableau 4, C. B.).

Ces étudiants héritent, en guise de savoir enseigné, de ce particularisme (héritage d'école et utilisation d'une expérience personnelle, principes déclarés que seuls les novices ont besoin d'organigramme).

Cependant, ce dispositif d'organigramme, malgré son ambiguïté, remplit, sous forme de miroir critique, « l'externalisation » (Oxman, 2004) de certaines connaissances. L'étudiant prend conscience, non seulement, de la complexité des concepts qu'il emploie (« espace » et « fonction ») et de leurs conditions subjectives de production (par exemple, la projection d'un vécu personnel sur la représentation de l'utilisateur réel) (« Usager », tableau 2), mais également, de ce que lui apporte cette pratique d'organigramme : une aide à la réflexion critique et à l'auto-construction.

Cette analyse met en perspective deux directions de recherche et de réflexion. La première consiste à élargir ce type d'étude à plusieurs professionnels et à plusieurs écoles françaises et européennes d'architecture, de manière à réaliser des comparaisons et à en extraire d'éventuels invariants de pratiques professionnelles, de savoirs à enseigner, de savoirs effectivement enseignés et de savoirs assimilés.

La seconde consiste à appliquer systématiquement les concepts et les méthodes de la didactique à de tels corpus.

Dans ce contexte, quelles sont les conditions et les limites d'applicabilité du concept de transposition didactique à l'enseignement de la conception architecturale ?

Si l'on définit la transposition didactique comme le « travail » qui d'un objet de savoir à enseigner fait un objet d'enseignement » (Chevallard, 1991, p. 39), la transposition didactique de la méthode d'organigramme suppose le recueil et l'analyse des transformations successives qu'ont subies les concepts, les procédures et les conditions d'utilisation de cette méthode, depuis ses pratique et ses définitions théoriques et historiques, jusqu'à la manière dont des enseignants appliquent ce qui pourrait être prescrit dans des programmes institutionnels d'enseignement du projet en architecture à propos de l'organigramme.

Mais on peut faire l'hypothèse, à partir des indices fournis par cette étude cas, que ces transformations successives peuvent résulter d'une multitude d'adaptations et de transformations implicites telles, qu'aucun invariant ne puisse être dégagé de manière à définir chaque état du processus et de ses conditions de production sociales et pédagogiques.

Dans ces conditions, l'application des concepts de la didactique des sciences – par exemple celui de transposition didactique – peut-elle être autre que métaphorique, quand elle est exportée dans d'autres domaines que ceux des sciences, comme par exemple celui des pratiques de conception (architecture, arts appliqués, ingénierie) qui se caractérisent par la résolution de problèmes mal définis, *ill-defined problems*, décrits par Newell, Shaw & Simon, en 1967.

6. BIBLIOGRAPHIE

- AKERLIND G.S. (2004). A new dimension to understanding university teaching. *Teaching in Higher Education*, vol. 9, n° 3, p. 1-10.
- AKIN O. (2002). Case-based instruction strategies in architecture. *Design Studies*, vol. 23 p. 407-431.
- AKIN O. (1986). *Psychology of architectural design*. London, Pion.
- ARSAC G. *et al.* (1994). *La transposition didactique à l'épreuve*. Grenoble, La pensée sauvage.
- BASTIEN C. (1982). *La résolution de problèmes chez l'enfant*. Thèse pour le doctorat d'état, université de Provence, Aix-en-Provence.

- CHEVALLARD Y. (1991). *La transposition didactique du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble, La pensée sauvage.
- CROSS N. (2001). *Engineering Design Methods*. New York, John Wiley and Sons.
- ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE ZURICH (1970). Cours de première année de l'école fédérale. Document photocopié distribué en 1970 aux étudiants.
- DERVIEUX A. & GAHINET O. (1999). *Trente mètre par trente*. Cours photocopié. Paris, École d'Architecture Paris-Belleville.
- HOC J.-M. (1987). *Psychologie cognitive de la planification*. Paris, PUG.
- JONNAERT P. & VANDER BORGHT C. (2003). *Créer des conditions d'apprentissage*. Bruxelles, de Boeck.
- LEBAHAR J.-C. (1983). *Le dessin d'architecte*. Marseille, Parenthèses.
- LEBAHAR J.-C. (2001). Approche didactique de l'enseignement du projet en architecture : approche comparative de deux cas », *Didaskalia*, n° 19, p. 39-72.
- LEBAHAR J.-C. (2003). *La conception d'artefacts : l'activité du sujet-concepteur*. Rapport de HDR, université Aix-Marseille 1, Aix-en-Provence.
- LE CORBUSIER (1957). *La charte d'Athènes*. Paris, Éditions de Minuit.
- LUC C. & DUREY A. (1997). « Modèles et modélisation dans les séances de travaux pratiques sur le haut-parleur en classe de seconde. » *Didaskalia*, n° 11, p. 39-73.
- MARTINAND J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière*. Berne, Peter Lang.
- MARTINAND J.-L. (1994). « La didactique des sciences et de la technologie et la formation des enseignants. » *Aster*, n° 19, p. 61-75.
- MINSKY M. (1988). *La société de l'esprit*. Paris, Inter Editions
- NOVACK J.D. (1991). « Clarify with concept maps. » *The Science Teacher*, vol. 58, n° 7, p. 45-49.
- NEWELL A., SHAW J.-C., & SIMON H.A. (1967). « The process of creative thinking. » In H. Gruber, G. Terrell & M. Wertheimer (Eds), *Contemporary approach of creative thinking*. New-York, Atherton Press, p. 63-119.
- OCHANINE D.A. (1966). « L'image opérative d'un objet commandé dans les systèmes Homme-Machine automatique. » In *Man-automatic machine system*. XVIII^e Congrès international de Psychologie. Symposium 27 (Moscou), p. 48-57.
- OXMAN R. (2004). Think-Maps : teaching design thinking in design Education. *Design Studies*, n° 25, p. 63-91.
- PIAGET J. (1961). *Les mécanismes perceptifs*. Paris, PUF.
- PIAGET J. (1967). *Biologie et connaissance*. Paris, Gallimard.
- PIAGET J. (1974). *Réussir et comprendre*. Paris, PUF.
- ROGALSKI J., SAMURCAY R. (1994). « Modélisation d'un savoir de référence et transposition didactique dans la formation de professionnels de haut niveau. » In G. Arzac et al (éd.), *La transposition didactique à l'épreuve*. Grenoble, La Pensée sauvage, p. 35-72.
- SIMON H.A. (1991). *Sciences des systèmes, sciences de l'artificiel*. Paris, Dunod.
- WALLISER J. (1977). *Systèmes et modèles*. Paris, Seuil.
- RABARDEL P. (1995). *Les hommes et les technologies*. Paris, Armand Colin.
- SCHNEUWLY B. & BRONCKART J.-P. (1985). *Vygotski aujourd'hui*. Paris, Delachaux & Niestlé.
- SERFATI M. (2005). *La révolution symbolique*. Paris, éd. Pétra.

Cet article a été reçu le 2 septembre 2004 et accepté le 20 mars 2006.



Exploration des conceptions en astronomie de futurs professeurs d'école

**Exploring pre-service elementary teachers'
conceptions of astronomy concepts**

**Exploración de los conceptos en astronomía
de futuros maestros**

**Forschung über auffassungen in der astronomie
von künftigen grundschullehrern**

Valérie FREDE

ERT34, IUFM Midi-Pyrénées
ECCD, UTM
56, avenue de l'URSS
31078 Toulouse
05 62 25 20 75
valerie.frede@toulouse.iufm.fr

Patrice VENTURINI

LEMME, DESEI
université Paul-Sabatier – Toulouse 3
118, route de Narbonne
31062 Toulouse cedex 9

Résumé

Ce travail est axé sur l'analyse des conceptions de futurs professeurs d'école à partir d'un questionnaire ouvert portant sur l'astronomie. Les questions concernent principalement des notions de base au programme du cycle 3 de l'école élémentaire (grades 3 à 5¹). Nous mettons en évidence que ces professeurs possèdent majoritairement des conceptions non scientifiques au sujet de phénomènes astronomiques qu'ils devront enseigner à leurs élèves. Plus particulièrement nous pointons une conception naïve de la notion d'horizon visuel ainsi qu'une conception naïve de la notion de verticale sur Terre indiquant ainsi que certains de ces futurs enseignants n'ont pas construit complètement le concept de sphéricité de la Terre.

Mots Clés : *conception, astronomie, professeurs, formation, école élémentaire.*

Abstract

This study is devoted to an analysis of pre-service elementary teachers from the results of an open questionnaire about astronomy. The questions concern mainly basic astronomy concepts taught from grades 3 to 5 at elementary school. We point out that those teachers hold essentially non scientific conceptions about the astronomical notions they will have to teach their students. More precisely, we point out that some of the appearing concepts of visual horizon and verticals on the Earth belong to primitive models. This shows that some of those future teachers don't have totally constructed the concept of spherical Earth.

Key words: *Conception, astronomy, teachers, pre-service, elementary school.*

Resumen

Este estudio se basa sobre el análisis de las concepciones de futuros maestros a partir de un cuestionario abierto sobre la astronomía. Las preguntas son principalmente nociones de base del programa de ciclo 3 de la escuela elemental (grados 3 a 5). Ponemos en evidencia que estos profesores poseen en su mayor parte concepciones no científicas del tema de los fenómenos no astronómicos que habrán de enseñar a sus alumnos. Apuntamos más particularmente una concepción ingenua de la noción de verticalidad en la Tierra, lo que nos indica que algunos de estos futuros docentes no han construido por completo el concepto de esfericidad de la Tierra.

Palabras Clave : *concepción, astronomía, profesores, formación, escuela elemental.*

(1) Les grades 3 à 5, du système international, correspondent en France au cycle 3 (CE2 = grade 3, CM1 = grade 4, CM2 = grade 5).

Zusammenfassung

Diese Arbeit basiert auf der Analyse der Auffassungen künftiger Grundschullehrer auf Grund eines offenen Fragebogens über Astronomie. Die Fragen betreffen hauptsächlich Grundbegriffe im Lehrplan des Zyklus 3 in der Grundschule (Stufe 3 bis 5). Wir zeigen, dass diese Lehrer meist unwissenschaftliche Auffassungen über astronomische Phänomene besitzen, die sie doch später ihren Schülern beibringen sollen. Insbesondere stellen wir eine naive Auffassung der Begriffe des visuellen Horizonts und der Senkrechte auf Erden fest. Einige dieser künftigen Lehrer haben dazu den Begriff der Kugelgestalt der Erde nicht vollständig erfasst.

Schlüsselwörter: *Auffassung, Astronomie, Lehrer, Ausbildung, Grundschule.*

INTRODUCTION

De nombreuses études sont consacrées à l'analyse des conceptions d'individus au sujet de phénomènes physiques et biologiques. Ces études portent essentiellement sur le recueil et l'analyse de conceptions d'apprenants, de l'école élémentaire à l'université (par exemple, Séré, 1982, au sujet des conceptions de l'état gazeux pour des enfants de 11-13 ans ; Tiberghien et Barboux, 1983, sur la notion de chaleur pour des collégiens de 6^e (grade 6) ; Maurines, 2002, sur les conceptions d'étudiants à propos de surface d'onde, de phase et du principe d'Huygens). Il en est de même dans le domaine plus spécifique de l'astronomie où de nombreux travaux s'intéressent à l'évolution des conceptions d'enfants de cycle 3 (Vosniadou et Brewer, 1992, 1994 ; Merle, 2002 ; Merle et Munier, 2003).

Il semble que des recherches concernant l'analyse de conceptions en matière d'astronomie des enseignants ou des futurs enseignants soient plus rares dans la littérature. A notre connaissance, aucun travail de ce type n'a été réalisé en France. Le but de cette étude est de recueillir les conceptions de futurs professeurs d'école français en matière d'astronomie en lien d'une part avec la culture générale scientifique que l'on peut attendre de tout enseignant et d'autre part en lien avec les programmes de l'école élémentaire.

Après avoir défini quelle était la problématique de cette recherche, nous présenterons l'état de la question concernant l'analyse des conceptions d'enseignants à travers une présentation de travaux essentiellement anglo-saxons. Nous décrirons ensuite la méthodologie adoptée et une analyse quantitative et qualitative des réponses au questionnaire sera menée. Après une catégorisation des types de réponses données en fonction des conceptions sous-jacentes à ces réponses, nous verrons comment se répartissent réellement les idées de ces futurs professeurs d'école en matière d'astronomie et proposerons des pistes d'activités pour leur formation.

1. PROBLÉMATIQUE

Les professeurs des écoles ont à enseigner l'astronomie, entrée dans les programmes de sciences de l'école élémentaire en 1985 au cycle 3 dans la partie « Le ciel et la Terre ». Les notions travaillées avec les élèves sont détaillées dans les fiches d'application des programmes (MENESR, 2002). Elles concernent des éléments généraux au sujet de la lumière et des ombres (propagation rectiligne de la lumière, ombre propre, ombre portée) ainsi que des points cardinaux et de la boussole. Puis dans la continuité, des travaux spécifiques sont menés sur le mouvement apparent du Soleil (observation de l'ombre d'un bâton au cours de la journée), sur la rotation de la Terre sur elle-même (explication de l'alternance journée/nuit), sur sa révolution autour du soleil ainsi que la durée des journées et son évolution au cours des saisons. Enfin, l'étude de la composition et des dimensions du système solaire au sein de l'univers est proposée. Un des prérequis à toutes ces notions est la sphéricité de la Terre même si ce point n'apparaît pas explicitement dans les programmes. Les notions d'horizontales et de verticales qui sont, pour nous, nécessaires pour faire de l'astronomie sont traitées dans la partie « matière » des programmes.

S'il appartient aux IUFM de préparer les futurs enseignants à mettre en œuvre des activités dans le domaine de l'astronomie, la question du niveau de maîtrise des contenus se pose aussi aux formateurs. En effet, les professeurs stagiaires qui arrivent en formation à l'Institut universitaire de formation des maîtres (IUFM) n'ont eu que peu ou pas de formation en astronomie antérieurement et de plus, cette formation est généralement très ancienne. En effet, bien qu'il existe depuis 1979 des éléments d'astronomie dans le programme de collège en classe de 4^e, (grade 8) l'astronomie n'est entrée dans la formation académique de lycée en classe de seconde (grade 10) qu'en 2000 en sciences de la vie et de la Terre. On retrouve aussi des éléments d'astronomie au lycée en sciences physiques et en sciences de la vie et de la Terre mais uniquement dans les filières scientifiques (1^{re} S [grade 11] : interaction gravitationnelle, origine de la Terre ; terminale S [grade 12] : lois de Képler, paramètres de l'orbite). Or environ 60 % des futurs professeurs des écoles à l'IUFM de Midi-Pyrénées sont issues de filières non scientifiques où ces notions ne sont pas abordées. Pour les autres, elles sont relativement anciennes. On pourrait donc penser a priori que pour ces futurs enseignants, les connaissances scientifiques nécessaires pour enseigner les notions d'astronomie sont insuffisantes ou ont laissé place à des conceptions très personnelles construites à partir de leur expérience quotidienne, un peu à la manière dont celles de leurs élèves se construisent.

Par ailleurs, la question des connaissances initiales en astronomie d'adultes ou celles de jeunes étudiants en formation qui se destinent à être enseignants du primaire a été peu étudiée dans les recherches en éducation scientifique, en particulier en France.

La question de savoir ce qu'ils connaissent du sujet à enseigner reste donc entière.

Ainsi, afin d'une part de former ces adultes à des notions scientifiques élémentaires mais aussi de former des enseignants prêts à instruire les enfants sur ces thématiques, se dégage la question suivante : quelles sont les conceptions des enseignants en formation dans le domaine du ciel et de la Terre ?

Après avoir présenté la problématique de notre étude, nous allons maintenant décrire des recherches sur l'état de la question.

2. ÉTAT DE LA QUESTION : CONCEPTIONS DES ENSEIGNANTS

Dans le domaine particulier de l'astronomie, quelques études se sont penchées sur les conceptions de futurs enseignants du primaire au sujet de :

- L'alternance du jour et de la nuit. Atwood et Atwood (1995) ont montré que la principale conception alternative mobilisée par des futurs professeurs d'école américains, au sujet de la journée et de la nuit, est celle de la révolution de la Terre autour du Soleil. En second plan arrive la conception de la révolution du Soleil autour de la Terre.
- Des saisons. L'étude précédente a été poursuivie par l'analyse des conceptions de futurs professeurs d'école américains au sujet des saisons (Atwood et Atwood, 1996). Ils montrent qu'un seul des 49 futurs enseignants interrogés possède une compréhension scientifique du phénomène des saisons. La distance entre la Terre et le Soleil apparaît comme la principale cause à l'origine des saisons, la seconde étant liée à la variation d'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre au cours de la révolution de la Terre autour du Soleil. Kikas en 2004 retrouve ces conceptions alternatives chez des enseignants du primaire en Estonie.
- Des phases de la Lune. Plusieurs études américaines ont relevé les conceptions de futurs enseignants (Shoon, 1995 ; Callison et Wright, 1993, Parker, 1998, Trundle *et al.*, 2002). Ces études montrent que la conception la plus répandue reste celle de l'ombre de la Terre sur la Lune (qui traduit une confusion avec le phénomène d'éclipse). Les résultats de Shoon indiquent que sur 122 enseignants, seulement 18 % modélisent correctement le phénomène tandis que 62,3 % utilisent la conception alternative décrite précédemment (Shoon, 1995). Callison et Wright ont étudié les conceptions de 76 futurs enseignants et mettent eux aussi en évidence la même conception majoritaire. Seulement 6,6 % de leur échantillon explique correctement le phénomène (Callison et Wright, 1993). Enfin, plus récemment Trundle *et al.* ont étudié les changements conceptuels avant et après instruction de futurs professeurs d'école au sujet des phases de la Lune. Ils montrent que pour un

des groupes étudiés (21 individus), seulement 2 possèdent, avant instruction, le modèle scientifique ; après instruction, ils sont 15. Parmi les autres conceptions alternatives observées avant et après enseignement, ces auteurs mentionnent l'influence de la rotation de la Terre sur elle-même ou une combinaison entre le modèle scientifique et cette dernière.

Au-delà de l'absence, à notre connaissance, de travaux français sur le sujet, on peut constater à travers ces études, le peu de futurs enseignants étrangers qui mobilisent des connaissances scientifiques ainsi que la prédominance de certaines conceptions (comme celle de la distance de la Terre au Soleil pour expliquer les saisons).

Par ailleurs, on constate aussi une absence de travaux sur les concepts d'horizon et de verticalité. Il existe cependant, sur ces deux aspects, des travaux qui ont été réalisés avec un public d'élèves de l'école élémentaire. En particulier, concernant le concept d'horizon, Merle (2002) a proposé une activité à des élèves français de CM1 (grade 4, 10-11 ans) concernant la détermination de l'horizon visuel dans laquelle il s'agissait d'identifier les étoiles vues par deux observateurs situés à des endroits différents sur Terre. Elle a mis en évidence des conceptions non attendues de la notion de champ visuel passant par des visions conique ou parabolique (figures 1a et 1b).

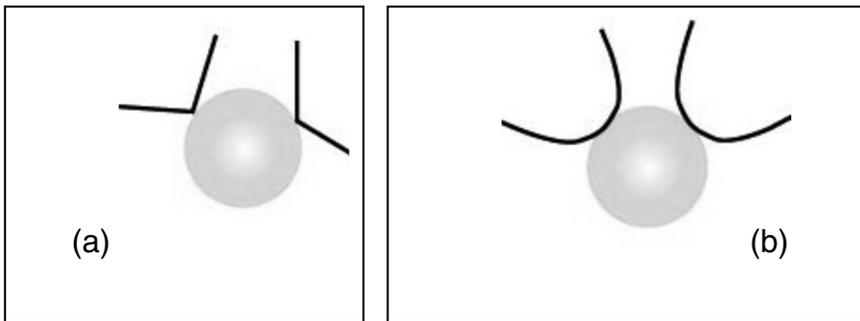


Figure 1 • Représentation de l'horizon visuel en deux points de la surface de la Terre : (a) vision conique, (b) vision parabolique

Concernant la verticalité, des travaux ont été réalisés par Nussbaum (1979) à propos de la construction de la notion de gravité sur Terre pour des enfants d'école élémentaire en Israël. Si l'on se réfère aux 5 modèles de la Terre prenant en compte la gravité définis par Nussbaum (figure 2), la conception correspondant à une Terre sphérique avec des verticales absolues - modèle (c) - est la plus répandue pour des enfants de CM1 (47 %) (Merle, 2002).

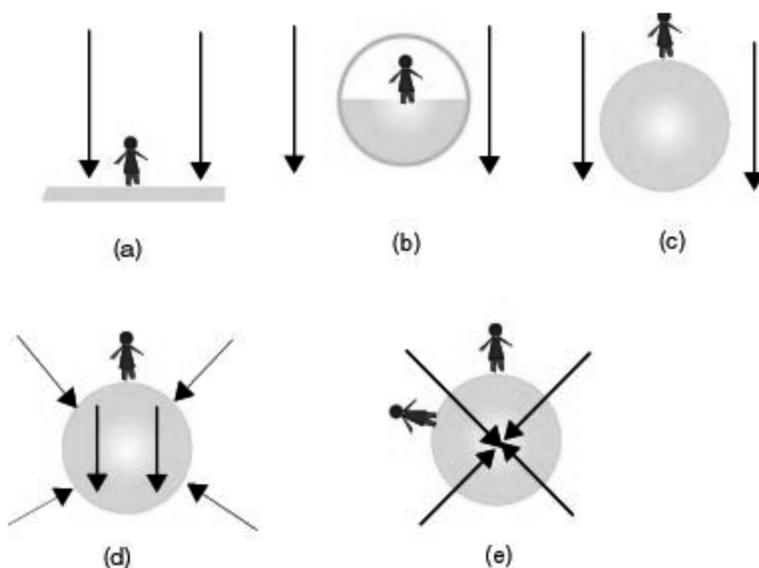


Figure 2 • **Modèles définis par Nussbaum : (a) Terre plate et verticales absolues, (b) Terre creuse et verticales absolues, (c) Terre sphérique et verticales absolues, (d) Terre sphérique, verticales absolues à l'intérieur de la Terre, (e) Terre sphérique et verticales non absolues**

3. MÉTHODOLOGIE

Nous allons présenter dans cette partie, d'une part le contenu du questionnaire et le contexte de l'étude et d'autre part la manière dont nous avons analysé et catégorisé les réponses.

3.1. Questionnaire

Nous avons réalisé un questionnaire ouvert permettant à la fois d'identifier les conceptions relatives aux phénomènes et aux mouvements astronomiques visibles et la maîtrise de définitions plus générales liées à l'astronomie. Six questions portent sur les phénomènes et mouvements astronomiques relatifs à des événements quotidiens ou annuels visibles depuis la Terre (jour/nuit, saisons, phases de la Lune, horizon/verticalité). Elles ont pour but de mesurer l'écart entre la référence scientifique que le futur enseignant aura à transmettre et la conception qu'il en a et sont ainsi formulées :

- Pourquoi y a-t-il des journées et des nuits sur Terre ? (Q1)
- Expliquer le phénomène des saisons sur Terre (Q2)

- À quoi sont dues les phases de la Lune ? (Q3)
- Pourquoi fait il plus chaud l'été que l'hiver dans l'hémisphère Nord ? (Q4)
Cette question a pour objectif de vérifier la cohérence de la réponse de l'étudiant avec la question 2 au sujet des saisons. Ces deux questions seront traitées simultanément dans la partie résultats.
- Quelles sont les étoiles vues par A et vues par B ? (Q5) Cette question, destinée à questionner la conceptualisation de l'horizon, est identique à celle posée par Merle (Merle, 2002) à des élèves de CM1 (grade 4, 10-11 ans). Les étudiants doivent répondre sur un dessin reproduit en figure 3. Il est explicité oralement ce que représentent les différents éléments du dessin. En particulier il est précisé que les observateurs A et B bénéficient d'un horizon dégagé dans toutes les directions.

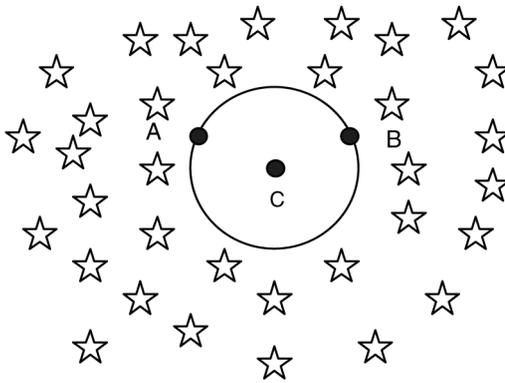


Figure 3 • **Le cercle de centre C représente la planète Terre, les points A et B sont des points de la surface de la Terre et quelques étoiles sont schématiquement matérialisées**

- Dessinez les verticales par rapport à la Terre en A et B. (Q6) La question sur les verticales est évidemment étroitement liée à la précédente. Elle est choisie afin d'une part de recueillir les conceptions des verticales sur Terre qu'ont les enseignants stagiaires mais aussi afin de voir de quelle manière ils relient verticales et horizon sur Terre.

Les trois dernières questions relatives aux définitions (différence étoile/planète, étoile polaire, étoile filante) ont pour but de situer la culture scientifique du futur professeur toujours en lien avec les programmes de l'école élémentaire.

- Quelle est la différence entre une étoile et une planète ? (Q7) : Cette question est posée car elle fait partie du programme de cycle 3.
- Qu'est-ce qu'une étoile filante ? (Q8)
- Qu'est ce que l'étoile polaire ? (Q9)

Cette question nous paraît importante puisqu'elle est indirectement liée à la rotation de la terre sur elle-même et donc à l'explication de l'alternance journée/nuit. En effet, l'étoile polaire indiquant le Nord, se situe donc dans le prolongement de l'axe de rotation de la Terre et est la seule à être immobile dans le ciel : sa connaissance et son identification sur la sphère céleste sont indispensables à la conceptualisation du mouvement diurne.

Le choix de l'utilisation d'un questionnaire ouvert est motivé par le fait que nous souhaitons recueillir des données écrites brutes avec un vocabulaire propre à l'étudiant. En effet, nous avons fait le choix de ne pas présenter par exemple au sein d'un QCM, de réponses textuelles (la référence scientifique ou tout autre type de conceptions) de manière à pouvoir analyser le langage utilisé et y détecter le degré de compréhension du concept.

De plus, dans le cadre d'un recueil de conceptions initiales, nous souhaitons éviter les deux biais éventuels mis en évidence par Vosniadou *et al.* (2004) pouvant apparaître lors de l'utilisation d'un questionnaire à choix multiples ou fermés (oui/non) :

- limitation des réponses possibles et donc des conceptions à recueillir,
- le fait de présenter la réponse scientifique peut induire un choix en sa faveur alors que spontanément le sujet ne sera pas capable d'y avoir recours.

3.2. Échantillon, contexte

L'échantillon choisi pour cette étude est constitué de 50 professeurs d'école stagiaires en formation professionnelle n'ayant reçu aucune formation à l'enseignement de l'astronomie au sein de l'IUFM. Le questionnaire a été proposé pendant environ 30 minutes, largement suffisantes pour répondre à toutes les questions. Ce questionnaire a été posé en milieu d'année scolaire et les stagiaires étaient prévenus qu'il s'agissait d'un questionnaire ouvert destiné à mesurer l'état de leurs connaissances en sciences dans le cadre d'un travail de recherche. Les stagiaires étaient volontaires pour participer à cette étude.

3.3. Analyse des réponses

Comme cela a été souligné par Clément (1994), nous avons conscience que les questions posées ne permettent de recueillir que les conceptions conjoncturelles des personnes interrogées. En effet, nous n'avons accès ici qu'à l'ensemble des concepts mobilisés dans les situations proposées.

