





# SCIENCES, TECHNIQUES ET PRATIQUES PROFESSIONNELLES

Michel Caillot

peu de travaux  
de didacticiens  
sur l'enseignement  
des sciences  
et des techniques  
dans les  
établissements  
techniques  
ou professionnels

Les recherches en didactique des sciences et de la technologie ont maintenant plus de trente ans. Elles se sont intéressées majoritairement à l'enseignement des sciences et de la technologie dans l'enseignement primaire et au collège. Pour le lycée, ce sont les sciences physiques et la biologie enseignées dans les lycées généraux auxquelles se sont intéressés en tout premier lieu les didacticiens. Très peu de travaux ont été effectués sur l'enseignement des sciences et des techniques dans l'enseignement technique (les enseignements de STI (1)) ou professionnel.

On pourrait faire l'hypothèse que les sciences enseignées dans ces établissements seraient plus éloignées des sciences "savantes" que ne le seraient les disciplines classiques comme la physique, la chimie ou les SVT du bon lycée classique et général. Toutefois cette hypothèse se trouve infirmée si on pense qu'il existe des professeurs ayant passé des concours de recrutement spécifiques comme le CAPES de *Physique et électricité appliquée*, le CAPET d'*Électrotechnique* ou l'agrégation de *Sciences de biochimie – Génie biologique*, ces concours permettant d'enseigner dans les sections de STI ou STL (2) des lycées. Or ces concours ont des programmes fort "savants".

deux hypothèses  
pour l'expliquer

Une autre hypothèse pourrait être liée à la sociologie des chercheurs en didactique des sciences qui, pour la plupart, ont eu une formation scientifique plutôt classique (physique, chimie, sciences naturelles) ou sont formateurs de maîtres en sciences physiques ou en SVT. Des exceptions existent, bien sûr, qu'elles soient liées à l'ENS-Cachan ou à l'ENFA (3) de Toulouse, lieux de formation initiale respectivement des professeurs de l'enseignement technologique et des professeurs de l'enseignement agricole.

Toutefois un grand absent dans les préoccupations des chercheurs en didactique est l'enseignement professionnel. Dans le triangle didactique, on ne sait pas très bien qui est le responsable : les savoirs en jeu, les élèves ou les enseignants. Non pas qu'il n'y ait pas eu des travaux sur l'enseignement professionnel, mais ils ont porté sur son histoire, ses liens avec le marché du travail, ses élèves et leur rapport au savoir, en fait des travaux classiques de sciences de l'éducation.

- 
- (1) Sciences et Technologies Industrielles.
  - (2) Sciences et Technologies de Laboratoires.
  - (3) École Nationale de Formation Agronomique.

Mais il existe un trou noir pour les recherches en didactique sur les savoirs scientifiques, techniques ou technologiques, comme si cet enseignement n'existait pas.

quelques travaux réalisés sur cet enseignement aux niveaux secondaire et supérieur sont présentés ici

Ce numéro d'*Aster* se veut modeste, à l'image du nombre de chercheurs dans le champ de la didactique des sciences ou des techniques liées aux pratiques professionnelles. Il va présenter quelques travaux relatifs à l'enseignement technologique et professionnel, secondaire ou supérieur.

la physique au service de la technologie...

D'abord Béatrice Jouin est l'une de ces représentantes des lycées professionnels si peu investigués par notre communauté. En tant que professeur de sciences physiques, elle place délibérément l'enseignement de la physique comme discipline au service de la technologie. Ne serait-ce pas du reste ce statut de discipline de service, au service de la technologie, qui fait que les didacticiens des sciences physiques se sont peu intéressés aux lycées professionnels ? En général, chez les physiciens, la technologie est plutôt vue comme une application de la physique.

... à propos du concept de force

Ici au contraire Béatrice Jouin compare les curriculums prescrits en technologie et en physique dans le cadre du BEP Maintenance des Véhicules Automobiles. En choisissant la mécanique classique, elle regarde comment les deux disciplines utilisent le concept de force. Au lieu d'exacerber les différences entre la technologie et la physique comme, par exemple, au niveau du vocabulaire où chaque discipline a son lexique propre, elle propose de bâtir un enseignement où *"il est nécessaire de rompre avec le découpage traditionnel des connaissances de la physique"* (4). C'est ainsi que, pour le concept de force, elle va choisir ses références parmi la vie courante (voiture sur une pente) et les systèmes techniques de l'automobile (par exemple, le système piston-bielle- vilebrequin) pour étudier les phénomènes de frottement et de transmission des actions motrices (forces ou couples).

la robotique pédagogique pour développer des activités pratiques et de conceptualisation

Chez Pierre Nonnon, comme chez Béatrice Jouin, il existe une volonté de lier technologie et physique dans le cadre de l'enseignement professionnel. Lui aussi va interroger la formation scientifique dans la formation professionnelle. Mais il va lier physique et technologie à travers l'utilisation d'environnements d'apprentissages d'expérimentations assistées par ordinateur (EXAO). Il va développer ce qu'il appelle la robotique pédagogique où un robot piloté par ordinateur est à la fois objet et outil d'apprentissage. Il souhaite *"engager les jeunes dans des activités axées sur la maîtrise et la perception technique et scientifique des problèmes pratiques"*. C'est ainsi qu'à partir de la construction d'un treuil électrique, l'étudiant pourra mesurer différentes grandeurs énergétiques. Ces

(4) Jouin, B., p. 23.

activités de robotique pédagogique se veulent à la fois activités pratiques et sources de conceptualisation.

Si les articles de Béatrice Jouin et de Pierre Nonnon posent la question du lien physique et technologie dans le cadre scolaire professionnel, l'article d'Alfa Oumar Diallo et de Claudine Larcher veut sortir l'enseignement de la chimie de l'école pour mieux le réintroduire. En Guinée, comme dans beaucoup de pays en voie de développement, le manque de matériel de laboratoire est criant, et l'enseignement renvoie à des exemples pris dans le monde occidental. Pourquoi ne pas utiliser les ressources locales ? Ici le choix n'a pas été, comme dans certains pays africains, d'utiliser tel ou tel produit local (par exemple le jus de bissap (5)) pour remplacer des réactifs produits par les laboratoires européens, mais au contraire d'aller repérer parmi les métiers traditionnels ceux qui utilisent des réactions chimiques afin de contextualiser l'enseignement. La question est celle de la transposition : quelles références pour les savoirs à enseigner ? Des savoirs savants décontextualisés ou des savoirs issus de pratiques sociales de professionnels locaux ? Les auteurs vont donner la parole aux charbonniers, aux forgerons-orfèvres et aux techniciens des eaux de consommation pour connaître leurs pratiques et les savoirs qu'ils utilisent, afin de les transposer et de les adapter à l'enseignement. Certains de ces savoirs sont erronés du point de vue scientifique et ils doivent être corrigés pour être présentés aux élèves de collège. Mais la recontextualisation de l'enseignement de la chimie est faisable. Un partenariat école-artisans s'est mis en place qui aboutit à un nouveau rapport au savoir.

À la différence de l'enseignement général, la formation professionnelle initiale comprend toujours des stages sur le terrain. Deux articles abordent la question du lien entre les connaissances scientifiques et les connaissances acquises dans l'action : celui de Joëlle Bazile et Patrick Mayen et celui de Mohamad Cheiko et Pierre Clément.

C'est ainsi que Joëlle Bazile et Patrick Mayen affirment que les concepts construits à travers l'activité professionnelle telle qu'elle est pratiquée lors de stages peuvent constituer une voie d'accès à la conceptualisation scientifique. Ceci inverse totalement la pensée de sens commun qui attribue l'antériorité et la nécessité de la conceptualisation scientifique par rapport à la conceptualisation produite dans l'action. L'article de ces deux auteurs pose clairement la question des rapports entre les savoirs théoriques et les savoirs d'action. Ils se placent dans le cadre de la théorie des schèmes de Gérard Vergnaud où les schèmes sont vus comme des organisateurs invariants à toute une classe de situations. Joëlle

recontextualiser  
l'enseignement  
de la chimie  
en se référant aux  
pratiques sociales  
de professionnels  
locaux

à propos  
des rapports  
entre les savoirs  
théoriques  
et les savoirs  
d'action...

---

(5) Jus fabriqué à partir des fleurs rouges d'*Hibiscus sabdariffa*. Il peut servir d'indicateur coloré.

Bazile et Patrick Mayen s'intéressent aux connaissances acquises lors de stages par des élèves de BEPA (6) et de baccalauréat professionnel à propos de la traite des vaches laitières. L'étude des prescriptions montre que ce sont les concepts scientifiques liés à l'hygiène qui gouvernent la pratique professionnelle prescrite. Or les entretiens faits auprès des maîtres de stage montrent une grande diversité de pratiques professionnelles souvent éloignées des prescriptions, écarts dont sont conscients les maîtres de stage eux-mêmes. Seule l'analyse guidée par les formateurs, au retour du stage, permet de reconstruire la structure conceptuelle qui organisait l'action. Ainsi la conceptualisation scientifique devient alors la conséquence de l'activité. Dans le rapport toujours ambigu entre savoirs théoriques et savoirs d'action, ici ce sont les savoirs d'action qui sont à la source de l'apprentissage des connaissances scientifiques. Ce mécanisme serait à la base de toute didactique professionnelle.

... l'antériorité  
revient aux savoirs  
d'action

Mohamad Cheiko et Pierre Clément sont pratiquement d'accord avec le point de vue précédent. Ils ont étudié la formation des ingénieurs forestiers au cours de laquelle sont sollicités des savoirs disciplinaires multiples (sciences du vivant, sciences de l'ingénieur, sciences économiques et sociales) et des savoirs de terrain. Mais quels sont les savoirs enseignés ? L'article pose bien la question qui semble fondamentale dans la didactique professionnelle : quelle transposition de quels savoirs ? À partir d'entretiens auprès de scientifiques et d'ingénieurs forestiers travaillant sur le même massif forestier, il apparaît qu'il n'existe pas un seul savoir savant, mais chaque intervenant a des savoirs sur "sa" forêt en fonction de sa pratique. Pas de savoir savant unique de référence ; à la différence des disciplines scolaires classiques, ce qui pose d'une autre façon la question de la transposition. De plus, les auteurs mettent en évidence que la transposition concerne aussi les pratiques des ingénieurs forestiers sur le terrain et, ce qui est nouveau dans les études de la transposition, les systèmes de valeurs (point de vue productiviste ou environnementaliste de la gestion d'une forêt). La question des valeurs de référence dans l'enseignement agricole avait déjà été posée par Laurence Simonneaux dans ses travaux (7) quand elle interrogeait l'enseignement sur le clonage ou les OGM. Ainsi la didactique issue de l'enseignement professionnel amène les chercheurs à se poser de nouvelles questions, qui ne sont pas soulevées dans la didactique des disciplines scientifiques.

concernant  
la formation  
des ingénieurs  
forestiers,  
multiplicité  
des savoirs  
disciplinaires  
sollicités

notion de systèmes  
de valeur

(6) Brevet d'Études Professionnelles Agricoles.

(7) Voir dans ce numéro l'article Albe, V. & Simonneaux, L. p. 131.

dans  
l'enseignement  
agricole, incitation  
à aborder  
des problèmes  
sociétaux

Que se passe-t-il quand les enseignants sont encouragés, comme dans l'enseignement agricole, à développer chez leurs élèves la "conscience citoyenne" et à analyser de façon contradictoire la fiabilité des connaissances scientifiques. Là encore nous voyons une différence avec l'enseignement général où l'enseignement scientifique est vu comme une transmission de faits et certitudes. Dans leur article, Virginie Albe et Laurence Simonneaux montrent qu'*a priori* les enseignants ne sont pas hostiles à aborder les problèmes sociétaux entraînés par le développement de la science, mais que cela remet en cause leur épistémologie et leur pratique. Elles proposent que l'enseignement scientifique soit accompagné d'une formation éthique.

un modèle  
pour actualiser  
les formations  
des concepteurs  
à l'analyse  
des systèmes  
techniques

Dans le domaine de la technologie mécanique, Yves Cartonnet va poser la question des formations des concepteurs à l'analyse de systèmes techniques. Il constate que ces formations ont besoin d'actualisation, bien qu'elles aient déjà été modifiées dans les années 70. L'évolution des produits et l'omniprésence des microprocesseurs dans la partie commande modifient la nature des produits industriels. Les formations doivent prendre en compte ces modifications. Yves Cartonnet va ainsi développer un modèle qui regroupe quatre catégories d'informations et les activités y afférant.

qu'en est-il de  
la didactique des  
enseignements  
professionnels  
tertiaires ?

Dans ce numéro d'*Aster* consacré à la didactique des enseignements technologiques et professionnels, nous avons voulu introduire un article étranger à l'enseignement scientifique ou technologique pour voir s'il n'y avait pas des similitudes avec d'autres secteurs professionnels comme le secteur de l'enseignement tertiaire. Qu'en est-il de la didactique des enseignements professionnels tertiaires ? Y a-t-il des préoccupations et des questions semblables ? Les points de vue venant d'autres didactiques avec leurs convergences éventuelles sont toujours intéressants et contribuent à la construction d'une réflexion interdidactique. Alain Legardez et Nicole Lebatteux présentent ainsi des questions relatives à l'enseignement de l'entreprise dans l'enseignement professionnel tertiaire où l'élève reçoit à la fois un enseignement classique sur l'entreprise et va en stage dans une entreprise. Pour améliorer l'enseignement de l'entreprise, les auteurs insistent sur les représentations sociales des élèves. Ces représentations sociales constituent un déjà-là sur lequel l'enseignement pourrait prendre appui. Nous ne sommes pas loin des travaux sur les conceptions des élèves que les didacticiens de sciences ont su si bien étudier. Des convergences existent qu'il serait nécessaire d'approfondir.

importance des  
représentations  
sociales des élèves

des pistes à  
approfondir

Nous avons dit que ce numéro d'*Aster* se voulait modeste car le champ de l'enseignement professionnel (formations aux CAP, BEP, Bac pro., BTS et écoles d'ingénieurs) est peu investi par la communauté des didacticiens des sciences. Si des pistes de nouvelles recherches devaient être ouvertes, il me semble que les questions des relations entre les savoirs

d'action et les savoirs "théoriques" devraient être approfondies d'un point de vue didactique. Il en est de même des rapports aux savoirs professionnels et à ses objets. Que ce numéro d'*Aster* puisse être le point de départ de nouvelles recherches !

Michel CAILLOT  
Éducation et apprentissages (EA 3626)  
Université René Descartes – Paris 5

# LES SCIENCES PHYSIQUES EN LYCÉE PROFESSIONNEL, DISCIPLINE DE SERVICE PAR RAPPORT À LA TECHNOLOGIE

Béatrice Jouin

*En lycée professionnel, les sciences physiques ont essentiellement une fonction de "discipline de service" par rapport à la technologie.*

*Une confrontation entre les deux disciplines, dans un domaine professionnel particulier – la mécanique automobile – et pour un niveau d'étude – le BEP –, montre que la technologie utilise certains savoirs qui sont enseignés en sciences physiques et exige certaines compétences convergentes avec celles développées en sciences.*

*Ce travail a permis d'envisager comment l'enseignement des sciences physiques peut contribuer à la formation technologique des élèves, et de faire des choix concernant l'apprentissage du concept de force.*

le lycée  
professionnel,  
contexte scolaire  
particulier menant  
à une qualification  
professionnelle

Les élèves entrent au lycée professionnel à la sortie du collège pour suivre, pendant deux à quatre ans selon les diplômes préparés, une formation les menant à une qualification professionnelle. Ces diplômes – Certificat d'Aptitude Professionnelle (C.A.P.), Brevet d'Enseignement Professionnel (B.E.P.), Baccalauréat Professionnel – leur permettent d'accéder à des postes d'ouvriers qualifiés dans un domaine professionnel.

La formation comprend une partie d'enseignement dit "professionnel", et en réalité technologique, que Deforge (1991) décrit comme un "mixte de savoirs formalisés et de savoir-faire, d'enseignements théoriques et d'enseignements pratiques", et une partie d'enseignement "général", dans laquelle, aux niveaux CAP et BEP du moins, se situent les sciences physiques.

Dans ce contexte, l'enseignement des sciences physiques ne peut s'envisager de la même façon qu'en collège ou en lycée général. La fonction de cette discipline mérite d'être questionnée, afin de prendre en compte la dimension professionnelle de la formation, et avant de faire des choix concernant son enseignement.

## 1. LA QUESTION DE LA DISCIPLINE DE SERVICE

### 1.1. Les différentes fonctions d'une discipline

Martinand (1992) distingue, pour un contexte scolaire donné, des disciplines ayant une fonction de "formation", une fonction de "service", une fonction d'"ouverture".

selon le contexte scolaire, une discipline a une fonction de formation, de service...

Une discipline a une fonction de formation lorsqu'elle est discipline de base de la filière de formation.

Le concept de "*discipline de service*" a d'abord été utilisé en mathématiques. Howson et Kahane (1988), à la suite d'un colloque sur ce thème, affirment que cette prise de position apporte à la discipline un enrichissement, par les restructurations qu'elle rend nécessaires concernant les "*sujets à enseigner et les méthodes à introduire*", et s'inscrivent en faux contre le risque de dévalorisation qui pourrait y être attaché. Ils soulignent :

- l'effet motivant produit par le choix d'exemples pris dans le champ professionnel des étudiants ;
- la nécessité de privilégier l'aspect fonctionnel de l'enseignement, qui permet d'*apprendre à reconnaître les concepts dans des situations très différentes* ;
- l'importance de continuer à développer les modes de pensée propres à la discipline, la "*culture mathématique*" en l'occurrence ;
- la nécessité d'une bonne connaissance des deux disciplines et des relations entre elles : "*selon les aspirations de carrière et le choix de la discipline de base, les maths apparaissent parfois indispensables, parfois utiles mais de moindre importance. L'enseignement doit être adapté à ces différents types de demandes*".

Ces précisions restent pertinentes pour les sciences physiques en lycée professionnel, et conduisent à étudier ses relations avec la technologie, considérée comme discipline de formation, afin de caractériser le type de contribution qu'elle peut lui apporter.

... ou d'ouverture

La fonction de "*discipline d'ouverture*" correspond à ce que la discipline peut apporter de spécifique à la formation des élèves, de façon à leur permettre d'accueillir les nouveautés dans le champ de la discipline. Il s'agit, pour la physique au niveau d'étude considéré, de la possibilité d'expliquer ou de prédire des phénomènes à l'aide de modèles, et d'une méthode pour y parvenir, qui comprend :

- un regard sur les objets, qui les idéalise ou en privilégie certaines propriétés en fonction des problèmes en jeu ;
- un type de questionnement, qui permet de regrouper des phénomènes en classes de situations et de mettre en relation des objets et des phénomènes avec des paramètres et des modèles ;
- des réponses à ce questionnement ayant statut d'hypothèse ;
- le recours à l'expérimentation pour valider ou infirmer l'hypothèse ;
- la prise en considération du champ de validité d'un modèle.

## **1.2. Les disciplines dans le contexte particulier du lycée professionnel**

En lycée professionnel, compte tenu de l'aspect professionnel de la formation, c'est la technologie, technologie générale et

en lycée professionnel, les sciences physiques ont une fonction de discipline de service par rapport à la technologie

technologie du domaine professionnel des élèves, qui est la “*discipline de formation*”.

L'enseignement scientifique, comme tout l'enseignement général, se doit de s'inscrire dans cette perspective de formation professionnelle : dans le domaine de la mécanique automobile sur lequel a porté l'étude, les élèves, pour être capables d'intervenir sur un véhicule, doivent en comprendre le fonctionnement, ce qui passe par la maîtrise de certaines connaissances scientifiques (Fortin et Vachon, 1994).

Actuellement, les relations entre sciences physiques et technologie sont envisagées en termes d’“*intégration*” de l'enseignement général à la formation professionnelle par le Ministère de l'Éducation Nationale (1999) ou de “*complémentarité*” par le Conseil National des Programmes (1991). Le document d'accompagnement du programme de sciences physiques fait référence à des “*capacités méthodologiques communes*” à plusieurs disciplines, décrites dans un document du Ministère de l'Éducation Nationale (1992). Mais les difficultés récurrentes rencontrées par les enseignants qui cherchent à faire le lien avec la formation professionnelle de leurs élèves montrent que le problème est plus complexe qu'il n'y paraît et mérite clarification.