Chaque réponse a été analysée à partir d'une grille de lecture élaborée selon le cas :

- de manière purement inductive à partir du corpus, pour catégoriser les réponses des questions Q6 à Q9.
- a priori, à partir des conceptions mises à jour par les études déjà réalisées (cf. partie 3) pour les questions Q1 à Q4. L'analyse a priori a permis de fournir des points de repère qui ont été complétés par les éléments issus d'une analyse inductive.
- a priori à partir des conceptions d'élèves de CM1 (grade 4 : 10-11 ans) dans le cas de l'horizon visuel (Q5). En effet, aucune étude concernant le concept d'horizon n'a été réalisée avec un public d'adulte. Ainsi, nous avons utilisé les situations proposées par Merle au CM1 afin de définir a priori les catégories et les avons ajustées à partir d'une analyse inductive complémentaire.

Ensuite, l'analyse qualitative a été complétée par une analyse quantitative portant sur la fréquence d'apparition de chaque conception. Les éléments qui permettent d'interpréter les réponses se basent sur les phrases écrites par les étudiants.

4. RÉSULTATS²

Nous présentons l'analyse des réponses à la fois sous forme du nombre d'individus appartenant à une catégorie et sous forme de pourcentages de manière à faciliter la lecture. Nous rappelons que notre échantillon comporte 50 individus, et que nous ne présentons nullement une analyse statistique.

4.1. Conceptions relatives à des phénomènes astronomiques

4.1.1. *Alternance Journée/Nuit*

Le tableau 1 récapitule les résultats obtenus pour la question Q1.

Q1	Pourquoi y a-t-il des journées et des nuits sur Terre ?		
Rotation de la Terre sur elle-même (*)	27	54 %	46 %
Rotation de la Terre sur elle-même et révolution autour du Soleil	16	32 %	
Révolution de la Terre autour du Soleil	4	8 %	
Autres ou ne sait pas	3	6 %	
Total	50	100 %	

Tableau 1 • Répartition des réponses des professeurs stagiaires à la question Q1

(2) Dans chaque tableau de résultats, l'astérisque (*) désigne la réponse attendue. La ligne grisée désigne la réponse la plus fréquente.

On constate tout d'abord qu'environ la moitié des stagiaires répond correctement en identifiant la cause des jours et des nuits comme due uniquement à la rotation de la Terre sur elle-même. On observe cependant un tiers des réponses combinant rotation de la Terre sur elle-même et révolution autour du Soleil. Ceci indique que ces futurs professeurs n'ont pas identifié précisément le phénomène responsable de l'alternance des journées et des nuits. Ils semblent connaître l'origine du phénomène mais sont cependant incapables d'expliquer correctement comment il intervient.

4.1.2. Les saisons

On trouve dans le tableau 2 ci-dessous les résultats aux questions Q2 et Q4. Celles-ci concernent toutes deux les saisons et la cohérence dans les réponses faites à chacune d'elle permet de les présenter en un seul tableau.

Q2 et Q4	Expliquer le phénomène des saisons sur Terre. Pourquoi fait-il plus chaud l'été que l'hiver dans l'hémisphère Nord ?		
Inclinaison de l'axe de rotation de la Terre par rapport à l'écliptique (*)	8	16 %	84 %
Distance de la Terre au Soleil	25	50 %	
Les deux phénomènes (distance et inclinaison)	9	18 %	
Autres (2) (rotation de la Terre, inclinaison du Soleil...) ou ne sait pas (6)	8	16 %	
Total	50	100 %	

Tableau 2 • Répartition des réponses des professeurs stagiaires aux questions Q2 et Q4

On constate que 84 % des réponses concernant ce phénomène sont erronées ou absentes. Parmi celles-ci, la majorité met en jeu la distance entre le Soleil et la Terre. Cette conception, modèle naïf que nous pouvons nommer « théorie de la distance », correspond au sens commun. La réponse exacte mettant en jeu l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre sur le plan de l'écliptique ne représente que 16 % des réponses (8 individus). Cependant, c'est une borne supérieure car parmi ces réponses, en raison de la forme ouverte du questionnaire, il nous est impossible de savoir si le terme « inclinaison » est utilisé avec l'idée d'inclinaison fixe (modèle scientifique) ou bien d'inclinaison variable (conception alternative). Certaines réponses sont très ambiguës ou impliquent un vocabulaire savant mal utilisé (solstices). On remarque qu'aucune saison n'est mentionnée et qu'un seul schéma est proposé. La conception proposant les deux explications simultanément (inclinaison de l'axe et distance au Soleil) représente 18 % des réponses (9 individus) et témoigne du fait que bien qu'un savoir ait pu être acquis, sa construction n'est pas complète puisqu'il s'ajoute simplement à la conception initiale qui reste bien présente. Dans cette partie, les réponses sont globalement très

imprécises (confusion rotation, révolution, utilisation du terme inclinaison de manière très vague).

4.1.3. Les phases de la Lune

Le tableau 3 récapitule les résultats obtenus pour la question Q3.

Q3	À quoi sont dues les phases de la Lune ?		
Révolution de la Lune autour de la Terre et positions relatives de la Lune et de la Terre (*)	16	32 %	68 %
Confusion Ombre portée	17	34 %	
Autres (effets de marées...)	11	22 %	
Ne sait pas	6	12 %	
Total	50	100 %	

Tableau 3 • Répartition des réponses des professeurs stagiaires à la question Q3

On constate qu'environ deux tiers des réponses sont erronées ou absentes (tableau 3) et qu'un tiers des réponses porte sur une confusion entre ombre portée et phases de la Lune. Ce dernier modèle fréquemment énoncé, relève d'une confusion explicite avec le phénomène d'éclipse. La réponse attendue expliquant le rôle des positions relatives de l'observateur par rapport au demi-globe lunaire éclairé par le soleil est recueillie à hauteur de 30 %. Les réponses « autres » assez nombreuses témoignent de connaissances explicites sur la Lune (exemple les marées) mais sans aucun lien avec le concept interrogé.

4.2. Les concepts d'horizon et de verticale

4.2.1. Horizon

Le tableau 4 récapitule les résultats obtenus pour la question Q5.

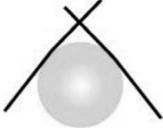
Q5	Quelles sont les étoiles vues par A et vues par B ?		
Tangente aux points considérés (*) 	21	42 %	58 %
Conceptions coniques, paraboliques, curvilignes	24	48 %	
Ne sait pas	5	10 %	
Total	50	100 %	

Tableau 4 • Répartition des réponses des professeurs stagiaires à la question Q5

On constate qu'un peu moins de la moitié des professeurs questionnés répond correctement et dessine l'horizon en un point de la Terre comme la tangente au cercle en ce point. Les visions coniques et paraboliques restent très présentes. Ceci montre que le concept d'horizon tel qu'on l'entend sur le plan scientifique n'est pas construit pour près de la moitié de notre échantillon.

Verticales

Le tableau 5 récapitule les résultats obtenus pour la question Q6.

Q6	Dessinez les verticales par rapport à la Terre en A et B		
Vers le centre de la Terre (*)	27	54 %	46 %
Verticales ne se rapportant pas au centre de la Terre (mais en prenant la direction globale)	4	8 %	
Verticales absolues	9	18 %	
Ne sait pas ou pas de réponse	10	20 %	
Total	50	100 %	

Tableau 5 • Répartition des réponses des professeurs stagiaires à la question Q6

46 % des étudiants interrogés n'ont pas mis en œuvre le modèle scientifique attendu concernant les verticales. En effet :

- le modèle de verticales absolues est proposé par 18 % (9 individus) des futurs professeurs d'école. Parmi ces 9 individus, un d'entre eux propose une représentation verticale de l'horizon visuel passant par le centre de la Terre (Figure 4).
- 8 % ou 4 individus dessinent des directions verticales non absolues mais ne se rapportant pas au centre de la Terre.
- 20 % (10 individus) ne fournissent aucune réponse.

Cependant, la majorité (54 %, 27 individus) des réponses des futurs professeurs conceptualisent les verticales sur Terre.

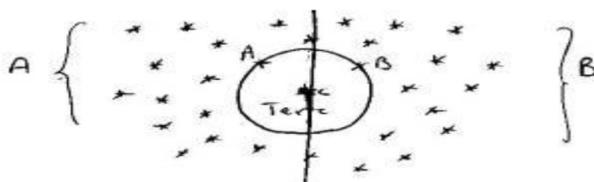


Figure 4 • Vision verticale locale de l'horizon visuel : droite passant par le centre de la Terre et séparant l'horizon visuel en deux parties égales

4.2.3. Lien entre horizon et verticales

Globalement, on observe une meilleure conception de la verticale que de l'horizon en un point du globe. Cependant en analysant de manière croisée les réponses Q5 et Q6 pour un même professeur stagiaire, on constate que le lien entre les concepts d'horizon et de verticale sur Terre n'est pas systématiquement fait.

Ainsi, la notion d'horizon n'est pas conceptualisée, « horizon » et « horizontales » ne sont pas mis en relation explicites, et de ce fait non reliées à la verticale pour les stagiaires interrogés.

Certaines réponses montrent que la notion d'horizon est bien construite tandis que la notion de verticale est associée à une représentation locale de « haut, bas » (figure 5).

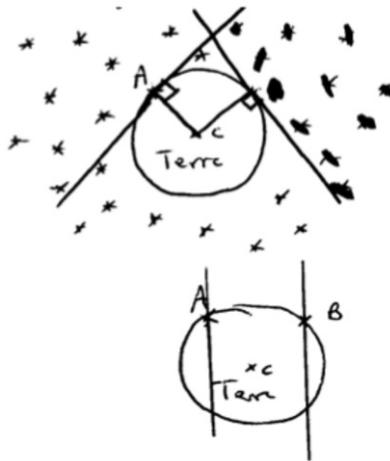


Figure 5 • Vision correcte de l'horizon visuel associé à une vision locale des verticales (haut, bas)

À l'inverse, d'autres réponses proposent une représentation acceptable de la verticale et un horizon curviligne, conique ou parabolique (figures 6, 7 et 8). Si on se réfère au formalisme fonctionnel de la modélisation des conceptions par Giordan et De Vecchi (1994), on se rend compte que le cadre de référence lié à « horizontal et horizon » d'une part et à « vertical et verticales » d'autre part, n'est pas le même pour certains professeurs. Bien qu'ils soient capables de définir correctement la verticale du lieu, ils ne mobilisent pas le même cadre de référence pour construire l'horizon(tale) associé(e).

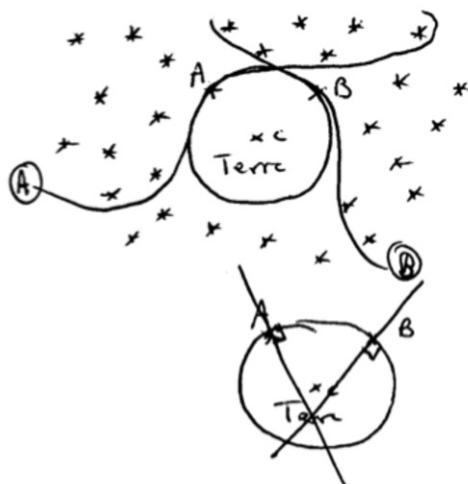


Figure 6 • Vision curviligne de l'horizon visuel associé à une vision des verticales ne passant pas par le centre de la Terre. Il y a un souci de perpendicularité par rapport certainement à l'horizontale ?

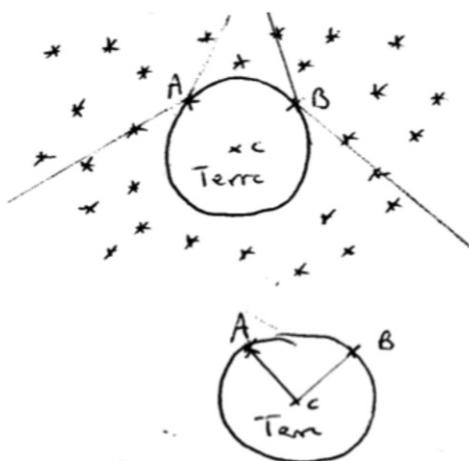


Figure 7 • Vision conique de l'horizon visuel associé à une vision correcte des verticales

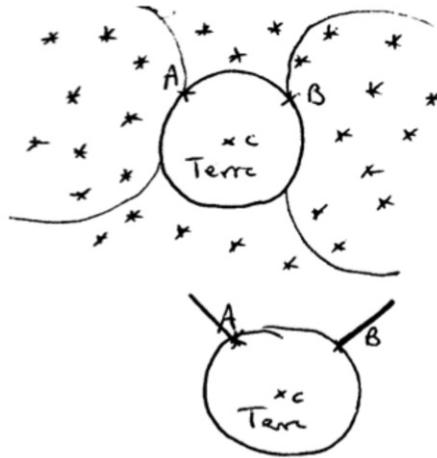


Figure 8 • Vision parabolique de l’horizon visuel associé à une vision des verticales non complète (s’arrêtant à la surface de la Terre, ne rejoignant pas le centre de celle-ci)

Notons que tous les stagiaires de notre échantillon ont la connaissance de la sphéricité de la Terre mais ont des difficultés à construire le concept global intégrant les notions d’horizon et de verticales associées.

4.3. Définitions

4.3.1. Étoile versus planète

Le tableau 6 récapitule les résultats obtenus pour la question Q7.

Q7	Quelle est la différence entre une étoile et une planète ?		
Idée de rayonnement propre durable pour une étoile et non pour une planète (*)	18	36 %	64 %
Autres conceptions (cf. texte)	20	40 %	
Ne sait pas	12	24 %	
Total	50	100 %	

Tableau 6 • Répartition des réponses des professeurs stagiaires à la question Q7

Pour cette question, on obtient 64 % de réponses incorrectes. Concernant les différences déclarées entre une étoile et une planète, il a été surprenant de constater que la majorité des professeurs stagiaires constituant notre échantillon donne des réponses très diversifiées ou ne sait pas.

La réponse attendue concernant l'idée de « rayonnement propre durable pour une étoile » ou de « source d'énergie interne nucléaire durable pour une étoile » est proposée par 18 étudiants. Une autre différence qui aurait pu être mentionnée, liée aux scénarii de formation de ces corps est absente des réponses de notre échantillon. Pour les autres, il n'existe pas comme dans les autres cas des conceptions initiales communes et bien partagées. Il est donc apparu impossible d'isoler un nombre faible de catégories de réponses. Dans la mesure où les expressions employées sont intéressantes, nous avons choisi de ne pas regrouper les éléments mais de présenter dans le détail leurs réponses.

Plusieurs caractérisations, toutes erronées, sont relevées. Elles concernent :

- la durée de vie de ces corps : pour certains « une étoile est éphémère » ou « un astre mort », « une étoile a une durée de vie courte » ;
- l'activité des corps : « une planète est en rotation³ tandis qu'une étoile est immobile » ;
- la transformation de l'un en l'autre : « une étoile est une planète morte », « une planète est une ancienne étoile refroidie », « une étoile est une planète non éclairée » ;
- la provenance ou la limitation au système solaire : « une étoile vient d'un autre système », « les planètes appartiennent au système solaire⁴ », « une planète tourne autour du Soleil », « une étoile est un astre tandis qu'une planète est interne » ;
- la composition : « une planète possède une atmosphère » ;
- le fait qu'il n'y a aucune différence.

Ceci montre que la catégorisation claire étoile/planète n'est pas acquise.

4.3.2. Étoile versus météore

Le tableau 7 récapitule les résultats obtenus pour la question Q8.

Q8	Qu'est-ce qu'une étoile filante ?		
Idée de corps pénétrant dans l'atmosphère terrestre (météorite) (*)	14	28 %	72 %
Confusion étoile	18	36 %	
Réponse très imprécise et incomplète	5	10 %	
Ne sait pas	13	26 %	
Total	50	100 %	

Tableau 7 • Répartition des réponses des professeurs stagiaires à la question Q8

(3) Peut-être faut-il entendre « révolution » (autour d'une étoile) et non « rotation ».

(4) On voit ici une représentation conforme à celle en cours à une époque où l'on ne connaissait aucune exoplanète.

On constate que la majorité des futurs professeurs d'école interrogés pense qu'une étoile filante est une étoile. Seulement 14 d'entre eux écrivent la définition correcte. Les réponses incomplètes ne permettent pas une identification claire de la conception sous-jacente et forment une catégorie à part entière.

4.3.3. Étoile polaire

Le tableau 9 récapitule les résultats obtenus pour la question Q9.

Q9	Qu'est ce que l'étoile polaire ?		
Étoile qui indique le Nord (*)	15	30 %	70 %
Planète (ou Vénus ou étoile du Berger ou étoile très lumineuse)	20	40 %	
Ne sait pas	15	30 %	
Total	50	100 %	

Tableau 9 • Répartition des réponses des professeurs stagiaires à la question Q9

On remarque beaucoup de confusions entre étoile polaire, étoile du Berger et Vénus. Aucun étudiant ne mentionne le fait que l'étoile polaire pointe dans la direction de l'axe de rotation de la Terre (il n'y a aucune réponse indiquant un lien avec l'axe de rotation de la Terre). D'autre part 15 étudiants sur 50 déclarent ne pas savoir ce qu'est l'étoile polaire.

5. DISCUSSION

Si ce travail a confirmé des résultats déjà connus par ailleurs dans d'autres pays sur le même type de public, il y a apporté une contribution nouvelle à partir de données françaises. D'autre part, c'est la première étude qui s'intéresse à la conceptualisation de la verticale et de l'horizon visuel chez des adultes et plus particulièrement chez de futurs enseignants. Un résultat nouveau proposé par cette étude concerne la mise en évidence d'une absence de lien entre verticale et horizon et par extension d'une non conceptualisation complète de la forme de la Terre pour cette population.

Ce travail permet de plus de démontrer que les connaissances des futurs enseignants en matière d'astronomie sont insuffisantes et qu'il est nécessaire de proposer des formations spécifiques. Pour cela, il offre aux formateurs un spectre des principales conceptions de jeunes adultes se destinant à enseigner à l'école élémentaire en France.

Au-delà de ces considérations, nous souhaitons revenir sur la méthodologie et sur quelques uns des résultats.

Méthodologie et conceptions

L'ensemble de cette étude a pour but d'explorer les conceptions des professeurs stagiaires à partir d'une série de questions. Comme cela a été souligné par Clément (1994), nous avons conscience du risque de ne recueillir à partir des questions posées que les conceptions conjoncturelles des personnes interrogées. L'usage de plusieurs questions liées à un même concept, l'utilisation de certaines d'entre elles à deux moments différents, l'explicitation de certaines réponses lors d'entretiens, permettraient certainement de mieux s'assurer des invariants cognitifs caractérisant les conceptions des stagiaires.

Toutefois, comme on a pu le voir, nos résultats, à l'exception de ceux qui sont originaux, recourent de manière importante les conceptions déjà mises à jour par d'autres chercheurs avec une méthodologie un peu plus sophistiquée que la nôtre (Trumper, 2003, Callisson et Wright 1993, Shoon, 1995) tout comme celles identifiées à partir d'une méthodologie similaire à la nôtre dans son principe (Atwood et Atwood, 1995, 1996 ; Parker et Heywood, 1998, Merle, 2002, Kikas, 2004). Cette proximité de résultats nous laisse penser que les éléments que nous avons mis à jour ont une portée un peu plus large que celle de réponses conjoncturelles. C'est la raison pour laquelle nous parlons ici de conceptions.

L'existence de conceptions « mixtes »

Concernant l'explication du cycle journée/nuit, on observe un type de réponse que l'on pourrait qualifier de conception « mixte » car il allie modèle scientifique et conception alternative. Il s'agit de la réponse portant à la fois sur la rotation de la Terre sur elle-même et sur la révolution de la Terre autour du Soleil qui concerne 32 % de notre échantillon. Atwood et Atwood (1995), ne font pas état de cette conception couplée. Cependant on la retrouve dans des travaux concernant l'analyse des conceptions d'élèves d'école élémentaire. En effet, Vosniadou et Brewer, 1994 relèvent une série de conceptions alternatives chez des enfants entre 6 et 11 ans dont celle qui combine le mouvement de rotation de la Terre sur elle-même avec le mouvement de révolution de la Terre autour du Soleil.

La catégorie « conceptions mixtes » apparaît également au niveau des réponses concernant l'explication du phénomène des saisons sur Terre puisque 18 % des réponses portent à la fois sur l'idée de distance (principale conception alternative) et sur celle d'inclinaison de l'axe de rotation (référence attendue). Cette catégorie mixte n'est pas non plus mentionnée dans les travaux de Atwood et Atwood (1996). On peut penser qu'elle témoigne d'une sédimentation des connaissances : à une conception ancienne et résistante s'ajoutent (se combinent) des connaissances scientifiques plus récentes sans que celles-ci ne parviennent à remplacer totalement les précédentes.

La confirmation des résultats déjà obtenus dans d'autres pays

Les principales conceptions que nous mettons en évidence dans les résultats sont qualitativement identiques à celles observées dans les études menées précédemment. Les différences quantitatives peuvent s'interpréter par la différence des méthodologies et par les différences dans la formation et la culture des publics interrogés. De plus, nous ne recueillons pas de conception liée à la rotation de la Terre sur elle-même concernant les phases de la Lune. Cependant, il est important de noter que qualitativement, notre travail confirme les résultats existants.

Des termes scientifiques sans signifié

A partir d'une analyse qualitative des réponses fournies, nous avons remarqué beaucoup d'approximations, d'imprécisions dans les explications produites.

On observe tout d'abord :

- L'utilisation d'un vocabulaire non scientifique et imagé : « deux astres se croisent », « la chaleur touche », « la Terre vit un moment d'obscurité », « le soleil touche la Terre à l'équateur », « c'est du feu », « porte bonheur », « planète morte qui tombe », « corps qui se promène ».
- L'utilisation d'un vocabulaire scientifique :
- Inadapté (c'est le cas par exemple des termes « apesanteur, trou noir, magnétisme, fission, répulsion » qui n'ont pas de raisons d'être mentionnés).
- Approximatif (par exemple « matière en fusion, combustion » à propos des étoiles).
- Qui tient lieu de réponse sans explicitation supplémentaire (comme par exemple les termes « solstices, équinoxe, attraction, gravité... »)
- Des tentatives de justification qui font référence à des « lois de l'optique » sans jamais les expliciter.

Venturini et Albe (2002) avaient utilisé dans un cas pratiquement similaire l'expression de « sac à mots » (scientifiques) « *dans lequel on puise pour fournir une combinaison de termes qui a une couleur scientifique* » sans en avoir le sens. Une phrase illustre cette situation et montre de plus avec quel type de conceptions sur l'évolution des astres et sur la lumière certains professeurs stagiaires arrivent en situation d'enseigner l'astronomie : « Une planète est un morceau de soleil refroidi. Une lumière est un astre. Et le Soleil est un astre. Une planète est donc la transformation d'un ancien morceau d'astre. »

Un problème particulier : horizontal et vertical

Un résultat nouveau nous a surpris : nous avons en effet observé que certains de ces futurs professeurs n'ont pas réussi à construire le concept

d'horizon et donc n'ont peut être pas totalement intégré le concept de Terre sphérique. D'autre part, certains stagiaires restent au niveau de leur expérience sensible en ce qui concerne les verticales. Ils représentent les verticales sur Terre comme étant des droites orientées du « haut vers le bas ». Ainsi, même s'ils ont construit la notion de Terre sphérique, celle-ci semble décorrélée de la notion de gravité ou associée à une idée partielle de gravité. Le pourcentage d'individus dans cette situation est toutefois relativement faible (18 % des réponses soit 9 individus). Remarquons cependant que 20 % d'entre eux (10 individus) répondent qu'ils ne savent pas ou ne fournissent pas de réponses et 8 % (4 individus) dessinent des verticales ne se rapportant pas au centre de la Terre. Il y a donc dans notre échantillon près d'un individu sur deux qui a des difficultés avec le modèle sphérique de la Terre.

Enfin, la non corrélation entre horizon et verticale peut aussi paraître surprenante. Pour beaucoup de futurs professeurs, seul un des deux items est réussi. Ceci implique, en reprenant la représentation fonctionnelle de la conception de Giordan et DeVecchi, que leur réseau sémantique n'est pas s'organisé de façon à lier les deux concepts entre eux. Il est probable que l'enseignement de l'un et de l'autre n'ayant pas lieu au même moment, les professeurs stagiaires aient construit de manière indépendante les deux notions et ne réussissent pas seuls à faire le lien.

6. PROLONGEMENT À LA RECHERCHE : EXPLOITATION PÉDAGOGIQUE

Outre la mise en évidence de différents types de conceptions, les données quantitatives obtenues témoignent de la nécessité de s'attacher à la formation des futurs professeurs des écoles au sujet de l'astronomie même si Dickinson, Flick et Lerderman (1998) ont montré que les enseignants changeaient leurs conceptions grâce à leurs élèves. Selon eux en effet, ceux qui savent déjà approfondissent leurs connaissances, ceux qui ont de mauvaises conceptions s'orientent vers les modèles scientifiques, à condition d'avoir une démarche d'enseignement basée sur la prise en compte des conceptions initiales des enfants.

Mais le pourcentage majoritaire de réponses non scientifiques (en dehors des questions Q1 et Q6) souligne une insuffisance réelle de connaissances conceptualisées en astronomie de la part de ces futurs professeurs et questionnent deux points :

- Quelle formation à donner pour éviter que les stagiaires arrivent en classe avec des conceptions quasiment identiques à celles de leurs élèves ?
- Quel enseignement des modèles scientifiques peut-on donner à partir de conceptions non scientifiques ?

Plusieurs pistes de formation (pour les futurs enseignants) peuvent être proposées. Dans chacun des cas, la prise en compte des conceptions alternatives des futurs enseignants, avec pour objectif de faire évoluer ces conceptions en prenant appui sur elles, doit être considérée afin d'éviter les constructions de conceptions « mixtes » et tenter de réfuter ces conceptions.

Par exemple, il est possible de partir d'une situation problématisée de travail autour :

- de l'objet « calendrier » où une des tâches concernant les saisons pourrait être de tracer un diagramme de variation de la durée d'éclairement au cours de l'année, et de tenter d'expliquer l'évolution constatée au cours du temps ;
- de travail à partir de productions d'élèves de cycle 3 (grades 3 à 5) que les enseignants stagiaires auraient à évaluer, le conflit socio-cognitif naissant alors de la comparaison d'évaluations basées sur de références scientifiques différentes.

Il s'agit ensuite de faire expliciter, à l'issue de cette situation, les différentes hypothèses puis de faire imaginer un dispositif de vérification (expérimental, modélisation ou raisonnement selon les cas).

Ces pistes de formation, basées sur le test de plusieurs hypothèses correspondant aux diverses conceptions, et sur les interactions au sein des groupes, se situent dans un cadre socioconstructiviste.

Par exemple, à l'issue de la situation problématisée, concernant les saisons, les futurs enseignants pourront tester en groupes trois hypothèses :

- a) la distance : cette hypothèse peut être facilement invalidée par un raisonnement impliquant l'hémisphère sud.
- b) La variation d'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre : cette hypothèse peut être invalidée par la prise en compte de l'étoile polaire (en ayant conscience de ses caractéristiques et en particulier de sa distance à la Terre).
- c) L'inclinaison constante de l'axe de rotation de la Terre. Cette hypothèse peut être validée par diverses modélisations classiques à l'aide d'une lampe et d'un globe terrestre.

Concernant les phases de la Lune, il peut être proposé aussi de tester dans les mêmes conditions deux hypothèses :

- a) L'ombre de la Terre sur la Lune : cette hypothèse peut être invalidée par une modélisation avec lampe et balle puisque les phases « quartier » ne pourront jamais être produites ainsi. En effet, l'ombre portée par une sphère ne peut être que circulaire.
- b) La révolution de la Lune autour de la Terre : cette hypothèse peut être validée par une modélisation avec lampe suffisamment puissante (soleil), balle (lune) tenue par un élève en mouvement et observateur (terrestre immobile). Il est ainsi possible de créer artificiellement le cycle lunaire. Il est intéressant de faire tourner « l'élève Lune » (tenant la balle Lune) autour d'un groupe

d'élèves « observateurs-terrestres » immobiles et au centre du système pour une bonne visualisation des différentes phases et ainsi de retrouver le sens de révolution de la Lune autour de la Terre.

Concernant les concepts d'horizontal et de vertical sur Terre, on peut tester deux hypothèses :

- les verticales sur Terre sont toutes parallèles entre elles ;
- les verticales sur Terre sont toutes dirigées vers le centre de la Terre et sont concourantes.

La première pourra être invalidée et la seconde confirmée à partir d'une réflexion sur la chute d'un corps sans vitesse initiale (un caillou lâché) en différents endroits autour de la Terre et de la schématisation correspondante. Celles-ci pourraient permettre à la fois de prendre conscience de la relativité de la notion de « haut/bas » et de préciser la direction que prend un corps en chute libre. Il reste ensuite à l'assimiler à celle du fil à plomb qui détermine la verticale locale.

La prise en compte de la relativité de la direction de la verticale pour un observateur terrestre permet de plus d'introduire la notion de plan horizontal local et de le définir en différents points du globe.

Pour renforcer sa perception, il peut être aussi intéressant de travailler à partir de polyèdres réguliers en passant d'un octaèdre à un dodécaèdre et en approchant petit à petit en deux ou trois étapes supplémentaires, la sphère. Ceci permet de conforter les liens géométriques entre verticale et plan horizontal local, et de travailler en même temps sur la délicate question « comment la Terre peut-elle être ronde et plate en même temps ? »

On peut à partir des mêmes outils étendre la réflexion sur la notion d'horizon visuel et proposer de discuter de différents types d'horizons visuels :

- horizon parabolique,
- horizon conique,
- horizon défini par la tangente au point d'observation.

Si l'expérience en pensée ne suffit pas, il est toujours possible de placer l'œil au raz d'une des faces de l'un des polyèdres puis tangentiellement à la sphère et de repérer l'espace perçu dans la pièce pour préciser la forme de l'horizon visuel.

Ces exemples montrent le souci de travailler sur la référence scientifique en s'appuyant de façon constante sur les conceptions alternatives de manière à les invalider et à ce que les enseignants construisent de manière stable le modèle pertinent.

7. CONCLUSION

Cette étude a permis de relever les conceptions en matière d'astronomie de professeurs d'école stagiaires en nous fondant sur des questions relatives à un niveau de connaissances disciplinaire exigé des élèves de cycle 3 (grades 3 à 5). Le questionnaire a été proposé au milieu de leur année de formation. Les 50 professeurs ayant répondu au questionnaire témoignent de conceptions souvent « mixtes » c'est-à-dire de conceptions relevant parfois de compromis entre connaissances scientifiques et perceptions initiales. Nous mettons en évidence un écart parfois important entre les modèles à enseigner et les conceptions des futurs enseignants. Le résultat le plus frappant est la non construction du concept d'horizon visuel pour la moitié des stagiaires interrogés. On constate que pour des mouvements journaliers aussi simples que l'alternance des jours et des nuits, les changements saisonniers ou les phases de la Lune, ces professeurs ont un taux de réponses scientifiques très faible et beaucoup d'entre eux mobilisent des concepts non adéquats ou superflus pour expliquer les phénomènes. Dans un contexte de volonté de rénovation de l'enseignement des sciences il serait important de prendre en compte de manière plus profonde la formation des futurs professeurs d'école en astronomie.

Par ailleurs, cette étude constitue une amorce dans un projet de recherche plus vaste. D'une part, nous allons mettre à l'épreuve les résultats obtenus aux questions Q2 à Q6 en interrogeant au cours d'un entretien un nombre réduit de nouveaux professeurs stagiaires sur une première série de situations. D'autre part, nous allons analyser l'activité cognitive de ces mêmes personnes au cours de la formation telle que nous l'avons envisagée, réalisée pour l'occasion de manière individuelle. Enfin nous procéderons à de nouveaux entretiens quelques semaines après pour évaluer les évolutions cognitives à moyen terme. Nous espérons ainsi pouvoir examiner les relations entre les conceptions de départ, les raisonnements développés dans une situation de formation et les conceptions ultérieures.

BIBLIOGRAPHIE

- ATWOOD R.K. & ATWOOD V.A. (1995). Preservice elementary teachers' conceptions of what causes Night and Day. *School Science and Mathematics*, vol. 95, p. 290-294.
- ATWOOD R.K. & ATWOOD V.A. (1996). Preservice elementary teachers' conceptions of the causes of seasons. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 33, p. 553-563.
- CALLISON P.L. & WRIGHT E.L. (1993). The effect of teaching strategies using models on preservice elementary teachers' conceptions about earth-sun-moon relationships. *Paper presented at the annual meeting of the National Association for research in Science Teaching*, Atlanta, G.A.
- CLEMENT P. (1994). Représentations, conceptions, connaissances. In Giordan A., Girault Y. & Clément P. *Conceptions et connaissances*, p. 15-45, Bernes, Peter Lang.

- DICKINSON V.L., FLICK L.B. & LEDERMAN N.G. (1998). Student and teacher conceptions about astronomy : influences on changes in their ideas. *Proceeding. of the 1998 Annual International Conference of the Assoc. for the Éducation of Teachers in Science*, p. 120-146, P. Rubba and J. Rye, eds., Pensacola.
- GIORDAN A. & DE VECCHI G. (1994). *Les origines du savoir. Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Lausanne, Delachaux & Niestlé.
- KIKAS E. (2004). Teacher's Conceptions and Misconceptions Concerning Three Natural Phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 41, n° 5, p. 432-448.
- MAURINES L. (2002). Analyse des difficultés des étudiants à propos des concepts de phase et de surface d'onde, du principe de Huygens. *Didaskalia*, n° 22, p. 9-39.
- MENESR (2002). Document d'application des Programmes, Sciences et Technologie. Paris : CNDP.
- MERLE H. (2002). Histoire des sciences et sphéricité de la Terre : compte rendu d'innovation. *Didaskalia*, n° 20, p. 115-136.
- MERLE H. & MUNIER V. (2003). Comment conceptualiser la hauteur du Soleil en tant qu'angle au cycle 3 ? *Aster*, n° 36, p. 39-68.
- NUSSBAUM J. (1979). Children's conceptions of the Earth as a cosmic body : A cross age study. *Science Éducation*, vol. 63, p. 83-93.
- PARKER J. & HEYWOOD D. (1998). The earth and beyond : developing primary teachers' understanding of basic astronomical events. *International Journal of Science Éducation*, vol. 20, 5, p. 503-520.
- SERE M.G. (1982). A study of some framework used by pupils aged 11 to 13 years in interpretation of air pressure. *European Journal of Science Education*, vol. 4, 3, p. 299-309.
- SHOON K.J. (1995). The origin and extent of alternative conceptions in the earth and space sciences : A survey of pre-service elementary teachers. *Journal of Elementary Science Education*, vol. 7, p. 27-46.
- TIBERGHIEU A. & BARBOUX M. (1983). Difficulté de l'acquisition de la notion de température par les élèves de 6°. *Actes des 5e Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique*, Paris.
- TRUNDLE K.C., ATWOOD R.K & CHRISTOPHER J.E. (2002). Preservice Elementary Teacher's conceptions of moon phases before and after instruction. *Journal of research in science teaching*, vol. 39, n° 7, p. 633-658.
- VENTURINI P. & ALBE V. (2002). Interprétation des similitudes et différences dans la maîtrise conceptuelle d'étudiants en électromagnétisme à partir de leur(s) rapport(s) au(x) savoir(s). *Aster*, n° 35, p. 165-188.
- VOSNIADOU S. & BREWER W.F. (1992). Mental models of the Earth : A study of Conceptual Change in Childhood. *Cognitive Psychology*, vol. 24, p. 535-585.
- VOSNIADOU S. & BREWER W.F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, vol. 18, p. 123-183.
- VOSNIADOU S., SKOPELITI I. & IKOSPENTAKI K. (2004). Modes of knowing and ways of reasoning in elementary astronomy. *Cognitive Development*, n° 19, p. 203-222.

Cet article a été reçu le 11 mars 2004 et accepté le 23 octobre 2006.



Caractérisation d'une activité académique de conception dans une formation d'ingénieurs en alternance

**Characterizing an academic conception activity
with engineer students in a sandwich course
training programme**

**Caracterización de una actividad academica
de concepción en la formacion practica
de ingenieros**

**Charackterisierung einer akademischen
Entwurfsarbeit in einer Ingenieurausbildung**

Abdelkarim ZAÏD

Yves LENOIR

CRIE – Faculté d'Éducation
université de Sherbrooke
Québec – Canada
Abdelkarim.Zaid@Usherbrooke.ca
y.lenoir@videotron.ca

Résumé

Cet article étudie l'activité des apprentis ingénieurs pendant une séquence académique de formation en alternance. L'approche retenue est didactique dans la mesure où l'intérêt est centré sur l'activité de formation de l'apprenti ingénieur. Une typologie des savoirs mobilisés dans une activité de conception a été construite en s'appuyant sur l'histoire des techniques, la sociologie des techniques et la didactique des génies techniques. La grille d'analyse issue de cette typologie a été mise en œuvre pour analyser les enregistrements vidéo d'un groupe de sept apprentis ingénieurs dans une activité de conception qui a été caractérisée en termes de savoirs mobilisés et de leurs modalités de mobilisation. Ces savoirs sont fortement déterminés par les conditions et les contraintes humaines, organisationnelles et matérielles de l'activité des apprentis.

Mots clés : formation en alternance, didactique, conception, savoirs, ingénieurs, génie technique, continuités.

Abstract

This article focuses on engineer students academic activity in a sandwich courses training. Using a didactic approach, we propose to trainers principles to build academic activities connected with industrial activities. A typology of knowledge involved in design activities has been established. It is based on history of techniques, sociology of techniques and, didactic of technical engineering. The analysis grid we created from this typology has been used to analyse video recordings of a group of seven engineer students during a design activity that has been characterized in terms of knowledge involved and methods of mobilizing it. This knowledge depends strongly on human, organisational and material conditions and constraints of the student activity.

Keywords: Sandwich training, didactics, conception, knowledge, engineers, technical engineering, continuities.

Resumen

Este artículo estudia la actividad de aprendices de ingenieros durante una secuencia académica de formación práctica. El enfoque elegido es didáctico en la medida en que el interés se centró en la actividad de formación del aprendiz de ingeniero. Se construyó una tipología de los saberes mobilizados en una actividad de concepción, apoyándose en la historia de las técnicas, en la sociología de las técnicas y en la didáctica de ingenierías técnicas. La red de análisis deducida de esta tipología se ha puesto en obra para analizar las grabaciones de video de un grupo de 7 aprendices de ingenieros, en una actividad de concepción que se caracterizó en términos de saberes mobilizados y de sus modalidades de movilización. Estos saberes son fuertemente determinados por las condiciones y las obligaciones humanas, materiales y de organización de la actividad de los aprendices.

Palabras clave : *formación práctica, didáctica, concepción, saberes, ingenieros, ingeniería técnica, continuidades.*

Zusammenfassung

Dieser Artikel betrachtet die Tätigkeit der angehenden Ingenieure während einer akademischen Ausbildungsphase im dualen Bildungssystem. Die didaktische Herangehensweise schien uns angemessen insofern, als die Ausbildung des angehenden Ingenieurs im Mittelpunkt steht. Eine Typologie der in einer Entwurfsarbeit gebrauchten Kenntnisse wurde konzipiert und basiert auf der Geschichte und der Soziologie der Techniken und der Didaktik des technischen Engineering. Das aus dieser Typologie hervorgehende Analysenraster wurde eingesetzt, um Videoaufnahmen einer siebenköpfigen Gruppe angehender Ingenieure in einer Entwurfsarbeit zu analysieren, die nach den Stichwörtern, gebrauchte Kenntnisse'und, Gebrauchsweise' charakterisiert wurde. Diese Kenntnisse hängen stark von den Arbeitsbedingungen und von menschlichen, organisatorischen und materiellen Zwängen ab.

Schlüsselwörter: *Duales Bildungssystem, Didaktik, Entwurf, Kenntnisse, Ingenieure, technisches Engineering, Kontinuitäten*

INTRODUCTION

Objectif de l'étude

Depuis l'institution des nouvelles formations d'ingénieurs en France, suite au rapport Decomps de 1989, l'alternance constitue l'axe central de plusieurs dispositifs de formation dans l'enseignement supérieur. Nous entendons par alternance les pratiques de formation qui prévoient des lieux, des temps et des modalités d'apprentissage différents et réputés complémentaires, dont le maître d'œuvre est soit l'entreprise, soit l'université soit le centre de formation (Bercovitz, 1982). Dans cet article, nous nous intéressons aux savoirs mobilisés et à leurs modalités de mobilisation dans une activité académique de formation d'ingénieurs. Nous postulons qu'en caractérisant ces savoirs nous pouvons avancer des propositions quant à ce que peut être « l'articulation » des activités académiques et industrielles.

Contexte de la recherche

Une formation d'ingénieurs en alternance

Notre terrain de recherche est la formation d'ingénieurs en alternance à l'université de Marne-la-vallée en France. Nous nous intéressons notamment aux semaines thématiques, c'est-à-dire à des activités acadé-

miques de formation, programmées en dernière année de formation, visant à permettre aux apprentis de mobiliser les outils et les techniques de conception ou de re-conception d'un produit et de son processus d'industrialisation, vus pendant les deux années précédentes. L'analyse de l'activité académique des apprentis pendant les semaines thématiques nous aidera à comprendre comment elle se déroule effectivement et en quoi consiste l'articulation avec l'activité en entreprise.

La tâche confiée aux apprentis : une tâche de conception industrielle

Les semaines thématiques sont construites autour d'une tâche de conception qui comporte trois étapes d'une semaine chacune : la préconception, la conception et le calcul d'un « couvercle d'arbre intermédiaire » (CAI) qui fait partie d'un moteur automobile. Les apprentis travaillent en autonomie, mais ils peuvent faire appel à l'intervention du formateur responsable de chaque étape. L'activité de conception du composant CAI que nous avons observée comporte la préconception (qui comporte cinq phases : l'analyse du besoin, la caractérisation des fonctions de service, l'analyse fonctionnelle Fast¹, l'analyse fonctionnelle Taf² et la cotation fonctionnelle) et la conception/calcul (qui comporte deux phases : le calcul et la simulation de l'action de coupe et l'expérimentation sur banc d'essai d'extensométrie).

1. PROBLÉMATIQUE

Des revues de questions ont scruté l'évolution des grandes problématiques de recherche sur l'alternance en France (Clénet & Demol, 2002) comme en Belgique (Fusulier & Maroy, 2002) et au Québec (Landry & Mazalon, 2002). Leur analyse permet de mettre en évidence des préoccupations majeures qui concernent les institutions de formation et de production, leurs organisations et les acteurs (les formateurs des deux lieux de formation et les stagiaires) engagés dans toute formation en alternance. En effet, les recherches qui portent sur les institutions visent par exemple à identifier ce que recouvre dans les faits le label « formation en alternance » (Delcourt et al., 1990) ou à situer l'alternance dans les politiques d'emploi et de lutte contre le chômage (Réa, 1992). Les recherches qui s'intéressent aux organisations tentent, par exemple, de juger de la proximité ou de la distance de ces

(1) Fast signifie l'étude des solutions technologiques adoptées ou à adopter pour réaliser une fonction.

(2) Taf signifie l'étude des dispositions relatives des composants d'un système technique ; c'est une étape introductive à la cotation fonctionnelle (affectation des spécifications dimensionnelles, géométriques ou de forme selon la fonction) des composants.

pratiques par rapport à un modèle idéal, de l'articulation entre les deux séquences de formations (Antoine, Grootaers & Tilman, 1988 cités par Fusulier & Maroy, 2002). Pour sa part, Fusulier (2001) analyse les processus et les conditions de construction d'une coopération étroite et équilibrée entre l'école et l'entreprise en termes d'intérêts, de principes de justification et d'élaboration des rapports de confiance. Quant aux recherches qui portent sur les acteurs, elles s'interrogent, par exemple, sur la transdisciplinarité dans le cas d'une formation en Brevet de Technicien Supérieur d'économie sociale et familiale (Buguet, 2003), sur le rôle de la raison expérientielle dans la transformation de l'expérience vécue d'artisans (Denoyel, 1998) ou sur les nouvelles conditions d'apprentissage cognitif et celles de socialisation professionnelle (Geay, 1998 ; Fusulier, 2000). Cependant, peu de recherches, prennent pour objets d'étude des contenus spécifiques de formation en vue d'analyser les modalités d'apprentissage en alternance. Par exemple Prudhomme (1999) a procédé par une analyse épistémologique d'une démarche de conception (l'analyse fonctionnelle) dans une formation de techniciens spécialisés en alternance ; quant à Veillard (2000), il a analysé les facteurs développant les compétences des apprentis ingénieurs en entreprise. Notre étude se veut alors une contribution aux réflexions sur la formation en alternance prenant pour entrée le contenu spécifique à celle-ci, la conception industrielle.

2. CADRE DE RÉFÉRENCE

2.1. Les savoirs mobilisés dans une activité de conception

Ainsi que nous l'avons évoqué précédemment, notre approche consiste à caractériser les savoirs mobilisés et leurs modalités de mobilisation dans des activités de conception pendant la séquence académique de formation. Ce choix est d'abord suggéré par le contexte de la recherche. En effet, nous avons observé et analysé les productions d'apprentis ingénieurs en dernière année de formation dont les activités à l'école d'ingénieurs comme en entreprise sont essentiellement des activités de conception de systèmes techniques, de méthodes, de documents ou de programmes informatiques. C'est aussi un choix théorique qui consiste à considérer, à la suite de Simon (1974) et de Perrin (2001), qu'au cœur de toute activité professionnelle, en l'occurrence celle de l'ingénieur, il y a une activité de conception en tant que processus de production d'artefacts. Nous utilisons la notion d'artefact dans le sens d'objet artificiel construit pour un usage (Lebahar, 1998) et qui « concrétise une solution à un problème ou une classe de problèmes socialement posés » (Rabardel, 1995). L'artefact peut être matériel (en architecture, en design industriel, en ingénierie, etc.) ou symbolique (plannings, programmes informatiques, allocation de ressources, conception de textes, etc.) (Darses & Beguin, 1998).

En vue d'identifier les savoirs mobilisés dans une activité de conception, des recherches antérieures ont établi différentes typologies. Nous pouvons citer ici celles de Malglaive (1990) qui distingue les savoirs théoriques, les savoirs procéduraux, les savoirs pratiques et les savoir-faire. Celle de Collins (1992), cité par Vinck (1997), distingue les faits et règles formelles, les heuristiques, les savoir-faire manuels et perceptifs et les savoir-faire culturels. Quant à Hatchuel et Weil (1992), ils proposent les catégories savoir-faire, savoir-comprendre et savoir-combiner. Bien que les typologies citées permettent de « lire », de façon globale, l'activité de l'ingénieur, leurs catégories sont très générales et les critères retenus pour leur élaboration sont peu pertinents par rapport à notre objectif d'analyser les savoirs spécifiques à l'activité de l'ingénieur concepteur en situation. Pour ce faire, nous nous sommes d'abord référés à l'histoire des techniques et en particuliers aux travaux de Vincenti (1990). Celui-ci a mis en évidence des catégories de savoirs (les concepts de base pour la conception, les critères et spécifications, les outils théoriques, les données quantitatives, les considérations pratiques, les schèmes de conceptions) mobilisés par les ingénieurs concepteurs dans l'industrie aéronautique dans la première moitié du XX^e siècle³. L'étude ethnographique des activités dans les bureaux d'étude (Vinck, 1999a), nous a ensuite permis d'explicitier et compléter les catégories retenues dans la perspective historique en prenant en compte la connaissance des conditions organisationnelles, humaines et matérielles qui déterminent un processus de conception. Enfin, la didactique des génies techniques nous a permis d'organiser les différentes catégories retenues dans les deux premières perspectives sous la forme d'une grille en reprenant les appellations des catégories identifiées par Cartonnet (2000) qui considère que pour former à la conception, quatre types de connaissances sont à prendre en compte : les connaissances du « milieu de fonctionnement », celles des « produits industriels » à concevoir, celles des « objets simulants » et celles des « ordres de grandeurs ». Ainsi, notre grille organise-t-elle les savoirs de l'ingénieur concepteur en quatre catégories. La première, « Milieu de l'Artefact », comporte les connaissances des conditions organisationnelles et humaines ainsi que celles des conditions matérielles, de la fonction d'usage, des performances et des modes de défaillance de l'artefact. La deuxième, « Artefact à Concevoir », comporte les connaissances du principe opératoire de l'artefact et celles de la structure de l'artefact. La troisième, « Objets Simulants », comporte les connaissances des méthodes et théories ainsi que celles des concepts intellectuels, des considérations pratiques, des capacités de discernement (ou de prise de décision), des procédures plus ou moins structurées,

(3) La conception des voilures d'avion (1908 - 1945) ; les spécifications relatives à la maniabilité en vol des avions (1918 - 1943) ; l'analyse en terme de volume de contrôle (1912 - 1953) ; les essais d'hélices (1916 - 1926) ; l'innovation du rivetage à tête noyée dans la construction d'avion (1930 - 1950).

des procédures formalisées et des procédures en acte. La dernière catégorie, « Ordres de grandeur », comporte les connaissances des ordres de grandeurs prescriptifs et descriptifs. Le tableau 1 résume ces différentes catégories.

Les savoirs mobilisés par un ingénieur concepteur															
Milieu de l'artefact (MA)					Artefact à Concevoir (AC)		Objets Simulant (OS)						Ordre de Grandeur (OG)		
COH	CM	FU	PE	MD	PO	CA	MTh	CI	CP	PPMS	CD	PF	PA	OGD	OGP
Conditions Organisationnelles et Humaines	Conditions Matérielles	Fonction d'Usage	Performances	Modes de Défaillance	Principe Opérateur	Configuration de l'Artefact	Méthodes et Théories	Concepts Intellectuels	Considérations Pratiques	Procédure Plus ou Moins Structurées	Capacités de Discernement	Procédure Formalisée	Procédure en Acte	Ordre de Grandeur - Descriptif	Ordre de Grandeur - Prescriptif

Tableau 1 • Grille d'analyse des savoirs de l'ingénieur concepteur

2.2. Une structure de l'activité de conception

Pour analyser les savoirs mobilisés dans l'activité académique de conception, une question d'ordre méthodologique se pose : quel dispositif pour observer puis analyser cette activité ? Autrement dit, quelle unité de sens et quelle unité de contexte considérer pour analyser l'activité de conception en mettant en œuvre la grille des savoirs que nous avons présentée ? Cette question soulève à son tour des interrogations concernant la structure de l'activité de conception à adopter pour analyser. Or, notre expérience en tant que formateur d'ingénieurs et de formateurs à la conception nous a appris que celle-ci ne se réduit pas seulement à un processus rationnel procédant par modélisation et visant à la production de savoirs spécifiques à un projet. C'est aussi un processus qui met en œuvre des tours de mains et des approches « opportunistes » caractérisant l'activité d'un ingénieur expert. Cette intuition est étayée par des travaux de recherche antérieurs qui confirment le caractère incomplet, mal défini (Blanco, 2002 ; Darses, 2002), voire un caractère « artistique » (Perrin, 2001) d'une activité de conception, dont la représentation se développe et se modifie continuellement au cours du processus de conception (Lebahar, 1999). Pour faire la synthèse des caractères scientifiques et « artistiques » de l'activité de conception, la perspective sociocognitive suggère en conséquence des

pistes pertinentes (Perrin, 2001 ; Vacherand-Revel *et al.*, 2001). En effet, la théorie de l'activité, permet de considérer l'activité de conception en tant qu'activité humaine comme un système lié à un motif et dont le processus qui le structure est l'action⁴ caractérisée par le but qu'elle vise (Leontiev, 1976 ; Tuömi & Engeström, 2003). Les modes d'exécution d'une action sont les opérations. Elles sont fortement imprégnées par la situation et se distinguent en opérations d'orientation, d'exécution et de contrôle⁵ (Galpérine, 1966 ; Leontiev, 1976 ; Savoyant, 1979). Le système activité ainsi conçu, intégrant actions et opérations, est une seule entité formée de deux parties dont l'une est manifeste, donc observable, et l'autre cachée difficile à expliciter (Galpérine, 1966 ; Leontiev, 1976). Or, l'activité de conception est souvent collective (Darses & Beguin, 1998). Une activité collective qui ne veut pas dire seulement le recours à plusieurs activités individuelles mais aussi l'existence de buts identiques et un processus de construction de représentations identiques sur le produit final (Savoyant, 1984 ; Rogalski, 1994 ; Leplat, 1994). En conséquence, nous considérons comme unité d'analyse l'activité collective incluant notamment des acteurs, des artefacts, des règles et une division de travail. Dans ce cas, les artefacts, ou les objets intermédiaires selon Jantet (1998) et Vinck (1999), ainsi que les communications y constituent des traces externes qui révèlent les savoirs et les représentations véhiculées, les processus d'élaboration de référents communs, et les liens entre communications et actions en cours ou visées (Navarro, 1993 ; Lacoste, 1991 ; Karsenty & Falzon, 1991 ; Falzon, 1994 ; Grusenmayer & Trognon, 1997). En résumé, nous analysons l'activité collective de conception en considérant que pour une tâche donnée, la partie manifeste d'une opération ou série d'opérations révèle, à travers les artefacts, ou les objets intermédiaires produits ou manipulés, et les communications entre les acteurs, la nature des savoirs mobilisés et leurs modalités de mobilisation.

3. MÉTHODOLOGIE

3.1. Échantillon

Les semaines thématiques durent un mois réparti sur la séquence académique. Un groupe de sept apprentis ingénieurs de la filière génie

(4) Les actions, orientées vers un but, sont produites par des individus ou par des groupes réalisant une activité (Tuömi & Engeström, 2003). Si le but est spécifique à la situation, le motif de l'activité peut trouver sa source dans une situation différente.

(5) Les opérations d'orientation assurent l'analyse des conditions spécifiques de l'action, le repérage des propriétés de l'objet de l'action et la mise en rapport de ces conditions et propriétés avec les opérations d'exécution et de contrôle; les opérations d'exécution sont celles qui vont assurer les transformations effectives de l'objet de l'action ; les opérations de contrôle sont celles qui assurent l'observation et l'évaluation du déroulement de l'action.

mécanique a été filmé pendant les étapes de « préconception » et de « conception et calcul » qui durent deux semaines. Selon la phase de l'activité, les apprentis travaillent ensemble autour d'une table ou par binôme sur un ordinateur ou sur le banc d'essai d'extensométrie (permettant de déterminer la répartition des contraintes ou des déformations dans une structure).

3.2. Recueil des données

Trois caméras ont été utilisées pour suivre les déplacements fréquents des apprentis et les interventions des formateurs en des endroits différents de l'atelier. Nous avons sélectionné, sur plus de quarante heures enregistrées, seize heures « exploitables⁶ » que nous avons transcrit selon le tableau 2 :

PHASE « CALCUL »	ACTIVITÉS	
	Temps	Description des opérations
00 :00 :00	Ba et Gu découvrent les différentes fonctionnalités de CATIA (par tâtonnement). Ils travaillent chacun sur leurs postes en essayant d'avancer en même temps.	
00 :02 :41	Discutent de la nature de la sollicitation à appliquer à la pièce sur CATIA.	Gu : mais nous on fait en fait des actions juste comme ça (verticales) et non par traction ou compression.