Nous faisons l'hypothèse que les sciences physiques en lycée professionnel ont essentiellement une fonction de discipline de service par rapport à la technologie.

### **1.3. Les relations entre sciences physiques et technologie**

Afin d'établir la pertinence de cette proposition, et d'en envisager les conséquences pour l'enseignement, nous avons étudié les relations existant entre les deux disciplines, par une analyse comparative des curriculums prescrits, en étudiant les instructions officielles des deux disciplines, et des curriculums “potentiels”, au travers de manuels scolaires.

un cas particulier : la mécanique en BEP Maintenance des Véhicules Automobiles

Pour réaliser ce travail, nous avons pris le cas d'un domaine professionnel particulier, la mécanique automobile, plus précisément la maintenance automobile, et d'un niveau scolaire, le BEP, qui correspond à une formation en deux ans à la sortie du collège. Nous nous sommes limité à un domaine de la physique, la mécanique, qui pouvait donner lieu à comparaison et exigeait articulation, étant enseigné à la fois en technologie et en sciences physiques.

La confrontation entre les deux disciplines a mis en évidence des complémentarités et des spécificités, tant dans les finalités, les discours sur les objets et les concepts que dans les compétences à développer.

### **1.4. L'élaboration d'une séquence d'apprentissage**

La connaissance du domaine professionnel a également permis de concevoir un enseignement des sciences physiques

qui assume cette fonction de discipline de service, tout en conservant les finalités propres et les spécificités de la discipline, donc sa fonction d'ouverture.

Nous avons par ailleurs cherché à adapter nos propositions au public de lycée professionnel, et avons pour cela mené des entretiens auprès d'élèves entrant dans la filière, afin de repérer leurs représentations du concept à enseigner.

Nous avons élaboré, à titre d'exemple, une séquence d'apprentissage du concept de force qui a été mise en œuvre dans une classe de Terminale BEP Maintenance des Véhicules Automobiles, et a donné lieu à évaluation.

## 2. L'ANALYSE DES CURRICULUMS PRESCRITS

Le texte qui fixe les objectifs et les contenus de la formation en enseignement professionnel est le "*référentiel du diplôme*". Celui concernant le BEP Maintenance des Véhicules Automobiles, paru en 1990, se compose de deux parties, celle des "savoir-faire", correspondant à la partie pratique de l'enseignement, et celle des "savoirs technologiques associés", elle-même divisée en plusieurs sous-parties : "technologie", "analyse fonctionnelle et structurante", "mécanique", "génie électrique et génie automatique", "gestion".

comparaison  
du référentiel  
du diplôme  
de technologie et  
du programme de  
sciences physiques

Pour les sciences physiques, le programme de BEP date de 1992. Il comporte une partie qui fixe les objectifs de l'enseignement et une partie "programme", divisée en plusieurs sous-parties : "matériaux et structure de la matière, métaux", "énergétique et électricité", "repos et mouvement".

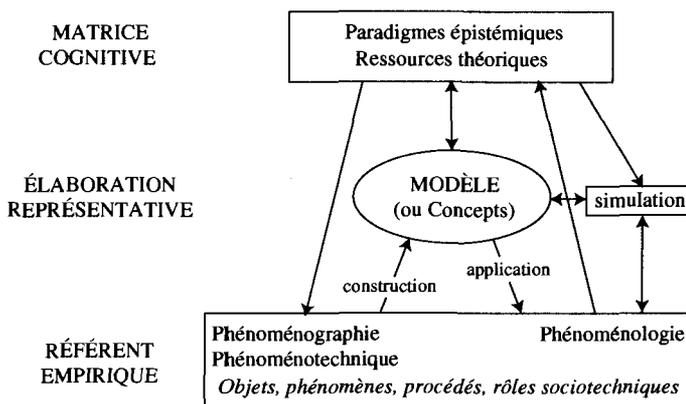
Nous avons comparé les parties "technologie" et "mécanique" du référentiel du diplôme de l'enseignement professionnel et les parties "objectifs" et "repos et mouvement" du programme de sciences, en nous référant au schéma de la modélisation à trois registres de Martinand (1996) (figure 1).

Ce schéma est en effet un outil permettant d'analyser à la fois les sciences physiques et la technologie. Il permet de caractériser, pour chacune des disciplines, les contenus des trois registres et d'étudier leurs articulations.

Le registre de la matrice cognitive comprend d'une part les "*paradigmes épistémiques*", c'est-à-dire les questions et les problèmes posés par la discipline, les "*bonnes pratiques*", et d'autre part les ressources théoriques (langages, schémas, théories) et informatiques dont elle dispose.

Le registre du référent empirique est celui des "*objets, des phénomènes et de leur connaissance phénoménographique*", c'est-à-dire les "*connaissances empiriques, partielles et certains savoirs et règles existant avant apprentissage*", ce qui prend une importance particulière pour des disciplines expérimentales.

Figure 1. Schéma de la modélisation (Martinand, 1996)



Le registre des modèles ou des concepts permet de répondre à des questionnements et des exigences qui n'ont pas de solution dans celui du référent empirique.

La formation ne consistant pas seulement en acquisition de connaissances, mais aussi de compétences, nous avons envisagé les relations entre les sciences physiques et l'enseignement professionnel sous cet aspect également. Nous avons alors pris comme corpus les objectifs du programme de sciences et la partie du référentiel du diplôme centré sur les savoir-faire.

## 2.1. Le curriculum de technologie

### • Dans le registre de la matrice cognitive

D'après le référentiel de l'enseignement professionnel, "la technologie apporte les connaissances nécessaires à l'exécution des tâches professionnelles". Sont ainsi mis en avant d'une part l'aspect opérationnel de la formation et d'autre part la finalité de la technologie : apporter les connaissances permettant de saisir le sens de l'action, de l'orienter, de la réguler...

En ce qui concerne la partie "mécanique", c'est l'aspect compréhension qui est évidemment privilégié – il s'agit de "comprendre le comportement de tout ou partie du système technologique" – et qui permet de "justifier, chaque fois que cela est possible, les solutions technologiques retenues".

### • Dans le registre du référent empirique

L'enseignement de la mécanique dans l'enseignement professionnel du domaine considéré est centré sur un type d'objets clairement identifiés : le véhicule automobile, ses systèmes et ses sous-systèmes.

la finalité de la technologie de l'automobile est "comprendre le fonctionnement des systèmes du véhicule automobile"

Les expressions utilisées dans le référentiel pour désigner ces objets sont “*systèmes technologiques*”, “*systèmes mécaniques*”, “*mécanismes*”, “*composants*”, “*éléments*”, ce qui renvoie à des objets liés entre eux ou à des parties de systèmes plus complexes.

Ces systèmes sont à étudier en fonctionnement, y compris dans des cas de dysfonctionnement, et de différents points de vue :

- structurel, quand il s’agit de “*localiser par ses frontières extérieures le système ou le composant dans son environnement*” et “*identifier [...] les éléments constitutifs*” ;
- fonctionnel : “*citer les caractéristiques fonctionnelles principales du système ou du composant*” ;
- lié au processus : “*énoncer les phases de fonctionnement et les identifier [...], la relation entre variable d’entrée et de sortie du système ou du composant [...], les principes ou lois physiques qui régissent le fonctionnement du système ou du composant*” ;
- législatif : “*énoncer la réglementation liée aux interventions*”.

#### • Dans le registre des modèles

Le concept central utilisé pour étudier un système mécanique est celui d’“*action mécanique*”. Il permet d’interpréter l’équilibre ou le mouvement d’objets susceptibles d’avoir un mouvement de translation et/ou de rotation par rapport à un axe, et recouvre en partie les concepts physiques de force et de moment d’une force par rapport à un axe. Il est à mettre en relation avec celui de “*liaison mécanique*”, qui étudie les différents types de liaisons existant entre deux éléments d’un système et permettant les deux types de mouvements.

Si la plupart des propriétés de l’action mécanique sont identiques à celles de la force ou du moment d’une force, l’une d’elles est spécifique à la technologie : sa “*transmissibilité au niveau d’une liaison mécanique*”. Cette propriété apparaît dans plusieurs passages des manuels de technologie de l’automobile – “*la force exercée sur la surface du piston est transmise à la crémaillère par une liaison mécanique*”, “*les pneumatiques doivent transmettre l’effort moteur et l’effort de freinage*”. Le discours en technologie est le suivant : pour une liaison entre un élément A et un élément B, une force (ou le moment d’une force) exercée par A sur B et qui a un effet sur B est transmissible au niveau de la liaison ; si elle n’a pas d’effet sur B, elle n’est pas transmissible au niveau de cette liaison.

## 2.2. Le curriculum de sciences physiques

#### • Dans le registre de la matrice cognitive

Au début du programme sont affichés les “objectifs” de l’enseignement des sciences physiques en BEP : “*faire acquérir des connaissances scientifiques et entraîner à leur utilisation pour résoudre des problèmes concrets, prédire ou interpréter des*

le concept central de la mécanique en technologie est l’“action mécanique”

phénomènes” d’une part, d’autre part “contribuer [...] à l’éducation méthodologique du lycéen”, en privilégiant “l’expérimentation associée à la réflexion théorique”. L’enseignement des sciences est donc d’abord centré sur des savoirs.

La suite du texte précise les méthodes à acquérir pour acquérir ces connaissances :

la finalité des sciences physiques en BEP consiste à “acquérir des connaissances et des méthodes...”

- “définir l’objet d’étude et les paramètres en jeu,
- formuler des hypothèses,
- proposer et réaliser un dispositif permettant de les valider,
- exploiter les données,
- énoncer une loi expérimentale et en donner les limites de validité,
- choisir et utiliser un modèle théorique”.

Cette énumération met en évidence l’option expérimentale affichée plus haut.

L’enseignement scientifique a également un aspect fonctionnel, quand il est question de l’*“utilisation des connaissances pour résoudre des problèmes concrets”*. Il est alors fait explicitement référence à la formation professionnelle des élèves : *“les élèves doivent trouver des réponses aux questions que pose la technologie, tant dans leur métier que dans leur vie professionnelle”*.

#### • Dans le registre du référent empirique

L’objet d’étude de la mécanique en sciences physiques est le “solide” (*“conditions d’équilibre d’un solide soumis [...]”, “cinématique du solide”*) ou un “fluide” dans le cas des forces pressantes.

Les expressions “un solide” ou “le solide”, “un fluide”, désignent un objet isolé, en interaction avec d’autres objets certes, mais qui ne s’intègre pas nécessairement dans un système et n’est pas composé – en tout cas ce n’est pas ce qui est considéré – de plusieurs éléments comme les systèmes mécaniques de la technologie.

Les termes “solide” et “fluide” renvoient par ailleurs à des objets idéalisés, dont la fonction d’usage n’est pas l’objet de l’étude. La seule caractéristique prise en compte est en effet leur rigidité ou leur fluidité. La phénoménographie est ainsi différente de celle de la technologie.

#### • Dans le registre des modèles

le concept central de la mécanique en sciences physiques au niveau BEP est la force

Le concept central de la mécanique, à ce niveau d’étude, est celui de force et, dans le cas d’un mouvement de rotation, de moment d’une force.

L’apprentissage du concept de force ne figure pas en tant que tel dans le programme de sciences physiques de BEP de 1992. Il est considéré comme un prérequis. Au programme figurent, dans une partie intitulée “repos et mouvement”, *“les conditions d’équilibre d’un solide soumis à trois forces non parallèles”, “le couple de forces”, “le moment d’une force”* et les *“forces pressantes”*. Concernant le “mouvement”, c’est la

cinématique du solide qui est étudiée. L'étude de la résistance des matériaux apparaît dans la partie "matériaux et structure de la matière".

La force est caractérisée par sa direction, son sens, son intensité et son point d'application, et représentée par un vecteur. Les propriétés étudiées en BEP sont la réciprocité et la composition-décomposition, et la relation avec la pression.

### 2.3. Les compétences

Nous avons mis en correspondance, dans le tableau ci-dessous (tableau 1), les capacités et les compétences exigées dans le référentiel du diplôme et dans le programme de sciences.

**Tableau 1. Les compétences exigées en technologie et en sciences physiques  
BEP Maintenance des Véhicules Automobiles**

Compétences mentionnées dans le référentiel du diplôme	Compétences mentionnées dans les objectifs du programme de sciences
<p><b>C1. Communiquer</b></p> <p>S'informer, informer, dialoguer avec des spécialistes, des membres de l'équipe, des clients</p> <p><b>C2. Traiter, décider</b></p> <p>C22. Rechercher une méthode de travail et choisir les outillages et matériels nécessaires à l'intervention</p> <p>C24. Inventorier les anomalies possibles</p> <p>C25. Concevoir le processus de diagnostic</p> <p>C26. Réaliser le diagnostic</p> <p><b>C3. Réaliser</b></p> <p>C33. Régler des sous ensembles</p> <p><b>C4. Évaluer</b></p> <p>Évaluer son travail, l'état d'un système</p>	<p><b>Définir l'objet d'étude</b></p> <p><b>Inventorier les paramètres dont dépend le phénomène</b></p> <p><b>Formuler des hypothèses</b></p> <p><b>Choisir le mode de saisie et d'exploitation des données à recueillir</b></p> <p><b>Énoncer une loi expérimentale</b></p> <p><b>Choisir et utiliser un modèle théorique</b></p> <p><b>Proposer et réaliser un dispositif expérimental ayant pour fonction de tester la validité d'une hypothèse</b></p>

Les différences apparaissent dans le choix et l'ordre des compétences à développer. Dans l'enseignement professionnel, ce sont les capacités "traiter-décider" et "réaliser" qui ont le plus d'importance, car liées à l'intervention sur le véhicule. Dans l'enseignement scientifique, il s'agit plutôt d'une démarche de construction puis d'utilisation des savoirs, ce qui est cohérent avec les finalités de la discipline.

## 2.4. L'articulation entre les disciplines

Les deux enseignements visent l'acquisition de connaissances et de compétences, mais ils le font avec des finalités propres, des points de vue différents sur les objets et, en conséquence, en utilisant des concepts spécifiques et en privilégiant des compétences différentes.

spécificités et synergies dans les compétences exigées en technologie et en sciences physiques

Pourtant, l'analyse que nous avons menée montre qu'il est possible d'envisager des complémentarités ou des synergies en ce qui concerne :

- les finalités, dans la mesure où la technologie fait référence à la physique et utilise certains savoirs enseignés en sciences physiques ;
- les objets, car l'approche scientifique peut être envisagée comme l'une des composantes de l'approche technologique ;
- les concepts, car le concept d'action mécanique recouvre en partie celui de force et de moment d'une force. La seule spécificité de la technologie est la propriété de transmission d'une force à travers une liaison mécanique. La technologie fait par ailleurs référence aux lois de la physique : une des compétences exigées est *"identifier et utiliser les principes et les lois physiques qui régissent le fonctionnement d'un système ou d'un composant"* ;
- les compétences, car la recherche de paramètres influant sur un phénomène et l'émission d'hypothèses suivie d'une validation expérimentale peuvent être comparées à la démarche de diagnostic de panne, exigée en maintenance automobile.

considérer les sciences physiques en lycée professionnel comme une discipline de service par rapport à la technologie est légitime

En conclusion, dans la mesure où la technologie utilise certains savoirs qui sont enseignés en sciences physiques, et exige certaines compétences convergentes avec celles développées en sciences, l'enseignement scientifique peut effectivement contribuer à la formation technologique et professionnelle des élèves. Considérer les sciences physiques comme une discipline de service par rapport à la technologie paraît donc légitime.

## 3. L'ANALYSE DES CURRICULUMS POTENTIELS

### 3.1. Au travers d'un manuel de technologie de l'automobile

Nous avons systématiquement relevé dans un manuel de technologie de l'automobile (Mémeteau, 1997) les passages et

schémas où étaient mentionnés le terme "force" ou des termes équivalents, afin de recueillir des données concernant l'utilisation faite du concept dans ce domaine professionnel.

• **Le référent empirique**

Il est constitué d'objets liés au véhicule automobile : le véhicule automobile dans son ensemble, ses systèmes techniques ou des éléments de ces systèmes, ou encore des objets extérieurs (sol, air extérieur). Ces objets peuvent être :

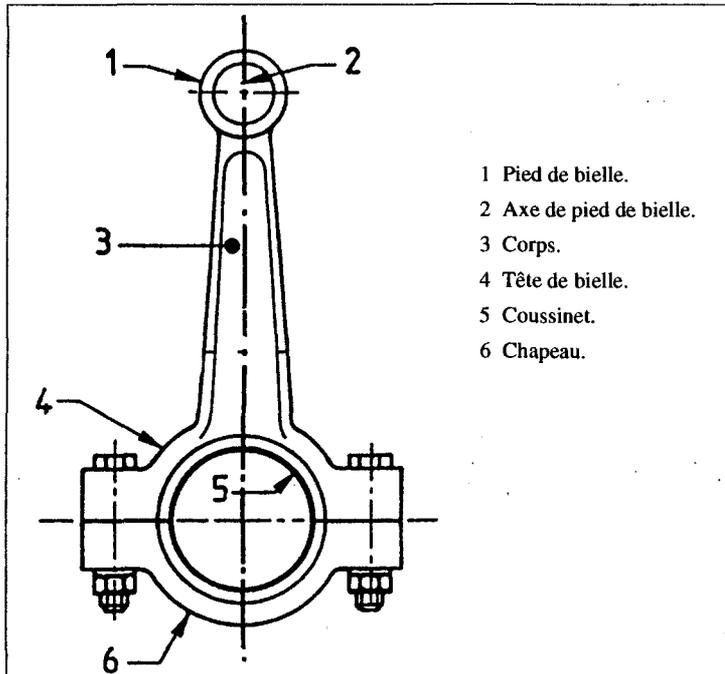
le référent empirique en technologie est constitué par les systèmes du véhicule...

- rigides, dans le système piston-bielle-vilebrequin, les disques d'embrayage, les boîtes de vitesses et l'interaction véhicule-sol ;
- liquides, l'eau des systèmes hydrauliques, l'huile pour graisser certains éléments ;
- gazeux, le mélange air-essence, l'air dans les systèmes hydropneumatiques ou les pneumatiques, l'air extérieur au véhicule.

... en fonctionnement ou en dysfonctionnement

Concernant la phénoménographie, les objets sont étudiés dans leur fonctionnement réel, en envisageant également les cas de dysfonctionnement (le phénomène du "coulage de bielle" est ainsi abordé dans l'étude de la bielle), les éléments sont désignés de façon détaillée ainsi que leurs parties. Les schémas représentant les objets sont aux normes du dessin technique (figure 2).

Figure 2. Schéma de la bielle (Mémeteau, 1997)



Les phénomènes à propos desquels la force est mentionnée sont les suivants :

- des équilibres ou des mises en mouvement qui concernent, dans la plupart des cas, des objets soumis à deux forces. Par exemple : *“le tiroir pilote T1 est soumis à l'action de deux forces opposées...”*. Les phénomènes de frottement ont une importance particulière : utiles et qu'il convient de favoriser dans le cas de l'embrayage, des pneumatiques ou du freinage ; inconvénients quand ils s'opposent au fonctionnement désiré, dans les éléments mobiles du moteur par exemple ;
- des déformations : la compression et l'extension ; la torsion ; la flexion ; le cisaillement ; la déformation d'objets (ressort et pneumatiques) ;
- des mouvements, de translation uniforme ou accélérée (véhicule sur une route, piston dans le cylindre) ; de rotation (à propos des boîtes de vitesse).

#### • **Le concept de force**

Comme dans tous les manuels de technologie de l'automobile, c'est le concept de force qui est utilisé et non celui d'action mécanique.

La nature vectorielle de la force apparaît dans le texte et dans les schémas, et les propriétés utilisées sont la composition-décomposition, à propos du couple moteur ou du châssis-carrosserie, et la transmission de forces au niveau d'une liaison mécanique, à propos du piston, de la bielle, de l'embrayage, des boîtes de vitesse, de la direction, des pneumatiques et des freins.