Légende : Ba et Gu sont les symboles des noms des apprentis

Tableau 2 • Exemple de transcription

Ainsi, l'activité collective, en tant qu'unité d'analyse, est segmentée en série d'opérations qui sont repérées temporellement comme le montre la première colonne du tableau. Les opérations sont décrites dans la deuxième colonne et, dans la dernière, sont rapportées les communications que les apprentis ont échangées pour guider ou commenter leurs opérations.

3.3. Traitement des données

Les opérations et les communications

Comme l'indique le tableau précédent, l'activité des apprentis est déclinée en termes d'opérations. À chaque opération, ou série d'opérations, que nous avons décrite dans la colonne « Description des opérations », cor-

(6) Parfois l'image est claire mais les discussions sont inaudibles, parfois les apprentis se déplacent à côté de la caméra pour discuter ou exécuter des actions ... nous avons considéré ces vidéos non exploitables.

respond les communications entre les apprentis du groupe filmé. C'est la lecture conjointe de la description de l'opération (en général sur ou à l'aide d'artefacts), en tant qu'unité d'enregistrement, et du commentaire ou des communications des apprentis, en tant qu'unité de contexte, qui nous permet de faire correspondre à une opération, ou à une série d'opérations, les catégories des savoirs de la grille d'analyse.

Analyse des savoirs

Nous avons effectué deux analyses de l'activité des apprentis : la première est globale, reposant sur l'hypothèse de la corrélation entre l'occurrence d'une catégorie de savoirs dans les communications des apprentis et sa mobilisation ; dans ce cas nous avons considéré les activités de conception tout au long des semaines thématiques sans distinguer les différentes phases de conception du composant CAI de moteur de voiture. La deuxième analyse est locale, portant sur chaque phase de la démarche de conception du même composant. Elle nous a permis de caractériser les modalités de mobilisation des savoirs dans l'activité académique de conception que nous avons observée. Nous avons scruté l'évolution de la mobilisation des différentes catégories de savoirs dans chacune des phases de l'activité de conception en analysant les différents actigrammes⁷ (Cartonnet, 1998 ; Huchette, 2002) correspondant aux différentes phases de l'activité des apprentis. La figure 1 représente l'actigramme de la phase « analyse du besoin » de l'activité de conception.

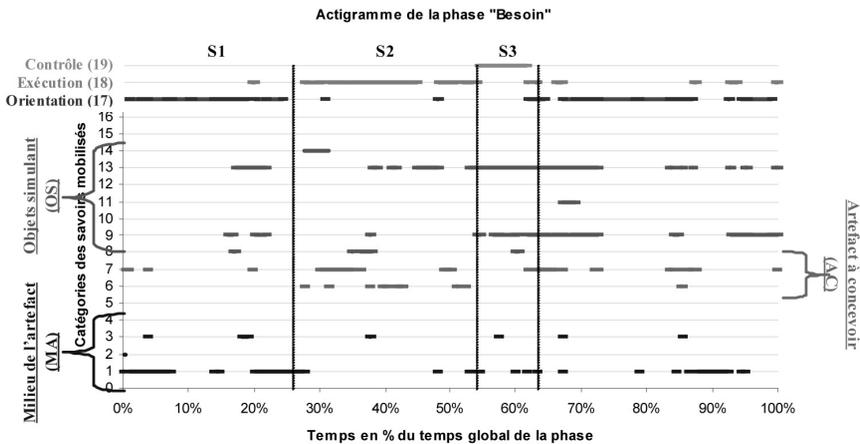


Figure 1 • Actigramme de l'évolution temporelle de la mobilisation des catégories de savoirs de conception

(7) Cette représentation graphique est réalisable sur Excel à partir d'un tableau précisant les catégories et les moments d'occurrence des indicateurs de chaque catégorie.

En abscisses est porté le temps de la phase concernée (par exemple : « Besoin ») ; en ordonnées sont indiquées les différentes sous-catégories (de 1 à 16) que comporte la grille d'analyse des savoirs de l'ingénieur concepteur. Sur le même graphe, nous avons représenté les trois types d'opérations (de 17 à 19) au sein desquelles nous examinons les savoirs mobilisés. Ceci nous a permis de distinguer des séries d'opérations : d'orientation, d'exécution et de contrôle. Ainsi, dans chaque série d'opérations, nous pouvons voir comment les apprentis ont mobilisé les différentes catégories. Par exemple, dans la série d'opérations d'orientation S1, les apprentis ont fait appel à des connaissances du « Milieu de l'Artefact » (MA) ; ensuite à celles des « Objets Simulants » (OS) pour revenir enfin à celles de MA.

Que ce soit dans l'analyse globale ou locale, nous avons procédé par une analyse de contenu des communications et des opérations des apprentis en prenant en compte les aspects suivants : l'objet (sur quoi portent les communications et les opérations, l'environnement, l'opérateur, l'équipement, les procédures), le mode (interrogatif, affirmatif, impératif ou, de façon plus concrète, la demande ou l'apport de l'information ou de directives), la nature des moyens mis en jeu (indices volontaires ou signaux proprement dits) et les média utilisés et les rôles des communications dans l'activité (préparation, exécution, contrôle) (Desnoyers, 1991). Ainsi, des indicateurs repérant les sous-catégories des savoirs mobilisés au sein de chaque unité d'analyse qui est l'opération ont été mis en évidence. Par exemple à l'opération « demander une information au professeur » est associé l'indicateur « savoir s'informer » qui renvoie à la mobilisation de la sous-catégorie des savoirs « Conditions Organisationnelles et Humaines » (COH) qui renvoie, elle, à la catégorie des savoirs « Milieu de l'Artefact » (MA)⁸. En plus, pour chaque opération, ou série d'opérations, ont été repérés les éléments suivants : le temps de l'opération ou de la série d'opérations, la nature de l'opération d'orientation (O), de contrôle (C) ou d'exécution (E)⁹ et le code de la sous-catégorie des savoirs mobilisée au cours de l'opération ou série d'opérations (COH, CA, OP, etc.). La fréquence d'apparition, ou occurrence, de chaque sous-catégorie est indiquée en faisant correspondre « 1 » à la case correspondant au code de la sous-catégorie comme le montre le tableau 3.

Temps	Milieu de l'artefact					Artefact à Concevoir		Objets Simulant (OS)							Ordre de Grandeur	
	CMH	CM	FU	PE	MD	PO	CA	MTh	CI	CP	PMS	CD	PF	PA	OGP	OGD
00 :01	1								1							

Tableau 3 • Repérage et comptage des apparitions des sous-catégories dans l'activité de conception

(8) La validité de l'analyse a été assurée par la confrontations des codages de trois chercheurs (inter juges).

(9) Les opérations d'orientation correspondent par exemple aux discussions qui préparent l'exécution d'une tâche ; les opérations d'exécution correspondent à l'exécution effective d'une tâche ; quant aux opérations de contrôle ou d'évaluation, elles portent aussi bien sur les opérations d'orientation que sur celles d'exécution.

4. RÉSULTATS

4.1. Analyse globale des savoirs mobilisés dans l'activité des apprentis

L'analyse globale nous a permis de mettre en évidence les savoirs mobilisés dans une activité académique de conception. Le tableau 4 fait apparaître les occurrences des différentes sous catégories de savoirs dans l'activité académique des apprentis.

Milieu de l'Artefact	Conditions Organisationnelles et Humaines	COH	268	13 %	14 %
	Conditions Matérielles	CM	34	2 %	
	Fonction d'Usage	FU	17	1 %	
	Performances	PE	4	0 %	
	Modes de Défaillance	MD	0	0 %	
Artefact à Concevoir	Principe Opératoire	PO	133	7 %	20 %
	Configuration de l'Artefact	CA	269	13 %	
Objets Simulants	Méthodes et Théories	MTH	174	9 %	62 %
	Concepts Intellectuels	CI	544	27 %	
	Considérations Pratiques	CP	50	2 %	
	Procédure Plus ou Moins structurées	PMS	45	2 %	
	Capacités de Discernement	CD	0	0 %	
	Procédure Formalisée	PF	385	19 %	
Ordre de Grandeur	Procédure en Acte	PA	62	3 %	2 %
	Ordre de Grandeur Descriptif	OGD	28	1 %	
	Ordre de Grandeur Prescriptif	OGP	4	1 %	
Total		2017		100 %	

Tableau 4 • Occurrences des différentes sous-catégories de savoirs dans l'activité académique des apprentis

Ainsi, la catégorie « Milieu de l'Artefact » (MA) correspond à la connaissance des conditions organisationnelles et humaines de l'activité qui recouvrent essentiellement des « savoir s'informer » auprès du formateur, auprès des autres groupes ou dans des ressources documentaires ou multimédia. Les sous-catégories de MA (Fonction d'usage, Performances et Modes de Défaillance), faibles en pourcentage, mettent en évidence une faible mise en relation du milieu extérieur et du milieu intérieur (composants et caractéristiques de l'artefact), cette mise en relation qui est essentielle dans un processus de conception industriel. La catégorie « Artefact à Concevoir » (AC) correspond en particulier aux savoirs des principes de fonctionnement et de la structure du système étudié et ses composants (arbre intermédiaire). Quant à la catégorie « Objets Simulants » (OS), elle est dominée par trois sous-catégories : la sous-catégorie « Concepts Intellectuels » (CI), la sous-catégorie « Procédure Formalisée » (PF) et la sous-catégorie

« Méthodes et théories » (Mth). La sous-catégorie CI, qui selon Vincenti (1990) représente le langage du processus cognitif de conception, correspond essentiellement à des concepts renvoyant aux domaines techniques et scientifiques, se référant en particulier aux acquis des apprentis lors de la séquence académique.

Concepts qui renvoient aux domaines techniques n=190 (57 %)	Outils de l'Analyse Fonctionnelle	n=114	59 %
	Conception	n=69	37 %
	Procédés d'obtention	n=7	4 %
Concepts qui renvoient aux domaines scientifiques n=140 (42 %)	Électricité	n=10	7 %
	Mécanique	n=108	78 %
	Thermique	n=9	7 %
	Matériaux	n=12	8 %
Concepts qui renvoient aux domaines industriels	m		1 %

Tableau 5 • Répartition des indicateurs dans la sous-catégorie Concepts Intellectuels (CI) (n= nombre d'apparition)

En effet, comme le montre le tableau 5, les apprentis font appel aux disciplines académiques, que ce soit en termes d'intitulés (telles qu'elles sont annoncées dans le référentiel de formation académique) ou en termes de contenus qu'ils ont systématiquement recherchés dans leur documents personnels ou dans des manuels (Zaid, 2004). Cela fait apparaître le caractère « scolaire » des activités de conception durant les semaines thématiques.

En ce qui concerne la sous-catégorie « Procédures Formalisées » (PF), elle correspond essentiellement à la connaissance des outils, des principes et des concepts de l'analyse fonctionnelle que les formateurs ont mis en œuvre pour structurer la tâche académique de conception. Quant à la sous-catégorie « Méthodes théoriques », elle correspond à des équations et à des lois de la mécanique (équation de Reynolds, méthode de calcul du tenseur de déformation en un point, loi de Lamé, de Hooke, etc.). Le tableau 6 illustre ce constat par quelques exemples.

Les catégories de savoirs les plus mobilisés	Les savoirs mobilisés effectivement par les apprentis et indiquant les différentes catégories de savoirs
« MA » : Milieu de l'Artefact (14 %)	Savoir s'informer auprès du formateur, auprès des autres groupes ou dans des ressources documentaires ou multimédia
« AC » : Artefact à Concevoir (20 %)	Connaissances des principes opératoires du système étudié et ses composants (arbre intermédiaire CAI)
	Connaissances des structures du système étudié et de ses composants (arbre intermédiaire)
« OS » : Objets Simulants (55 %)	Équations et lois de la mécanique
	Concepts renvoyant aux domaines techniques et scientifiques (acquis académiques)
	Connaissances des outils, des principes et des concepts de l'analyse fonctionnelle

Tableau 6 • Nature de quelques savoirs correspondant aux catégories MA, AC et OS dans l'activité académique de conception

Par ces exemples, nous montrons que les savoirs mobilisés dans l'activité académique de conception sont fortement marqués par le caractère scolaire de la situation de formation académique.

4.2. Analyse locale des savoirs mobilisés dans l'activité des apprentis

Trois résultats ressortent de l'analyse locale. Premièrement, les apprentis adoptent un processus de conception dans lequel l'environnement du composant est peu pris en compte. C'est ce qui se traduit par une mise en relation très faible des deux catégories « Artefact à Concevoir » (AC) et « Milieu de l'Artefact » (MA). Par exemple, dans la phase d'analyse du besoin, l'étude de l'artefact à concevoir en rapport avec son milieu, extérieur et intérieur, est quasiment absente comme le montre les faibles occurrences des sous-catégories Fonction d'usage, Performances et Modes de Défaillance (figure 1 et tableau 4).

Deuxièmement, la catégorie « Artefact à Concevoir » (AC) est mobilisée pour identifier les composants de l'arbre intermédiaire concernés par l'utilisation des outils de l'analyse fonctionnelle (OS). Tandis que la catégorie « Milieu de l'Artefact » (MA) est mobilisée pour s'informer sur l'utilisation des outils de l'analyse fonctionnelle (OS). Si bien que nous pouvons appeler les catégories AC et MA des catégories de savoirs « de service » pour la catégorie OS. Nous illustrons ceci (figure 2) en schématisant la manière dont les apprentis passent de la mobilisation d'une catégorie (par exemple OS) à celle d'une autre (par exemple AC) et à l'objet (par exemple, pour identifier les composants du système pour « appliquer » les outils de l'AF).

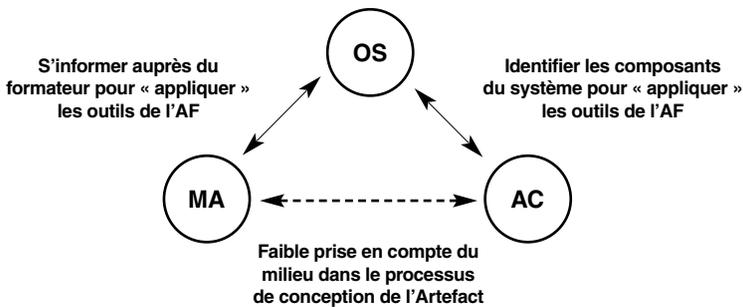


Figure 2 • Schéma illustrant la mobilisation des catégories de savoir OS, AC et AM dans la phase « Besoin »

Or, l'analyse des rapport d'alternance de ces mêmes apprentis ingénieurs (Zaid, 2004) nous enseigne que la conception de l'artefact, ou sa re-

conception, pendant l'activité industrielle correspond à des mises en relation dynamiques des quatre catégories de savoirs (MA, AC, OS et OG) en vue de les adapter (les unes par rapport aux autres) ou d'en construire de nouvelles dans le cas où la situation est inédite. Cela met en évidence un autre aspect de contraste, en termes de modalités de mobilisation des différentes catégories de savoirs, entre les activités académiques et industrielles.

Troisièmement, l'un des objets de l'activité des apprentis qui est de re-concevoir un composant, a été mis au second plan par rapport à la mise en œuvre des outils de l'analyse fonctionnelle. Nous faisons le même constat en ce qui concerne la phase « extensométrie » : l'artefact à re-concevoir en même temps que la conception de son processus d'industrialisation ont été évacués au profit de la modélisation et du calcul d'un effort de coupe et le contrôle du comportement de la pièce à usiner en utilisant des jauges d'extensométrie.

5. DISCUSSION ET CONCLUSION

Nous avons choisi dans cette étude de considérer les savoirs mobilisés dans l'activité de conception comme entrée pour penser l'articulation entre les activités académiques et industrielles dans une formation d'ingénieurs en alternance. Ce choix nous a amené à nous interroger sur la raison de considérer l'activité de conception uniquement comme mobilisation des savoirs, alors qu'il y a une activité qui consiste à déterminer des solutions, à envisager, à anticiper ce qui peut se passer, par approches successives, à gérer une indétermination qui doit arriver et à converger vers quelque chose de final qui est un produit de la conception. N'y a-t-il pas là une simple substitution de l'activité par les savoirs ? En fait, ces interrogations sont suscitées par la spécificité d'une formation en alternance où ce qui est alterné est précisément un apprentissage organisé autour des savoirs et un apprentissage organisé autour des activités dans des situations professionnelles (Pastré, 2004). Dans un cas comme dans l'autre, nous ne concevons pas les savoirs indépendamment de l'activité. Ils constituent un élément, parmi d'autres, qui permet d'organiser l'activité (Pastré, *Ibid.*). Par ailleurs, ces savoirs de l'ingénieur concepteur, représentés par les quatre catégories de la grille présentée dans ce travail, en tant qu'outils pour décrire, coder et modéliser des activités de conception, sont conçus comme des objets (Lebahar, 1998), en l'occurrence des *boundary-crossing objects*¹⁰ (Engeström, 1999) dont la caractérisation permet de documenter l'articulation des activités de conception à l'école et en entreprise. C'est en ce sens que nous considérons que la

(10) Pour conceptualiser le transfert des apprentissages entre l'école et le travail et penser les interactions entre deux systèmes d'activité, l'école et l'entreprise, selon sa théorie d'*expansive learning*, Engeström (1999) propose la notion de *boundary-crossing objects*. «The notion of a boundary object addresses how artifacts or objects can mediate interaction between agents from different communities of practice » (Ludvigsen *et al.*, 2003, p. 293).

catégorisation des savoirs que nous avons adoptée n'est ni « générale » ni figée et qu'elle a un caractère fonctionnel qui consiste, en plus de dégager des catégories des savoirs mobilisés, à repérer des processus de conceptions et à esquisser des schémas de raisonnement adoptés par les apprentis lors de l'activité de conception étudiée. C'est à ce titre qu'il faudrait utiliser notre grille et l'évaluer.

À la lumière des résultats présentés précédemment, et en faisant référence aux études qui ont caractérisé des activités de conception d'ingénieurs experts ou d'apprentis ingénieurs en entreprise (Lebahar, 1992 ; Prudhomme, 1999 ; Vinck, 1999 ; Darse, 2000 ; Zaid, 2004), nous pouvons dire que la mise en place des semaines thématiques contribue à articuler les deux séquences de formation en alternance dans la mesure où elles sont structurées par un projet de conception qui met les apprentis dans une activité académique en continuité avec l'activité industrielle laquelle est souvent structurée de la même manière. De ce point de vue les semaines thématiques constituent ce que Lambert (2003) appelle des *boundary-crossing places* entre l'école et l'entreprise où les apprentis prennent conscience des transformations des savoirs acquis à l'école à l'occasion d'activités de conception « réelles ». Cependant, les semaines thématiques proposent une activité de conception en rupture avec l'activité de conception industrielle en termes d'enjeux, de savoirs mobilisés et de modalités de mobilisation. En plus, celle-ci constitue une occasion unique (pendant la dernière année de formation) avec un support unique (le couvercle de l'arbre intermédiaire d'un moteur de véhicule). Alors que les activités industrielles de conception que les apprentis rencontrent au cours de leur formation en entreprise sont caractérisées par leur forte variabilité¹¹. L'activité de conception au cours des semaines thématiques, bien qu'elle soit structurée par un projet qui consiste à concevoir ou à re-concevoir des produits réels, selon une démarche industrielle, constitue donc une activité de conception académique avec des enjeux scolaires. Nous pensons que la multiplication des études sur d'autres constructions de séquences académiques, dans d'autres formations en alternance¹², est nécessaire afin de pouvoir documenter les continuités et les ruptures par rapport aux activités industrielles. Dans ce cas, l'articulation des deux séquences de formation pourrait être conçue comme une construction cohérente prenant en compte les rôles fonctionnels des continuités et des ruptures en termes d'enjeux, d'organisation, de savoirs mobilisés et de modalités de mobilisation des savoirs.

(11) Cette variabilité est due à la variabilité des situations de conception pendant les séquences industrielles de formation dans les différentes entreprises d'accueil des apprentis ingénieurs.

(12) Par exemple, dans la formation d'ingénieurs à la Faculté de génie de l'université de Sherbrooke, la séquence académique (ou session d'étude) est structurée aussi bien par des problèmes (unité d'apprentissage par problèmes) pour acquérir les connaissances « théoriques », que par des projets pour mobiliser ces dernières dans des activités de conception (Dalle et Lachiver, 2003).

BIBLIOGRAPHIE

- ANTOINE F., GROOTAERS D. & TILMAN F. (1988). *De l'école à l'entreprise. Manuel de la formation en alternance*. Bruxelles, Vie Ouvrière.
- BLANCO E. (2002). Quatre concepts pour analyser l'activité de conception. In Y. Cartonnet, J. Lebeaume & P. Vérillon, (éd.), *Comment former aux compétences de conception*, Actes du séminaire de didactique des disciplines technologiques, Cachan 1999-2000. Paris, INRP, p. 59-78.
- BEGUIN P. & DARSEES, F. (1998). *Les concepteurs au travail et la conception des systèmes de travail : points de vue et débats*. Communication au colloque « Deuxième journées Recherche et Ergonomie », 9-11 février 1997. Document accessible sur Internet : <http://www.ergonomie-self.org/rechergo98/html/beguini.html>. [NDLR : lien vérifié le 9/11/2006]
- BERCOVITZ A. et al. (1982). *Éducation et alternance*. Paris, Edilig.
- BUGUET J. (2003). Pour une pédagogie du lien : pluri, inter et transdisciplinarité en formation BTS. In J.-N., Demol, (éd.), *Didactique et transdisciplinarité. Alternance III*. Paris, l'Harmattan, p. 129-154.
- CARTONNET Y. (2000). *Proposition d'actualisation de la technologie structurale pour créer et utiliser des documentations technologiques*. Rapport d'habilitation à diriger des recherches. Cachan, ENS de Cachan.
- CARTONNET Y. (1998). Un outil pour l'émergence des faits : l'actigramme. In A. DUREY, J. LEBEAUME & P. VERILLON (éd.), *Actes du Séminaire de didactique des disciplines technologiques*, Cachan, 1997-1998. Paris, Association Tour 123, p. 74-84.
- CLENET J. & DEMOL J.-N. (2002). Recherches et pratiques d'alternance en France. Des approches et leurs orientations. In C. LANDRY, (éd.), *La formation en alternance : état des pratiques et des recherches*. Sainte-Foy, Presse de l'université du Québec, p. 83-108.
- DALLE D. & LACHIVER G. (2003). *L'intégration des formations par problèmes et par projets dans les programmes de génie électrique et de génie informatique : un défi pour les étudiants et pour les professeurs*. Communication libre. XX^e congrès de l'AIPU, Sherbrooke, 27, 28, 29 et 30 mai 2003.
- DARSEES F. (2002). L'ingénierie concourante : un modèle en meilleure adéquation avec les processus cognitifs de conception. In Y. Cartonnet, J. Lebeaume & P. Vérillon, (éd.), *Comment former aux compétences de conception ? Actes du séminaire de didactique des disciplines technologiques*, Cachan 1999-2000. Paris, INRP, p. 79-106
- DECOMPS B. (1989). *L'évolution des formations d'ingénieurs et de techniciens supérieurs*. Paris, Haut Comité éducation-économie.
- DELCOURT J., MOLITOR M., & SERON M.-P. (1990). *Formation en alternance, pratiques professionnelles et stages divers en entreprise*. Ministère de la Communauté française de Belgique. Louvain-la-Neuve, université catholique de Louvain.
- DENOYEL J.-N. (1998). Alternance tripolaire et raison expérientielle à la lumière de la sémiotique de Peirce. Paradoxes de la médiation. Tradition et alternance. *Revue Française de Pédagogie*, n° 128, p. 35-42.
- DESNOYERS, L. (1991). Les indicateurs et les traces de l'activité collective. In R., AMALBERTI, M., MONTMOLLIN & J., THEUREAU, (éd.), *Modèles en analyse du travail*. Liège, Mardaga, p. 53-66.
- FALZON P. (1994). Dialogue fonctionnels et activité collective. *Le travail humain*, vol. 57, n° 4, p. 299-312.
- FUSULIER B. (2000). Formation par le travail et formation en alternance : quel impacts identitaires ? In B., Bajoit & Q., Nolet, (éd.), *Jeunesse et société*. Bruxelles : de Boeck, p. 259-276.
- FUSULIER B. (2001). *Articuler l'école et l'entreprise*. Paris, l'Harmattan.
- FUSULIER B. & MAROY C. (2002). La formation en alternance en Belgique Francophone. Développement, pratiques et théories. In C. LANDRY, (éd.), *La formation en alternance : état des pratiques et des recherches*. Presse de l'université du Québec, p. 110-118.

- GALPERINE P.-I. (1966). Essai sur la formation par étapes des actions et des concepts. In A. LEONTIEV, A. LURIA & A. SPIRNOV, (éd.), *Recherches psychologiques en URSS*. Moscou, Les éditions du progrès, p. 168-183.
- GEAY A. et al. (1998). Actualité de l'alternance. *Revue Française de Pédagogie*, n° 128, p. 107-125.
- GUIL D. & YOUNG M. (2003). Transfer and transition in vocational education: some theoretical considerations. In T. TUOMI-GROHN & Y. ENGESTROM (Ed.), *Between school and work. New Perspectives on Transfer and Boundary Crossing*. Amsterdam, Pergamon, p. 63-81.
- GRUSENMAYER C. & TROGNON A. (1997). Les mécanismes coopératifs en jeu dans les communications de travail : un cadre méthodologique. *Le travail humain*, vol. 60, n° 1, p. 5-31
- HATCHUEL A. & WEIL B. (1992). *L'expert et le système. Quatre histoires de systèmes-experts*. Paris, Economica.
- HUCHETTE M. (2002). *Évaluation expérimentale de l'apport, pour une formation d'ingénieurs, d'un simulateur informatique en travaux pratiques de bureau d'études mécaniques*. Thèse de doctorat. Cachan, ENS de Cachan.
- JEANTET A. (1998). Les objets intermédiaires dans la conception. Éléments pour une sociologie des processus de conception. *Sociologie du travail*, n° 3, p. 317-344.
- KARSENTY L. & FALZON P. (1991). L'analyse des dialogues orientés tâche : introduction à des modèles de la communication. In R. AMALBERTI, M. MONTMOLLIN & J. THEUREAU, (éd.), *Modèles en analyse du travail*. Liège, Mardaga, p. 107-118.
- LACOSTE M. (1991). Interaction située et dimension collective du travail. In F. SIX & X. Vaxevanoglou, (éd.), *Les aspects collectifs du travail*, Actes du 27^e congrès de la société d'ergonomie de langue Française. p. 29-49.
- LAMBERT P., (2003). Promoting developmental transfer in vocational Education. In T. TUOMI-GROHN & Y. ENGESTROM (Eds.), *Between school and work. New Perspectives on Transfer and Boundary Crossing*. Amsterdam, Pergamon, p. 233-254.
- LANDRY C. & MAZALON E. (2002). La construction de l'alternance au Québec : entre deux vagues de croissances et quelques flots de recherches variés. In C. LANDRY (Ed.). *La formation en alternance : état des pratiques et des recherches*. Sainte-Foy, Presse de l'université du Québec, p. 1-5.
- LEBAHAR J.-C. (1992). Quelques formes de planification significatives de l'activité de conception en Design industriel. *Le Travail humain*, vol. 55, n° 4, p. 329-351.
- LEBAHAR J.-C. (1998). Les objets de la conception : de la permanence du complexe polysensoriel à l'artefact cognitif. *Revue des sciences et techniques de la conception*, vol. 6, n° 1, p. 9-24.
- LEBAHAR J.-C. (1999). *Les activités de conception : résolutions de problème ? Dialectique concepteurs/environnements multiples ?* Communication au colloque international sur la didactique du projet. IUFM/UNIMÉCA. Marseille. Cahiers de la recherche et du développement.
- LEONTIEV A. (1976). *Le développement du psychisme*. Paris, Éditions sociales.
- LEPLAT J. (1994). Collective activity in work : some lines of research. *Le travail humain*, vol. 57, n° 3, p. 209-226.
- LUDVIGSEN S.-R et al. (2003). Workplace learning across activity systems: a case study of sales engineers. In T. TUOMI-GROHN & Y. ENGESTROM (Eds.), *Between school and work. New Perspectives on Transfer and Boundary Crossing*. Amsterdam, Pergamon, p. 291-310.
- MALGLAIVE G. (1996). Apprentissage. Une autre formation pour d'autres ingénieurs. *Formation et emploi*, n° 53, p. 85-99.
- NAVARRO C. (1993). L'étude des activités collectives de travail : aspects fondamentaux et méthodologiques. In F. SIX, & X. VAXEVANOGLU, (éd.), *Les aspects collectifs du travail*. Toulouse, Octarès, p. 91-106
- PASTRE P. (2004). Introduction. Recherches en didactique professionnelle. In R. Samurçay & P. Pastré (éd.), *Recherches en didactique professionnelle*. Toulouse : Octarès, p. 1-13.

- PERRIN J. (2001). *Concevoir l'innovation. Méthodologie de conception de l'innovation*. Paris, CNRS Éditions.
- PRUDHOMME G. (1999). *Le processus de conception de systèmes mécaniques et son enseignement. La transposition didactique comme outil d'une analyse épistémologique*. Thèse de doctorat. Université Joseph Fourier, Grenoble 1.
- RABARDEL P. (1995). *Les hommes et les technologies. Une approche instrumentale des technologies contemporaines*. Paris, A. Colin.
- REA A. (1992). « L'insertion professionnelle des jeunes et les formations en alternance. Comparaison internationale. » In M. Alaluf, R. Dillemans *et al.* *L'assurance chômage dans les années nonante*. Presses Universitaires de Louvain, Leuven, p. 103-196.
- ROGALSKI J. (1994). Formation aux activités collectives. *Le travail humain*, vol. 57, n° 4, p. 367-386.
- SAVOYANT A. (1979) Éléments d'un cadre d'analyse de l'activité : quelques conceptions essentielles de la psychologie soviétique. *Cahiers de Psychologie*, n° 22, p. 17-28.
- SAVOYANT A. (1984). Définitions et voies d'analyse de l'activité collective des équipes de travail. *Cahiers de psychologie cognitive*, vol. 4, n° 3, p. 273-284.
- SIMON A.-H. (1974). *La science des systèmes. Sciences de l'artificiel*. (Traduction et postface de J. L. Le Moigne). Paris, Epi Éditeurs.
- TUOMI-GROHN T. & ENGESTROM Y. (2003). Conceptualizing transfer: from standard notions to developmental perspectives. In T. TUOMI-GROHN & Y. ENGESTROM (Ed.), *Between school and work. New Perspectives on Transfer and Boundary Crossing*. Amsterdam, Pergamon, p. 19-38.
- VEILLARD L. (2000). *Rôle des situations professionnelles dans la formation par alternance. Cas des élèves-ingénieurs de l'ISTP de Saint-Etienne*. Thèse de doctorat. université Lumière-Lyon 2.
- VINCENTI W. (1990). *What engineers know and how they know it. Analytical studies from aeronautical history*. Baltimore, The John Hopkins University Press.
- VINCK D. (1997). La connaissance : ses objets et ses institutions. In J.-M., Fouet, (éd.), *Connaissances et savoirs faire en entreprise. Intégration et capitalisation*. p. 55-91. Paris, Hermes.
- VINCK D. (1999a). Épilogue. Postures pour une ethnographie des techniques. In D. VINCK (Ed.), *Ingénieurs au quotidien. Ethnographie de l'activité de conception et d'innovation*, p. 203-226. Presse Universitaire de Grenoble.
- VINCK D. (1999b). Les objets intermédiaires dans les réseaux de coopération scientifique. Contribution à la prise en compte des objets dans les dynamiques sociales. *Revue française de sociologie*, XI, n° 2, p. 385-414.
- VACHERAND-REVEL J., TARPIN-BERNARD F. & DAVID B. (2001). Des modèles de l'interaction à la conception « participative » des logiciels interactifs In J. PERRIN, (éd.), *Conception entre science et art. Regards multiples sur la conception*. Lausanne, Presse polytechniques et universitaires romandes, p. 239-255.
- ZAID A. (2004). *Problèmes didactiques d'usage et de constitution d'une documentation et d'une assistance pédagogique en ligne pour des ingénieurs en formation en alternance*. Thèse de doctorat. Cachan, ENS de Cachan.

Cet article a été reçu le 28 septembre 2004 et accepté le 31 août 2006.

Point of view

**L'image de la chimie est mauvaise.
Pourquoi ? Que faire ?**

**The public image of chemistry is bad. Why?
What to do?**

**La química tiene mala imagen. ¿ Por qué ?
¿ Que hacer ?**

**Das image der chemie ist schlecht: warum?
was tun?**

Maurice CHASTRETTE

Professeur émérite de l'université Claude-Bernard-Lyon 1
LIRDHIST, université Claude-Bernard-Lyon 1
43, bd du 11-Novembre-1918
69622 Villeurbanne

Résumé

L'image de la chimie dans le public étant généralement reconnue comme mauvaise, les enseignants et les industriels cherchent à l'améliorer. Cet article, s'appuyant sur des publications récentes, passe en revue les opinions exprimées touchant à l'ampleur des opinions négatives et aux causes de la mauvaise image. Il décrit divers modes de vulgarisation impliquant plus ou moins la didactique, présente les problèmes rencontrés et mentionne quelques actions qui ont rencontré un succès apprécié. Les actions entre-

prises spécifiquement par les industriels sont exposées dans l'article associé consacré à l'entretien avec M. Yves Guitton, délégué général du Groupement des Industries Chimiques et Connexes de la Région Rhône-Alpes

Mots clés : *image de la chimie, vulgarisation, didactique.*

Abstract

The public image of chemistry is generally recognized as poor and teachers as well as industrials try to enhance the public understanding of chemistry. This paper, mainly based on recent publications, reviews opinions concerning the extent and causes of the present image. Several ways of communicating science to the public, problems encountered, implications of didactics and examples of successful communications are presented. Actions specific to industrial chemists are described in the accompanying paper relating an interview given by Y. Guitton, general delegate for the Union of Chemical Industries in the Rhône Alpes Region.

Key words: *Image of chemistry, communication, didactics.*

Resumen

La imagen de la química en el público es de manera general, reconocida como mala, por eso los docentes y los industriales intentan mejorarla. Este artículo, apoyándose en publicaciones recientes, pasa en revista las opiniones expresadas en lo tocante a la amplitud de las opiniones negativas y a las causas de la mala imagen. Describe varios tipos de vulgarización que implican más o menos la didáctica, presenta los problemas encontrados y menciona algunas acciones que han hallado un éxito apreciado. Las acciones llevadas a cabo por los industriales se han expuesto en el artículo asociado, dedicado a la entrevista con el señor Yves Guitton, delegado general de la Agrupación de Industrias Químicas y Conexas de la Región Rhône-Alpes.

Palabras clave : *Imagen de la química, vulgarización, didáctica.*

Zusammenfassung

Das öffentliche Image der Chemie allgemein als schlecht anerkannt wird, arbeiten Lehrer und Industrielle daran, es zu verbessern. Dieser Artikel lässt auf Grund neuerer Veröffentlichungen die Meinungen über das Ausmaß der negativen Äußerungen und die Ursachen dieses schlechten Images Revue passieren. Er beschreibt verschiedene Vulgarisierungsweisen, die die Didaktik mehr oder weniger einsetzen, stellt aktuelle Probleme dar und erwähnt einige Aktionen, die sich einem geschätzten Erfolg erfreuen konnten. Die spezifisch von den Industriellen geführten Aktionen werden im bei-

gefügten Artikel vorgeführt, der über das Interview von Herrn Yves Guitton berichtet, dem Generalvertreter des Verbands der Chemischen Industrie in der Rhône-Alpes Region.

Schlüsselwörter: *Image der Chemie, Vulgarisierung, Didaktik.*

INTRODUCTION

Le besoin de vulgarisation est apparu dès que la science a commencé à produire des concepts nouveaux. Lorsque Faraday (1791-1867), un vulgarisateur exceptionnel, présente l'histoire chimique d'une bougie, il indique clairement les objectifs qu'il poursuit :

« Je me propose, en échange de l'honneur que vous nous faites en venant nous écouter, de vous entretenir au cours de ces causeries, de l'histoire chimique d'une bougie. J'ai déjà traité ce sujet à une précédente occasion et, s'il ne tenait qu'à moi, j'y reviendrais volontiers tous les ans ou presque, tant l'intérêt qu'il revêt est grand, tant les différents aperçus qu'il ouvre sur les différentes branches de la philosophie sont merveilleux. Il n'est pas de loi gouvernant une partie ou l'autre de notre univers qui n'entre en jeu et ne soit mise à contribution dans les phénomènes dont je vais vous parler. Il n'est pas de chemin plus aisé, de voie plus accessible, pour s'engager dans l'étude de la philosophie de la nature, que l'observation des phénomènes physiques dont la bougie est le support. J'espère donc ne pas vous décevoir en choisissant de traiter ce sujet plutôt qu'un autre qui serait plus nouveau mais ne saurait lui être supérieur à supposer qu'il l'égalé. » (Meadows, 1986)

Le développement exponentiel des connaissances scientifiques rend de plus en plus nécessaire, mais aussi plus difficile, la médiation qui vise à les rendre compréhensibles pour le grand public. De nos jours, aucun chimiste n'est en mesure de présenter des expériences répondant aux critères de Faraday et la spécialisation croissante des chercheurs les incite au contraire à présenter ce qu'ils connaissent bien (une petite partie de la chimie) en privilégiant les découvertes récentes dans leur discipline. Cependant, une grande partie des phénomènes intéressant le public relèvent en fait de plusieurs disciplines scientifiques.

En ce qui concerne la chimie, son image dans le public est particulièrement mauvaise, de sorte que la médiation ne peut se limiter à une présentation neutre de la chimie et poursuit la plupart du temps d'autres objectifs. Un congrès tenu à Paris (17-18 sept 2004) intitulé « The Public Image of Chemistry in the 20th Century » s'est intéressé à l'évaluation de l'image de la chimie, ainsi qu'aux causes et aux remèdes possibles de la situation actuelle

(Van Tiggelen & Bensaude-Vincent, 2004 ; Joumel & Messal, 2004 ; Moreau, 2005 ; Allen, 2004). Le numéro de *L'Actualité Chimique* de novembre-décembre, 2004, traite en grande partie de la vulgarisation en chimie, sous le titre « Le chimiste et le profane. Partager, dialoguer, communiquer, vulgariser, enseigner. » Enfin les remous suscités par le projet européen Reach qui impose aux industriels d'évaluer la toxicité d'une partie des nombreux produits chimiques mis sur le marché contribuent à détériorer une image déjà peu reluisante.

La présente revue s'inspire principalement de ces sources récentes pour analyser la qualité de l'image de la chimie, les causes possibles de la situation actuelle, les objectifs, les stratégies et les réussites de la vulgarisation en chimie. Elle forme un ensemble avec l'entretien qui nous a été accordé par Yves Guitton.

1. LA MAUVAISE IMAGE DE LA CHIMIE

1.1. L'image de l'industrie chimique

L'industrie chimique a une image peu favorable en Europe en général et en France plus particulièrement. Le Cefic, Conseil européen des fédérations de l'industrie chimique, effectue depuis 1992 des enquêtes dans huit pays d'Europe pour mieux connaître la perception de cette branche de l'industrie. La série d'enquêtes réalisées montre une stabilité générale des résultats.

Dans la dernière enquête, réalisée en 2004, (Devisscher, 2004 ; CEFIC, 2004) l'industrie chimique recueille 48 % d'opinions favorables pour l'ensemble des huit pays. Cependant la chimie n'a une image positive qu'en Allemagne et en Espagne (62 %). Les Pays Bas, la France et la Suède se classent nettement du côté des images négatives (respectivement 62, 67 et 75 %).

On pourrait penser que cette image plutôt négative est partagée avec les autres grandes branches de l'industrie, mais il n'en est rien. Alors que les industries électronique, alimentaire, automobile, pharmaceutique ont une image largement positive, l'industrie chimique, avec moins de 50 % d'opinions favorables, se situe juste devant l'industrie nucléaire (35 %).

La même enquête montre que les qualités de l'industrie chimique sont pourtant reconnues puisque les personnes interrogées admettent qu'elle est essentielle pour l'économie nationale (70 %) et pour le niveau de vie (63 %), qu'elle améliore la qualité de la vie (63 %) et qu'elle fournit des emplois stables (52 %).

Une enquête effectuée en France en 2000, pour le compte de l'UIC (Union des industries chimiques) et citée par D. Savostanoff (2002) confirme

que l'utilité de l'industrie chimique est assez bien perçue (plus de 95 % pour les médicaments, les composants électroniques et les textiles, mais seulement 70 % pour les engrais et 47 % pour les explosifs). Cependant, l'industrie chimique est perçue comme polluante et les personnes interrogées pensent qu'elle ne fait pas assez pour lutter contre la pollution. D. Savostanoff classe les pollutions en pollutions omniprésentes (engrais, pesticides, cancérigènes), en toxiques (amiante, dioxine) et en sources d'accidents meurtriers (Bhopal, AZF). Enfin l'enquête montre que la population est mal informée sur les activités de l'industrie chimique. Il est probable que la relation établie dans l'esprit du public entre la chimie et la pollution est l'un des principaux facteurs responsables de la perception généralement négative de la chimie.

Le thème de la pollution chimique est repris et amplifié dans *L'appel de Paris* qui accuse la chimie d'être le principal responsable, par la présence de polluants dans l'environnement, du développement de certains cancers.

1.2. L'image de la chimie comme science

Le grand public confesse volontiers qu'il ne comprend rien à la chimie et qu'il n'a qu'une passion très modérée pour les cours qu'il a dû suivre. R.E. Eastes (2004) remarque, lors du Congrès de Paris, que les enfants ont pourtant, face à la chimie, une curiosité naturelle qu'il faudrait pouvoir entretenir tout au long des études et que « l'enseignement de la chimie ne peut se faire que par l'envie ». Il semble bien que, en dépit de changements de programmes bénéfiques, le bilan reste peu favorable et que les élèves et les étudiants pensent souvent qu'on leur demande d'apprendre des termes et des concepts dont l'utilité ne leur paraît pas évidente.

1.3. L'image du chimiste

P. Weingart (2004), un des intervenants au congrès de Paris en 2004, a examiné 220 films de fiction tournés entre 1920 et 2001 dans lesquels sont représentées les disciplines scientifiques. En termes de fréquence, la chimie apparaît en troisième position, après la médecine et la physique. Elle est présente dans les films d'horreur (24 %) et dans des comédies (13 %) et influe sur l'image que le public se fait du chimiste. p. Weingart conclut que : « il ne faut pas penser pouvoir manipuler les médias, sinon ils font leur propre cinéma, plus ou moins éloigné de la vérité, et c'est ce que le public retiendra. »

P. Laszlo (2004), un autre intervenant lors du même congrès, a étudié l'image du chimiste vu par les chimistes dans les cinquante dernières années du XX^e siècle et conclut que : « L'image de la profession de chimiste se détermine par rapport aux liens qu'il développe avec l'industrie chimique. »

2. CAUSES POSSIBLES DE LA DÉTÉRIORATION DE L'IMAGE DE LA CHIMIE

Aucune des causes que nous allons mentionner ci-dessous ne suffit à elle seule à expliquer la mauvaise image de la chimie à laquelle elles ont probablement toutes plus ou moins contribué.

2.1. Les désillusions du XX^e siècle... ou la chimie ne fait plus rêver

Au XIX^e siècle, la vulgarisation réussie de la chimie la fait apparaître dans le public comme une science utile ou indispensable à la société. Le succès extraordinaire du livre de Jane Marcet (1806), *Conversations on Chemistry*, qui connut 16 éditions et fut vendu à 160 000 exemplaires en témoigne. Au XX^e siècle l'image de la chimie devient de plus en plus négative. Certains auteurs comme Bataille et Bram (2004) voient l'origine de cette dégradation dans l'utilisation abominable des gaz de combat pendant la première guerre mondiale. D'autres la placent plus tard et la relient aux premiers échecs des antibiotiques, à l'apparition de médicaments dangereux comme la Thalidomide, à la campagne contre l'utilisation du DDT, à la prise de conscience des problèmes de pollution. Les enquêtes du Cefic et de l'UIC montrent pourtant, comme nous l'avons vu, que l'utilité de la chimie est assez bien perçue, ce qui suggère que l'image négative pourrait être due à l'écho indiscutablement très fort des accidents survenus et au sentiment de pollution chimique très présent.

2.2. L'analyse d'une historienne

Dans ses écrits et plus particulièrement dans deux articles récents, Bernadette Bensaude-Vincent (2004 ; 2005) remarque que la chimie est une science de transgression permanente. Elle brouille les frontières entre la nature et l'artifice, entre la science et la technique, entre l'inerte et le vivant. Ainsi la chimie est à la fois une science de la nature et une industrie. En tant que science, elle reste assez opaque pour le grand public qui est rebuté par une nomenclature apparaissant comme barbare et ne voit pas bien les enjeux de cette science.

Un des points importants est l'opposition très répandue dans le public entre naturel et chimique, forte survivance du vitalisme du XIX^e siècle que la chimie a abandonné depuis longtemps. Selon B. Bensaude-Vincent, la chimie est désignée comme ennemie de la nature mais elle ajoute que « On voit donc que la dichotomie chimique ou naturel, avec toutes les connotations qu'elle véhicule, – poison, souillure, nuisance et ravage – ne procède pas de

l'ignorance ou de la crédulité d'un public ignare et assez ingrat pour rester aveugle à tout ce qu'il doit à la chimie. Elle repose sur un trait historique de l'industrie chimique, à savoir son développement dans le contexte d'une économie visant la production de masse et la société de consommation. »

Dans ces conditions, les efforts de l'industrie pour améliorer son image en montrant son utilité, même s'ils sont efficaces, se heurtent à des attitudes tenaces. Le slogan lancé par de Dupont de Nemours dans les années trente : « *Better things for better living through chemistry* » accompagné d'une image de la chimie en majesté, ne semble pas susceptible de faire recette aujourd'hui.

B. Bensaude pense la caractéristique de la chimie, qui « n'a jamais prétendu être une science neutre [...] et a toujours été intéressée, c'est à-dire aux prises avec des intérêts scientifiques, industriels, sociaux », a rendu les chimistes familiers de la négociation, ce qui constitue un atout... Elle croit donc que la réconciliation du public avec la chimie est possible et qu'on peut espérer voir émerger « une chimie plus respectueuse du public et de l'environnement. »

Enfin elle remarque que « malheureusement les chimistes sont trop sur la défensive. Alors qu'il leur faudrait, me semble-t-il, être plus offensifs et promouvoir leur culture, fondée sur la transgression et donc sur la négociation. »

On peut rapprocher de cette opinion la remarque de Laszlo (2004) qui pense que « la chimie-phobie découle de l'attitude du chimiste lui-même qui se complait dans le cercle réduit des personnes qui le comprennent. »

2.3. Les images des chimistes et l'héritage de l'alchimie

Bien que la chimie se soit libérée de l'alchimie depuis longtemps, certaines images complètement anachroniques persistent. Ainsi le désir contre nature des alchimistes, se consacrant à la recherche de l'élixir de jeunesse et de la pierre philosophale, survit dans une vision de la chimie comme une science opposée au naturel. J. Schummer et T. Spector (2004) ont examiné la représentation de la chimie et des chimistes sur Internet et dans les images cli-part. Parmi d'autres résultats, ils ont trouvé que la représentation des chimistes comme des individus excités tenant ou contemplant une cornue, qui dérive peut-être des anciennes pratiques médicales d'uroscopie, est très répandue.

2.4. La nature dispersée et cachée de l'industrie chimique

L'industrie chimique a une face très visible avec les grandes installations, les cheminées et les odeurs et une face beaucoup moins évidente due

(1) « De meilleurs objets pour une vie meilleure grâce à la chimie. »

à la dispersion des chimistes dans de nombreuses branches de l'industrie n'ayant, pour le public, aucun lien avec la chimie. Ainsi, dans les années soixante-dix, le centre de recherches d'une grande société d'informatique comportait, de manière logique mais inattendue, 40 % de chimistes. C'est en quelque sorte la prédominance de sa face visible qui influe sur l'image de l'industrie chimique, les effets négatifs étant bien en évidence alors que les effets positifs sont masqués.

2.5. La montée de l'irrationnel

Certains chimistes professionnels, choqués par l'aveuglement du public face aux bienfaits de la chimie, l'attribuent à l'irrationalité croissante du public, qui concernerait d'ailleurs l'ensemble des sciences et pas seulement la chimie.

2.6. Le principe de précaution

La demande croissante du public pour un risque zéro et quelques expériences malheureuses ont conduit les pouvoirs publics à appliquer très largement le principe de précaution, ce qui conduit à bannir certains produits. L'industrie chimique est alors sommée de faire face afin de trouver dans les plus brefs délais des produits de remplacement, comme ce fut par exemple le cas pour les composés utilisés dans la réfrigération.

3. COMMENT AMÉLIORER L'IMAGE DE LA CHIMIE ?

L'analyse succincte qui vient d'être présentée montre que l'amélioration de l'image de la chimie repose pour une part importante sur les chimistes industriels et pour une autre part sur l'ensemble des enseignants et des vulgarisateurs.

L'industrie chimique a adopté un engagement de progrès (UIC, 1990) reposant sur neuf principes, qui répondent aux critiques les plus fréquentes. Ainsi, l'un des principes précise que : « Elle [l'industrie] évalue avec soin l'impact de ses activités sur la santé, la sécurité de son personnel, de ses clients, du public, et sur l'environnement pour en maîtriser les effets. Elle participe avec toutes les autorités et organismes qualifiés au développement et à la mise en oeuvre des dispositions qui correspondent à cet objectif. » Un autre principe implique que : « La société communique également à ses clients, au public et aux autorités les informations appropriées. En particulier, elle conseille ses clients pour les opérations de manipulation, d'utilisation et d'élimination de ses produits dans le respect de la santé, de la sécurité et de l'environnement. »

Une bonne partie de l'amélioration de l'image de la chimie est certainement liée à la mise en œuvre des principes ci-dessus mais les actions entreprises par des acteurs autres que les acteurs industriels de la chimie n'en restent pas moins indispensables, en ce qui concerne la transmission des connaissances, c'est-à-dire la vulgarisation. Dans ce qui suit, nous examinons divers aspects des actions de vulgarisation, dans une perspective qui se veut descriptive et non prescriptive.

4. LES OBJECTIFS DE LA VULGARISATION DE LA CHIMIE

La définition des objectifs dépend évidemment du public visé, lui-même choisi pour des raisons d'efficacité supposée de l'action ou de disponibilité des intervenants. P. Caro (2004) reconnaît deux formes de vulgarisation de la science.

La première est comprise « comme un complément de l'enseignement exprimant les choses dans un langage plus simple ». Elle s'adresse à un public considéré comme avide de savoir et est réalisée par la plupart des grands musées.

J.-M. Lefour et G. Chambaud (2004) examinent la complémentarité entre enseignement et vulgarisation. Ils rappellent d'abord la définition de D. Jacobi (2003) : « Vulgariser, c'est traduire la science pour le plus grand nombre. » Ils reprennent ensuite des remarques de R. E. Eastes selon lesquelles la vulgarisation et l'enseignement poursuivent, bien que dans des conditions très différentes, les mêmes objectifs (diffusion des connaissances, construction du savoir, sensibilisation aux sciences). Ils notent aussi qu'il est possible d'utiliser dans l'enseignement des produits (textes par exemple) destinés à l'origine à la vulgarisation.

La seconde est vue comme une participation aux débats d'idées et est mise en œuvre par certains musées et par les cafés des Sciences. L'idée est que « dans une société démocratique, l'opinion doit pouvoir se former même si la base scientifique d'une question ne peut être comprise. » P. Caro note aussi que « l'ignorance générale des principes les plus élémentaires de la chimie rend le dialogue extrêmement difficile dans le cas où des questions de chimie sont impliquées. Par exemple, les notions de pureté, de dose, sont très difficilement comprises : on insiste sur le 0 % ou on oppose naturel à artificiel. »

J.-M. Lefour et G. Chambaud (2004) rejoignent cette position dans la deuxième partie de leur article et écrivent dans leur conclusion : « Il est clair qu'un effort de médiation de la chimie est à faire de toute urgence auprès des différents publics. Nous disons bien *médiation* et non *vulgarisation*, qui est un terme trop restrictif. La médiation scientifique et technique ne peut se résumer à la seule vulgarisation de la science, ses missions revêtant aujourd'hui

un caractère à la fois culturel, social et éducatif. Car médiatiser la chimie, c'est la mettre en débat, c'est faire en sorte que le citoyen comprenne les enjeux du développement de nos sociétés qui ne pourra se poursuivre sans maintenir une activité dans le secteur chimie. »

On peut ajouter un troisième objectif qui est de faire partager au public l'émerveillement des chimistes (et des enfants) devant des réactions chimiques particulièrement belles ou surprenantes. Cet objectif est poursuivi et atteint, par exemple, dans les expériences du Palais de la découverte et dans les présentations d'Hervé This.

Les actions entreprises par les CCSTI (Centres de culture scientifique, technique et industrielle) peuvent relever des trois objectifs mentionnés. Signalons enfin que l'industrie chimique poursuit, à côté des objectifs ci-dessus, un objectif plus spécifique d'amélioration de son image propre.

5. LES PRINCIPALES STRATÉGIES DE VULGARISATION

Plusieurs thèmes généraux ont été développés pour atteindre un ou plusieurs des objectifs mentionnés.

Le thème de l'utilité de la chimie dans la vie courante est surtout développé par les industriels et nous avons vu que, d'après les enquêtes, le message passe bien dans le public. Remarquons que ce thème de l'utilité de la science est beaucoup moins présent dans la médiation effectuée par d'autres disciplines scientifiques comme la physique par exemple. Le thème de l'émerveillement est exploité de diverses manières par de nombreux acteurs de la médiation. Quelques succès remarquables dans ce domaine seront mentionnés plus loin.

R.E. Eastes (2004, p. 29-35) distingue deux approches qu'il appelle pointilliste et phénoménologique.

L'approche pointilliste résulte des conditions de la vulgarisation. Elle est illustrée par une belle image : le vulgarisateur, ne pouvant compter que sur un nombre incertain de pré-requis, » devra adapter son discours au plus grand nombre, posant inconsciemment ses jalons « un peu partout »... comme on poserait de temps à autre une pierre dans un ruisseau, au hasard, dans l'espoir que, grâce à celles qui s'y trouvent déjà, la traversée soit bientôt possible. »

L'approche phénoménologique consiste à présenter des phénomènes avec des mots et des concepts de tous les jours, plutôt que de tenter d'utiliser des concepts scientifiques mais peu accessibles. R.E. Eastes indique une série de références utilisant cette approche illustrée notamment par Feynman.

Quel rôle pour les médias ?

D'une manière générale, les médias s'intéressent à la science, et à la chimie en particulier, seulement s'il est possible de produire des articles ou des émissions susceptibles de retenir le public. De ce point de vue les accidents semblent plus attractifs que les améliorations de la vie quotidienne.

Les émissions de télévision sont une source importante de connaissances pour le grand public. Internet offre des réponses à de nombreuses questions scientifiques, avec toutefois une qualité et une fiabilité variables.