Concernant les codes symboliques, les termes désignant le concept sont essentiellement “force” et “action” ; “effort” dans le cas d'une contrainte et en relation avec une déformation ; “résistance” dans le cas de “résistance au glissement ou frottement”, des “résistances mécaniques” ou de la “résistance de l'air” à propos du freinage.

La représentation graphique des forces n'est pas homogène dans les différents schémas du manuel, l'extrémité du vecteur étant parfois placée à l'endroit du point d'application de la force. La représentation évoque dans certains schémas une idée d'entrée et de sortie (figure 3).

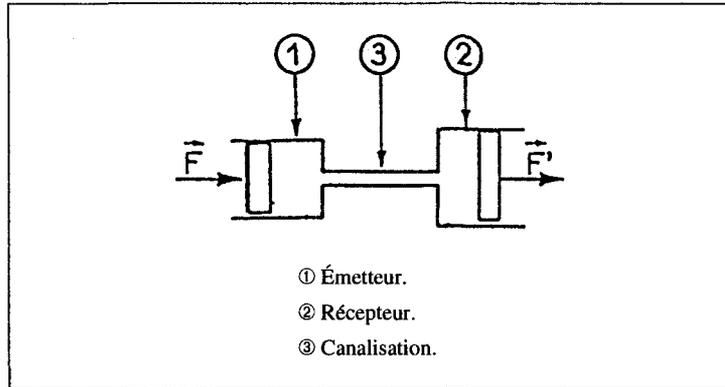
#### • **Les forces particulières et les relations entre grandeurs**

Les forces mentionnées dans le manuel sont :

- le poids, et son point d'application, le centre de gravité ;
- la force centrifuge, mentionnée à propos de l'équilibre du vilebrequin, du fonctionnement de l'embrayage et des pneumatiques ;
- la force de frottement, qualifiée de “frottement ou résistance au glissement” quand la force s'oppose au mouvement, ou de “force d'adhérence”, quand la force provoque la mise en mouvement de l'objet ;

une propriété de la force spécifique à la technologie est sa transmission au niveau d'une liaison mécanique

**Figure 3. Principe de "transmission de la force" dans un circuit hydraulique (Mémeteau, 1997)**



- les forces pressantes, quand l'interaction concerne des solides (le terme pression étant utilisé exclusivement dans le cas de fluides) ;
- la traînée, la dérive et la portance, projections des forces exercées sur le châssis d'un véhicule par le vent sur trois axes : "un véhicule dans le vent est soumis à trois forces, qui sont : la traînée ( $F_x$ ), la dérive ( $F_y$ ) et la portance ( $F_z$ ). On en calcule les moments par rapport aux axes X, Y, Z. Ces moments produisent pour la traînée, le roulis, pour la dérive, le tangage, pour la portance, le lacet" ;
- la force "motrice", désignée comme la cause de la mise en mouvement du véhicule.

Les relations utilisées sont :

- la relation entre poids et masse,
- la relation  $F = M \omega^2 R$ ,
- la relation entre force et pression,
- le moment d'une force, qualifié de "couple", moteur ou résistant,
- la relation entre force et travail.

### **3.2. La contribution actuelle de l'enseignement de sciences physiques**

L'enseignement actuel, tel qu'il apparaît au travers des manuels scolaires, est souvent soit en décalage soit en deçà des besoins de la technologie.

l'enseignement  
actuel des  
sciences physiques  
est en décalage  
par rapport  
aux besoins  
de la technologie

Dans le registre du référent empirique, les objets sont généralement rigides, sauf dans l'étude des forces pressantes. Conformément au programme, les phénomènes étudiés sont des équilibres de solides susceptibles de mouvement de translation (objet soumis à trois forces) puis de rotation, et des déformations.

Dans le registre des modèles, les conditions d'équilibre d'un objet sont traitées par la somme vectorielle des forces, qualifiée de "*dynamique des forces*", de "*triangle des forces*" ou de "*polygone des forces*" selon les manuels, et la composition n'apparaît que dans un seul ouvrage. Tous les manuels n'étudient pas la résistance des matériaux, le programme de sciences se limitant à l'étude de courbes de déformation.

## 4. LES REPRÉSENTATIONS DES ÉLÈVES

### 4.1. Méthode utilisée

Nous avons interrogé huit élèves entrant en BEP Maintenance des Véhicules Automobiles, âgés de 15 à 17 ans, et choisis selon des critères de parcours scolaires antérieurs : deux venaient de 3<sup>e</sup> collège, deux de 3<sup>e</sup> technologique, deux d'un BEP d'une autre spécialité (BEP électrotechnique et BEP chauffeur-poids lourds), un de CAP (CAP mécanique générale) et un de 3<sup>e</sup> d'insertion.

Parmi ces élèves, sept avaient déjà étudié les forces dans leur cursus antérieur, dont un en technologie, et le dernier n'avait pas eu d'enseignement de sciences physiques.

Nous avons mené des entretiens semi-directifs, en interrogeant les élèves sur les exemples qu'ils avaient étudiés, et sur la description de phénomènes d'équilibres ou de mouvements, d'objets divers tout d'abord, puis de systèmes du véhicule automobile.

### 4.2. Le référent empirique

Les exemples proposés par les sept élèves ayant déjà reçu un enseignement de mécanique sont très divers, tant par les objets en jeu que par les problèmes posés :

- des déplacements d'objets (aimant attirant des morceaux de fer, règle attirant des morceaux de papier, bras poussant un carton, grue déplaçant une plaque de béton, sacs portés ou soulevés par un homme) ;
- l'efficacité de certains systèmes (camion sur une route en pente et dans un virage ; utilisation d'un marteau, d'une perceuse ou d'une boîte de vitesse ; levage d'un seau dans un puits avec ou sans poulie) ;
- des problèmes d'équilibre (boule suspendue à un fil, ballon en l'air puis sur le sol, pneu sur le sol, une montgolfière ou des ballons qui "volent", une personne appuyée contre un mur).

Il n'existe donc pas de référent empirique commun pour le concept de force chez ces élèves.

De plus, ils ont tendance à faire référence à des objets en mouvement ou pour lesquels il y a alternance entre mouvement et immobilité. L'équilibre d'un objet apparaît plutôt comme une situation particulière et/ou transitoire.

les exemples  
proposés par les  
élèves sont très  
divers, les objets  
sont surtout en  
mouvement

### 4.3. Représentations de phénomènes où l'objet est en mouvement

Seuls deux élèves, même après enseignement, considèrent la force comme une interaction entre des objets. Ils utilisent l'expression "force de... sur...", et mentionnent plus ou moins explicitement selon les problèmes les objets en jeu.

Pour les autres, les discours sont fluctuants selon les descriptions.

La force apparaît le plus souvent comme une propriété de l'objet, difficulté déjà mise en évidence par Khraibani-Mounayar (1984). Les expressions utilisées sont alors "la force de...", l'objet "a de la force", ou encore "la force (de l'objet) qui (provoque le mouvement)".

La relation forte qu'ils établissent entre force et mouvement amène la moitié des élèves à faire dépendre directement la force du mouvement de l'objet, tendance repérée par Viennot (1977) : "la voiture est arrêtée, elle ne fait plus rien, elle ne bouge plus. Il n'y a pas de force."

Pour quatre élèves, c'est la force qui provoque le mouvement : "la force qui prend la plaque et la monte...".

Enfin, deux élèves considèrent la force comme une énergie : "une fois qu'on a le poids de la balle, avec la vitesse et la hauteur, on peut calculer quelle force elle aura quand elle sera au sol".

Le discours de l'élève qui n'a pas étudié de mécanique indique néanmoins qu'une description en termes d'objets qui agissent sur l'objet d'étude (Lemeignan et Weil-Barais, 1993) est disponible avant enseignement : "le piston descend... c'est la bielle qui le fait descendre".

très peu d'élèves considèrent la force comme une interaction, même après enseignement au collège

### 4.4. Représentations de phénomènes d'équilibre

Les fluctuations des élèves sont encore plus grandes dans la description de phénomènes d'équilibre.

Le principal obstacle est la représentation qu'ils se font du poids d'un objet (Lemeignan et Weil-Barais, 1994). Un seul élève envisage qu'il s'agit d'une interaction avec la Terre. Les autres le considèrent comme une propriété de l'objet, assimilable à sa masse : "si le poids augmente, ça attire plus", ou utilisent le terme dans une explication tautologique de la chute des objets : "à cause de son poids, la boule tombe".

Par ailleurs, les deux élèves qui décrivent des situations où l'objet "vole" concluent que la Terre n'agit pas. L'universalité de la gravitation n'est donc pas acquise pour eux.

Dans le cas d'un objet suspendu, tous les élèves reconnaissent une force dirigée vers le bas, qu'ils mettent en relation avec la chute des objets ou la tension du fil, mais la moitié d'entre eux n'envisage pas d'autre force.

Quand les objets sont posés sur le sol, les élèves ont deux types d'explications :

pour la moitié des élèves, dans l'équilibre d'un objet suspendu ou posé sur le sol n'intervient qu'une force dirigée vers le bas

- la moitié explique que le sol retient, maintient, et ils font intervenir deux forces ;
- l'autre moitié affirme que le sol arrête la chute et ils ne considèrent qu'une seule force.

Deux élèves, au nom de la cohérence avec des problèmes étudiés précédemment et avec la condition d'équilibre qu'ils ont énoncée, reviennent sur leur première description et font intervenir deux forces.

L'élève qui n'a pas étudié de mécanique exprime spontanément la condition d'équilibre, à propos de plusieurs exemples : *"si l'un tire dans un sens et moi dans l'autre, on a la même force tous les deux. Si ma force est plus puissante, le fil vient vers moi."*

#### **4.5. Influence d'une formation technologique**

Les entretiens menés confirment les tendances déjà repérées dans des recherches antérieures, mais portant sur des publics différents, et montrent la nécessité d'un apprentissage du concept de force en BEP, qui mette l'accent sur l'interaction entre les objets.

Ils mettent également en évidence les connaissances technologiques dont font preuve les élèves dans leurs descriptions des systèmes du véhicule automobile et de leur fonctionnement, et qui peuvent servir de point d'appui pour l'enseignement.

En revanche, des problèmes rencontrés dans le domaine professionnel des élèves peuvent parasiter leur lecture de certains phénomènes : ainsi, l'argument d'adhérence, qui permet de justifier qu'il n'y a qu'une force dans le cas d'un objet posé sur le sol : *"c'est le poids qui la maintient au sol. S'il n'y avait plus cette force, elle volerait."*

l'enseignement des sciences physiques peut s'appuyer sur les connaissances technologiques des élèves

### **5. PROPOSITION DE SÉQUENCE D'APPRENTISSAGE DU CONCEPT DE FORCE**

La connaissance de ce qui est utilisé en technologie et les résultats des entretiens ont permis de faire des choix, portant à la fois sur des savoirs et sur des stratégies pédagogiques.

#### **5.1. Les savoirs**

Pour répondre au besoin de reconnaître et d'utiliser l'une ou l'autre des propriétés d'un concept face à un problème technique donné, il est nécessaire de rompre avec le découpage traditionnel des domaines de connaissances de la physique, et d'envisager un apprentissage dans lequel sont étudiés dans une unité cohérente les différents aspects du concept de force (statique, dynamique, résistance des matériaux), qui sont classiquement étudiés à des moments séparés du curriculum.

il est nécessaire de rompre avec le découpage traditionnel de l'enseignement du concept de force

• **Le référent empirique choisi**

Concernant les interactions, nous avons choisi des exemples où les objets sont des solides ou des ensembles de solides, mais aussi des liquides et des gaz, et n'avons pas, dans un premier temps, fait de séparation entre des objets en équilibre et en mouvement, les systèmes d'un véhicule pouvant le plus souvent se trouver dans les deux situations.

Nous avons pris comme référent empirique des exemples de la vie courante, mais surtout des systèmes techniques appartenant au véhicule automobile et mettant en jeu un problème technique à résoudre. Nous avons désigné les objets par leur nom d'usage, ceux utilisés en technologie de l'automobile.

Nous avons choisi d'étudier en particulier deux types de phénomènes importants dans ce domaine professionnel : ceux qui mettent en jeu des fluides et font intervenir des forces pressantes, et les phénomènes de frottement.

• **Les propriétés et relations étudiées**

Nous avons borné l'étude d'équilibres ou de mises en mouvement à des objets soumis à deux forces, le cas d'objets soumis à trois forces ayant peu d'applications dans ce domaine technologique et pouvant se résoudre par la décomposition des forces selon deux directions. Mais nous avons consacré une leçon à la propriété de composition-décomposition.

Nous avons limité l'étude de la dynamique à la relation entre la force exercée sur un objet et le type de mouvement de cet objet, sans traiter la relation fondamentale de la dynamique de façon exhaustive.

Enfin, nous n'avons pas étudié le concept d'énergie en tant que tel, mais avons uniquement abordé la relation entre force et déplacement d'un objet dans le but de définir le travail, puisque la force intervient directement dans sa définition, en suggérant la possibilité d'élargir l'étude à un concept plus complet.

sont privilégiées  
dans la séquence  
les propriétés  
utilisées en  
technologie

La propriété de transmission des forces au niveau d'une liaison ne pouvant faire l'objet d'un compromis avec les propriétés du concept physique, nous avons présenté en parallèle, à titre d'information, dans la leçon traitant des forces réciproques, la logique et le discours de la technologie et des sciences physiques.

*En sciences physiques, en mécanique, tous les objets sont considérés de la même façon, ce sont des objets d'étude. La mécanique permet d'étudier l'équilibre ou le mouvement de ces objets en fonction des autres objets en interaction avec eux. La force permet de décrire ce qui se passe entre deux objets, force exercée par l'un des objets sur l'autre.*

*En technologie, il s'agit souvent d'étudier le fonctionnement de systèmes comprenant plusieurs éléments. Les différents éléments ont une fonction dans ce fonctionnement. En mécanique, un des problèmes qui se pose est la conséquence pour*

*un élément (d'arrivée) des mouvements d'un autre élément (de départ). Les éléments situés entre les deux ont une fonction de transmission. En technologie, on parle de forces qui se transmettent d'un élément à un autre.*

#### • **Les codes symboliques utilisés**

sont choisis des termes ne prêtant pas à confusion avec ceux utilisés en technologie

Nous avons préféré, pour désigner les objets en interaction, le terme "objet" plutôt que celui de "système" parfois utilisé en physique. En effet, ce dernier terme peut prêter à confusion, les systèmes techniques désignant en technologie des ensembles composés de plusieurs éléments.

Le terme "solide", rencontré dans les manuels de sciences physiques, ne convient pas non plus puisque nous proposons des phénomènes dans lesquels interagissent non seulement des parties solides, mais aussi des liquides et des gaz.

Nous n'avons pas utilisé le terme "action de... sur..." rencontré couramment dans les manuels de sciences physiques de BEP. En effet, nous ne voulions pas entretenir d'ambiguïté avec le concept d'action mécanique de la technologie.

Nous avons discuté des expressions utilisées en technologie – couple moteur, force motrice, adhérence et force centrifuge –, à l'occasion des leçons portant respectivement sur le moment d'une force, les forces de frottement et le mouvement de rotation.

## 5.2. Le découpage de la séquence

La séquence d'enseignement que nous avons proposée se compose de différentes parties.

#### • **Étude de l'immobilité ou de la mise en mouvement d'objets (translation)**

Leçon 1 : *Description de phénomènes où un objet est immobile ou mis en mouvement*

Leçon 2 : *Force d'un objet sur un autre*

#### • **Propriétés de la grandeur**

Leçon 3 : *L'intensité d'une force*

Leçon 4 : *Composition et décomposition d'une force*

Leçon 5 : *Où s'exercent les forces ?*

Leçon 6 : *Principe des actions réciproques*

#### • **Étude de forces particulières**

Leçon 7 : *Les forces de frottement*

Leçon 8 : *Les forces pressantes*

• **Étude de l'immobilité ou de la mise en mouvement d'objets (rotation)**

Leçon 9 : Équilibre d'un objet pouvant tourner autour d'un axe

• **Effet d'une force sur le comportement d'un objet**

Leçon 10 : Comportement d'un objet soumis à des forces dans un mouvement de translation

Leçon 11 : Comportement d'un objet soumis à des forces dans un mouvement de rotation

Leçon 12 : Déformation d'un objet soumis à des forces

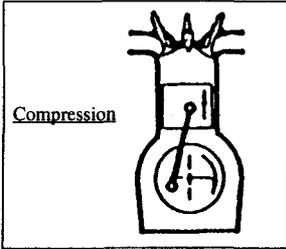
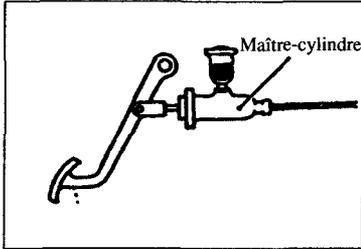
• **Travail d'une force**

Leçon 13 : Travail mécanique

**5.3. Les stratégies pédagogiques**

Le choix de faire autant que possible référence à la technologie, afin de donner du sens à l'apprentissage, de nous appuyer sur les connaissances technologiques des élèves et de favoriser le transfert des connaissances scientifiques dans des situations professionnelles, a conduit à faire débiter systématiquement les leçons par un problème technique appartenant au domaine professionnel des élèves (figure 4).

**Figure 4. Problèmes techniques introduisant les leçons sur la décomposition d'une force et l'étude des phénomènes de rotation**

 <p>On constate un phénomène d'usure sur les parois verticales du piston. Comment l'expliquer ?</p>	 <p>La figure représente une pédale de freins et la tige de poussée menant au maître-cylindre. On constate que la force exercée par la tige de poussée sur le maître-cylindre est supérieure à la force exercée par le pied du conducteur sur la pédale. Comment expliquer cela ?</p>
--	---

Afin de mettre l'accent sur l'interaction entre les objets, nous avons proposé tout au long de la séquence différents niveaux de lecture de phénomènes d'immobilité ou de mise en mouvement, suivant Lemeignan et Weil-Barais (1993) : "*Que se passe-t-il ? Qu'est-ce qui agit sur... ?*", puis, en utilisant un langage plus conceptuel, "*Quelles sont les forces exercées sur... ? Quelles sont les caractéristiques de ces forces ?*".

Parmi les compétences à développer en sciences physiques, nous avons privilégié celles qui peuvent donner lieu à synergie avec celles exigées dans le domaine professionnel considéré : dans le champ de la maintenance, la recherche des paramètres influant sur un phénomène et de l'émission d'hypothèses suivie de validation expérimentale, en synergie possible avec la méthodologie de diagnostic de panne.

les compétences privilégiées sont la recherche de paramètres influant sur un phénomène et l'émission d'hypothèses suivie d'une validation expérimentale

La quasi-totalité des leçons a comporté une phase expérimentale où nous avons fait manipuler les élèves, et où nous leur avons systématiquement proposé de rechercher les paramètres influant sur le phénomène étudié, et d'émettre des hypothèses puis de les valider expérimentalement.

Ces choix nous ont conduit à donner aux leçons la structure suivante :

- problème technique, issu du domaine professionnel ;
- problème scientifique, introduit par une classe de phénomènes et un questionnement, puis formulation d'une hypothèse, portant sur l'influence des paramètres ou des relations entre grandeurs ;
- phase expérimentale, permettant de valider ou d'invalidier l'hypothèse formulée ;
- structuration, consistant en l'élaboration d'une loi ou d'une propriété du concept ;
- utilisation du modèle pour résoudre le problème technique et d'autres problèmes.

Cette structure rejoint la méthode "hypothético-construc-tive" proposée par Scache (1986) pour l'enseignement des sciences physiques en lycée professionnel.

#### **5.4. Un exemple de leçon : les forces de frottement**

La leçon débute par le problème technique du démarrage d'un véhicule : "*Comment un véhicule peut-il commencer à avancer sur une route ? Pourquoi est-il plus difficile de démarrer sur une route verglacée ?*"

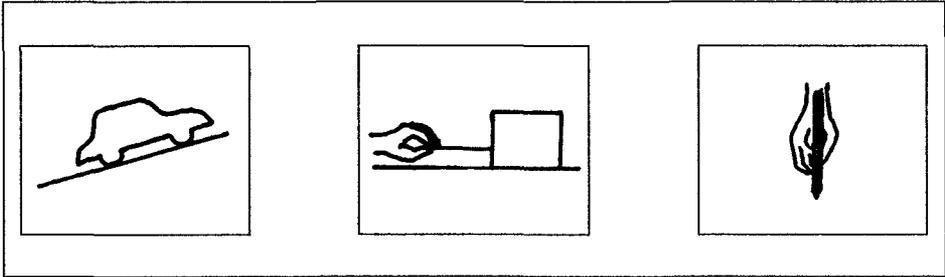
Différents problèmes sont ensuite étudiés : une voiture arrêtée sur une route en pente, un bloc de fonte tiré par une ficelle tenue à la main, un stylo tenu entre deux doigts (figure 5).

Le même type de questionnement est proposé :

- "*Qu'est-ce qui agit sur l'objet d'étude (voiture, bloc de fonte, stylo) ?*"

- "*Quelle est la condition d'équilibre de l'objet d'étude ?*"

**Figure 5. Problèmes qui mettent en jeu des phénomènes de frottement**



–“*Quelles sont les caractéristiques des forces exercées sur l'objet d'étude ?*”

–“*À quelles conditions l'objet peut-il être mis en mouvement ?*”

–“*Quel serait alors son mouvement ?*”

Les trois premières questions donnent l'occasion de discuter des représentations des élèves, les difficultés rencontrées pouvant être d'ordre technologique – quand un élève explique que la voiture est arrêtée “à cause du frein à main”, la considération d'un sol verglacé, pour lequel le frein à main peut ne pas suffire, convainc alors l'élève de l'importance du sol –, ou d'ordre scientifique – quand l'obligation de respecter la condition d'équilibre amène à envisager une composante de la force exercée par le support parallèle au support.

les conditions d'équilibre d'un objet permettent d'étudier les caractéristiques des forces de frottement

La synthèse des réponses permet au professeur d'introduire les phénomènes de frottement et les forces de frottement, d'évoquer succinctement à ce niveau d'étude la différence entre frottement statique et frottement dynamique, et de définir la force de frottement statique limite, objet de la phase suivante de la leçon.

La tâche suivante consiste en effet à faire des hypothèses quant aux paramètres influant sur la force de frottement statique limite, puis de les valider expérimentalement.

Les élèves proposent comme paramètres :

- le poids de l'objet, utilisant ce terme ou encore “*la matière*” de l'objet ;
- les dimensions de la surface de contact, utilisant les expressions “*le support de l'objet*”, “*la surface de contact*” ;
- la nature du contact, dans des formulations comme “*si le sol est glissant*”, “*si la surface est plate*”, “*la peinture du support*”.

Un matériel d'expérimentation étant proposé (plusieurs parallélépipèdes de différentes dimensions et de différentes matières, des masses marquées, différents supports, un

propositions  
d'expérimentations  
permettant  
d'étudier  
l'influence  
de différents  
paramètres sur  
l'intensité  
de la force  
de frottement

dynamomètre), les élèves proposent, par groupe, des expérimentations permettant de valider ou non l'une des trois hypothèses.

Après la synthèse des expérimentations, les différents problèmes étudiés au début de la leçon sont repris. Un questionnement permet de comparer le sens du mouvement possible de l'objet et le sens de la composante de la force de frottement parallèle au support, et de conclure que les forces de frottement s'opposent au mouvement possible de l'objet.

D'autres problèmes sont envisagés, où la force de frottement est la force qui permet la mise en mouvement de l'objet : un homme qui marche, une voiture qui démarre. Il est alors possible de discuter des problèmes techniques posés au début de la leçon.

Ainsi, si la référence au domaine professionnel est présente, par les problèmes techniques discutés et les stratégies pédagogiques proposées, il s'agit bien d'une leçon de sciences physiques, centrée sur un phénomène à interpréter à l'aide de concepts, avec pour tâches l'étude de l'équilibre d'objets, la recherche des paramètres dont dépend le phénomène et l'étude de l'influence de ces paramètres, et avec pour méthodes l'émission d'hypothèses et leur validation expérimentale.

## 6. DISCUSSION

### 6.1. L'évaluation de la séquence

Nous avons utilisé différents dispositifs d'évaluation de la séquence :

- avant les leçons, un test constitué de différents problèmes rencontrés en mécanique automobile et de questions portant sur l'explication des phénomènes en jeu ;
- après les leçons, d'une part un test reprenant les problèmes posés avant enseignement, et d'autre part des entretiens avec des élèves, quelques mois après les leçons.

Quatorze élèves ont répondu à la fois aux tests avant et après enseignement, et nous avons interrogé huit élèves à la suite de la séquence.

La référence à leur domaine professionnel a été perçue et appréciée par les élèves, en particulier en ce qui concerne les stratégies pédagogiques proposées. Tous les élèves dans les entretiens après passation évoquent le problème technique posé au début des leçons – *“c'est notre domaine, ça nous attire beaucoup plus”* – et la moitié mentionne le lien entre la recherche des paramètres influents et l'émission d'hypothèse suivie d'une validation expérimentale, et la démarche de diagnostic de panne – *“c'est ça qu'on nous a appris à faire en physique, une démarche de diagnostic”*.

les élèves ont perçu  
les liens entre  
la séquence de  
sciences physiques  
et la technologie

Ils expriment à la fois la différence et la solidarité entre ce qu'ils ont étudié en sciences physiques et l'enseignement professionnel : en sciences "on *explique*", on "*montre*", on "*fait des expériences*", alors qu'en technologie on "*donne les forces*", on "*voit juste la théorie*", on "*doit appliquer*". Ils concluent majoritairement (6 élèves sur 8) que les séquences ont constitué une aide pour leur formation technologique, ainsi "*si on le sait déjà, ça va avancer les choses. Ce qu'on a fait en sciences, quand on arrive en techno, on passe directement au sujet et on ne perd pas de temps. Sinon les professeurs doivent nous expliquer alors qu'on doit faire autre chose.*"

Les différences que les élèves mentionnent portent essentiellement sur les codes symboliques, le vocabulaire (4 élèves) – "*les questions n'étaient pas formulées pareil, c'était des mots plus simplifiés*" –, les symboles (4 élèves) – "*en sciences on faisait une flèche comme ça (à l'intérieur de l'objet) et en dessin industriel on faisait des flèches à l'extérieur de l'objet*".

Les élèves ont progressé dans leur représentation des phénomènes en jeu dans le véhicule automobile.

Ils mentionnent, au cours des entretiens après passation, de nombreux objets où interviennent des forces et mettent en relation des forces et des phénomènes, en particulier le déplacement d'une voiture avec les forces exercées sur elle (4 élèves), le démarrage ou le freinage d'une voiture avec la réaction du sol (3 élèves). Certains problèmes évoqués n'ont pas été étudiés dans les séquences, ils sont donc capables de transférer leur lecture des phénomènes à d'autres systèmes techniques.

les élèves ont progressé dans la description qualitative des phénomènes en jeu dans le véhicule automobile

Six élèves décrivent le fonctionnement de systèmes qui mettent en jeu le principe du levier et la "démultiplication" des forces (système de freinage par exemple), ou de systèmes hydrauliques et hydropneumatiques en utilisant la relation entre force et pression.

À propos du comportement d'une voiture sur une route (d'abord arrêtée sur une route en pente, puis roulant à vitesse constante et enfin freinant sur une route horizontale) étudié dans les tests, ils mentionnaient massivement (respectivement 10, 4 et 11 réponses) les freins ou l'accélérateur dans le test initial, une partie (respectivement 6, 5, 7 réponses) évoque les frottements dans le test final. Un élève exprime ainsi son changement de représentation : "*à propos du démarrage d'une voiture, j'ai compris que c'était grâce au sol que la voiture peut démarrer, sinon il n'y aurait pas de mouvement*".

Les résultats sont moins satisfaisants en ce qui concerne la résolution quantitative de problèmes : les réponses aux tests montrent que, sauf dans les problèmes les plus simples – équilibre d'un objet soumis à deux forces –, les élèves ne parviennent pas au bout des exercices et ne

peuvent donc pas résoudre le problème technique en jeu. Ils éprouvent des difficultés dans la reconnaissance du phénomène, dans l'utilisation de connaissances mathématiques et d'un langage conceptuel (vocabulaire précis, représentations graphiques de forces).

## 6.2. La pertinence de nos choix

Les évaluations réalisées permettent d'affirmer que la séquence a effectivement apporté une contribution à la formation technologique des élèves, puisqu'ils sont capables d'utiliser et de transférer leurs connaissances pour décrire qualitativement des phénomènes en jeu dans le véhicule automobile. Les stratégies pédagogiques proposées sont d'une part une source de motivation pour les élèves, d'autre part une aide pour leur formation professionnelle.

la séquence a  
effectivement  
apporté  
une contribution  
à la formation  
technologique  
des élèves

Considérer les sciences physiques en lycée professionnel dans leur fonction de discipline de service par rapport à la technologie est donc non seulement légitime stratégiquement mais encore réaliste pratiquement.

La démarche de confrontation avec la technologie que nous avons suivie à propos du concept de force a été réalisée également pour le concept de pression et a donné lieu aux mêmes types de conclusions et de choix. Nous faisons l'hypothèse que cette démarche peut se généraliser pour d'autres domaines professionnels, d'autres niveaux d'étude et d'autres concepts, ce qui demanderait à être vérifié dans des recherches ultérieures. Il paraît en effet raisonnable d'envisager que pour d'autres domaines professionnels, les objets et problèmes techniques en jeu nécessiteront de privilégier des aspects et des propriétés des concepts différents, et d'autres compétences. Par exemple, dans le domaine de l'électricité, il serait nécessaire d'étudier la force électromagnétique dans la séquence, et, dans les champs de la production, ce seraient plutôt les compétences liées à des réalisations qui se rapprocheraient de la formation technologique des élèves.

Béatrice JOUIN  
Lycée Professionnel J.-P. Timbaud – Aubervilliers  
IUFM de Créteil

## BIBLIOGRAPHIE

CONSEIL NATIONAL DES PROGRAMMES (1991). *Propositions sur l'évolution du lycée*. Ministère de l'Éducation Nationale.

DEFORGE, Y. (1991). Enseignement technique, enseignement professionnel, enseignement technologique : essai d'élucidation de ces trois titres. In J. Perrin. *Construire une science des techniques* (pp. 399-406).

FORTIN, M. & VACHON, J.-C. (1994). Développement de la compétence à résoudre des problèmes sur les nouvelles technologies de l'automobile. *Didaskalia*, 4, 99-106.

HOWSON, A.G. & KAHANE J.-P. (1988). *Maths as a service subject*. ICMI Study Series. Cambridge : Cambridge University Press.

JOUIN, B. (2000). *Problèmes de l'enseignement des sciences physiques en lycée professionnel, dans sa fonction de discipline de service par rapport à la technologie, dans le domaine de la mécanique automobile*. Thèse de doctorat, ENS Cachan.

KHRAIBANI-MOUNAYAR, S. (1984). *Registres d'interprétation des élèves et des professeurs de collège dans le domaine de la mécanique*. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle de didactique des sciences physiques, Université Paris 7.

LEMEIGNAN, G. & WEIL-BARAIS, A. (1993). *Construire des concepts en physique*. Paris : Hachette.

LEMEIGNAN, G. & WEIL-BARAIS, A. (1994). Approche développementale de l'enseignement et de l'apprentissage de la modélisation. In J.-L. Martinand (Éd.). *Nouveaux regards sur l'enseignement et sur l'apprentissage de la modélisation en sciences* (pp. 85-114). Paris : INRP.

MARTINAND, J.-L. (1992). Enjeux et ressources de l'éducation scientifique. Introduction au thème. In A. Giordan, J.-L. Martinand & D. Raichvarg (Éds). *Actes des XIV<sup>e</sup> journées internationales sur la communication, l'éducation et la culture scientifiques et techniques* (pp. 57-65). Cachan : DIRES.

MARTINAND, J.-L. (1996). Introduction à la modélisation. In *Actes du séminaire de didactique des disciplines technologiques. Cachan 1994-95*. Paris : LIREST.

MEMETEAU, H. (1997). *Technologie fonctionnelle de l'automobile*. Tomes 1 et 2. Paris : Dunod.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (1992). *Les capacités méthodologiques communes*.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (1999). *Un lycée pour le XXI<sup>e</sup> siècle*.

SCACHE, D. (1986). Pour l'introduction d'une composante technologique au LEP en sciences physiques. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 680, 409-426.

VIENNOT, L. (1977). *Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire*. Thèse de doctorat en sciences physiques, Université Paris 7.

# ROBOTIQUE PÉDAGOGIQUE ET FORMATION DE BASE EN SCIENCE ET TECHNOLOGIE

Pierre Nonnon

*Nos recherches sur le développement de stratégies cognitives et sur l'acquisition en laboratoire d'un savoir-faire expérimental avec des étudiants des secteurs professionnels nous ont conduit à développer un système d'enseignement qui facilite le transfert d'un mode de raisonnement opératoire concret vers un mode de raisonnement opératoire formel. Ce transfert est aujourd'hui nécessaire et prérequis, non seulement pour la formation scientifique, mais aussi pour la formation technique et professionnelle. Cette façon de faire constitue l'essentiel de la robotique pédagogique (RP), c'est un environnement d'Expérimentations Assistées par Ordinateur (ExAO) où le robot est à la fois objet et outil d'apprentissage, un environnement adidactique qui place l'apprenant en situation de résolution de problèmes techniques en mobilisant chez lui des savoirs et des savoir-faire en mathématiques et en science. Notre discussion portera sur l'impact d'activités à caractère inductif, sur la compréhension de phénomènes technologiques, leurs explications scientifiques et leurs formalisations mathématiques par des étudiants en formation professionnelle (FP) ou des adultes avec bas niveau de qualification.*

## 1. INTRODUCTION

Si l'on considère que dans les pays industrialisés la croissance économique s'explique en grande partie par l'innovation technologique, il devient essentiel pour toute société de capitaliser sur la formation en science et technologie de ses ressources humaines. Il faut miser sur une augmentation du nombre et sur la qualité des scientifiques, des ingénieurs et des techniciens. Ceci ne peut se faire sans miser de plus en plus sur une formation initiale et continue de qualité. Malheureusement, beaucoup trop de jeunes et d'ouvriers en recyclage ont développé un sentiment d'inaccessibilité, voire de rejet, face à la science et à son caractère abstrait. La robotique pédagogique devrait permettre de surmonter cet obstacle en proposant un environnement d'apprentissage plus concret, plus signifiant et plus convaincant parce que basée sur l'expérimentation de l'apprenant.

## 2. LA FORMATION PROFESSIONNELLE ET TECHNIQUE ET LES NOUVELLES COMPÉTENCES

Les changements technologiques imposent à l'industrie de réviser à la hausse les qualifications professionnelles requises pour ses employés. L'introduction de l'automatisation dans le

le contenu du travail deviendra plus abstrait, multidisciplinaire, c'est-à-dire plus mental que manuel

processus de production a transformé radicalement l'apprentissage des tâches traditionnelles. Chaque nouvelle technologie introduite dans ce processus est un système complexe qui demande une maîtrise des concepts de base technoscientifiques comme par exemple les concepts associés à la mécanique, à l'électronique et à l'informatique. Cette acquisition des concepts fondamentaux en formation professionnelle est certainement le défi pédagogique des prochaines années. Avec l'automatisation des fonctions manuelles, nous assistons à une intégration des tâches et au développement de la polyvalence qui requiert la possession d'un savoir-faire fondamental. Cette évolution des technologies, qui nécessite une intégration plus grande des savoir-faire et des savoirs, nous oblige à adapter nos approches pédagogiques à cette nouvelle réalité (Tanguy, L., 1986 ; Aballea, F., 1987 ; Bernier, C., 1983 ; Trist, E.L. *et al.*, 1981 ; Labonté, T., 1983 ; Inshauspé, P., 1998). Jusqu'à maintenant, la formation professionnelle mettait plus d'accent sur la dimension "maîtrise de la tâche" que sur la formation fondamentale et ceci même si l'apprenant dans sa formation devait suivre plusieurs cours de formation générale en même temps que les cours spécifiques du secteur professionnel.

L'école a de la difficulté à répondre aux nouvelles demandes du marché du travail. Aux reproches souvent donnés à une formation professionnelle non ponctuelle, mal adaptée aux besoins minimaux du marché du travail, s'ajoute le reproche inverse, c'est-à-dire de ne pas donner une formation de base suffisante (Conseil Supérieur de l'Éducation, 1987 ; Emploi et Immigration Canada, 1984 ; Ferrand, J.-L. *et al.*, 1987).

La difficulté tient au fait que l'ajout de cours complémentaires de sciences fondamentales est pratiquement inutile aux apprenants du secteur professionnel lorsque ces cours ne sont pas intégrés au processus concret d'apprentissage qu'ils doivent effectuer pour acquérir une compétence professionnelle.

### **3. LES NOUVELLES COMPÉTENCES PROFESSIONNELLES REPOSENT SUR L'INTÉGRATION DES SAVOIR- FAIRE ET DES SAVOIRS**

engager les jeunes dans des activités axées sur la maîtrise et la perception technique et scientifique des problèmes pratiques

Les cours de sciences et mathématiques seraient, selon nous, pertinents pour la formation pratique si l'on pouvait les contextualiser en les associant aux concepts scientifiques appliqués en formation professionnelle.

Le plus important est d'engager les jeunes dans des activités axées sur la maîtrise et la perception technique et scientifique des problèmes pratiques. On doit leur montrer et les convaincre que dans le domaine des procédés techniques, pour être efficaces, la simple intuition et la maîtrise de la tâche ne

diagnostiquer  
la cause  
d'un problème  
technique revient  
à concevoir  
un schème  
de contrôle  
des variables  
en sciences  
expérimentales

suffisent plus, qu'il est indispensable de tenir compte de l'aspect scientifique et systémique, ce qui est non seulement utile et nécessaire, mais aussi plus efficace. Ceci s'applique autant pour les étudiants de la formation professionnelle initiale que pour les étudiants adultes de la formation professionnelle continue (Cauzinille-Marchèche, E. *et al.*, 1989). Ce qui doit caractériser la pensée technico-pratique, c'est l'étude rationnelle ou systématique du problème que la réalité nous impose afin de trouver la solution la plus appropriée à chaque situation. Dans cette approche pédagogique, pour chaque situation on doit tenir compte des lois scientifiques et de la manière dont celles-ci sont combinées avant de les soumettre sous forme de proposition ou de problème à résoudre aux apprenants. Ce travail de transposition didactique nous permet de définir un problème scientifique et technique sous forme d'un problème didactique (Johsua, S. et Dupin, J.-J., 1993). Ici, on ne part pas seulement des savoirs savants mais de savoirs et savoir-faire techniques exprimés par les experts du domaine. C'est principalement à partir de ces savoirs que nous devons construire notre situation adidactique en y intégrant, comme nous le verrons plus loin, les outils cognitifs nécessaires et utiles pour appréhender le phénomène à l'étude. Cette approche devra permettre d'inférer des solutions possibles directement déduites de la démarche scientifique. Par exemple, identifier un problème technique pourra être conçu comme la construction d'une hypothèse, diagnostiquer la cause de ce problème technique reviendra à concevoir un schème de contrôle des variables pour valider une relation de causalité en sciences expérimentales (Postic, M., 1971 ; Thornton, R.K., 1987).

Il s'agit en effet d'une approche formative axée sur le technico-pratique et le scientifico-théorique. Il ne s'agit pas d'une simple juxtaposition séquentielle de la théorie vers la pratique, de la connaissance vers l'action qui se prêterait bien à la transmission d'un savoir déclaratif, relevant d'un domaine spécifique et portant plus sur la structure et la dynamique du contenu de savoir. Cette juxtaposition séquentielle pourrait s'avérer contre-productive si elle était implantée en formation professionnelle. Nous devons miser sur le goût de cette clientèle pour le concret et l'engager dans des activités d'apprentissage moins traditionnelles, plus contextualisées, compatibles avec une approche intégrative et constructiviste (\*).