Les articles de la presse scientifique spécialisée ou les pages scientifiques des grands journaux contribuent également à la formation d'une culture scientifique des lecteurs, avec les contraintes évoquées ci-dessus. Luc Allemand, rédacteur de *La Recherche*, remarque que « faire un usage quotidien d'un objet n'implique pas, de loin, que l'on soit touché par sa conception. A ce titre, les actions de médiation et les articles sur ce sujet passionnent les chimistes (...) mais pas tellement les non-initiés. » Il cite comme un exemple à suivre un article paru dans *l'Actualité Chimique* (Gourmand & Corpart, 1999) sur le thème des couches culottes et exposant, en même temps que les bases chimiques, l'histoire du produit, avec ses composantes économiques, industrielles, etc. Pour mémoire, le phénomène exploité dans la fabrication des couches culottes, qui est la rétention d'eau par un polyacrylate, se prête à des démonstrations saisissantes. Il est moins connu que l'amélioration des produits est liée à une augmentation du prix de la cellulose qui a conduit à augmenter le grammage en super absorbant (de 3 g au début des années 80 à 10-15 g au début des années quatre-vingt dix) et à réduire leur épaisseur.

6. RÔLE DE LA DIDACTIQUE DANS LES ACTIONS DE VULGARISATION

Si, comme A. Giordan (2004), on définit la didactique des sciences comme l'étude de la manière dont on apprend et non pas comme l'étude de la manière dont on enseigne, la vulgarisation des sciences entre bien dans le domaine d'étude de la didactique. Cependant, les acquis concernant la manière dont on acquiert une connaissance ou une compétence ne sont pas toujours familiers aux acteurs de la vulgarisation. Ainsi le modèle de la transmission du savoir a bien montré ses limites. De même il est clair que l'apprenant possède, avant la rencontre avec des idées nouvelles, un réseau de concepts et de savoirs qui va interférer fortement avec le processus d'acquisition de connaissances. Enfin le concept de réorganisation d'un ensemble de connaissances est généralement accepté.

Les acquis de la didactique peuvent aider à éviter certains obstacles qui sont répertoriés par R.E. Eastes (2004, p.79) :

- Le vocabulaire rébarbatif de la chimie et le recours à des concepts ou à des lois inconnus du public sont susceptibles de perturber la communication et de renforcer l'impression d'inaccessibilité de la chimie. Le médiateur doit donc être économe quant aux termes nouveaux et s'assurer de la compréhension de son public.
- Les cadres de référence, comme les modèles, les formalismes, qui sont familiers au chimiste, peuvent être mal compris et induire des idées fausses s'ils sont employés sans précaution.
- La méconnaissance des mécanismes d'apprentissage, l'absence de prise en compte des conceptions du public et des moyens de perturbation de ces conceptions peuvent nuire à l'efficacité des actions de vulgarisation.
- Le passage à l'abstraction ne va pas de soi et le lien entre le monde réel et le monde théorique pose toujours des problèmes. En particulier l'emploi de modèles dont le statut n'est pas bien précisé et l'emploi de plusieurs modèles simultanément (comme par exemple dans les problèmes d'oxydoréduction) entraînent des confusions.
- L'importance accordée aux contenus ne doit pas occulter la recherche d'autres objectifs comme éveiller de la curiosité, développer l'esprit critique ou faire rêver.

D'une manière plus générale, valable pour toutes les disciplines, la vulgarisation doit veiller à ce que l'image qu'elle donne de la science, de la méthode scientifique et des scientifiques eux mêmes, soit réaliste, en tenant compte des acquis de l'épistémologie.

7. QUELQUES EXEMPLES DE VULGARISATION RÉUSSIE

Les exemples répertoriés par F. Pellaud (2004) ne représentent pas toute les actions de vulgarisation, en particulier celles qui sont entreprises par les industries chimiques ou présentées lors des Fêtes de la Science, mais correspondent à des actions particulièrement efficaces, dont certaines sont bien établies depuis longtemps. Ces actions comportent des livres, des émissions, des spectacles, des animations, parmi lesquelles on peut citer, de manière non exhaustive :

- *Le monde étrange des atomes* (J. Deferne) ;
- *La science sur les ondes* (M. Merzagora) ;
- *Les bateleurs de la science* (D. Raichvarg) ;
- *Les Atomes crochus* (R.E. Eastes, C. Bled, F. Pellaud) ;
- *Les Goûters des sciences* (P. Aldebert) ;
- *Anima-science* (C. Darrigan) ;
- *Graine de chimistes* (J.Thibault) ;
- *Le Ticket d'Archimède* (S. Furois).

CONCLUSION

La chimie est généralement reconnue comme utile et nécessaire par le grand public mais son image est dégradée depuis plusieurs décennies. Cette dégradation peut être attribuée d'une part à l'impact des accidents et pollutions de type industriel et d'autre part à son opacité en tant que science. La chimie ne pourra retrouver sa légitimation passée que si des actions énergiques sont conduites dans ces deux domaines.

L'industrie chimique a bien compris qu'elle doit faire des efforts importants pour diminuer dans les faits, à moyen et à long terme, celles des conséquences de son fonctionnement qui sont nuisibles pour l'environnement et le public.

L'ensemble des chimistes doit de son côté faire des efforts accrus pour mieux expliquer la nature de la chimie, son domaine et ses rapports avec la nature. Certaines actions de vulgarisation citées ici peuvent servir de modèle, mais on peut souhaiter qu'elles se répandent davantage et que toujours plus de chimistes continuent à faire preuve d'imagination et de créativité.

BIBLIOGRAPHIE

- L'ACTUALITE CHIMIQUE (2004). Le chimiste et le profane. Partager, dialoguer, communiquer, vulgariser, enseigner. *L'Actualité Chimique*, n° 280-281. p. 10-88.
- BATAILLE X.& BRAM G. (2004). Une petite histoire de la vulgarisation de la chimie. *L'Actualité Chimique*, n° 280-281, p. 12-16.
- BENSAUDE-VINCENT B. (2005). La chimie, un modèle pour le XXI^e siècle. *Sciences et Avenir*, juin 2005, p. 58-61.
- BENSAUDE-VINCENT B. (2004). Chimie et société : des relations tumultueuses. *L'Actualité Chimique*, n° 280-281, p. 22-24.
- CARO. P. (2004). Vulgariser la chimie, entre le savoir et l'imaginaire. *L'Actualité Chimique*, n° 280-281, p. 25-28.
- CEFIC (2004). CEFIC Pan-European Survey 2004. [www.cefic.org /lien vérifié en février 2006](http://www.cefic.org/lien_vérifié_en_février_2006).
- DEVISSCHER M. (2004). Image of the Chemical Industry in Europe 1992 – 2004 : From bad to worse or maybe not ? *Abstracts du Congrès de Paris*. Cité par JOURMEL L. & MESSAL R. (2004).
- EASTES R.E. (2004). From primary school to university : the main obstacles to the comprehension of chemistry. *Abstracts du Congrès de Paris*. Cité par JOURMEL L. & MESSAL R. (2004).
- EASTES R.E. (2004, p.29). Contribuer au partage de la culture scientifique. *L'Actualité Chimique*, n° 280-281, novembre-décembre 2004. p. 29-35.
- EASTES R.E. (2004, p.79). Interview de Luc Allemand, rédacteur en chef adjoint de La Recherche. *L'Actualité Chimique*, n° 280-281, p. 79-81.
- GIORDAN A. (2004). Les apports de la didactique des sciences à la médiation scientifique. *L'Actualité Chimique*, n° 280-281, p. 36-38.
- GOURMAND M., CORPART J.M. (1999). Hygiène : la révolution des superabsorbants. *L'Actualité Chimique*, novembre-décembre 1999. p. 46-50.
- JACOBI D. (2003). Conférences citées par LEFOUR & CHAMBAUD, 2004.

LASZLO P.(2004). On the self-image of chemists, 1950-2000. *Abstracts du Congrès de Paris*. Cité par JOURMEL L. & MESSAL R. (2004).

LEFOUR J.M. & CHAMBAUD G. (2004). La complémentarité enseignement / vulgarisation. *L'Actualité Chimique*, n° 280-281, p. 53-55.

MARCEY J. (1806). *Conversations on Chemistry, in which the Elements of that Science are Familiarly Explained and Illustrated by Experiments*.

MEADOWS J. (1986). Histoire succincte de la vulgarisation scientifique. Impact, *Science et Société*. Unesco, n° 144, p. 395-401.

PELLAUD F. (2004). Des expériences réussies. Multi-interview. *L'Actualité Chimique*, n° 280-281, p. 69-78.

The Public Image of Chemistry in the XXth Century. Congrès tenu à Paris, 17-18 sept 2004. Pour des comptes rendus de ce congrès, voir :

a) VAN TIGGELEN B. & BENSUAUDE-VINCENT B. (2004). *L'Actualité Chimique*, n° 280-281, p. 115-117.

b) JOURMEL L. & MESSAL R. (2004). *L'Actualité Chimique*, n° 280-281, p. 117-120.

c) MOREAU N. J. (2005). *Chemistry International*, vol. 27, p. 4.

d) ALLEN V. (2004). The changing image of chemistry. *Royal Society of Chemistry. Chemistry World*, dec. 2004.

SAVOSTANOFF D. (2002). Quelle image pour l'industrie chimique ? *Chimie Paris*, n° 299, p. 4-5.

SCHUMMER J. & SPECTOR T. (2004). The Visual Image of Chemistry and Chemists. *Abstracts du Congrès de Paris*. Cité par [b].

UIC. (1990). Engagement de progrès de l'industrie chimique pour l'amélioration de la sécurité, la protection de la santé et celle de l'environnement. www.uic.fr

WEINGART P. (2004). Chemists and their Craft in Fiction Film. *Abstracts du Congrès de Paris*. Cité par [b].

L'UIC Rhône-Alpes souhaite montrer le vrai visage de la chimie

UIC Rhône-Alpes wishes to show the true face of chemistry

Entretien avec Yves GUITTON par Maurice CHASTRETTE

Interview of Yves Guitton by Maurice Chastrette

Délégué général du groupement des industries chimiques et connexes de la Région Rhône-Alpes

Maurice CHASTRETTE : *Quel est le but des nombreuses actions de vulgarisation de la chimie entreprises par l'UIC (Union des industries chimiques) Rhône-Alpes ?*

Yves GUITTON : Le but de notre action est de faire mieux connaître la chimie en tant qu'industrie.

Dans l'esprit du public, la chimie engendre des craintes liées surtout aux risques industriels et aux nuisances. Ces aspects négatifs ne sont pas compensés par une connaissance suffisante de ce que l'industrie chimique apporte à la société. De plus la différence entre la chimie comme science et l'industrie chimique est souvent peu claire.

En France, en 2003, l'industrie chimique générait un chiffre d'affaires de 87 milliards d'euros, employait environ 237 000 salariés et se plaçait au premier rang des exportateurs. A long terme, cependant, l'attrait pour les métiers de la chimie tendra à diminuer.

Les causes principales de la diminution prévisible de l'activité industrielle en chimie sont liées à la mauvaise image de la chimie, aux préoccupa-

tions nouvelles pour le développement durable et à la pression médiatique qui insiste fortement sur les thèmes Chimie et Environnement et Chimie et Santé. A cette difficulté d'image, s'ajoutent les contraintes grandissantes sur l'activité industrielle que sont les pressions exercées localement sur les usines et les réglementations asphyxiantes sur les substances et les produits industriels. La procédure Européenne Reach (Registration, Evaluation, Approval of Chemicals) concerne toutes les substances mises sur le marché en Europe. Pour chacune d'elles, elle impose de constituer un dossier sur ses propriétés et les risques potentiels qu'elle peut entraîner. Cette réglementation très lourde fausse évidemment la concurrence puisque les USA, le Japon et la Chine, pour ne citer que ces pays, ne sont pas concernés par elle.

Un autre problème grave est lié à la conception même de la réglementation qui tient compte des dangers potentiels et non des risques réels liés à l'exposition éventuelle du public. La Commission qui est à l'origine de cette réglementation est prise entre d'une part le lobby industriel et d'autre part les lobbys associatifs et les ONG. Le principe de précaution, qui s'appuie sur la crainte des choses inconnues ou mal connues, aboutit à des interdictions définitives !

La distinction fondamentale entre danger potentiel et risque réel n'est pas faite par le grand public. De même, la distinction entre prévention et protection reste largement insuffisante.

M. C. : *Pouvez vous préciser cette distinction ?*

Y. G. : Si l'on agit en prévention, on repousse, aussi complètement que possible, l'exposition au risque ou la probabilité d'occurrence d'un accident. Si l'on agit en protection, c'est qu'il y a eu, malgré les précautions prises, apparition du phénomène redouté et donc manifestation du risque ; il s'agit alors de protéger les biens et les personnes, à l'aide de différents moyens, de protection passive comme des doubles parois ou des cuvettes de rétention, ou de protection active, comme des sprinklers ou des arrosages automatiques, des soupapes, etc. Le résultat de cette confusion est que la représentation de la chimie dans le public est erronée, aussi bien pour la chimie en tant que science que pour l'industrie chimique. Le grand public et les médias confondent souvent ces notions simples et concrètes avec le principe de précaution, flou et théorique.

M. C. : *Quelles sont les actions entreprises en Rhône-Alpes pour changer l'image de la chimie ?*

Y. G. : La chimie est l'une des industries les plus importantes de la région et représente, avec 200 établissements de plus de 20 salariés, environ 15 % de l'industrie chimique nationale. En dépit de son importance, en parti-

culier sur le plan de l'emploi, l'industrie chimique n'est pas bien perçue dans la région.

Plusieurs types d'actions ont été organisées dans notre région pour tenter de réduire la distorsion d'image de notre industrie. Depuis 1997, un site Internet (www.chimie-rhonealpes.org) met à la disposition du public une rubrique qui les récapitule, améliorant ainsi la connaissance des produits chimiques ; l'idée étant que, si la connaissance des produits et de leur utilité est meilleure, leur acceptabilité sera améliorée.

Les actions ont été dirigées principalement vers les jeunes, le grand public, et les riverains des sites industriels.

1. ACTIONS EN DIRECTION DES JEUNES

1.1. « Chimie la classe »

L'action « Chimie la classe » lancée durant l'année scolaire 1994-1995, avait pour but de fournir aux classes de CM1 et CM2 un kit pédagogique présentant une chimie simple et permettant de réaliser des expériences portant sur la chimie de la vie quotidienne, sur l'eau, sur l'air et sur les aliments. Sur 5 500 classes de CM1 et CM2 dénombrées dans la Région Rhône-Alpes, environ 2 000 ont demandé et utilisé le kit dès la première année et environ 2 000 classes l'ont fait l'année suivante. Au total, le nombre de kits distribués à ce jour est de l'ordre de 10 000.

Le kit est gratuit pour les écoles et son coût est assumé par les fonds de l'UIC Rhône-Alpes. Depuis 1998-1999, il est téléchargeable sur le site www.chimielaclass.com, qui offre par ailleurs des modules pédagogiques très interactifs.

1.2. Olympiades de la Chimie

Les Olympiades de la Chimie, dont on connaît le rôle dans la réflexion sur les programmes d'enseignement secondaire, sont organisées dans notre région par un groupe de professeurs, avec le soutien de la MCRA (Maison de la Chimie Rhône-Alpes).

1.3. Interventions dans les collèges et lycées

Ces interventions sont conduites par des binômes comportant un senior et un étudiant (par exemple un retraité récent et un élève ingénieur). Elles portent sur le rôle de la chimie dans la vie quotidienne, dans l'environnement, dans le textile, dans les plastiques, sans oublier la recherche. Dans

la Région Rhône-Alpes, 300 à 350 rencontres sont organisées chaque année. Le but principal est d'aider à l'orientation des jeunes à la sortie du collège.

1.4. Rencontres avec des professionnels

L'objectif de ces rencontres, qui s'adressent à des jeunes en fin de collège ou en fin de lycée, est de les aider à valider un projet professionnel, bâti avec un conseiller d'orientation ou avec le professeur principal, en les faisant rencontrer un professionnel du métier pour lequel ils se sentent une vocation. Depuis 1995, une trentaine de professionnels de la chimie acceptent de recevoir chacun deux ou trois jeunes dans l'année.

2. ACTIONS EN DIRECTION DU GRAND PUBLIC

Les principales actions sont la participation à la fête de la science et au mondial des métiers, ainsi que la présentation d'expositions.

2.1. Fête de la science

La participation de la MCRA est systématique depuis l'année 2000. Sous l'égide de la Maison de la Chimie, de plusieurs établissements d'enseignement et aussi de plusieurs établissements industriels, des expériences sont présentées d'une part par des retraités ayant une grande expérience de l'industrie et d'autre part par de futurs chimistes : élèves de l'IUT de chimie de Lyon, de l'Itech, et de plusieurs lycées de la Région.

2.2. Mondial des métiers

La participation est constante depuis le premier mondial des métiers qui a eu lieu en 1996 jusqu'au 9e qui a eu lieu en février 2005. L'objectif est de présenter les métiers de la chimie, qui sont peu apparents car dispersés dans de nombreuses branches de l'industrie, souvent en dehors de l'industrie chimique elle-même. Le slogan « La chimie, mille métiers » traduit ce message. L'accent est mis sur les métiers et sur les formations qui y conduisent. Des démonstrations (17 cette année) sont présentées par les professionnels des entreprises, comme c'est déjà le cas à la fête de la science. Elles servent à la fois à présenter une image attractive de la chimie et à faciliter le contact avec le public.

2.3. Expositions

L'exposition « La chimie, naturellement » a été présentée pendant un mois au château de Saint-Priest, dans le Rhône, puis, pour la même durée, à

Grand Place, à Grenoble, dans un lieu très fréquenté par le grand public. Dans le cadre de l'action « La chimie dans tous les sens » menée cette année avec le CCSTI de Lyon, un bilan de ces opérations sera effectué par un chercheur en didactique.

3. ACTIONS EN DIRECTION DES RIVERAINS DES SITES INDUSTRIELS

Depuis une quinzaine d'années, les industriels de la chimie se préoccupent de la communication au voisinage des sites industriels. Ainsi, par exemple, des « rencontres de bassin » regroupant plusieurs établissements ont été organisés dans la plaine de l'Ain (11 établissements), à Lyon (50 établissements) et à Grenoble (20 établissements).

Cette communication, collective et commune à plusieurs entreprises, porte sur le poids économique (emplois, chiffre d'affaires etc.) des établissements, sur leur production, dont on précise la nature et l'utilité, sur la maîtrise des risques et enfin sur l'impact de leur fonctionnement sur l'environnement.

Pour aider les établissements à mieux organiser leur communication en direction des riverains, nous avons réalisé avec eux deux guides intitulés : « Guide de communication de proximité, démarches globales » et « Guide de communication de proximité, démarches opérationnelles ».

En 2002, l'UIC Rhône-Alpes a proposé des rencontres avec la chimie comportant une soixantaine d'opérations portes ouvertes. Il serait sans doute préférable de compléter ces opérations qui restent ponctuelles par des opérations effectuées tout long de l'année.

M. C. : *Comment utilisez-vous les moyens modernes de communication comme Internet ?*

Y. G. : La MCRA possède un site destiné au grand public, que nous avons évoqué précédemment. Un autre site (www.declacchimie.com), développé avec l'UIC et les CFA de la branche, est plus particulièrement consacré aux jeunes, pour leur donner l'envie de suivre des formations qui conduisent aux métiers de la chimie. Un message important de ce site est résumé dans la phrase : « 80 % des objets que vous aimez aujourd'hui n'existaient pas hier. 80 % des objets que vous aimerez demain n'existent pas aujourd'hui. »

M. C. : *Quel est le coût de toutes ces actions ?*

Y. G. : Une enquête d'opinion réalisée sur toute la France peut coûter de 100 000 à 500 000 euros, selon son importance. Les états généraux de la chimie, tenus à Paris en 2004, avaient un budget de 300 000 euros.

En ce qui concerne la région Rhône-Alpes, le budget annuel des actions spécifiques est de 80 000 à 100 000 euros. Il est consacré principalement à la valorisation de l'engagement de progrès de la chimie (dont le bilan annuel se trouve sur le site Internet) et au développement d'actions de communication comme les expositions : « Industrie chimique et maîtrise de la sécurité industrielle » et « La chimie, naturellement ».

Entretien avec le professeur Maurice Chastrette, professeur émérite à l'université Claude-Bernard-Lyon 1, le 15 avril 2005.

■ COMPTE RENDU D'INNOVATION

Report of innovation

Étude croisée du darwinisme en classe de première littéraire (SVT et histoire). Compte rendu d'innovation

**Cross-studies of the darwinism in premiere I
(biology and history). Report of innovation**

**Estudio cruzado del darwinismo en clase
de segundo de bachillerato literario francés
(biología e historia). Informe de inovación**

**Kreuzstudien über den darwinismus in der
première I (geschichte und biologie). Bericht
einer neuerung**

Bruno CHANET

Thierry COTTOUR

Lycée Amiral-Ronarc'h
3, rue Mozart
29200 Brest
Bruno.Chanet@ac-rennes.fr
cottourth@hotmail.com

Résumé

Le but de cet article est de présenter une activité menée en histoire et en sciences de la vie et de la Terre (SVT) en classe de première littéraire. Une

analyse conjointe de documents scientifiques et historiques a permis de comprendre non seulement les caractéristiques et l'origine du darwinisme, mais aussi d'en déceler l'influence sur les mouvements sociopolitiques du XIX^e et XX^e siècle. Ce travail a montré l'intérêt des interactions entre disciplines.

Mots clés : *interdisciplinarité, histoire, SVT, darwinisme, racisme.*

Abstract

The purpose of this article is to present some work led both in History and Biology with high school students in literature (1reL). Parallel analyses of both scientific and historical documents have helped to outline the characteristics and the origin of Darwinism and to find out the influence on several socio-political movements of the XIXth and XXth centuries. This study has shown the interest of interactions of items.

Key words: *Interdisciplinarity, History, Biology, Darwinism, racism.*

Resumen

El objetivo de este artículo es presentar una actividad llevada a cabo en clase de segundo de bachillerato (première littéraire). Un análisis conjunto de documentos científicos e históricos permitió entender no sólo las características y el origen del Darwinismo sino también revelar la influencia sobre los movimientos sociopolíticos de los siglos XIX y XX. Este estudio ha demostrado el interés de las interacciones entre las asignaturas.

Palabras clave : *interdisciplinaridad, Historia, biología, darwinismo, racismo.*

Zusammenfassung

Ziel dieses Artikels ist es, ein Projekt vorzustellen, das in Geschichte und in Biologie an einem Gymnasium in Première Littéraire (11. Klasse mit Leistungskurs Literatur) geführt wurde. Die gleichzeitige Analyse wissenschaftlicher und historischer Dokumente hat es erlaubt, nicht nur die Merkmale und die Herkunft des Darwinismus zu verstehen, sondern auch deren Einfluss auf die soziopolitischen Bewegungen des 19. und des 20. Jahrhunderts aufzudecken. Diese Arbeit hat das Interesse der fachübergreifenden Arbeit gezeigt.

Schlüsselwörter: *Fachübergreifende Arbeit, Geschichte, Biologie, Darwinismus, Rassismus.*

INTRODUCTION

Au cours de leur scolarité, combien d'élèves de lycée ont été amenés à réfléchir aux théories scientifiques – en particulier le darwinisme - qui furent dévoyées pour prétendre légitimer le colonialisme puis le nazisme ?

En classe de première littéraire (1^{re} L) la place de l'Homme dans l'évolution est pourtant un des thèmes au choix figurant au programme des sciences de la vie et de la Terre (SVT)¹, lequel prévoit d'aborder les aspects scientifiques et historiques de la théorie de l'Évolution. Mais les SVT n'occupent qu'une place mineure dans cette filière puisqu'elles ne disposent que d'un horaire hebdomadaire de 45 minutes et d'un coefficient 2 (partagé avec la physique-chimie) à l'épreuve anticipée de baccalauréat en fin d'année de première. Il est dès lors extrêmement difficile de bien expliquer ce que furent les idées de Charles Darwin et leurs prolongements historiques. Le volume horaire d'histoire, en revanche, est bien plus conséquent - 4 heures hebdomadaires partagées avec la géographie - et la période concernée (milieu du XIX^e – 1945) constitue un cadre idéal. Cependant le découpage thématique du programme² n'incite pas à retenir le darwinisme comme clé de lecture.

Il nous a dès lors semblé intéressant et important d'associer deux matières qui se rencontrent rarement en première littéraire dans une démarche et une réflexion communes. Vingt-sept élèves du lycée Amiral-Ronarc'h (Brest, 29) ont participé avec nous à ce projet programmé au deuxième trimestre de l'année scolaire 2003-2004.

1. DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

Cette étude intitulée « Le darwinisme dévoyé » a, dans un premier temps, apporté les bases scientifiques nécessaires. En cours de SVT, les élèves ont étudié la place de l'espèce humaine actuelle au sein du monde animal, et plus particulièrement au sein des primates. Les élèves ont ainsi vu que l'évolution biologique est la seule explication scientifique de la diversité des espèces actuelles. Celle-ci est le résultat d'une transformation des êtres vivants au fil du temps, phénomène reconstitué par l'étude des fossiles mais aussi par l'analyse de la répartition des caractéristiques présentes chez ces êtres vivants. Deux mécanismes proposés pour expliquer ce phénomène ont été présentés et discutés : l'hérédité des caractères acquis versus la sélection.

(1) BO HS numéro 7, volume 5 du 31 août 2000.

(2) « Le monde, l'Europe, la France du milieu du XIX^e siècle à 1945 ». BO du 3 octobre 2002. Le programme est subdivisé en trois grands chapitres qui sont repris par les manuels scolaires : L'âge industriel et sa civilisation, La France du XIX^e à 1914 et Guerres, démocraties et totalitarismes (1914-1945).

tion naturelle. Le premier, élaboré par Lamarck, repose sur les habitudes et la volonté des animaux et la transmission à sa descendance d'une transformation acquise durant sa vie par un animal : il s'agit d'un mécanisme flou, qui ne résiste ni à l'observation ni à l'expérimentation. Le second défini par Charles Darwin explique que seuls les plus chanceux et les plus adaptés, à un moment donné, au sein d'une diversité d'individus, survivent et se reproduisent : ils transmettent donc leurs caractéristiques à leur descendance. Ainsi, sous l'influence du milieu, il y a tri sélectif des individus et modification d'une population de départ. Ce mécanisme est non seulement matérialiste, mais a subi avec succès les tests de validation et de réfutation.

Parallèlement, les élèves ont lu et analysé un ouvrage de vulgarisation, écrit par le philosophe Patrick Tort, « Darwin et la science de l'évolution » (Découvertes Gallimard). Ils ont ainsi vu concrètement la construction progressive d'une théorie scientifique, de son ébauche après un voyage autour du monde (1831-1836) à sa publication en 1859, son impact dans le monde des sciences et ses répercussions sociales et culturelles. Ils ont eu la chance de rencontrer l'auteur qui s'est déplacé dans leur classe et de pouvoir discuter librement avec lui, ce qui leur a permis, non seulement de préciser certains aspects demeurés obscurs, mais aussi d'appréhender concrètement les tenants et aboutissants d'une démarche d'expert et de chercheur. Ils ont ainsi réalisé à quel point cette œuvre a pu être détournée par des « partisans impurs » (Tort, 2000) : Spencer et Galton avaient en effet imaginé des projets de sociétés humaines, régies par la sélection naturelle et d'autres, tels Alexis Carrel, allèrent jusqu'à prôner l'élimination physique des individus considérés comme inférieurs. Patrick Tort leur a fait prendre conscience que ces développements étaient totalement absents chez Darwin et que ce dernier s'y est opposé de son vivant (Tort, 1996, 1997, 2000).

Pour bien mesurer les terribles conséquences de cette dérive, les élèves ont ensuite consacré douze heures de cours à analyser, par petits groupes de 3 ou 4, neuf dossiers documentaires constitués de cinq à dix documents - extraits de textes historiques, bandes dessinées caricatures, affiches d'exposition... D'un volume volontairement limité à une feuille de format A3, afin de se rapprocher le plus possible de l'épreuve écrite d'histoire-géographie au baccalauréat, ils mêlaient équitablement texte et iconographie. Puisés dans les manuels d'histoire ou dans la culture populaire, ces documents ont permis des analyses croisées au fil des neuf thèmes suivants...

La Vénus hottentote

Un texte de Didier Daeninckx (2001) accompagné d'un dessin satirique de 1812 permettait de reconstituer l'histoire tragique de Saarge, femme Bochiman, importée d'Afrique par un Anglais, puis exposée comme une bête curieuse dans toute l'Europe. Ce dossier avait pour but de montrer qu'un racisme patent existait avant Darwin.

Les zoos humains

Plusieurs textes d'époque, des images d'exposition coloniale (figure 1) et aussi des articles récents (Guyotat, 2000 ; Kouamouo, 2002) dressèrent un panorama des nombreuses exhibitions de soi-disant « sauvages » organisées après la guerre de 1870 pour remplacer les animaux exotiques mangés durant le siège de Paris. Le darwinisme mal compris fut alors l'alibi de ces attractions ethnographiques d'hommes et de femmes considérés comme inférieurs.



Figure 1 • **Affiche publicitaire d'une exposition ethnographique coloniale de la « Belle Époque »**

Les images de l'autre fantasmé

Le dossier suivant était essentiellement iconographique. A partir de plusieurs publicités (le célèbre « Y'a bon Banania » par exemple), il s'agissait d'aller de l'autre côté du miroir pour montrer sur quoi reposaient les représentations populaires du « colonisé ».

L'image donnée par l'école

L'examen de manuels scolaires de la III^e République amena à une réflexion sur la transmission des stéréotypes raciaux chez les jeunes enfants (fig. 2). S'appuyant sur une vision linéaire et fautive de l'évolution humaine (« du singe au noir » puis « du noir au blanc ») les « Hussards noirs » présentaient, en toute bonne conscience, une image sans nuance de l'humanité.



Figure 2 • Les « 4 races » dans le *Tour de France par deux enfants* (Bruno, 1877)

Tiens-toi droit !

Cette injonction maintes fois répétée, tant à l'école qu'à table était tout sauf neutre. Au-delà du simple bon sens médical, il convenait d'éviter une « dégénérescence de la race ». Ce dossier démontrait qu'il y a un siècle, se tenir courbé était vu comme se rapprocher dangereusement du singe et donc risquer une évolution à rebours. Redresser les corps (Vigarello, 1978), c'était, une fois encore, déformer les idées de Darwin.

Homme ou singe ? (Annexe 1)

Les découvertes zoologiques et paléontologiques de la fin du XIX^e siècle suscitèrent auprès du grand public une fascination et une inquiétude vis-à-vis des grands singes. De Harry Dickson à Tintin, de Darwin à King Kong, chacun s'interrogea sur son degré de parenté avec les autres primates. Très souvent le singe fut alors utilisé comme repoussoir et modèle de caricature pour se rassurer à bon compte.

La mesure des crânes

Dix documents variés (textes et images) présentaient les différentes méthodes utilisées pour mesurer les crânes et classer les hommes. Il s'agissait de mettre en évidence que ces pratiques n'avaient de scientifique que le nom. Par exemple, si les trois crânes de la célèbre figure de Nott et Gliddon (1868) (Gould, 1981) (figure 3) ne sont pas orientés de la même manière, ce n'est pas innocent. Le crâne « noir créole » est orienté en arrière, de telle sorte que ses mâchoires sont plus proéminentes et évoquent davantage un crâne de chimpanzé. De surcroît, le volume du crâne du chimpanzé a été volontairement augmenté sur la figure originale (Gould, 1981).

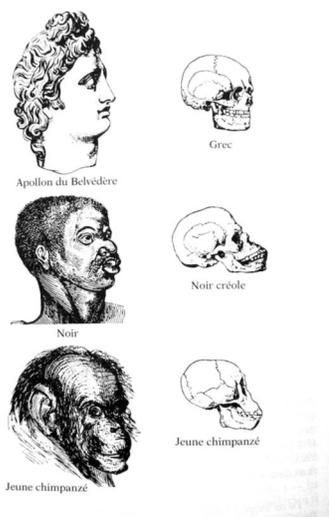


Figure 3 • Représentation orientée de crânes de primates (Gould, 1981, image originale provenant de Nott et Gliddon, 1868)

Les lois raciales et des classifications lourdes de conséquences

Ces deux derniers dossiers étaient axés sur les dérives fascistes et nazies. Des lois de Nuremberg de 1935 aux lois vichystes de 1940, les élèves ont constaté la manipulation éhontée des idées de Darwin pour justifier une vision dichotomique de l'humanité.

Comme le stipulent les documents d'accompagnement du programme d'histoire-géographie des classes de première à propos de l'étude de cas³, les élèves devaient trouver à chaque fois, le plus possible par eux-mêmes, le lien existant entre leur dossier et le thème étudié. Pour ce faire, ils ont échangé leurs points de vue, confronté les documents à leur manuel d'histoire et à leur cours de SVT. En cas de difficulté, ils ont pu poser des questions aux enseignants qui encadraient en commun chaque séance ; il s'agissait alors de bien préciser le sens d'un mot ou d'un détail d'une illustration afin d'aiguiller les élèves tout en prenant soigneusement garde d'imposer quelque conclusion que ce soit. Pour éviter une trop grande accumulation documentaire qui aurait dilué le propos, les séances de travail se sont tenues en salle de classe et non au centre de documentation du lycée, comme c'est fréquemment le cas en histoire-géographie. En revanche, comme l'analyse

(3) *Histoire et géographie. Classes de première des séries générales.* Livret de la Direction de l'enseignement scolaire, CNDP. Juillet 2003. Chapitre « Des démarches pédagogiques », p. 16.

s'échelonnait sur plus de deux semaines, les élèves ont pu y aller chercher par eux-mêmes, s'ils en éprouvaient le besoin et, dans le cas du dossier consacré à la « Vénus hottentote » par exemple, cela s'est avéré extrêmement bénéfique.

Un devoir commun a permis l'évaluation des connaissances acquises et la compréhension du sujet. Il comprenait des commentaires guidés de documents connus et inconnus et a été corrigé par les deux enseignants. Chaque groupe a ensuite présenté ses analyses à l'ensemble de la classe en s'aidant le plus souvent du rétroprojecteur. Mais cet exercice n'est pas resté confiné à la classe car les lycéens ont relevé le défi de présenter leurs conclusions devant un public de spécialistes dans un amphithéâtre de l'UFR Sciences et techniques de l'université de Bretagne occidentale, lors d'un colloque intitulé « *La culture scientifique et technique dans la cité : apprendre à lire la science* » (Brest, mars 2004). Pendant plus d'une heure, ils ont courageusement exposé leurs thèmes de recherche en s'appuyant sur un document iconographique – et un seul – qu'ils avaient sélectionné dans le dossier. Puis la classe a répondu de son mieux aux questions posées par l'assistance.

2. BILAN

En quoi ce travail peut-il être considéré comme novateur ? Sur la forme, tout d'abord, il renoue le fil d'une démarche scientifique, c'est-à-dire d'une analyse factuelle argumentée permettant de proposer un modèle explicatif. Ensuite, il réunit deux matières a priori dissociées dans l'esprit des élèves ; la présence conjointe des enseignants, le dialogue direct avec un philosophe des sciences et l'apprentissage à la présentation orale, dans un amphithéâtre, ont été autant d'expériences nouvelles et enrichissantes qui ont amené des prises de parole inédites chez les élèves – y compris ceux réputés timides - et une implication bien supérieure à ce que l'on observe habituellement.

Sur le fond, en diversifiant les types de documents à valeur scientifique, nous avons tenté de faire appréhender l'élaboration d'une théorie scientifique, car découvrir les fondements d'une démarche épistémologique est essentiel pour des élèves suivant, en classe de terminale, un enseignement conséquent en philosophie. Enfin, et surtout, cette expérimentation a permis, en s'appuyant sur la « liberté d'itinéraire » prônée par le ministère, de donner une forte cohérence aux programmes d'histoire et de mieux comprendre que : i) le colonialisme a cherché une légitimation dans la vision détournée de la théorie de l'Évolution, ii) les racismes fascistes et nazi ne sont pas des phénomènes nés *ex-nihilo*.

3. CONCLUSION

En sciences, les lycéens de première littéraire ont souvent beaucoup d'idées reçues et sont parfois en situation d'échec. Nos élèves n'échappaient pas à la règle, même s'ils percevaient les matières scientifiques d'une manière très contrastée (annexe 2). Leurs réactions ont montré qu'ils sont parvenus en partie à dissiper ce rejet (annexe 2). Grâce aux regards croisés, ils ont réalisé que les sciences aident à comprendre l'histoire, tout comme l'histoire aide à comprendre les sciences ce qui a contribué, nous l'espérons, à leur formation culturelle et civique.

BIBLIOGRAPHIE

BRUNO G. (pseudonyme d'Augustine FOUILLÉE) (1877). *Le Tour de France par deux enfants. Devoir et Patrie*. Belin, rééd. 1987.

DAENINCKX D. (2001). *Le retour d'Ataï*. Verdier.

GOULD S.J. (1981). *La malmesure de l'Homme*. Odile Jacob.

GUYOTAT R. (2000). Zoos humains. *Le Monde*, 16 janvier 2000, p. 12.

KOUAMOULO. (2002). Les Pygmées sont-ils des « bêtes sauvages » ? *Le Monde*, 6 septembre 2002.

TORT P. (1996). *Dictionnaire du darwinisme et de l'évolution*. Presses Universitaires de France.

TORT P. (1997). *Darwin et le darwinisme*. Presses Universitaires de France.

TORT P. (2000). *Darwin et la science de l'évolution*. Gallimard, Découvertes

VIGARELLO G. (2001). *Le corps redressé*. Armand Colin.

Cet article a été reçu le 28 mai 2005 et accepté le 19 mai 2006.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer nos remerciements aux différentes personnes ayant participé à l'élaboration de ce projet : les élèves de 1L (2003-2004) - Emilie Azé, Alexandra Balcon, Lauriane Batteau, Sarah Berraho, Yann Beucher, Charline Branly, Lucille Colomb, Durand Laurie, Magali Escoubet, Aude Garnier, Malika Gorfti, Nicolas Gourvenec, Céline Herrou, Laetitia Herry, Caroline Jain, Emilie Jourdain, Gaëlle Laurent, Léna Laxalde, Céline Le Borgne, Laura Lempereur, Alicia Meudec, Anaïs Moreau, Nadia-Alexandra Patriarca, Jonathan Piotruszynski, Tiphaine Rault, Marie Roudaut, Emilie Sanquer ; Patrick Tort (Institut Charles Darwin International, Puycelis [81]) ; Michel Chouzier (inspecteur pédagogique régional de SVT, académie de Rennes) pour ses conseils et encouragements ; le lycée Amiral-Ronarc'h (Brest, 29) pour le soutien financier apporté ; le Forum Albert-Lucas (Brest, 29) et l'Abret (Association bretonne pour la recherche et la technologie, Pleumeur-Bodou, 22), - en particulier Jean Rosmorduc, Hervé Antoine et Armelle Pilon - pour l'invitation à participer au colloque brestois.

ANNEXE 1

Doc. 1

Dieu créa l'homme à son image

Genèse. 1.27

Doc. 2

Dans une haute pièce remplie d'ombre, une grosse chandelle de suif brûlait sur un coin de la table. La lueur vacillante tombait en plein sur un visage. Mais quel visage ! Humain ? Sans doute, mais trois fois plus large que n'importe quelle face d'homme. Le nez manquait presque complètement, la bouche immense, s'élargissait en une formidable grimace jusqu'aux lobes des longues oreilles pointues ; d'épouvantables dents jaunes se découvraient. Mais le plus repoussant c'étaient les yeux. Enormes, ronds et globuleux, vides de regard, fixes et sans battements de paupière, ils reflétaient, comme des disques métalliques, la flamme de la chandelle. (...)

- Au premier moment j'ai cru à l'apparition d'un orang-lord. Un de ces étranges et énormes monstres de la jungle de Bornéo. Mais à présent je doute..."

Jean RAY, "Le temple de fer". 1er juillet 1933 (fascicule 93)
In *Jean Ray présente Harry Dickson* (5), p. 78-79.

Doc. 3

Chronologie de la prise de conscience de l'existence des grands singes

1699 : présentation de chimpanzés en Europe ; ils sont montrés comme des pygmées.

1837 : Jenny, une Orang-Outan de trois ans, est exposée au zoo de Londres

Années 1870 : abondants récits sur les gorilles.

Début XXe : expositions de gorilles naturalisés

Années 50 : expéditions en Himalaya, pour tenter de découvrir les preuves de l'existence du Yéti.

1975 : les bonobos, ou chimpanzés nains, sont reconnus comme constituant une espèce différente des chimpanzés communs

Chronologie des principales découvertes des principaux Hominidés fossiles

1856 : l'homme de néanderthal (*Homo neanderthalensis*) en Allemagne. Mais différents restes avaient déjà été trouvés de 1830 à 1848.

1868 : le "Vieillard de Cro-Magnon" (*Homo sapiens* = Homme moderne) en Dordogne

1891 : le Pithécantrophe (aujourd'hui appelé *Homo erectus*) en Indonésie. Crâne incomplet.

1908 : l'Homme de Pékin (*Homo erectus*). Crâne complet.

1924 : premier Australopithèque, l'enfant de Taung, en Afrique du Sud

1964 : *Homo habilis*, en Tanzanie

1978 : "Lucy" (squelette "complet" d'Australopithèque en Ethiopie)

2001 : *Orrorin tunegensis*, un hominidé très ancien, au Kenya

2002 : "Toumaï", un hominidé très ancien, au Tchad

Doc. 4 Hergé.

Tintin au Congo (1930).



ANNEXE 2

Des élèves littéraires face aux sciences : une vision évolutive.

Le regard avant projet :

Question posée aux 27 élèves : « Que sont pour vous les sciences ? »

Réponses :

une corvée	18 %	44 % d'opinions négatives
une source d'ennui	18 %	
une chose inutile	6 %	
une matière intéressante	50 %	56 % d'opinions positive
un plaisir	6 %	

Le regard post-projet

96% considèrent désormais qu'il est important d'étudier les sciences pour posséder des bases et pour la culture personnelle.

Quelques réactions (toutes les réponses étaient anonymes) :

« Il faudrait faire des sciences en terminale L... »

« ... les programmes sont plus intéressants en L... »

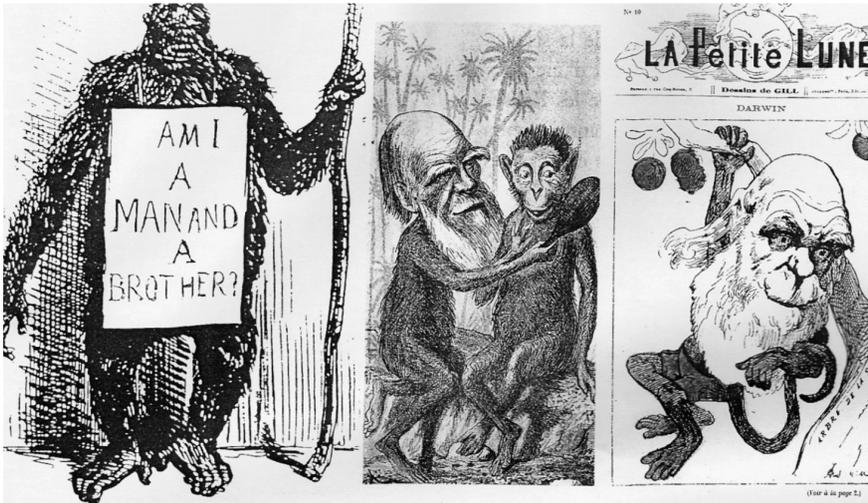
« ... pour changer de la littérature... »

« ... pour comprendre le monde...(apparu 2 fois) »

« ... on réutilisera cela un jour... »

« ... l'enseignement scientifique rend plus dynamique l'enseignement en première L... »

« ... c'est bien de ne pas s'emmerder totalement dans le français et garder un pied dans les sciences... »



<p>Doc. 5 Caricature parue dans Punch (R.U.), 1861</p>	<p>Doc. 6 Caricature publiée par The London Sketch Book, 1874</p>	<p>Doc. 7 Caricature de Gill. Journal français, 1874.</p>
<p>Doc. 8 Affiche de propagande américaine pour encourager les Américains à s'enrôler. Première Guerre mondiale</p>		<p>Doc. 9 King Kong. Affiche du film de la R.K.O. sorti en 1933</p>



Book reviews

Marie-Jeanne PERRIN-GLORIAN et Yves REUTER (2006). *Les méthodes de recherche en didactiques*. Presses Universitaires du Septentrion, Villeneuve-d'Ascq.

Cet ouvrage présente une sélection des contributions, profondément remaniées en fonction des échanges entre chercheurs, du premier séminaire international consacré aux méthodes de recherche dans le domaine des didactiques qui s'est tenu à Villeneuve-d'Ascq en juin 2005. Leurs auteurs représentent diverses didactiques : disciplines scientifiques et techniques, français, histoire, mathématiques et Staps.

L'ouvrage s'ouvre sur la communication inaugurale d'Yves Reuter qui présente les fondements et les justifications de ce questionnement méthodologique, un état des lieux le concernant ainsi qu'un ensemble de pistes de travail possibles pour définir et questionner les méthodes de recherche en didactiques. Les contributions sélectionnées sont ensuite regroupées autour de trois axes de questionnement : celui des intérêts et des problèmes liés aux comparaisons et aux croisements des méthodes de recueil et de traitement des données ; celui de la détermination des indicateurs pertinents et des significations que l'on peut leur accorder ; celui des modalités possibles des techniques de retraitement des données, tels que scripts, chronologies ou synopsis.

En s'appuyant non seulement sur les textes présentés mais aussi (et surtout) sur les comptes rendus des animateurs des ateliers, Marie-Jeanne Perrin-Glorian identifie dans sa conclusion trois champs de questions qui semblent se poser quelle que soit la discipline et presque quelle que soit la recherche en didactique.

1. Le chercheur et son objet d'étude.

Quelle est la place du chercheur dans la recherche ? Comment fait-il pour objectiver ses données au moment du recueil et de la sélection, au moment de l'analyse et de l'interprétation ? Comment contrôle-t-il sa position par rapport aux autres acteurs intervenant explicitement ou implicitement dans sa recherche ?

2. La temporalité de la recherche et le grain d'analyse.

Comment sélectionner et traiter les données quand on a des observations sur un temps long et donc une énorme masse de données ? Pour quelles questions a-t-on besoin d'un temps long ? Pour quelles questions peut-on se contenter d'une observation courte ? Comment trouver des traces du temps long dans une observation courte ? Comment articuler le temps long et le temps court ?

3. L'articulation de méthodes différentes autour d'un même objet.

Comment faire « condenser » les recherches en éducation ? Comment définir les objets de recherche pour faire avancer la recherche en utilisant au mieux ce qui existe déjà, même si la question n'est pas posée comme on l'aurait posée ? Comment lire et intégrer les travaux des autres, jusqu'où doit-on le faire, jusqu'où peut-on le faire ?

C'est un véritable chantier de travail qui est proposé et qui est justifié en raison des enjeux épistémologiques attachés aux problèmes abordés, qu'ils concernent la définition même des didactiques ou la validité des résultats produits. L'annonce est faite que le prochain séminaire sera consacré aux questions liées à la temporalité dans les recherches.

Peut-être que les chercheurs en didactique des sciences expérimentales seront déçus de ne pas trouver dans cet ouvrage de références

à leur discipline, mais ceux qui s'intéressent aux écrits en science, aux pratiques enseignantes et aux relations entre ces pratiques et le travail des élèves y trouveront des références théoriques et méthodologiques intéressantes.

En conclusion, un ouvrage à trouver dans les bibliothèques des laboratoires.

Alain Dumon

Albert BARILLE (conception et réalisation), *Il était une fois... la vie. La fabuleuse histoire du corps humain. Coffret DVD. 2006. Paris et Montréal. Nouvelle édition produite par SONY BMG (France) et imavision.com (Canada). 26 épisodes et un livret de 12 pages, 13 heures au total.*

La télé-série éducative *Il était une fois... la vie* avait été produite il y a une quinzaine d'années par le concepteur français Albert Barillé, grâce à la participation de plusieurs co-producteurs européens et du Canada. Le but initial était de faire comprendre le fonctionnement du corps humain dans une série de dessins animés destinée à un jeune public (8-16 ans), avec un thème particulier pour chaque épisode : la naissance, la respiration, le cerveau, la peau, la digestion, l'oreille, les reins, le squelette, etc. Initialement, cette série avait été télédiffusée dans plusieurs pays, puis éditée en format de vidéocassette VHS ; on la retrouve aujourd'hui rééditée en format DVD, disponible sur deux continents. Techniquement, la société canadienne Imavision a pu faire en sorte que ce coffret soit aussi disponible en zone 1, compatible pour les standards nord-américains. Évidemment, on trouve également ce même document en France pour le standard PAL. On peut les distinguer en sachant que la version canadienne du coffret compte 4 DVD, alors qu'en France on en trouve 6, pour un contenu identique d'environ 13 heures au total. Par ailleurs, les producteurs avaient également conçu d'autres séries éducatives selon le même principe, consacrées au cosmos et à l'histoire du monde.

Le parti pris pédagogique des concepteurs de *Il était une fois... la vie* semblera original, sinon audacieux, pour ceux qui ne seraient pas familiers avec la formule préconisée. Afin de dé-

crire notre dynamique interne et de permettre des interactions sous forme de dialogues, les organes et les cellules ont été personnifiés et dotés d'une voix. Les antagonismes réels existant dans l'organisme humain, mettant en scène des maladies et des microbes contre des cellules et des hormones, ont ici été transposés sous forme de petits personnages, selon une formule éprouvée dans tous les récits conventionnels pour jeunes auditoires, en créant une distinction entre les « bons » anticorps et globules agissant ensemble contre les « méchants » virus et microbes.

Dans la plupart des 26 épisodes, nous voyons d'abord le fonctionnement « normal » du corps (les muscles, l'usine du foie, les neurones, le sang, le cœur). Ensuite, nous pouvons observer un problème qui survient : infection, blessure, carie. Par exemple, un élève vacciné et un autre non-vacciné sont exposés au tétanos. Le premier résiste ; mais son compagnon tombe malade. Le médecin leur explique ensuite l'origine du problème et les conséquences du traitement. Dans chaque cas, le récit présente à la fois l'attaque et la guérison, observées successivement de l'extérieur et à l'intérieur du corps.

Cette excellente série est une grande réussite pour plusieurs raisons. Les épisodes réussissent à fournir beaucoup de notions présentées chaque fois dans leur dynamique spécifique. Certains épisodes touchant des aspects plus complexes sont particulièrement riches et cohérents : celui sur le sang, les neurones, celui sur la moelle osseuse ou sur la chaîne de la vie (ADN). D'autres épisodes parviennent à clarifier des systèmes très complexes, en permettant de faire comprendre le fonctionnement des plaquettes sanguines, le système lymphatique, les hormones, les toxines. Pédagogiquement, le propos est toujours clair, vivant (c'est le cas de la dire), et agréable à suivre, surtout pour un jeune public. Enfin, les dialogues et les commentaires demeurent toujours soucieux des dimensions philosophiques et éthiques lorsqu'il est question de sujets plus délicats comme la maladie, la reproduction, la mort. Même l'âme humaine est personnifiée par un vieux mage à la longue barbe blanche nommé « maestro », qui aurait sans doute pu inspirer un personnage du film *Harry Potter*. Ajoutons que la qualité des animations et la trame musicale de Michel Legrand rendent cette série très agréable à suivre et à revoir.

Le caractère alléchant de cette série constitue peut-être en même temps son point faible : les épisodes sont si vivants et faciles à suivre qu'ils disqualifieraient en quelque sorte la plupart des autres documentaires conventionnels sur le corps humain, qui sembleront par moments plus austères, sinon plus arides. Mais il faut néanmoins retenir l'intention initiale de la série *Il était une fois... la vie* : faire comprendre comment notre corps peut fonctionner et parfois se dérégler, tout en sachant parfaitement qu'il n'existe pas comme tels ni de « bons » ni de « méchants » dans nos organes et sous notre peau. Toutefois, l'analogie efficace entre les anticorps et la police chargée de neutraliser les envahisseurs du corps, apparaissant ici à plusieurs reprises, n'était pas vraiment nouvelle et se retrouvait déjà dans certains manuels scolaires ; cette métaphore permet en outre de comprendre instantanément les luttes internes ayant cours dans tout être vivant.

Les enseignants et les éducateurs trouveront dans *Il était une fois... la vie* une source d'inspiration pratiquement infinie et peut-être aussi des applications pour un usage ponctuel dans la classe, comme complément à une leçon de biologie ou de soins infirmiers. Cependant, les instituteurs et directeurs d'établissements scolaires devront s'assurer que leur institution aura obtenu directement du producteur une licence exclusive pour un usage en classe (« droits de diffusion publique pour utilisation pédagogique »), afin de respecter le droit d'auteur des concepteurs. Par ailleurs, dans le cercle familial, les parents pourront par exemple recourir à l'épisode sur la vaccination pour persuader leur enfant du bien-fondé de la redoutable piqûre. En outre, signalons qu'un ouvrage illustré avait été publié sous le même titre, en guise de complément.

En somme, j'estime que la série *Il était une fois... la vie* devrait faire partie de la collection de toute bibliothèque publique, scolaire ou même universitaire. Je crois qu'il n'existe pas dans le marché français de l'audiovisuel une série éducative aussi soignée et instructive sur ce sujet en format DVD. Les notions présentées dépassent largement le cadre des études sur la santé et de la didactique, et pour cette raison, ces 26 épisodes sauront instruire un auditoire général et les futurs chercheurs, en leur donnant une initiation à la fois claire et rigoureuse sur la biologie humaine.

Yves Laberge

Marie COULAUD (2005). *Évaluer la compréhension des concepts de mécanique chez des élèves de seconde : développement d'outils pour les enseignants*. Thèse de doctorat, université Lumière - Lyon 2, 297 pages.

Cette thèse croise des approches issues de champs encore trop disjoints : celui de la recherche en didactique et celui de la recherche sur l'évaluation ; elle contribue ainsi à l'enrichissement des problématiques et des outils dans ces deux domaines.

Elle apporte également des outils utilisables par les enseignants pour évaluer la compréhension des élèves dans le cadre de l'enseignement usuel de la mécanique et constitue ainsi un vecteur de transfert de résultats de la recherche en didactique vers les pratiques de classe.

Le document est concis et bien écrit ; la lecture en est facile. Il comporte une importante bibliographie internationale, en langue française et anglaise. L'ensemble des outils et des données utilisés dans la thèse est présenté en annexe sur un cédérom.

La première partie, intitulée « Cadre théorique », est composée de quatre chapitres.

Dans le premier sont abordées les pratiques d'évaluation dans les classes. L'approche choisie est brièvement située dans le champ des recherches sur l'évaluation et se focalise sur un type d'évaluation : le contrôle écrit, tel qu'il est couramment pratiqué dans l'enseignement des sciences physiques en seconde. On revient ensuite sur les différentes fonctions de l'évaluation (formative, sommative, diagnostique...), la double fonction du « devoir surveillé », les contraintes dans lesquelles s'inscrit cette pratique. Est ensuite caractérisée la situation de devoir surveillé du point de vue de l'élève.

Le deuxième concerne la compréhension de la mécanique. Les prises de position apparaissent ici très clairement : concepts, conceptions, modélisation, registres sémiotiques, cohérence, sont présentés comme les principaux éléments du modèle de compréhension utilisé par la suite.