---

(\*) Les chapitres 2 et 3 ont été écrits en collaboration avec J.-P. Theil étudiant dans notre laboratoire.

#### 4. CARACTÉRISTIQUES DES ÉTUDIANTS EN FORMATION PROFESSIONNELLE ET CONTEXTE D'APPRENTISSAGE

Le contexte de cet article s'appuie sur nos recherches et notre expertise avec :

- des apprenants adultes n'ayant pas complété leur formation secondaire et à qui nous voulons donner une formation de base en mathématique, science et technologie avant d'entreprendre des études techniques (Girouard, M. & Nonnon, P., 1999) ;
- des apprenants en milieu industriel et des élèves ingénieurs pour lesquels nous avons réalisé un environnement d'apprentissage en simulation pour la compréhension et la conception de systèmes hydrauliques industriels ; cet environnement utilisait une animation virtuelle du phénomène simulé, présentée en simultanéité avec la représentation graphique de celui-ci (Cervera, D. & Nonnon, P., 1993) ;
- des étudiants en technique industrielle de niveau CEGEP (équivalent du bac technique) placés dans un environnement d'apprentissage qui leur permet d'explorer et de manipuler un système technique et de visualiser les interactions des variables présentées en même temps sur l'écran de l'ordinateur sous formes graphique et d'animations virtuelles. (Hudon, R. & Nonnon, P., 1993). Cet environnement de robotique pédagogique permettait la représentation de phénomènes non observables telles les interactions réelles, lues sur des capteurs, entre la pression et la température à l'intérieur d'un système de réfrigération. En plus d'avoir un contrôle direct sur le système, l'étudiant disposait sur l'écran d'un ordinateur de deux sources d'informations simultanées sur le fonctionnement interne de ce système de réfrigération : une animation virtuelle sensible et une représentation graphique abstraite des interactions de variables.

des recherches  
avec trois types  
de population

appréhender  
l'abstrait  
par le sensible

Dans les deux dernières recherches on exploitait le modèle de la lunette cognitive en permettant à l'apprenant de manipuler directement et d'appréhender l'abstrait (le graphique) par le sensible (l'animation virtuelle qui se présente ici comme une sorte de radioscopie virtuelle de l'interaction des variables internes non observables).

À part les élèves ingénieurs, c'est un fait que les étudiants en formation professionnelle initiale et continue (en recyclage) sont en général peu intéressés par les disciplines scolaires, préférant la pratique à la théorie. D'ailleurs, ils ont choisi le secteur professionnel soit pour en terminer le plus rapidement possible avec les cours scolaires et s'intégrer plus vite au marché du travail, ou bien ce secteur leur ayant été imposé parce qu'ils montraient des problèmes spécifiques tels que : carence des notions de base en mathématiques, en sciences, en français, capacité d'abstraction limitée, difficulté d'acquisition

des notions théoriques nécessaires à la compréhension des applications pratiques (Lemercier, D., 1985 ; Gillet, B., 1986).

D'autre part, plus ces apprenants ont eu des difficultés dans les apprentissages scolaires, plus ils dévalorisent le savoir théorique. Ils sont néanmoins intéressés à la production immédiate et par la même occasion aux savoirs qui leur paraissent liés et utiles aux réalisations concrètes comme la construction de systèmes technologiques. Ces étudiants semblent privilégier ces apprentissages et réussir quand il s'agit d'apprendre pour et par l'action. Le fait qu'ils possèdent un savoir syncrétique, localement efficace, un savoir-faire *ad hoc* et implicite nous offre, il nous semble, une base didactique stable à partir de laquelle il est possible de construire des apprentissages (Jeantet, A. *et al.*, 1985 ; Vivet, M., 1981).

apprendre pour  
et par l'action

## **5. UN ENVIRONNEMENT D'APPRENTISSAGE EN SCIENCE ET TECHNOLOGIE, À LA FOIS OBJET ET OUTIL D'APPRENTISSAGE**

Dans la lignée de ce que nous venons de dire, nous allons construire un environnement d'apprentissage assisté par ordinateur qui permette à l'apprenant de s'engager dans une démarche où le défi consiste d'abord à construire et manipuler un objet technique avant d'aborder les principes scientifiques sous-jacents.

Pour cet environnement d'apprentissage, nous avons choisi de faire réaliser un treuil électrique par l'apprenant afin de lui permettre d'appréhender les concepts liés à l'électricité en même temps que ceux liés à la mécanique.

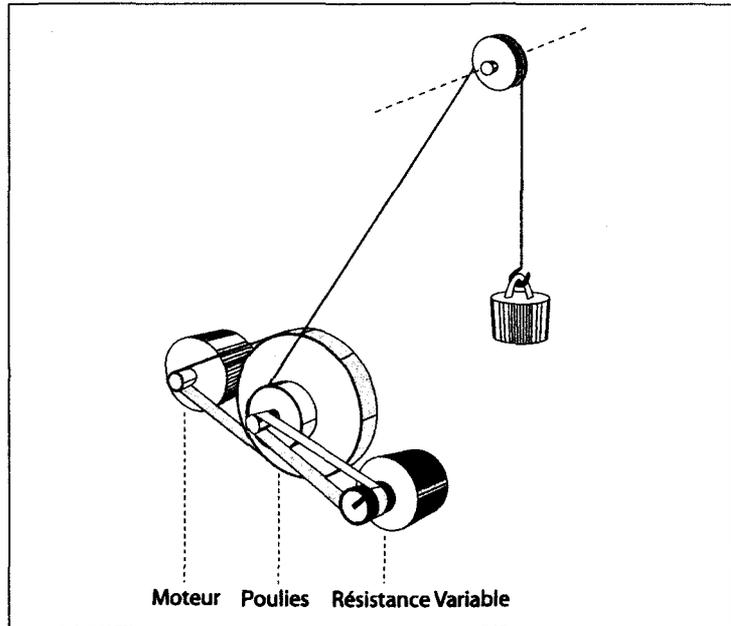
l'apprenant doit  
construire un treuil  
électrique

Pour lever des masses de 0 à 1 kg, l'apprenant a comme défi technique de construire un treuil électrique (figure 1) avec un jeu de poulies ou d'engrenages, un moteur et une alimentation de 0 à 12 volts. Il doit ajuster le rapport des poulies ou engrenages deux à deux pour lever par exemple la masse le plus rapidement possible, découvrant ainsi l'utilité de les assembler pour multiplier la vitesse en partant de la plus grande vers la plus petite et de la plus petite vers la plus grande pour diviser la vitesse et monter moins vite, permettant ainsi d'augmenter la charge. Ce système de poulies sera alors un analogue mécanique des opérations de multiplication et de division, incluant la réversibilité et la transitivité de ces opérations.

Cette activité est similaire à celle de l'étude d'un circuit électrique simple, de la relation entre la tension et le courant dans un résistor où l'on a remplacé ce résistor par un moteur électrique. En agissant sur le voltage, on fait bien sûr varier le courant, mais aussi le mouvement mécanique.

Pour mesurer l'énergie mécanique, nous avons conçu un système de mesure pour évaluer la hauteur de la masse soulevée

Figure 1. Treuil électrique



par le treuil avec un potentiomètre couplé mécaniquement au moteur. La variation de hauteur sera proportionnelle à la variation de la résistance transformée ici en variation de voltage. Ainsi la hauteur sera directement proportionnelle au voltage lu sur le potentiomètre. Dans cette activité, l'apprenant transforme la variable voltage en variable position à l'aide du graphique, il doit ensuite modéliser la relation - position = f (tension) - en utilisant une équation algébrique.

En mesurant les variables tension (V), courant (I) et hauteur (h), l'apprenant pourra construire des capteurs virtuels qui combineront plusieurs capteurs et constantes pour mesurer et présenter en temps réel :

- la puissance électrique ( $P_e = U \times I$ ) ;
- la puissance mécanique ( $P_m = M \times g \times h / t$ ) ;
- l'énergie électrique ( $E_e = P_e \times t$ ) ;
- l'énergie mécanique ( $E_m = M \times g \times h$ ).

## 6. ANALYSE DE LA SITUATION D'APPRENTISSAGE

Avec notre système d'acquisition de données que nous avons appelé ACQ microlabs, l'apprenant peut transformer une

grandeur mesurée en une grandeur calculée. Ici, le système peut mesurer le voltage au point milieu du potentiomètre et transformer, par une équation du premier degré, cette grandeur en variable position. La construction ingénieuse de ce capteur virtuel simple (Fournier, F., 2002) lui permet ultérieurement de positionner automatiquement la masse soulevée par le treuil et d'utiliser cette variable position pour calculer des variables plus complexes comme la puissance et l'énergie mécanique. Il pourra alors vérifier et mesurer le transfert de l'énergie électrique en énergie mécanique et évaluer le rendement de ce transfert (rendement =  $E_m/E_e$ ).

inverser la  
hiérarchie normale  
d'apprentissage  
en laboratoire

Les possibilités technologiques offertes par la robotique pédagogique nous permettent de mesurer et de représenter en temps réel une combinaison de variables, extraite d'une relation entre deux variables ou d'une loi physique simple exprimée par une équation. Avec l'environnement du treuil électrique, l'idée est d'inverser la hiérarchie normale d'apprentissage en laboratoire – partir du particulier vers le général –, de procéder de manière inverse, soit du plus complexe au plus singulier. Procéder en quelque sorte par une analogie descendante. Pour ce faire, nous avons, avec ce treuil électrique créé une situation adidactique contrôlée par ordinateur et gérée avec un logiciel (ACQ) qui permet d'expérimenter directement avec des variables complexes comme l'énergie électrique, mécanique, thermique, etc. Ce logiciel nous permet de provoquer et de visualiser les interactions deux à deux de ces variables complexes. Par exemple l'enseignant après avoir modélisé par des équations algébriques les énergies mécaniques et électriques va construire un environnement où l'apprenant pourra observer et analyser la transformation d'une énergie électrique en énergie mécanique dans un moteur. En modifiant la tension ou le courant dans le moteur, il observera le déplacement de la charge, son effet direct sur l'énergie mécanique et simultanément son effet sur le tracé graphique de l'énergie électrique et de l'énergie mécanique, incluant ainsi le transfert d'énergie.

le concept  
d'énergie  
mécanique  
semble facile  
à appréhender

Lors de la mise à l'essai préliminaire de cet environnement didactique, nous avons constaté que la majorité des apprenants semblait avoir plus de facilités avec les concepts plus complexes d'énergie qu'avec les concepts plus simples de voltage et de courant. En analysant plus en détail la relation de l'apprenant avec l'environnement d'apprentissage du treuil électrique, nous avons observé que le concept de l'énergie mécanique semblait facile à appréhender. En effet, tous étaient capables de pressentir puis de prédire l'effet de la masse ou du déplacement sur l'énergie mécanique (le travail), même s'ils n'avaient aucune idée du calcul de l'énergie potentielle ( $M \times g \times h$ ). Par contre ils n'étaient capables d'aucune intuition, ne nous donnant aucune prédiction sur la relation entre la tension et le courant et encore moins sur l'effet de chacune de ces variables sur l'énergie électrique. Nous pensons qu'avec le treuil, les apprenants disposent d'un référentiel sensoriel leur permettant d'étudier, non seulement l'effet de la

un langage  
de codage  
graphique comme  
outil cognitif

masse sur la hauteur, mais aussi l'effet du voltage sur la puissance et l'énergie mécanique. En associant ces interactions de variables, appréhendables de manière sensorielle, à des graphiques présentés en temps réel, nous espérons, dans un premier temps, rendre ce langage de codage graphique abstrait plus signifiant de manière à ce que, dans un second temps, les apprenants l'utilisent comme support, comme outil cognitif pour les aider dans leurs investigations et leur raisonnement sur des entités abstraites comme l'énergie électrique, le voltage et le courant.

Cette possibilité de la robotique pédagogique d'expérimenter directement avec des variables complexes, et/ou des variables simples, sensibles ou abstraites, nous permet d'imaginer de nouvelles possibilités didactiques pour créer des outils et des aides cognitives dans des environnements d'investigation en technologie. De plus, cet environnement se prête bien à l'apprentissage coopératif, à l'utilisation du conflit sociocognitif pour améliorer l'apprentissage (Raisky, C. et Caillot, M., 1996), autant dans la planification, que dans la mise en œuvre, ou l'expérimentation et la discussion post-labo.

## **7. LA ROBOTIQUE PÉDAGOGIQUE (RP) ET L'ENSEIGNEMENT DES PROCESSUS SCIENTIFIQUES**

Il existe peu de programmes d'enseignement assisté par ordinateur spécifiques à une discipline technique se concentrant sur l'utilisation de l'ordinateur dans le processus d'apprentissage et dans l'acquisition d'un savoir-faire de type processus de résolutions de problèmes (Forman, G. *et al.*, 1988 ; Baron, G.L., 1991 ; Fargette, J.-P. *et al.*, 1985 ; Nonnon, P., 1986).

la robotique  
pédagogique  
offre une  
alternative aux  
cours magistraux  
et aux activités  
de laboratoire  
traditionnelles

La robotique pédagogique offre cette alternative aux cours magistraux, aux activités de laboratoire traditionnelles et ajoute une option supplémentaire aux programmes de simulation. Elle appartient au champ de la didactique et permet aux étudiants de réaliser des manipulations concrètes pour les amener à s'approprier les "gestes mentaux" qui constituent une partie du processus scientifique, la construction des opérations mentales. La robotique pédagogique s'inscrit dans une approche constructiviste de l'apprentissage en utilisant un ordinateur connecté au monde physique dans le but de produire et de mesurer des changements dans l'environnement ambiant (des expériences contrôlées et assistées par ordinateur). L'ordinateur sert ici d'interface entre les opérations d'acquisition et d'analyse de données, de rétroaction et de contrôle sur l'environnement physique. La robotique pédagogique permet à ces gestes mentaux de produire des résultats à la fois concrets et symboliques. De plus, elle minimise les retards et les erreurs qu'impliquent l'analyse et le traitement des données, laissant à l'apprenant plus de

temps pour la compréhension du phénomène (Arnold, M. *et al.*, 1987 ; O'Brien, R.M., 1982 ; Nicaud, J.-F., 1988 ; Vivet, M., 1989).

## **8. ROBOTIQUE PÉDAGOGIQUE ET MANIPULATION DIRECTE**

appréhender  
le phénomène  
à l'étude  
d'une manière  
plus sensorielle,  
plus globale

Du point de vue didactique, la RP est un dispositif technologique qui supporte un processus pédagogique de résolution systémique de problèmes. L'apprenant peut, via l'ordinateur, agir sur le phénomène à l'étude et visualiser en temps réel, sous forme graphique et mathématique, les données de son expérience, ce qui lui permet d'appréhender le phénomène à l'étude d'une manière plus sensorielle, plus globale. En s'adressant à des registres sémiotiques différents, on favorise l'acquisition de représentations structurantes, pertinentes pour organiser ses modes d'apprentissage en sciences et technologies.

Les étudiants peuvent se servir ici de leurs habiletés motrices pour effectuer des tâches, et de leurs sens pour l'évaluation de l'efficacité des gestes posés grâce à la fonction de contrôle de procédés réalisée par l'ordinateur. La RP leur permet de devenir explicites dans leurs raisonnements car ils peuvent visualiser ces implications avec un objet pour "penser avec" et un langage pour "communiquer avec". La RP permet aussi de capitaliser sur le goût pour le concret, la possession d'un savoir-faire psychomoteur et le recours à la double rétroaction, kinesthésique et visuelle qui caractérise et définit la population en formation professionnelle (Glasson, G.E., 1989 ; Forman, G. in Forman, G. *et al.*, 1988 ; Leroux, P., 1997 ; Vivet, M., 1989).

## **9. ROBOTIQUE PÉDAGOGIQUE ET REPRÉSENTATION GRAPHIQUE**

Si l'on augmente l'utilisation de la représentation graphique et symbolique à travers la RP, cela permettra aux étudiants de démystifier celle-ci et de réhabiliter sa fonction d'outil cognitif "pour penser avec". En effet, l'étudiant de formation professionnelle a déjà l'habitude de travailler avec des représentations symboliques (courbes, schémas, tables, tableaux). Autant que les contenus à acquérir, et les autres savoirs théoriques plus verbaux, le langage graphique aide l'apprenant à se représenter les interactions entre les variables, ceci de la même manière que les langages de représentations semi concrets (langage kinesthésique, langage métaphorique) très utilisés par les sujets en formation professionnelle (Nonnon, P., 1986 ; Brasell, H., 1987). La situation d'apprentissage du

présenter  
en simultanéité  
le phénomène réel  
et sa représentation  
graphique  
sur l'écran  
d'un ordinateur

treuil permet de présenter en simultanéité le phénomène réel et sa représentation graphique sur l'écran d'un ordinateur. Par exemple, en manipulant le treuil, l'apprenant peut visualiser en même temps le déplacement de la charge et une représentation symbolique de celui-ci en fonction du temps. C'est cette appréhension de l'abstrait par le concret que nous avons décrite par la métaphore de la "lunette cognitive". Les résultats d'une étude réalisée avec plus de 150 étudiants adultes "décrocheurs" ont démontré que l'acquisition du langage graphique était facilitée par ce procédé didactique. Que non seulement son acquisition était signifiante et utile pour prédire les déplacements, la vitesse et l'accélération de la charge du treuil à partir du graphique, mais aussi que l'apprenant transférait l'utilisation de cet outil cognitif spontanément pour étudier et interpréter des interactions de variables en électricité et en mécanique, découvrant ainsi, de manière autonome les interactions de variables impliquées dans les lois d'Ohm et de Hook (Girouard, M. & Nonnon, P., 1999).

## 10. ROBOTIQUE PÉDAGOGIQUE ET REPRÉSENTATION MATHÉMATIQUE

permettre  
la modélisation  
mathématique  
du phénomène  
physique par  
une expression  
algébrique

Comme pour la modélisation graphique, la RP va permettre la modélisation mathématique du phénomène physique par une expression algébrique. Cette fonctionnalité, disponible à partir du graphique permet à l'apprenant de superposer, sur le tracé des données expérimentales, une courbe théorique en ajustant les paramètres de chaque terme de son équation. Par cet ajustement, l'étudiant devrait comprendre l'influence de chaque paramètre de l'équation sur l'évolution du tracé de la courbe théorique correspondante. Il devrait ainsi déterminer l'importance de chaque paramètre en relation avec le phénomène, essayer différentes équations, découvrir l'influence de chaque modification de variable du phénomène sur la courbe et sur son équation (Nonnon, P., 1997 ; Leinhardt, G., 1988).

## 11. ASPECTS THÉORIQUES

Grâce aux possibilités de l'ExAO où le micro-ordinateur travaille en modes conversationnel et graphique, mais aussi en mode de contrôle de procédés, nous pouvons envisager des environnements d'apprentissages qui permettent à l'apprenant :

- 1) d'agir sur un objet concret ;
- 2) de visualiser en simultanéité la conséquence de cette action et une représentation graphique de celle-ci ;
- 3) de modéliser cette action sous forme graphique et algébrique.

Grâce à cet outil cognitif, décrit par la métaphore de la lunette cognitive (Nonnon, P., 1986), nous permettons à l'apprenant d'appréhender l'abstrait par un contact direct et sensible avec la réalité.

En permettant ainsi de s'adresser simultanément à plusieurs registres sémiotiques différents, cet outil cognitif s'inscrit dans la théorie du double codage de Paivio (1979), où l'auteur analyse l'utilisation des représentations imagées pour faciliter la résolution de problèmes dans les systèmes mnésiques d'apprentissage.