Le troisième chapitre présente un tour d'horizon des tests développés en mécanique à par-

tir de recherches en didactique de la physique ; les critères de validité de chacun de ces tests sont présentés (compréhensibilité, fiabilité, fidélité, indice de difficulté, indice de discrimination).

Le quatrième et dernier chapitre de cette première partie présente les questions de recherche et la méthodologie adoptée pour y répondre. Un premier ensemble de questions concerne le développement de l'outil ; il s'agit en fait d'expliciter les choix orientant le développement des tests. Les questions suivantes concernent la validité de l'outil (fonctionnalité, pertinence, fiabilité) ; les réponses à cet ensemble de questions résulteront de l'analyse de données recueillies lors de l'utilisation des tests.

Un troisième ensemble de questions concerne « le fonctionnement des élèves en situation de devoir surveillé ».

La deuxième partie, intitulée « production des tests » comporte 4 chapitres.

Le chapitre 5 présente le contexte dans lequel a été réalisé ce travail.

Le chapitre 6 revient sur les bases de la construction des tests ; on y trouve un bref paragraphe concernant « les pratiques des enseignants français » et une « étude préalable » menée dans une classe de seconde. On peut voir là un compte rendu d'une phase de familiarisation du chercheur avec les pratiques usuelles d'évaluation en sciences physiques en classe de seconde. Une analyse très fine du contenu conceptuel de la séquence que les tests doivent évaluer est présentée : modèle cinématique, modélisation des interactions, modèle dynamique. Les choix de transposition didactique effectués dans le cadre de la séquence sont présentés de manière très précise et argumentée

Le chapitre 7 présente les tests, en suivant les lignes développées dans la première partie et reprises dans le chapitre 6 de cette deuxième partie : modélisation, registres sémiotiques, éventuellement difficultés des élèves.

Le chapitre 8 et dernier chapitre de cette deuxième partie présente les cohérences entre les différents tests.

La troisième partie est intitulée « analyse des tests » ; il s'agit de l'analyse des réponses des élèves, les tests eux mêmes ayant déjà fait l'objet de multiples analyses dans la partie précédente. Elle comprend quatre chapitres.

On trouve dans les chapitre 9 et 10 de précieuses indications sur la méthodologie de validation mise en œuvre, qui s'appuie sur des études de cohérence entre les réponses à différentes questions des tests écrits d'une part, des études de cohérence entre réponses aux tests et réponses orales lors d'entretiens d'explicitation d'autre part.

Le chapitre 11 présente les résultats détaillés de l'analyse des réponses des élèves aux différents tests, et de leurs réponses lors des entretiens d'explicitation.

On obtient ainsi des informations sur : la cohérence des réponses (différents items d'un test et entretiens), le degré de difficulté des différents objectifs de connaissance visés par la séquence, l'évolution des élèves au cours de la séquence par rapport à ces différents objectifs.

Le chapitre 12 reprend certains aspects de la validation des tests ainsi effectuée ; le chapitre 13 synthétise les réponses apportées aux questions formulées dans la première partie.

La quatrième et dernière partie de la thèse concerne la diffusion de cet outil d'évaluation dans le cadre d'un site ressources pour les enseignants du secondaire ; elle comporte une présentation générale du site existant et une description des apports spécifiques de ce travail : questions, analyse des compétences testées, conceptions susceptibles de s'exprimer, résultats statistiques, réponses « notables » d'élèves analysées par le chercheur, ensemble d'informations qui constitue une ressource d'une très grande richesse pour l'utilisation de ces tests.

Martine Méheut

ACTUALITÉ DES COLLOQUES

Conference announcements

COLLOQUE CD IUFM. QU'EST-CE QU'UNE FORMATION PROFESSIONNELLE UNIVERSITAIRE DES ENSEIGNANTS ? ENJEUX ET PRATIQUES.

2, 3, 4 mai 2007 – Arras

Conférence des directeurs d'IUFM de France

IUFM Nord-Pas-de-Calais

APPEL À CONTRIBUTIONS

Thème : La professionnalisation n'a pas cessé, depuis les années soixante, de se développer dans l'université, au prix, d'ailleurs, de multiples tensions. Tout dernièrement, dans le contexte de l'harmonisation européenne des études supérieures, la mise en place de la filière LMD impose, comme condition sine qua non, l'adossement des masters professionnels à des équipes de recherche reconnues. Est ainsi affirmé un lien formel entre la recherche et la formation professionnelle, lien qui s'est manifesté de manière variable selon les époques et les disciplines.

Récemment, hormis les questions de carrière et de statut des enseignants, la création, en France, des IUFM prévus par la loi de 1989 et installés en établissements autonomes, a marqué la volonté de modifier la formation des enseignants du secondaire (la professionnaliser ?) et celle des enseignants du primaire (l'universitariser ?). La nouvelle formation des enseignants français a été pilotée dans un premier temps par le rapport fondateur du recteur Bancel. Après une quinzaine d'années de ce régime, la loi Fillon de 2005 confirme cette orientation et prévoit l'intégration complète des IUFM à une université de la région d'implantation.

Le moment est sans doute venu de revisiter cette association des notions de professionnalisation et d'universitarisation en général, et de réexaminer son application à la formation des enseignants, y compris en interrogeant les variantes syntagmatiques : « formation universitaire professionnalisante », « formation universitaire et professionnelle », « formation professionnelle et universitaire » etc. Une confrontation avec les options prises dans les instances de formation d'autres pays sera recherchée. Les axes suivants sont proposés.

Axes de réflexion

1) Il sera d'abord utile de faire le point sur les différentes conceptions de la formation professionnelle universitaire en général et sur les recherches qui la concernent. A quels modèles de l'université repérables dans son histoire ou dans les tensions qui la traversent actuellement répondent-elles ? Dans quels contextes socio-historiques et à quelles conditions peut se réaliser cette formation professionnelle ? Quels en sont les acteurs directs et indirects ? Comment collaborent-ils ?

2) S'agissant des caractéristiques générales de la formation des enseignants, en quoi « l'apport universitaire » a-t-il modifié, complété ou retraité des dispositifs ou des parties de dispositifs existant préalablement ? Quels sont ses influences et rôles sur les modèles de formation et de professionnalité, entre les nécessités de normativité, d'inculcation et d'automatisation propres à certaines parties de toute profession et les approches compréhensives, critiques, réflexives et scientifiques traditionnellement privilégiées à l'université ? Comment situer et repenser cet apport dans le cadre global des collaborations indispensables avec l'ensemble d'une profession et ses structures : pairs, maîtres de stages, conseillers, formateurs associés, personnels placés institutionnellement en position hiérarchique et de contrôle, services décentralisés de l'employeur, implantations et établissements ? Quel est, quel peut être le rôle de l'apport universitaire dans l'acquisition des compétences, des gestes professionnels dont la maîtrise est recherchée ? Comment ce rôle est-il, sera-t-il assumé ? Quelles tensions se sont aussi développées entre ces diverses logiques et ces divers acteurs de la formation ? Il serait intéressant de comparer la formation des maîtres avec les formations de formateurs d'adultes maintenant intégrées, pour la plupart, à la filière LMD sous forme de licences professionnelles et de masters professionnels.

3) En ce qui concerne les publics en formation d'enseignants, comment est-il tenu compte de leurs modes d'apprentissage, de leur réception et de leur traitement des notions et capacités visées par le processus de formation, bref de leurs apprentissages effectifs, dans les différents environnements qui concourent à les former ? Ces dernières questions sont à rapporter d'abord aux étudiants et stagiaires en préparation professionnelle, mais aussi cruciallement, de manière transitive, à leurs futurs élèves.

4) Du point de vue des savoirs contributifs à la formation professionnelle universitaire, s'agit-il de savoirs généraux dont les personnes en formation auraient à réaliser elles-mêmes l'application à leurs conditions de travail, ou de savoirs généraux contextualisés par leur exposition ou leur application à des objets professionnels, ou plutôt de savoirs ad hoc tout à fait circonscrits et strictement utilitaires dans le cadre d'une préparation toujours ressentie comme courte. Quel jeu entre ces options ? D'autre part, il est clair aujourd'hui que de nombreux savoirs, savoir-faire et

savoir-être ne se transmettent pas de manière transparente mais nécessitent un apprêt didactique et pédagogique. Cela est particulièrement important pour les professions de l'enseignement. Quelle est, quelle peut être la prise en charge de ce processus par l'institution universitaire ? Les compétences attendues sont, dans des mesures importantes, déterminées par le corps professionnel d'accueil ou l'institution qui le structure. Cette détermination fait maintenant l'objet de procédures plus ou moins complexes. Le rôle de l'université dans ces négociations se pose.

5) En matière de recherche, comment résoudre la tension entre une formation par la recherche ou à la recherche et la nécessité de diffuser des savoirs, des savoir-faire et des outils stabilisés, même provisoirement ? Dès lors, est posée dans une formation professionnelle, la question du rôle, de la fonction de la recherche ou de l'initiation à la recherche. Des exemples prouvent qu'elle peut justement prendre, comme champ de production de savoir, l'élaboration progressive des savoirs scolaires ou des processus didactiques ou pédagogiques momentanément ratifiés et leur utilisation, aussi bien à l'échelle sociale qu'au niveau individuel. Quel rôle, dans ce contexte, pour les « mémoires professionnels » et d'autres types d'écriture professionnelle ?

6) Il y aura lieu de s'interroger sur la formation continuée des enseignants dans un cadre universitaire, entre le parti de la traiter par l'accès à un diplôme supérieur et la nécessité de plutôt actualiser et perfectionner les capacités d'action, entre le développement de formations massées et des procédures filées, entre une formation initiale prépondérante et une formation tout au long de la carrière. Apparemment différente, la question de l'identité professionnelle des formateurs d'enseignants est en rapport avec les mêmes types de tensions. Évoquée, en France, par le « Rapport Bancel » et un rapport de la direction de l'enseignement supérieur de février 1993 à l'éphémère Commission Consultative Nationale des IUFM, cette question est à reprendre dans la situation actuelle en ouvrant aux orientations et aux pratiques de systèmes éducatifs étrangers.

Contact : Les propositions de communications (3 500 signes environs) sont à envoyer à Isabelle Villeveygoux :
isabelle.villeveygoux@lille.iufm.fr – 03 20 79 87 16

Informations : <http://www.lille.iufm.fr/fpu2007.htm>

Calendrier : Date limite d'envoi des propositions de publications :
30 novembre 2006.

CINQUIEMES RENCONTRES SCIENTIFIQUES DE L'ARDIST

La Grande Motte

17, 18, 19 octobre 2007

Objectifs : L'Association pour la recherche en didactique des sciences et des techniques (ARDIST) organise, conformément aux missions qu'elle s'est données, des rencontres scientifiques tous les deux ans.

Les cinquièmes rencontres auront lieu à La Grande Motte du mercredi 17 au vendredi 19 octobre 2007 inclus.

Ces rencontres sont un moment d'échange sur les enjeux, les problématiques, les méthodes et les résultats de recherches entre toutes les didactiques des disciplines scientifiques et technologiques. C'est aussi l'occasion de s'ouvrir à des disciplines proches.

Ces rencontres sont ouvertes à tous les acteurs de la recherche mais aussi à tous ceux qui sont concernés par la recherche en didactique des sciences et des techniques (formateurs, décideurs, responsables).

Appel à communication : la langue officielle des rencontres est le français.

Les propositions de communication devront relever de la recherche en didactique des sciences ou des techniques. Elles préciseront s'il s'agit d'une recherche terminée ou en cours. Elles seront limitées à un texte de 8 pages (bibliographie et figures comprises), comprenant un résumé d'une demi-page maximum. Les normes de présentation de ce texte seront consultables à partir du 30 septembre 2006 sur le site des rencontres.

Les actes seront remis aux participants au début des rencontres.

Organisation : Pour assurer des échanges nombreux et diversifiés, ces rencontres sont organisées de la façon suivante :

- Des communications sur des travaux de recherche en cours ou récemment terminés. L'acceptation et les regroupements en sessions seront effectués par le comité scientifique. Chaque présentation durera 20 minutes et sera suivie de 20 minutes de discussion.
- Des conférences invitées sur les contributions potentielles d'autres domaines de recherche en sciences humaines et sociales.

Contact : ardist2007@montpellier.iufm.fr

Calendrier : Date limite de réception des propositions : le 7 janvier 2007.

ANALYSE CRITIQUE DES MANUELS SCOLAIRES DE SCIENCE

Hamamet (Tunisie)

7 – 10 février 2007

- Thème :** Il s'agit d'un Meeting thématique d'IOSTE (International Organisation for Science and Technology Education), organisé en collaboration avec :
- Le projet de recherche européen (FP6) Biohead-Citizen (« Biology, Health and Environmental Education for better Citizenship »)
 - L'ARDIST : Association pour la recherche en didactique des sciences et des techniques
- Objectifs :** La Didactique des Sciences s'intéresse de plus en plus aux recherches sur l'élaboration du curriculum, des programmes et des manuels scolaires. Ce champ de recherches est clairement pluridisciplinaire, concernant des approches diverses : sémiolinguistiques, sociologiques, anthropologiques, économiques, historiques, épistémologiques, aussi bien que didactiques et pédagogiques.
- Ce meeting sera centré sur les manuels scolaires de science. Le terme « science » est à considérer dans son sens le plus large, incluant les mathématiques, la technologie, les sciences environnementales, sur la santé ainsi que les sciences humaines et sociales.
- Nous confronterons nos différentes méthodologies, enracinées dans différents contextes théoriques et perspectives. La transposition didactique, le modèle de la reconstruction éducative, et les trames curriculaires sont autant de contextes théoriques, parmi d'autres, qui seront discutés. Seront aussi abordées les questions relatives à la sélection de ce que contiennent les manuels, ainsi que l'identification des références de la transposition (connaissances scientifiques, pratiques sociales, systèmes de valeurs) et la façon dont ces références sont ou non transformées dans les manuels scolaires.
- Sont encouragées les analyses contrastives : comparaison de points de vue différents sur le même corpus, comparaison entre programmes et manuels scolaires, comparaison sur la façon dont le même thème est présenté à différentes périodes historiques, ou aujourd'hui dans différents pays.
- Ce Meeting s'intéresse aussi à la façon dont les manuels scolaires sont réalisés, et à la façon dont ils sont utilisés. L'analyse des manuels peut prendre en compte non seulement ce qui est explicite (textes, images, etc.) mais aussi ce qui est implicite (messages, valeurs, pratiques sociales).
- Contact :** Les propositions, qui devront présenter et discuter des résultats empiriques originaux et exposer clairement leurs contextes théoriques et leur méthodologie, sont à envoyer à :
- IOSTE.feb07@univ-lyon1.fr et iosteproposal@didactique.info
- Les langages officiels du meeting seront l'anglais et le français.

ESERA CONFERENCE 2007

August 21st – August 25th at Malmö University, Malmö Sweden

The European Science Education Research Association (ESERA) is proud to announce that its General Conference 2007 will be held at Malmö University, Sweden from August 21 – August 25.

The conference is being organized by staff at Malmö University, the Danish University of Education, Göteborg University and Kristianstad University. The chair of the organizing committee is Margareta Ekborg.

Information: <http://www.naturfagsenteret.no/esera/conference.html>

Calendar: Proposals must be submitted by January 1st 2007. See website for more information.

XVIII^e JOURNEES INTERNATIONALS SUR LA COMMUNICATION, L'EDUCATION ET LES CULTURES SCIENTIFIQUES, TECHNIQUES ET INDUSTRIELLES.

Chamonix, du 24 au 28 avril 2007. chalets des aiguilles

Ecole nationale de ski et d'alpinisme

Organisation : Des séances plénières : réflexions, innovations et recherches Sciences et techniques : qu'est-ce qui fait « actualité » ?
Instruction scolaire, médiation culturelle et actualités : défis, expériences et ressources.
Recherches didactiques et médiatiques sur les questions vives concernant les sciences et les techniques.
Des séances de communication pour échanger et confronter ses idées. Elles fonctionnent en parallèle sur des thèmes prolongeant les plénières. Chaque séance se compose d'une série de trois communications de 20 min suivies d'une discussion générale.
Des ateliers pour illustrer et approfondir la thématique. Ils prennent appui sur une activité collective autour d'un corpus de documents réunis par deux ou trois responsables d'horizons différents, animateurs de l'atelier. Des expositions pour informer, diffuser.
Des affichages, des stands (audiovisuels, multimédias, livres, affiches) seront en place à l'école de Ski et d'Alpinisme (installation le mardi 24 avril à 16h00).
Journal *slalom* pour être au cœur des journées. C'est la tribune des journées réalisée à Chamonix même, avec les participants et sous leurs yeux. Rédiger pour lui vos réflexions et propositions (avant le 1^{er} avril pour le 1^{er} numéro).

Information : <http://www.stef.ens-cachan.fr/manifs/jies/jies.htm>
<http://www.ldes.unige.ch>

Contact : Eric.Triquet@grenoble.iufm.fr

Thème : École, culture et actualités des sciences et des techniques.
Évoquer l'idée d'actualité – ce qui apparaît « en acte » – ne devrait pas occasionner plus de difficultés d'interprétation pour les sciences et les techniques que pour d'autres domaines plus familiers d'activités humaines. Mais est-ce si certain ? Qu'est-ce qui fait « événement » lorsqu'il s'agit de sciences et de techniques ? Pourquoi, pour qui et par qui y a-t-il émergence, évidence puis obsolescence de faits d'actualité ? Quels en sont les modalités, les enjeux, les empreintes personnelles et sociales ?
C'est en tout cas d'actualités scientifiques ou techniques très diverses qu'il est nécessaire de parler, selon de nombreux points de vue possibles : recherche et découverte, invention et innovation, politique et économie, culture, école...
École et culture se nourrissent parallèlement mais différemment des faits d'actualité. Pour des raisons constitutives s'agissant des cultures scientifiques et techniques, mais cela pose alors la question des capacités d'appréhension, de critique et d'usage. Pour des raisons moins apparentes mais finalement pressantes s'agissant de l'éducation et des formations scientifiques et technologiques. En retour, et à plus long terme, enseignements scolaires et médiations culturelles contribuent à la construction et à la signification des faits d'actualité. Dès lors, comment enseignants et médiateurs accueillent-ils et travaillent-ils dans et avec l'actualité ? Sur quels fonds scolaires et culturels les actualités viennent-elles s'inscrire, se fondre, disparaître ? Comment les « questions vives » morales, sociales et environnementales, du présent et du futur, sont-elles traitées ? Comment les « modes », les « lieux communs », « les pressions promotionnelles », qui affectent aussi les sciences et les techniques, sont-ils à la fois pris au sérieux et mis à distance ? Les prochaines Journées de Chamonix visent à favoriser les échanges d'expériences et de réflexions sur ces questions, dans un esprit ouvert, critique et prospectif, entre chercheurs, enseignants, médiateurs et formateurs. À côté des ateliers de confrontation et d'élaboration, des espaces de communication orales et affichées, trois thèmes seront traités en séances plénières :

1. Sciences et techniques : qu'est-ce qui fait « actualités » ?
2. Instruction scolaire, médiation culturelle et actualités : défis, expériences et ressources.
3. Recherches didactiques et médiatiques sur les questions vives concernant les sciences et les techniques.

André GIORDAN, Jean-Louis MARTINAND et Éric TRIQUET

DIDASKALIA

Note aux auteurs

DIDASKALIA publie des articles originaux, n'ayant pas fait l'objet de publication dans des revues, ouvrages ou actes de colloques ; nous vous remercions de bien vouloir nous le confirmer en nous adressant votre proposition d'article.

Pour nous aider à traiter vos textes, nous vous prions de suivre les consignes qui suivent.

LONGUEUR DU TEXTE :

Les « normes » sont...

– article de recherche : environ 15 pages (35 000 signes).

– compte rendu d'innovation : maximum 10 pages (25 000 signes).

Ce calibrage comprend **un résumé** en français et **un abstract** en anglais, dont les longueurs souhaitées sont – pour chacun – de 8 lignes environ, soit 550 signes. À la fin de chaque résumé, vous voudrez bien indiquer **cinq mots clés**. Il comprend également la place des figures qui doivent être fournies à part (compter 2 500 signes par page, soit par exemple 800 signes si la figure occupe un tiers de page). Pour les figures et illustrations ne prévoir que des documents reproductibles dans de bonnes conditions en noir et blanc.

Nous vous prions d'éviter les notes.

BIBLIOGRAPHIE

Suivre très précisément la norme suivante, en respectant les séparateurs.

– article de revue :

NOM Initiale du prénom. (date d'édition). Titre de l'article en minuscules. Titre de la revue, vol. X, n° Y, pages extrêmes.

exemple : WEIL-BARAIS A. & LEMEIGNAN G. (1989). À propos de recherches sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences physiques. *Cahiers de Beaulieu*, n° 9, p. 33-47.

– ouvrage :

NOM Initiale du prénom. (date d'édition). *Titre*. Lieu d'édition, Éditeur.

exemple : PIAGET J. & INHELDER B. (1968). *Le développement des quantités physiques chez l'enfant*. Neuchâtel, Delachaux & Niestlé.

– contribution à un ouvrage :

NOM Initiale du prénom. (date d'édition). Titre de la contribution. In Auteur(s) principal(aux) ou Éditeurs (Initiale prénom. nom en minuscules), *Titre de l'ouvrage*. Lieu d'édition, Éditeur, pages extrêmes.

exemple : BEAUFILS D., BLONDEL F.-M. & LE TOUZE J.-C. (1992). Utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement des sciences physiques. In G.-L. Baron & J. Baudé (éd.), *L'intégration de l'informatique dans l'enseignement et la formation des enseignants*. Paris, INRP et EPI, p. 88-99.

Les rappels bibliographiques dans le texte seront effectués de la manière suivante : (Nom, date), (Nom 1 & Nom 2, date), ou, si plus de deux auteurs, (Nom 1 *et al.*, date).

DIDASKALIA

SAISIE DU TEXTE

Matériel et logiciels, envoyer un texte en « .doc » ou en « .rtf » par courrier électronique à didaskalia@inrp.fr

Conserver toujours une **copie de sauvegarde** du texte.

Fournir, lors de la soumission d'un article à la revue **deux exemplaires (papier) de l'article** respectant la présentation de DIDASKALIA, dont **un sans indication des auteurs**.

Titre et auteur :

En tête de l'article doivent figurer les indications suivantes :

TITRE, sous-titre (le cas échéant),

TRADUCTION du titre en anglais.

Prénom NOM

organisme, adresse postale complète.

Veuillez nous proposer un titre abrégé pour rappel en haut de page (maximum 40 signes).

Suivre les règles typographiques :

- en ce qui concerne les espaces pour les signes de ponctuation, un espace avant et un espace après ; : ! ?
- pour les énumérations avec deux points, ne pas mettre de capitale après le tiret de début de ligne ou paragraphe, terminer le paragraphe par une virgule ou un point virgule ;
- numérotation des paragraphes 1., 1.1. etc.

Figures et illustrations :

Dans toute la mesure du possible fournir des originaux.

Fournir les éléments qui doivent apparaître dans la légende, l'indication de la source et le © le cas échéant. Spécifier qui détient les droits (cf. demandes d'autorisations de reproduction).

Ne faire figurer dans le courrier électronique que le(s) fichier(s) utile(s) et joindre une fiche avec leur(s) nom(s) et l'indication du contenu.

Indiquer le nombre de signes que comporte le fichier (cette indication permet de faciliter les opérations de calibrage).

Les articles refusés ne seront pas renvoyés à leurs auteurs.

DiDASKALIA

Recherches sur la communication
et l'apprentissage des sciences et des techniques

2 numéros par an

à retourner à : INRP • Service des publications • Abonnements
19, allée de Fontenay • BP 17424 • F-69347 LYON CEDEX 07

Tél. +33 (0)4 72 76 61 66/63 • abonn@inrp.fr • www.inrp.fr

Nom

ou établissement

Adresse

.....

Localité Code postal

Téléphone e-Mail Pays

Date Signature ou cachet

..... abonnement(s) x prix unitaire = euros TTC

Demande d'attestation de paiement : oui non

Tarif abonnement 1 an	
France métropolitaine (sauf Corse)	30,00 € TTC
Corse + Dom (sauf Guyane)	29,04 € TTC
Guyane + Tom	28,44 € TTC
Étranger	35,00 € TTC
Le numéro (France métropolitaine sauf Corse)	18,00 € TTC

Tout bulletin d'abonnement doit être accompagné d'un titre de paiement libellé à l'ordre du régisseur des recettes de l'INRP. Cette condition s'applique également aux commandes émanant de services de l'État, des collectivités territoriales et des établissements publics nationaux et locaux (texte de référence: décret du 29 décembre 1962, instruction M9.1, article 169, relatif au paiement d'abonnements à des revues et périodiques). Une facture pro forma sera émise sur demande. Seul, le paiement préalable de son montant entraînera l'exécution de la commande.

Ne pas utiliser ce bon pour un réabonnement, une facture pro forma vous sera adressée à l'échéance.

DIDASKALIA

Recherches sur la communication
et l'apprentissage des sciences et des techniques

aster

recherches en didactique des sciences expérimentales

2 numéros par an

+ 2 numéros par an

à retourner à : **INRP • Service des publications • Abonnements**
19, allée de Fontenay • BP 17424 • F-69347 LYON CEDEX 07
Tél. +33 (0)4 72 76 61 66/63 • abonn@inrp.fr • www.inrp.fr

Nom

ou établissement

Adresse

.....

Localité Code postal

Téléphone e-Mail Pays

Date Signature ou cachet

..... abonnement(s) groupé(s) x prix unitaire = euros TTC

Demande d'attestation de paiement : oui non

Tarif abonnement groupé <i>Didaskalia + Aster</i> 1 an	
France métropolitaine (sauf Corse)	52,20 € TTC
Corse + Dom (sauf Guyane)	50,53 € TTC
Guyane + Tom	49,48 € TTC
Étranger	62,10 € TTC

Tout bulletin d'abonnement doit être accompagné d'un titre de paiement libellé à l'ordre du régisseur des recettes de l'INRP. Cette condition s'applique également aux commandes émanant de services de l'État, des collectivités territoriales et des établissements publics nationaux et locaux (texte de référence: décret du 29 décembre 1962, instruction M9.1, article 169, relatif au paiement d'abonnements à des revues et périodiques). Une facture pro forma sera émise sur demande. Seul, le paiement préalable de son montant entraînera l'exécution de la commande.

Ne pas utiliser ce bon pour un réabonnement, une facture pro forma vous sera adressée à l'échéance.

DiDASKALIA

**Recherches sur la communication
et l'apprentissage des sciences et des techniques**

2 numéros par an

à retourner à : **INRP • Service des publications • Vente à distance
19, allée de Fontenay • BP 17424 • F-69347 LYON CEDEX 07**

Tél. +33 (0)4 72 76 61 64 • pubvad@inrp.fr • www.inrp.fr

Nom

ou établissement

Adresse

Localité Code postal

Téléphone e-Mail Pays

Date Signature ou cachet

Numéro(s) commandé(s)

..... numéro(s) x prix unitaire = euros TTC

Demande d'attestation de paiement : oui non

Vente en ligne au numéro sur www.inrp.fr/publications/catalogue/web/

Prix du numéro • Tarif en vigueur	
Le numéro	18,00 € TTC

Toute commande doit être accompagné d'un titre de paiement libellé à l'ordre du régisseur des recettes de l'INRP. Cette condition s'applique également aux commandes émanant de services de l'État, des collectivités territoriales et des établissements publics nationaux et locaux (texte de référence : ministère de l'Économie, des Finances et du Budget, direction de la comptabilité publique, instruction n° 90-122-B1-M0-M9 du 7 novembre 1990, relative au paiement à la commande pour l'achat d'ouvrages par les organismes publics). Une facture pro forma sera émise sur demande. Seul, le paiement préalable de son montant entraînera l'exécution de la commande.