La première étape de l'activité qui consiste à acquérir un langage symbolique signifiant (la représentation graphique) est conforme à l'approche constructiviste de J. Piaget (1970) et de Vygotsky (1978), où l'enseignement doit prendre en compte les représentations symboliques de l'apprenant comme outil d'articulation du réel et du théorique. Selon ces auteurs, ce sont ces représentations symboliques qui donnent du sens aux différents éléments qui interviennent dans la situation d'apprentissage. Par contre le processus d'acquisition d'un langage graphique de codage ne peut s'interpréter dans le seul cadre des théories piagétienne puisque l'on impose un système de représentations normalisé (un langage de codage graphique). Nous avons validé empiriquement (voir ci-dessus, paragraphe 9) ce mode d'apprentissage quasi behavioriste puisqu'il est basé sur la simple contiguïté entre le réel et le symbolique. Notons que le mode d'acquisition de ce langage de codage graphique en s'adressant simultanément à deux ensembles de registres sémiotiques, les registres non analogiques pour les représentations symboliques et les registres analogiques pour les représentations figuratives, offre des perspectives de recherche intéressantes sur les représentations et sur l'utilisation simultanée et le passage d'un registre sémiotique à l'autre. Ces questions sont fondamentales et intéressent de nombreux chercheurs en sciences cognitives et en didactique comme : Duval, R. (1995) ; Sperber, D. (2000) ; Cobb, P., Yaker, E., McClain, K. (2000) ; Bosch, M., Chevalard, Y. (1999).

cet environnement technologique est une situation didactique au sens de Brousseau puisqu'elle place l'élève au centre de ses apprentissages en lui donnant le contrôle de l'enseignement

La théorie piagétienne, selon laquelle la connaissance se construit par la seule activité de l'apprenant nous semblant restrictive et partielle, nous l'avons complétée par la théorie des situations didactiques de Brousseau (1998). L'environnement du treuil électrique fournit à l'apprenant un environnement technologique riche, propice à lui permettre de s'investir à la recherche des connaissances. Cet environnement lui permet d'être actif, de planifier chacune de ses expériences, et d'intégrer physiquement ou via plusieurs langages symboliques, analogiques ou formels. Cet environnement technologique présente les caractéristiques d'un milieu didactique au sens de Brousseau puisqu'il place l'élève au centre de ses apprentissages en lui donnant le contrôle de l'enseignement (dévolution de la construction du sens). Dans cet environnement de

laboratoire informatisé, l'apprenant est dans une situation où il agit directement sur le milieu et en reçoit des rétroactions. C'est le cycle complet de la démarche expérimentale qui est ainsi engagé : questions, démarche d'investigation, formalisation qui l'amènent de manière implicite à construire ou à reconstruire ses connaissances.

## 12. CONCLUSION

Les sciences et les mathématiques, et surtout les compétences qui en émergent, sont aujourd'hui incontournables pour envisager une formation dans des emplois de plus en plus technicisés. Pour donner une formation de base en mathématiques et en science aux employés ayant un bas niveau de qualification, il serait illusoire de les renvoyer sur les bancs d'école. Il faut changer nos pratiques pédagogiques, inverser l'organisation séquentielle qui place systématiquement les cours avant les travaux au laboratoire, la théorie avant la pratique, pour que le laboratoire ne soit pas réduit à une simple illustration de la théorie exposée par le professeur, mais qu'il permette l'investigation de la réalité avant de formaliser celle-ci sous forme de règle ou de loi. Pour aimer les sciences, il faut en faire, il faut engager les apprenants à la découverte des phénomènes technologiques, laisser plus de place à la curiosité, à l'exploration, à l'expérimentation et à la formalisation. Pour ce faire, nous devons fournir à l'apprenant un environnement réel d'exploration et d'expérimentation en technologie où il pourra développer des habiletés, des savoir-faire techniques avant de s'engager à la découverte des connaissances scientifiques, pratiquer l'induction expérimentale avant de formaliser les lois et les règles ainsi découvertes sous forme mathématique.

Dans ce contexte, l'ordinateur utilisé en mode conversationnel et graphique, mais aussi en mode de contrôle de procédés, nous permet de concevoir des environnements d'apprentissages, en interaction avec le phénomène à l'étude, où l'apprenant peut observer un phénomène, identifier les variables en interaction, prédire une relation de causalité, organiser cet environnement pour faire apparaître cette relation. Pour l'aider, on lui présente l'interaction des variables en temps réel sous forme graphique sur l'écran de l'ordinateur et on lui permet de modéliser cette interaction sous forme de règle exprimée par une équation algébrique. Dans cet environnement adidactique, il pourra de plus changer l'approche ascendante par une approche descendante en définissant des capteurs "virtuels" qui combineront plusieurs capteurs réels ou virtuels, permettant ainsi de présenter en temps réel ces variables complexes sous forme graphique sur l'écran de l'ordinateur (énergie électrique, mécanique, thermique...). Ce nouvel environnement est prometteur puisqu'il nous permet

pour aimer  
les sciences,  
il faut en faire

d'inverser la démarche de l'apprenant et d'expérimenter directement sur les différentes manifestations de l'énergie électrique et mécanique. On peut ainsi expérimenter avec le treuil le transfert de l'énergie électrique en énergie mécanique. La stratégie didactique consiste alors à expérimenter directement sur l'interaction de ces deux lois physiques en observant en temps réel le transfert de l'une dans l'autre d'une manière à la fois sensorielle et abstraite (par la visualisation en temps réel de la représentation graphique de leur interaction,  $E_m = f(E_e)$  ou l'inverse). Pour analyser l'interaction des variables impliquées dans chacune de celles-ci, nous devons alors, en nous guidant sur les équations aux dimensions propres à chaque domaine, procéder de manière expérimentale traditionnelle, par contre, l'étudiant sera guidé dans sa démarche par le concept d'énergie à l'étude.

Nous n'avons pas encore vérifié les bénéfiques didactiques de cette situation adidactique qui permet, grâce à la RP, d'expérimenter directement le transfert d'énergie – l'effet d'un vecteur de variables indépendantes exprimé par une loi (énergie électrique) sur un vecteur de variables dépendantes exprimé par une autre loi (énergie mécanique).

une activité  
d'apprentissage  
répondant  
à l'esprit  
des nouveaux  
programmes  
de science et  
technologie  
québécois

Au moyen du treuil électrique, nous avons voulu créer une activité d'apprentissage répondant à l'esprit des nouveaux programmes de science et technologie québécois qui place les apprenants au centre de leurs apprentissages, dans une situation d'intégration de matières. Dans cette activité adidactique de construction technologique nous poursuivons l'objectif d'intégrer des savoir-faire et des savoirs en technologie, en science expérimentale et en mathématique.

Notre préoccupation principale dans l'utilisation des nouvelles technologies informatiques en éducation est de ne pas utiliser celles-ci comme une prothèse qui exempterait l'apprenant de tout effort de réflexion en effectuant le raisonnement à sa place. Les outils informatiques et didactiques doivent, au contraire, comme une orthèse, aider, soutenir, voire même provoquer sa réflexion sans jamais s'y substituer.

Pierre NONNON  
Laboratoire de robotique pédagogique  
Département de didactique  
Université de Montréal

## BIBLIOGRAPHIE

ABALLEA, F. (1987). *Formation professionnelle et adaptation des qualifications et des emplois aux nouvelles technologies*. Analyse transversale d'études 4. Paris : Ministère des Affaires Sociales et de l'emploi, Délégation à la Formation Professionnelle, 23/24.

ARNOLD, M. & MILLAR, R. (1987). Being Constructive : an Alternative Approach to the Teaching of Introductory Ideas in Electricity. *International Journal of Science Education*, 9, 5, 553-634.

BARON, G. L. (1991). *Informatique et apprentissages*. Paris : INRP, CNRS. In T. Boyle (1997). *Design for Multimedia Learning*. Prentice Hall Europe.

BERNIER, C. (1983). *Nouvelles technologies et caractéristiques du travail*. Montréal : IRAT.

BOSCH, M. & CHEVALLARD, Y. (1999). La sensibilité de l'activité mathématique aux ostensifs. Objet d'étude et problématique. *Recherches en didactique de mathématiques*, 19, 1, 77-124.

BRASELL, H. (1987). The effect of real-time laboratory graphing on learning graphic representations of distance and velocity. *Journal of Research on Science teaching*, 24, 385-395.

BROUSSEAU, G. (1998). *Théories des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

CARBONELL, J.G., LARKIN, J.H. & REID, F. "Towards a General Scientific Reasoning Engine". Tech. report, Carnegie-Mellon University, Computer Science Department, 1983, CIP #445.

CAUZINILLE-MARCHÈCHE, E., MATHIEU, J. & WEIL-BARAIS, A. (1989). *Les savants en herbe*. Berne : Peter Lang.

CERVERA, D. & NONNON, P. (1993). Simulation et modélisation assistée par ordinateur. In *Regards sur la robotique pédagogique. Technologies nouvelles et éducation* (pp. 187-195). Paris : Service de technologie de l'éducation de l'Université de Liège et Institut national de recherche pédagogique.

CHEVALLARD, Y. (1991). *La transposition didactique*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

COBB, P., YAKEL, E. & McCLAIN, K. (2000). *Symbolizing and Communicating in Mathematics Classrooms. Perspectives on Discourse, Tools, and Instructional Design*. New York : Lawrence Erlbaum Associates.

CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'ÉDUCATION (1997). *Le perfectionnement de la main-d'œuvre au Québec : des enjeux pour le système d'éducation*, avis au Ministre de l'Éducation et Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Science, Québec.

DUVAL, R. (1995). *Sémiosis et pensée humaine, registres sémiotiques et apprentissage intellectuels*. Berne : Peter Lang.

EMPLOI ET IMMIGRATION CANADA (1984). *Document d'étude, Formation*, Ottawa : Gouvernement du Canada.

FARGETTE, J.-P. & LATGE, G. (1985). *EAO et formation professionnelle*. Paris : Édition d'Organisation.

FERRAND, J.-L. LE GOFF, J.-P. MALGLAIVE, G. & OROFIAMMA, R. (1987). *Quelle pédagogie pour les nouvelles technologies*. Paris : Délégation à la formation professionnelle.

FORMAN, G. (1988). Making Intuitive Knowledge Explicit Through Futur Technology. In G. Forman et P.B. Pufall (Eds.). *Constructivism in the Computer Age* (pp. 83-101). Hillsdale, New Jersey : LEA.

FOURNIER, F. (1999). Auto-pH en ExAO. *Spectre*, vol. 28, Numéro thématique.

FOURNIER, F. (2002). Thèse de doctorat, Université de Montréal.

FRIEDLER NACHMLAS, R. & LINN, M.C. (1990). Learning Scientific Reasoning Skills in Microcomputer. Based Laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 2, 173-192.

GILLET, B. (1986). *Comprendre les difficultés à bien résoudre les problèmes*. Issy-les-Moulineaux : Éditions EAP.

GIROUARD, M. & NONNON, P. (1999). La lunette cognitive pour l'acquisition d'un langage graphique de codage, son influence sur l'atteinte d'objectifs terminaux des cours de physique à l'éducation des adultes. In *Actes du V<sup>e</sup> colloque international de robotique pédagogique*. FSE, Université de Montréal.

GLASSON, G.E. (1989). The Effects of Hands-on and Teacher Demonstration Laboratory Methods on Science Achievement in Relation to Reasoning Ability and Prior Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 2, 121-131.

HOC, J.-M. (1979). L'articulation entre la description de la tâche et la caractérisation de la conduite dans l'analyse du travail. *Bulletin de Psychologie*, XXXIII, 344, 207-212.

HUDON, R. & NONNON, P. (1993). Environnement pédagogique informatisé pour la "visualisation" de systèmes technoscientifiques. In *Regards sur la robotique pédagogique. Technologies nouvelles et éducation* (pp. 173-178). Paris : Service de technologie de l'éducation de l'Université de Liège et Institut national de recherche pédagogique.

INSHAUSPÉ, P. (1998). Les programmes d'études : Essayons d'y voir clair. *Pédagogie collégiale*, 12, 1, 8-14, Montréal.

JEANTET, A. & TIGER, H. (1985). L'automatisation d'un atelier d'usinage à l'épreuve des histoires, individuelles et des savoir-faire ouvriers. *La Documentation Française*, 11, 1-23, Paris.

JOHSUA, S. & DUPIN, J.-J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris : PUF.

- LABONTÉ, T. (1983). *La formation de base au secteur professionnel dans l'optique de la formation des maîtres*. M.E.Q. Direction de la Recherche.
- LEINHARDT, G. (1988). Situated knowledge and expertise in teaching. In J. Calderhead (Ed.). *Teachers' professional learning* (pp. 146-168). London : Press.
- LEMERCIER, D. (1985). Intérêts et processus cognitifs d'élèves de l'enseignement technique. *L'orientation scolaire et professionnelle*, 14-3, 229-252.
- LEPLAT, J. & CUNY, X. (1977). *Introduction à la psychologie du travail*. Paris : PUF.
- LEROUX, P. (1997). ROBOTTEACH, un assistant pédagogique logiciel dédié à l'alphabétisation en technologie. In *Actes du V<sup>e</sup> colloque international de robotique pédagogique*. FSE, Université de Montréal.
- MILES, B. & HUBERMAN, A.M. (1984). *Analysis*. Beverly Hills : Sage. Qualitative Data.
- NICAUD, J.-F. & VIVET, M. (1988). Les tuteurs intelligents : réalisation et tendances de recherche. *TSI*, 1, 7.
- NONNON, P. (1986). *Acquisition d'un langage graphique de codage pour la modélisation en temps réel de données d'expérience*. Communication au 11<sup>th</sup> Psychological Mathematical Education Congress, Montréal.
- NONNON, P. & THEIL J.-P. (1990). Robot-Based Pedagogy. *Journal of Artificial Intelligence in Education*, 2, 1, 15-20. Association for the Advancement of Computing in Education, Charlottesville, E.U.
- NONNON, P. (1993). Proposition d'un modèle de recherche de développement technologique en éducation. In *Regards sur la robotique pédagogique. Technologies nouvelles et éducation* (pp. 147-154). Paris : Service de technologie de l'éducation de l'Université de Liège et Institut national de recherche pédagogique.
- NONNON, P. (1997). Radioscopie virtuelle. In *Actes du V<sup>e</sup> colloque international de robotique pédagogique*. FSE, Université de Montréal.
- O'BRIEN, R. M. & DICKINSON, A. M. (1982). Introduction to Industrial Behavior Modification. In R. M. O'Brien, A. M. Dickinson & M. P. Rosow (Eds.). *Industrial Behavior Modification* (pp. 7-34). New York : Pergamon Press.
- OCKO, S. & RESNICK, M. (1987). *Integrating LEGO with LOGO. Making connections with computers and children*. Cambridge : The Media Laboratory, M.I.T.
- OLSON, J.A. & REUTER, H.H. (1987). Extracting Expertise from Experts : Methods for Knowledge Acquisition. *Expert Systems*, 4, 2, 152-167.
- PAIVIO, A. (1979). *Imagery and Verbal Processes*. Hillsdale, New Jersey : Erlbaum.
- PERRENOUD, P. (1997). *Construire les compétences dès l'école*. Paris : ESF éditeur.
- PIAGET, Jean (1970). *Pour une théorie de la connaissance*, Psychologie et épistémologie. Paris : Gonthier.

- POSTIC, M. (1971). *Introduction à la pédagogie des enseignements techniques*. Paris : Les Éditions Foucher.
- RAISKY, C. & CAILLOT, M. (1996). *Au-delà des didactiques, la didactique, débat autour de concepts fédérateurs*. Paris, Bruxelles : De Boeck.
- SPERBER, D. (2000). *Meta representations. A multidisciplinary perspective*, New York : Oxford University Press.
- TANGUY, L. (Éd.) (1986). *L'introuvable relation formation/emploi : un état des recherches en France*. Paris : La Documentation Française.
- THORNTON, R. K. (1997). Learning physics concepts in the introductory course : microcomputer-based labs and interactive lecture demonstrations. In J. Wilson (Ed.). *Conference of the Introductory Physics Course* (pp. 69-86). New York : Wiley & Sons.
- TRIST, E. L. (1981). The sociotechnical perspective. In A. H. Van De Ven & W. F. Joyce (Eds.). *Perspectives on organization design and behavior*. New York : John Wiley & Sons.
- VIVET, M. (1981). Apprentissage autonome, sur un usage de la technologie informatique dans l'éducation, Annexe du rapport Simon, *l'Éducation et l'Informatisation de la Société* (pp. 201-210). Paris : La documentation française.
- VIVET, M. (1989). Robotique pédagogique ! Soit, mais pour enseigner quoi ? In *Actes du premier congrès francophone de robotique pédagogique*. Université du Maine, Le Mans.
- VYGOTSKY, L. S. (1978). *Mind in Society*. Cambridge, Ma. : Harvard University Press.



# UNE COLLABORATION ENTRE ENSEIGNANTS ET ARTISANS EN GUINÉE POUR CONTEXTUALISER LA CHIMIE

Alfa Oumar Diallo  
Claudine Larcher

*Ce travail envisage une collaboration entre les enseignants de collège et les artisans ou techniciens locaux guinéens dont l'activité peut s'inscrire dans le domaine de la chimie. Les enjeux ne sont pas explicitement ceux d'une formation professionnelle à l'une ou l'autre de ces activités ; ils s'inscrivent dans une perspective d'éducation scientifique et d'éducation à l'environnement en référence à un contexte social.*

*C'est le problème de l'acceptabilité et de la faisabilité d'un tel projet de partenariat qui est ici posé et qui se poserait de la même façon dans une perspective d'enseignement professionnel. L'acceptabilité est évaluée auprès des acteurs concernés. L'analyse des pratiques sociales des professionnels et des discours qu'ils produisent sur leurs pratiques permet d'identifier ce qui dans un contexte scolaire peut être utilisable tel quel, ce qui est à retravailler en classe pour une évolution de formulation ou de structuration et ce qui est à reconstruire pour plus de conformité avec un savoir scientifique. Quelques activités testées en conditions réelles sont ensuite proposées.*

## 1. UN ENJEU POUR L'ÉDUCATION SCIENTIFIQUE

La plupart des macro-programmes de l'UNESCO (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization) ont pour ambition le large développement d'une science "utile" ancrée sur le quotidien et le milieu des élèves, visant à former des hommes acteurs et citoyens avertis.

C'est un enjeu important de l'éducation scientifique au collège. Mais cette ambition a du mal à s'opérationnaliser et seules des applications ponctuelles en technologie et en éducation de l'environnement se sont développées dans ce cadre.

En effet, en Guinée Conakry, les collèges publics sont caractérisés par des effectifs importants (soixante élèves en moyenne pour une classe de 7<sup>e</sup>, c'est-à-dire pour les élèves de 12-13 ans, quarante pour une classe de 10<sup>e</sup> où les élèves sont un peu plus âgés), des locaux vétustes, un manque de matériel, d'équipement de laboratoire et de moyens financiers. Ce contexte fait perdurer un enseignement assez théorique et formel même si les programmes d'enseignement affichent une volonté d'ancrage dans la vie courante. Il y a inadéquation entre d'une part les moyens disponibles (matériels et pédagogiques) et les pratiques habituelles des enseignants et d'autre part les finalités affichées et les compétences attendues.

la chimie dans la  
classe : de quoi  
parle-t-on ?

La chimie qui nécessite un matériel “*qu’il est impossible de bricoler de façon satisfaisante*” (D. Layton, 1988) et qui doit donc, comme les produits chimiques, être importé et payé en devises, souffre plus particulièrement d’une absence cruciale de référent empirique. De plus, les programmes prévoient de longues périodes de travail des concepts (D. Layton, 1988) et reportent donc à une date ultérieure le lien avec la vie courante.

## 2. UNE PLACE POUR LES PRATIQUES SOCIALES QUI RELEVENT DU DOMAINE DE LA CHIMIE

Nous avons choisi d’explorer la possibilité d’un partenariat entre enseignants du collège et artisans ou techniciens présents dans l’environnement immédiat des élèves en Guinée Conakry et dont l’activité constitue une “pratique sociale” (J.L. Martinand, 1986). Familière, ou en tous cas accessible, leur activité peut offrir un référent empirique, et des savoirs et savoir faire spécifiques même si ces professionnels n’inscrivent pas eux-mêmes leur activité dans un champ disciplinaire.

Rappelant soit leur origine soit leur aspect opérationnel, divers termes ont été utilisés pour désigner les savoirs dont disposent les praticiens et que R. Samurçay (1992) définit par “*des connaissances construites par l’action et qui sont en général spécifiques à des situations contextualisées, personnalisées*: savoirs d’expérience, connaissances par l’action pour R. Amalberti (1991), savoirs-en-actes, connaissances-en-actes, pour G. Vergnaud (1990), J. Rogalski et R. Samurçay (1994), A.S. Schön (1994).

J.L. Martinand (1992) distingue dans “*réfèrent empirique*” trois composantes : la “*phénoménotechnique*” (connaissance des règles de montage, des conditions de sécurité, de savoir-faire instrumentaux mis en œuvre pour réussir les manipulations), la “*phénoménographie*” (description initiale des phénomènes relevant d’une certaine conceptualisation antérieure) et la “*phénoménologie*” (description seconde d’un référent en termes de concepts, de modèles ou théories partagées).

Pour le choix des professions, nous avons pris en compte trois critères : des pratiques sociales accessibles, en relation avec les programmes en vigueur et susceptibles d’offrir une variété de référents empiriques. En fonction de ces critères, nous avons identifié dix pratiques sociales composées de six pratiques artisanales (forgeron-orfèvre, charbonnier, chargeur de batterie, salinier, savonnier et bouilleur), d’une pratique industrielle (plasticien), d’une pratique domestique (cuisinière), et de deux pratiques techniques (technicien des eaux de consommation et technicien des eaux minérales dont le statut est différent des autres). Dans chaque corps de métier quelques professionnels ont été interviewés sur leur lieu de travail ; ils ont montré et décrit leur activité.

des pratiques sociales qui peuvent offrir un référent

Quelques activités ont été élaborées et testées avec des classes. Il s'agit de faire des propositions réalistes autant que pertinentes, qui puissent être mises en œuvre dans le contexte guinéen.

### **3. L'ACCEPTABILITÉ ET LA FAISABILITÉ D'UN TEL PROJET**

Une précaution s'imposait : s'assurer *a priori* de la potentialité de réussite de ce projet auprès des acteurs concernés par cette collaboration inhabituelle. Des entretiens avec des enseignants et avec des professionnels ont permis de tester l'acceptabilité d'un partenariat et la compatibilité des pratiques avec un souci actuellement majeur à l'échelle nationale : le respect de l'environnement. L'ouverture vers les professionnels, qu'ils soient artisans, techniciens ou industriels, ne doit pas venir entraver le projet d'éducation à l'environnement.

un projet de collaboration entre enseignants et artisans est-il viable ?

Les professionnels sont pensés dans ce projet non seulement comme donnant à voir mais aussi comme donnant à écouter. Un repérage a été fait de ce qui pouvait être donné à voir en référence aux programmes (objets, phénomènes, techniques et gestes relevant de la phénoménotechnique). L'analyse des discours des artisans sur leurs pratiques distingue dans la phénoménographie ce qui est approximativement valide, descriptif de l'action, et ce qui est "*incompatible avec les connaissances scientifiques*", le terme "*non valide*" étant évité s'agissant de discours sur des pratiques effectives. Les ouvertures que peuvent apporter les techniciens dont le discours relève d'une phénoménographie mais aussi d'une phénoménologie ont aussi été repérées.

Les professionnels avec qui les entretiens ont été menés sont considérés comme représentatifs dans le discours qu'ils produisent sur leur pratique.

#### **3.1. L'acceptabilité par les enseignants**

Le faible nombre d'entretiens menés ne permet pas de généraliser des propos mais donne une idée de la diversité des points de vue et de leur évolution possible.

Plusieurs points de vues contrastés sont en effet exprimés par les enseignants interrogés en ce qui concerne l'éventualité de collaborer avec des artisans pour faire construire des connaissances de chimie contextualisées et opérationnelles.

L'idée d'un recours aux pratiques sociales n'est pas considérée d'emblée comme irrecevable.

Certains n'y ont pas pensé mais ne refusent pas l'idée : "*Je n'ai jamais pensé à cela. Jamais*". Ils citent des activités qui peuvent servir de référent empirique dans le cadre des programmes : "*la vulcanisation du caoutchouc (où on utilise le*

soufre), la chaudronnerie (où l'acétylène  $C_2H_2$  est utilisé dans le chalumeau)".

Conscients du caractère trop théorique de l'enseignement, ils sont prêts à collaborer, avec l'idée que les savoir-faire des professionnels et les savoirs académiques des enseignants peuvent se compléter : "Bon, moi qui ne fais que la théorie, eux, qui ont toujours pratiqué, on peut se donner des idées". Quelques-uns essaient déjà de tisser des liens : "Je cite des fois certains métiers ou certains matériels ou matériaux utilisés par ces opérateurs. Donc, je pense qu'ils apportent un savoir complémentaire au savoir que je donne en classe".

La relation temporelle envisagée est plus fréquemment "théorie → référent empirique" que "référent empirique → théorie".

Un enseignant perçoit des enjeux plus larges à cette collaboration : "Ces deux savoirs peuvent être complémentaires... parce que c'est une question de découverte de l'autre...". Il envisage immédiatement différentes pratiques qui peuvent servir de référent empirique pour les élèves : "... la préparation du savon, la préparation de la potasse. Il y a des plantes aquatiques là qu'elles font couper et sécher, après, elles brûlent".

Un autre point de vue moins positif est aussi développé quoique de façon plus marginale : une négation de savoirs professionnels : "...eux, ils ne savent pas que ce qu'ils font, ..., ils font de manière routinière...".

chacun sa place  
mais pourquoi  
pas ?

Entre ces deux extrêmes, des points de vue désignant la place de chacun sont exprimés : les enseignants développent la théorie qu'ils sont censés maîtriser et les praticiens apportent la pratique dont ils sont détenteurs. Il y a une reconnaissance de compétences, ou même de savoirs, mais qui est supposée devoir passer par les enseignants pour être transmise : "Leurs techniques, leur façon de faire nous intéressent. Ça nous intéresse... Ils peuvent le faire en ignorant ce qu'ils font ; mais nous, nous pouvons chercher à donner des explications à cela... Bon", "On peut approcher ces gens-là, leur demander ce qu'ils font, ils peuvent nous expliquer même si on ne pratique pas, ils peuvent nous expliquer...". Le "donner à voir" est sans doute mieux accepté que le "donner à écouter".

peut être même  
pourrait il y avoir un  
apport  
réciproque ?

Cependant la collaboration reste à construire. Quelques enseignants soulignent la nécessaire préparation d'une telle collaboration : "Ça a toujours un aspect positif, bien sûr, ça demande une démarche préliminaire, celle de la sensibilisation des parents".

De fait, les points de vue ont souvent évolué d'un bout à l'autre de l'entretien. Si l'idée est nouvelle et repoussée d'emblée, elle fait ensuite son chemin et devient acceptable : "... Donc, on doit enlever tout complexe en nous et aller vers eux...". Une première approche est envisagée : "Ces gens-là, ils font la teinture. On peut aller vers eux, ils peuvent nous

*apprendre... Ils peuvent nous apprendre... et après la classe, on peut nous-mêmes... nous pouvons, nous-mêmes chercher à... à pratiquer*” tenant compte des contraintes matérielles : *“Si les moyens même nous permettent, parce qu’ils ne le font pas en ville (le recueil du sel et la teinture), on peut se transporter sur leurs lieux là-bas et je crois que cela est beaucoup plus pratique encore”*.

Cette collaboration n’est donc pas globalement rejetée. Ce n’est parfois pas seulement une référence qui est souhaitée : *“...cette matière qui est pratique devrait avoir des relations avec la technologie que les parents ou la population pratiquent... en famille”*, mais aussi une relation de continuité sociale : *“J’aurais souhaité que les professeurs après avoir suivi les activités pratiques des parents qui sont un certain trait... avec les programmes...”*.

Une réciprocité des apports du partenariat enseignant/artisans est même évoquée. : *“... dans la mesure où ces parents, ne sachant pas les aspects scientifiques de ce qu’ils font, enregistrent des fois des pertes, qu’ils n’auraient pas dû faire s’ils connaissaient ce qu’il fallait faire de façon scientifique...”*.

### **3.2. L’acceptabilité par les professionnels**

Les professionnels, artisans, techniciens, ont aussi leurs idées sur l’apprentissage, sur l’enseignement et sur ce qu’ils peuvent apporter en tant que praticiens dans un éventuel partenariat avec l’école sur la base de leurs compétences.

Notons que les entretiens ont été réalisés dans différentes langues usuelles en Guinée Conakry et que les traductions en français tentent de rendre compte des distinctions perçues oralement.

ils ont appris  
en regardant,  
en pratiquant,  
un peu chaque  
jour

Pour la plupart des artisans, on apprend en regardant comment on fait, il suffit de voir. C’est comme cela qu’ils ont appris, auprès des “parents” le métier qu’ils pratiquent : *“À force de te faire engueuler tu finis par faire ce qu’il y a à faire sans qu’on te le dise deux fois, et sans te gourer”* (paludier).

Ils se sont “fait une mémoire” dans un apprentissage “par frayage” suivant les formules de G. Delbos et P. Jorion (1990).

*“Il suffit de voir, pour moi. De suivre un peu. À force de voir, régulièrement, on peut faire la cuisine”*, Mais il faut aussi pratiquer *“... C’est très très important, parce qu’au fur et à mesure qu’on pratique, ça devient plus facile, quoi...”*.

La parole, l’explicitation ne sont pas forcément considérées comme utiles : *“Mes jeunes frères peuvent entreprendre une action et la mener jusqu’au bout sans poser les mêmes questions que vous : Comment fait-on ceci ? Comment fait-on cela ? Et pourquoi ceci ? Et pourquoi cela ? Ils ne s’intéressent pas à ça. Peut-être parce qu’ils n’ont pas besoin de cela.”*

L'importance de la pratique est telle que pour certains l'école n'apparaît pas nécessaire pour apprendre : "...Il ne suffit pas d'aller à l'école pour être une bonne cuisinière. Parce qu'on a eu des parents, des grands-parents qui ont toujours très bien fait la cuisine et n'ont jamais été à l'école". D'autres perçoivent l'ouverture que peut apporter l'école : "Je regrette beaucoup de n'avoir pas été à l'école. parce que pour certaines choses qui me préoccupent je ne peux prendre aucune initiative personnelle" (forgeron-orfèvre).

Un partenariat semble cependant envisageable du point de vue des artisans sous certaines conditions : "Il faudrait que vous y alliez avec vos outils de travail et que vous leur montriez comment vous travaillez, sinon, ils ne comprendront rien..."

Ils sont d'accord pour expliquer avec patience leur pratique aux élèves qui viendraient leur demander ce qu'ils font : "C'est celui qui ne sait pas qui s'énerve. Si tu enseignes un enfant, tu ne dois pas t'énerver contre lui..." (forgeron-orfèvre).

le respect de  
l'environnement ?  
une  
préoccupation  
pas toujours  
partagée

Le technicien des eaux de consommation utilise ce qu'il a appris à l'école : "Les problèmes de concentrations, y a le problème de quantité d'eau, je fais souvent recours, je fais souvent recours à nos cours et également au niveau comment dirais-je ? ... de l'étude du pH..." Mais il est conscient des acquisitions post scolaires : "... le traitement des eaux, c'est un travail très délicat parce qu'on ne peut pas tout connaître en un seul jour. Plus on dure dans la matière... Chaque jour, on apprend...". Ce sont les situations auxquelles il est confronté qui le font progresser : "parce que... bon, il arrive de ces moments, en face de toi, tu as des complications, tu te dis pourquoi ça ?". Ses acquisitions de connaissances ne semblent pas résulter d'une interaction avec d'autres personnes : "Là, avec la patience, la persévérance, petit à petit, en tout cas chaque jour, tu as la chance de découvrir quelque chose..."

Pour la collaboration envisagée, il se place dans une perspective d'apport supplémentaire par rapport à l'enseignant : "Je dirais... y a une possibilité, bon... tout en faisant recours à... à son cours, ce qu'il fait, bon... et parce que je suppose qu'au niveau du collège, là on a déjà des notions élémentaires de la concentration, ... qu'est-ce que la concentration d'une solution."

### 3.3. Les professionnels et l'environnement

En ce qui concerne la protection du milieu de vie, les professionnels rencontrés n'en ont pas tous le même souci.

Certains professionnels (comme celui qui récupère les métaux sur les carcasses de véhicules hors d'usage ou celui qui recycle les sandales plastiques) ont la récupération comme base de leur activité : "Si on a des déchets, il y a trois broyeurs qui broient les déchets pour qu'on les travaille. On ne produit pas de déchets" ...à 100 %, on recycle tout (plasticien) ou : "s'il y a des véhicules qui tombent nous pouvons

*les 'manger' jusqu'à ce que rien ne reste, parce que même les 'arsö' peuvent être utiles dans des travaux spéciaux (forgeron). Ils contribuent pourtant aussi à la dégradation de l'environnement sur d'autres aspects : ils utilisent le charbon de bois comme combustible de chauffage et rejettent dans la nature ce qui ne peut plus leur servir : "une fois que c'est jeté, c'est fini. On n'en parle plus" ; les machines qu'ils utilisent produisent parfois une nuisance sonore importante dont ils témoignent : "Ça nous dérange quand même. Ça nous dérange..."*

emmener  
les élèves voir  
c'est aussi les  
emmener écouter

Certains ne se sont jamais interrogés sur l'impact de leur activité sur l'environnement : *"On les jette à la poubelle. Après ? Je ne sais vraiment pas !... Je n'en ai jamais pensé"* (cuisinière). D'autres (forgeron orfèvre) se sentent contraints de ne pas en tenir compte pour conserver leur activité : *"En réalité, ce qui est important pour nous, c'est le charbon. Il ne nous arrive vraiment pas de calculer ces situations-là... parce que nous ne voyons aucun autre moyen pour travailler les métaux..."*. Les charbonniers ont dans leur tradition professionnelle des pratiques qui préservent l'environnement : ils choisissent les arbres à abattre selon trois critères : le statut (arbre non protégé par la législation ou par les tabous), l'utilité (arbre non fruitier) et sa nature (arbre à texture épaisse). Ce dernier critère est essentiel dans le choix, car : *"... la qualité du charbon dépend de la nature de l'arbre"*. Ils essaient de gérer les ressources naturelles en fonction de leurs besoins : *"C'est un problème de procédure, lorsqu'on abat un arbre ici, le prochain on doit l'abattre plus loin"*.

Ceux-là même qui ont en charge la protection de l'eau ne sont pas forcément sans reproche en ce qui concerne leur impact sur l'environnement. L'entreprise pollue par les fuites gazeuses, la poussière et les rejets : *"On ne fait pas de recyclage... c'est rejeté. Nous, nous sommes "commerciale", pour le moment, certes que ça viendra mais pour un départ, on n'a pas les moyens..."*

#### **4. L'ANALYSE DES PRATIQUES PROFESSIONNELLES**

Nous présenterons ci-dessous sur quelques exemples de pratiques, plus ou moins éloignées des savoirs scolaires, ce qui peut constituer un référent empirique (c'est ce dont le professionnel se sert, ce qu'il fabrique et que l'élève peut toucher, sentir, observer, imiter : outils/instruments, substances, phénomènes), et ce que les professionnels peuvent apporter comme savoirs valides (les gestes, les techniques, les savoir-faire, les savoirs d'action, les savoirs d'usage, les règles de sécurité) ; les professeurs du collège ne disposent pas toujours de ces savoirs et ne peuvent alors en apprécier la pertinence en référence à la chimie qu'ils enseignent.

Le discours des professionnels sur ces savoirs n'est par contre pas toujours valide. Nous avons donc distingué ensuite d'une part ce qui est "à reprendre" en classe afin d'en rendre le sens plus net, plus précis, plus correct, mieux établi, mieux relié à d'autres savoirs et d'autre part ce qui est incompatible avec le savoir scientifique. Ainsi les bribes d'interprétation, de discours sur l'action peuvent servir de point de départ à des interrogations plus structurées. Mais les propos holistes, ou relevant d'un autre ordre de pensée que les sciences, constituent une part de discours qui va devoir être remplacée par une autre interprétation du monde, qui n'a rien à voir, et qu'il faudra se donner les moyens de faire distinguer.

#### **4.1. Ce que les pratiques professionnelles peuvent apporter**

Nous présenterons l'exemple des charbonniers, dont les compétences ne sont pas reliées à un savoir scolaire mais qui offrent un référent sensible et des gestes interprétables en classe dès le début du collège, l'exemple des orfèvres qui apportent à la fois un référent riche non disponible en classe et des techniques valides interprétables dans le cadre des programmes scolaires et l'exemple des techniciens des eaux de consommation dont les connaissances sont beaucoup plus proches des savoirs visés par l'institution scolaire et qui peuvent leur donner une dimension nouvelle.

##### **• Les charbonniers**

une question  
non scolaire :  
comment faire une  
combustion  
incomplète ?

Les charbonniers réalisent une combustion incomplète pour fabriquer le charbon de bois. Le respect scrupuleux de directives aboutit à un processus réussi. Un processus raté : "C'est lorsque le travail n'a pas été bien fait..." correspond à une combustion complète à l'issue de laquelle il n'y a plus que des cendres. Comme les opérateurs des hauts-fourneaux (R. Samurçay, 1992), les charbonniers possèdent des savoirs de contrôle et d'appréciation directs du fonctionnement du four en se basant sur l'épaisseur du rideau de fumée : "...si tout va bien, le four disparaît derrière un écran de fumée qui est très épais", sur l'estimation de la durée d'incinération : "Normalement, si on met le feu à cette heure-ci, d'ici à 18 heures ou à 19 heures précises, disons 19 heures, où le charbon, si le charbon doit se réduire en cendres, ce sera déjà fait. Passée cette heure, vous trouverez que tout est transformé en cendres".

##### **• Les forgerons-orfèvres**

reconnaître  
les métaux

Les forgerons-orfèvres fabriquent des houes, des couteaux, des machettes, des ustensiles : "Moi, j'utilise ici quatre types de métaux : le métal noir, le cuivre rouge, l'aluminium, le métal blanc qui ne noircit pas et qu'on appelle nickel. Je travaille tous

ces métaux-là”, Ils utilisent aussi l’acier qu’ils appellent “rezor”. Ils disposent d’outils pour travailler les métaux : pinces, creusets, soufflets, marteaux, filières, etc. Ils utilisent des substances chimiques variées telles que acide nitrique, acide sulfurique, acide chlorhydrique, hydroxyde de sodium, gazoil. C’est tout un ensemble d’objets et de substances non disponibles en classe qui peuvent ici être observés, identifiés, repérés, voire manipulés.

Les forgerons orfèvres disposent par ailleurs de gestes, de techniques, de catégorisations.

et les utiliser  
comme il convient

Ils savent reconnaître des métaux à l’œil nu et/ou au toucher : *“Lorsque nous voyons l’aluminium nous pouvons le reconnaître. Si nous l’observons et le touchons, nous pouvons savoir de quel métal il s’agit”* ou encore par un test de rayure : *“Lorsque nous rayons le métal, nous pouvons connaître sa couleur et l’identifier en même temps”*. Ils identifient le fer avec un aimant : *“Lorsque vous approchez un métal de ces pierres, l’aimant les prend”*. Ils savent classer les métaux suivant leur résistance au choc, leur malléabilité : *“Certains métaux, ils sont très gros mais lorsque vous les utilisez par exemple pour couper cet arbuste qui est là, ils se tordent. Il y a certains aussi, quelle que soit la maturité de l’arbre, ils peuvent le couper sans se tordre”*, leur dureté. Ils pratiquent l’extraction dans un bas fourneau traditionnel (le soulou), le chauffage qui rend les métaux malléables, la trempe qui les rend résistants au choc, la séparation par attaque acide et décantation : *“C’est la méthode que nous utilisons pour séparer l’or et l’argent... Mais dans ce cas, vous devez mettre beaucoup d’acide dans un récipient en plastique ; comme le cas de cette baguette de cuivre, vous mettez vos bijoux en or là-dedans et ajoutez de l’acide’. Vous allez laisser l’acide’ croquer les bijoux pendant un certain temps puis vous allez ajouter de l’eau. Si vous ajoutez un peu d’eau, l’eau aussi va croquer les bijoux... C’est là que les bijoux vont être croqués jusqu’au lendemain. Et si vous revenez le matin, vous trouverez que l’or est en bas et l’argent en haut. Lorsque vous inclinerez le récipient, l’argent s’écoulera et l’or restera au fond du récipient parce que l’or est plus lourd que l’argent”*. Le test à l’acide leur permet de distinguer entre or et cuivre : *“Si quelqu’un nous dit qu’il a de l’or, que ça soit vrai ou faux, si vous rayez avec ça et que vous mettiez cet acide’ sur la trace, l’acide’ peut vous faire savoir si c’est du vrai ou du faux. Si ce n’est pas de l’or, il efface complètement la rayure... Si on a mélangé de l’or et du cuivre, dès que vous rayez, il va rester une petite trace dont la profondeur sera fonction à la quantité d’or contenue dans le métal en question”*.

Les forgerons-orfèvres disposent de règles d’usage pour le maniement des acides : *“Pour travailler avec de l’acide, il faut utiliser une baguette métallique, une baguette de cuivre...”,* pour les conserver *“dans un récipient en plastique”*.

Certains de ces savoirs sont difficilement explicitables et relèvent d’une habitude : *“Lorsque nous rayons le métal, nous*

*pouvons connaître sa couleur et l'identifier en même temps*". Pour d'autres c'est le langage des savoirs d'action qui est ici utilisé : voilà comment on fait. La complémentarité est ici évidente avec l'enseignant qui a en charge l'apprentissage des concepts qui rationalisent ces gestes.

### • **Le technicien des eaux de consommation**

Le technicien de laboratoire des eaux de consommation traite l'eau de rivière par des procédés physico-chimiques pour la rendre potable.

Il utilise la chaux ou les carbonates mais aussi le chlore, l'acide chlorhydrique, l'hypochlorite de calcium. Il mesure le pH, la température, la teneur en matières organiques, la dureté. Il met en œuvre des techniques de séparation : décantation, coagulation, floculation, stérilisation à grande échelle : *"En tête de traitement, on fait une fausse chloration. Ces ouvrages servent à ça."* Son langage est précis et met en jeu tout un ensemble de concepts. Ces concepts sont objectivés (N. Evrard, 2001) dans une pratique professionnelle particulière. Au delà de cette mise à disposition d'un référent empirique, le technicien des eaux explicite des démarches : *"C'est pour nous permettre de connaître la qualité de l'eau que nous recevons afin qu'on puisse... pour élaborer un schéma de traitement."*, *"Et suite à ces différentes déterminations, bon... on procède à des essais de laboratoire"*. Il indique les apports des tests, les choix qui en découlent, les moyens de contrôle, le tout en référence à un cahier des charges organisant son activité.

Ses connaissances théoriques sont proches de celles de l'enseignant, mais elles sont au service d'une activité précise, socialement utile, avec des contraintes économiques, administratives. Expert dans un domaine précis, il peut également donner une image large d'une pratique technique, codifiée par la législation.

l'eau qu'on boit  
c'est tout un  
programme...

Il conçoit l'eau comme matière première et produit chimique : *"... l'eau est une ressource naturelle qui contient des éléments chimiques"* mais aussi comme une denrée commercialisable. Il indique les moyens de vérification qu'il utilise et les procédures administratives qui régissent son activité : *"... chaque mois, nous recevons un rapport du laboratoire central parce que, dès que ça va pas, ils sont là ; dans leur rapport, ils mentionnent. Là, ils envoient au Ministère de la Santé, le Ministère de la Santé, à son tour, envoie à notre département de tutelle de l'Energie et du Ministère, ça vient à la Direction. Pour ce qui est de la qualité, il y a aucun problème"*. Il introduit la notion de norme : *"Là, je dirais que l'eau, elle doit subir un traitement... un traitement, afin qu'elle puisse être dans les normes de potabilité. Il faut que cette eau soit potable et elle ne doit pas, comment ?... causer des sales maladies"*.

Il parle aussi de la protection du personnel et des précautions prises : *"Ce n'est pas facile, mais néanmoins on a des*

masques pour ça” et “on procède à une injection du chlore gazeux sous une bâche” ainsi que de la protection des infrastructures : “...en dernière étape, on a ce qu’on appelle la neutralisation, parce qu’il faut chercher à amener l’eau à l’équilibre calcio-carbone, c’est dans le cadre de la protection, de nos ouvrages, la conduite”.

On rencontre chez les autres professionnels d’autres substances, d’autres outils, d’autres gestes, savoir faire, techniques opérationnels pour un usage déterminé identifiable par les élèves.

#### 4.2. Des savoirs “à reprendre”

Dans la perspective d’une place à accorder aux professionnels qui ne soit pas seulement une place muette, le discours que produisent les artisans sur leurs pratiques est à analyser avec précaution. Les exemples donnés ci-dessous pour les charbonniers et les forgerons orfèvres sont considérés comme caractéristiques et non pas exhaustifs des discours qu’il sera nécessaire de “reprendre”, qu’on ne peut pas laisser considérer comme valides par les élèves,

##### • Les charbonniers

Les charbonniers distinguent “le gaz pour le feu” et “le gaz pour la respiration”, gaz identiques d’un point de vue chimique (dioxygène) : “Le gaz pour allumer le feu est plus puissant, il est plus fort que le gaz nécessaire pour la respiration. C’est pour cela que le bois brûle plus rapidement sinon il ne peut pas brûler... Normalement ce gaz-là se promène, il fait le va et vient”. On retrouve cette absence de distinction entre nature et débit du gaz chez les forgerons-orfèvres.

##### • Les forgerons-orfèvres

un langage imagé  
à rendre  
compatible avec  
le discours  
scientifique

Si les termes utilisés sont ceux du contexte scolaire (métal, acide, soude, etc.), les idées développées sont parfois à reformuler ; il en est ainsi par exemple des propriétés et usages de l’acide “itrik” évoqués par les forgerons orfèvres : “...l’acide ‘itrik’, lorsqu’on doit l’utiliser, il faut le réveiller”. “c’est un acide qu’on emploie pour brûler les métaux”. Cet acide pour être utilisé doit en effet être activé à l’aide d’une baguette de fer ; il est employé pour décaper le cuivre afin d’en raviver la couleur. La réaction s’accompagne d’un dégagement gazeux qui rappelle la fumée.

“La soude qui croque les saletés” est une formule qu’il faudrait remplacer par : la soude caustique réagit avec les substances organiques telles que huile, graisse, coaltar qui se sont déposées sur les bidons ou fûts récupérés par le forgeron-orfèvre pour ses travaux.

“Celui-ci (l’acide sulfurique) ne nous est pas utile, il n’a aucune force”. Le terme de “force” ici employé serait à resituer par rapport au concept scientifique de force des acides.

### 4.3. Des savoirs "à remplacer"

Quelques propos sont incompatibles avec le discours scientifique même si certains ont eu leur temps de validité au cours de l'histoire de la chimie.

L'école a en charge leur modification dans une perspective de sécurité ou dans une perspective de clarification conceptuelle. L'école devra être le lieu de leur repérage et de la mise en place d'un processus de remplacement d'une façon de pensée traditionnelle, portée par le discours quotidien, par des interprétations plus unifiées utilisant des concepts scientifiques. Nous en donnons ici quelques exemples.

#### • Les charbonniers

Les charbonniers ont affirmé que : *"la fumée du four ne présente aucun danger"*. En fait elle est irritante et susceptible de contenir des substances nocives. Ils ont par contre conscience du danger que représente le gaz monoxyde de carbone : *"Lorsque l'autre 'gasse' attrape quelqu'un, si l'autre 'courant' prend quelqu'un, ça retire même la respiration de l'intéressé et il ne peut même plus respirer. C'est la chose-là qui a plus de force"* ou encore : *"Lorsque ça chauffe très bien ça devient comme du 'courant'". Ça prend. Toute la maison est devenue du 'courant', ça chauffe uniformément. Lorsque ça chauffe, c'est ce qui devient comme du 'courant' et attire l'âme de l'intéressé"*. Le gaz ainsi repéré peut effectivement conduire à la mort mais l'absence de distinction entre gaz, chaleur et courant vient heurter la construction de concepts en cours d'acquisition au collège.

#### • Les forgerons-orfèvres

On retrouve chez les forgerons-orfèvres des explications sur leurs pratiques qui sont également éloignées du discours scientifique et il faudrait en classe reconstruire une autre conceptualisation du phénomène mentionné. Comme les charbonniers, les forgerons-orfèvres ont une conceptualisation des gaz incompatibles avec la chimie. À la fois ils distinguent des gaz semblables (ils considèrent que le gaz nécessaire à la combustion et celui que l'homme respire : *"Ce n'est pas la même chose"*) et assimilent des gaz différents (*"le gaz qu'on fait sortir du ventre, le gaz qui se trouve dans un ballon, le gaz qui se trouve dans le congélateur aussi, c'est du gaz qu'il y a dedans, tout cela c'est la même chose"*). Ils envisagent aussi des transformations irréalisables telles que : *"c'est la soude qui se transforme en acide"*. Ils affirment : *"le plomb, ce n'est pas un métal, il est comme l'étain de batteries"* ce qui cumule une erreur de classification métaux/non métaux et une erreur d'identification de ce que contient une batterie ou bien : *"vous savez que l'aimant c'est du courant"* qui mélange des phénomènes et des concepts.

Les discours de type anthropomorphiques sont également présents : *"l'eau ordinaire, non seulement le refroidit (le métal)*

des distinctions qui ne sont pas les mêmes que celles que font les scientifiques

*mais étanche sa soif*” ou bien : *“le nickel si vous le mettez dans la terre aussi longtemps que vous le désirez, la terre ne le mange pas”* qui rend compte de l’absence d’apparition de rouille sur ce métal contrairement au fer.

On retrouve chez les autres artisans les même types d’incompatibilités avec le discours scientifique : classification *ad hoc* par rapport à un usage particulier, transformations impossibles, confusion lexicale ou conceptuelle, anthropomorphisme.

## **5. QUELQUES PROPOSITIONS D’ACTIVITÉS DE CLASSE**

Chaque visite des élèves chez les artisans est cadrée par une fiche qui guide l’observation. Le travail en classe consiste à mettre en commun les informations recueillies et à les discuter. L’enseignant doit être garant de la validité des énoncés. Compte tenu des analyses précédentes, un travail de reformulation ou bien suivant les cas de réinterprétation approfondie est donc à mener sous la responsabilité de l’enseignant.

des activités  
testées dans le  
contexte actuel

Certaines activités ont été menées sur la base de plusieurs visites à des corps de métier différents. Il en est ainsi d’activités portant sur la sécurité, sur les substances et sur les instruments de mesure.

Une table ronde sur l’environnement a également été organisée à laquelle étaient conviés des représentants de différents corps de métier.

Ces activités ont été testées avec des classes de façon à évaluer leur faisabilité pédagogique dans le contexte actuel de contraintes tant intérieures à la classe qu’extérieures.

Nous présentons ici des exemples de ces fiches remplies par un groupe d’élèves lors de l’expérimentation de différents types d’activités, à différents niveaux scolaires. Les fiches sont ici repérées par rapport à l’enjeu de connaissance en référence au programme scolaire. Elles témoignent d’un premier abord des élèves avec un référent empirique grâce à ce partenariat.

Elles ont, pour des raisons de lisibilité graphique après traitement de reproduction, été recopiées donc portent la même écriture.

La 7<sup>e</sup> est la première année du collège (les élèves ont entre 12 et 13 ans), qui se poursuit jusqu’en 10<sup>e</sup>.

### **• Étude de la soude caustique et de la saponification en 9 et 10<sup>e</sup>**

La visite au fabricant de savon a eu lieu après le cours “acides, bases, sels”.

Les élèves ont eu à observer la fabrication artisanale du savon pour repérer les substances et distinguer les phases.

• **Étude des métaux en 9<sup>e</sup>**

Après le cours sur les métaux, la visite à la forge permettait d'apprendre à identifier quelques métaux usuels. Les élèves regroupés par cinq ont pu manipuler les métaux, effectuer divers tests et distinguer les métaux, repérer leurs usages.

Une mise en commun a permis de constater des réponses différentes et de discuter pour élaborer une fiche de synthèse (document 1).

• **Étude du traitement de l'eau potable en 8<sup>e</sup>**

La visite au centre de traitement des eaux a eu lieu après que les élèves aient "vu" (selon l'expression habituelle des enseignants) le cours "l'eau et l'hydrogène".

des élèves plus impliqués

Consigne donnée aux élèves : *"L'eau qui coule à la borne-fontaine est une eau de rivière traitée afin d'être mise à la disposition du consommateur. Quels sont les étapes, les mesures et les produits chimiques utilisés dans cette opération ? C'est ce que nous allons tenter de découvrir en nous rendant à la station de traitement"*. La fiche distribuée modélisait le processus en différentes étapes se déroulant dans des lieux différents (bassins) que les élèves devaient identifier au cours de la visite guidée par les techniciens.

Le document 2 reproduit une fiche remplie par un groupe d'élèves.

• **Étude de quelques règles de sécurité dans la manipulation des produits chimiques en 7<sup>e</sup>**

Les élèves ont tout d'abord rempli la grille d'observation correspondant aux professionnels qu'ils visitaient. Le document 3.1. donne l'une de ces fiches remplie par un groupe d'élèves lors de la visite au forgeron.

Le rapporteur de chaque groupe a ensuite, en classe, exposé oralement les résultats de l'enquête afin que chacun prenne connaissance des règles de sécurité en vigueur dans les autres professions. Puis des discussions ont été organisées entre les élèves pour les aider à prendre conscience de la multiplicité des risques, des dangers des usages des "produits chimiques", des règles de sécurité et des moyens de protection utilisés par les professionnels. Cette discussion a débouché sur une fiche de synthèse (document 3.2).

• **Éducation à l'environnement**

La discussion avec les différents professionnels et la comparaison de leurs pratiques a aussi conduit à la production collective en classe de 8<sup>e</sup> d'une fiche de synthèse sur les combustibles (document 4)

Des discussions sur la protection de l'environnement ont ensuite été organisées.

• **Étude des mesures et instruments en 7<sup>e</sup>**

une chimie plus  
abordable  
et un lien social  
consolidé

C'est ici aussi une mise en commun d'observations de différents groupes d'élèves en visite chez des professionnels différents qui donne lieu à une mise en commun pour distinguer les substances concernées par ces mesures, les grandeurs mesurées, les instruments utilisés. Au delà de la désignation, les élèves avaient à dessiner les instruments et à décrire la façon de les utiliser (document 5).

Dans cette première classe de collège, les visites étaient ainsi organisées pour repérer différents aspects de l'activité des professionnels et apportaient une base de références à exploiter en classe.

## **6. LE POINT DE VUE DES ÉLÈVES SUR CES PRATIQUES NOUVELLES D'ENSEIGNEMENT**

C'est un satisfecit général qui s'exprime, en réaction à un enseignement jugé trop théorique : *"on aimerait bien apprendre de cette façon au lieu d'apprendre la théorie en classe ; ça nous permet de voir et de bien comprendre"*. Le rôle de l'action personnelle est repéré : *"il n'est pas difficile de comprendre quand nous-même faisons les expériences"*. Différents statuts de connaissances sont différenciés : *"nous montrant certaines choses qui seraient difficiles à comprendre en théorie"*

L'ancrage dans la vie courante est apprécié : *"on apprend des choses importantes et peut être pratiquer un peu dans la vie courante"*

Enfin, l'interaction avec des personnes en activité professionnelle est valorisée : *"comprendre plus facilement car nous parlons avec des travailleurs occupés dans leur métier"* avec éventuellement une perspective d'activité future : *"on ne sait jamais, un jour on pourrait y travailler"*.

Fiche "élève" n°5

Collège : E.O. Toul  
 Classe : 9<sup>e</sup> année  
 Groupe n° : 5  
 Date : 21/06/99

Nom et prénom(s) des éléments du groupe :  
 1/ S.A. Tidjane Diello 2/ Adama M'niat  
 3/ F. Layon Camara 4/ Galimatus Diello  
 5/ Mariame Bah

les métaux / professionnels : forgerons-orfèvres

à partir des caractéristiques physiques et chimiques que vous allez recueillir pendant cette manipulation avec le forgeron, trouvez le nom du métal qui correspond à chacun de ces échantillons marqués de E1 à E7 qui vous sont présentés

échantillon	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
observez	noir	grise	noir	noir	noir	blanc grisâtre	grise
touchez	solide	solide	solide	solide	solide	solide	solide
soupelez	lourd	léger	léger	léger	léger	léger	léger
pliez	non	pliable	non	non	non	pliable	pliable
rayez avec une pointe d'acier	rayable	rayable	rayable	rayable	rayable	c'est rayable	rayable
approchez un aimant	ne prend pas	ne prend pas	ne prend pas	ne prend pas	ne prend pas	ne prend pas	ne prend pas
cherchez des traces de rouille	pas de traces	pas de traces	pas de traces	pas de traces	pas de traces	pas de traces	pas de traces
rayez et mettez de l'eau	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction
rayez et mettez de l'acide sulfurique	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction
rayez et mettez de l'acide nitrique (nitrique)	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction
rayez et mettez de l'acide chlorhydrique	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction
rayez et mettez de la soude	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction	pas de réaction
écrivez le nom de l'échantillon que vous avez identifié	le fer	alliage (acier)	le cuivre	le nickel	le fer	le métal	le manganèse
il sert à fabriquer quoi ?	des tôles des ferronneries	des bords des marmites	des bijoux	des pièces	des portes des fenêtres	des tôles	des balles des marmettes

qu'avez-vous retenu à la suite de cette visite ? cette expérience nous a permis de mieux assimiler les réactions des métaux avec les acides, de les comprendre par rapport à la théorie que pensez-vous de cette manière d'apprendre ? ce n'est pas difficile de comprendre quand nous même nous faisons l'expérience.

Document 1. Fiche de synthèse de l'étude des métaux en 9<sup>e</sup>

répondez aux questions posées dans cette fiche selon l'ordre (I), (II), (III), (IV), (V), (VI) et (VII)

Collège : E.O.I.	Nom et prénom(s) des éléments du groupe :
Classe : 8 <sup>e</sup> année	1/ Elhannou Salammou
Groupe n° : 1	2/ Mariama Cira Diello
Date : 31/08/09	3/ Omar Fathe Gilla

Professionnel : technicien des eaux de consommation/ traitement des eaux des Grandes Chutes

Eaux des Grandes Chutes contenant :

(I) bassin de réception

(II) bassin de coagulation-floculation

(III) bassin de décantation-filtration

(IV) bassin de désinfection

(V) bassin de stérilisation

(VI) bassin de neutralisation

(VII) bassin de stockage de l'eau potable

réseau de distribution

1 donnez la valeur des grandeurs mesurées dans le bassin de réception ?  
 pH = 6,5 température = 26°C dureté = 145 mg/l  
 CaCO<sub>3</sub>

2 à quoi vont servir ces mesures ?  
 Pour connaître le pH, le traitement de l'eau

3 qu'est-ce que le technicien met dans le bassin de coagulation-floculation ?  
 le sel sulfate d'alumine et de la chaux

4 pour faire quoi ?  
 Pour rassembler les particules suspendues dans l'eau et former les flocs de coagulation de l'eau

5 qu'est-ce que le technicien ajoute dans le bassin de décantation-filtration ?  
 le sable et l'hypochlorite de calcium

6 quel rôle joue ce qui est ajouté ?  
 rendre claire l'eau

7 qu'est-ce qui est retiré et jeté dans la nature ?  
 on y retire des déchets, les matières impures

8 donnez la valeur des grandeurs mesurées dans ce bassin ?  
 pH = 6,0 température = 26°C taux de chlore = 0,75 mg/l conductivité = 450 µg/l

9 qu'est-ce que le technicien met dans le bassin de désinfection ?  
 hypochlorite de calcium

10 pourquoi ?  
 Pour tuer les algues

11 donnez la valeur de la grandeur mesurée dans ce bassin  
 pH = 6,5

12 qu'est-ce que le technicien met dans le bassin de stérilisation ?  
 chlore au mg

13 quel est l'objectif visé par le technicien ?  
 tuer les petits microbes

14 qu'est-ce que le technicien met dans le bassin de neutralisation ?  
 hydroxyde de calcium

15 quel est le rôle de cette substance chimique dans ce bassin ?  
 pour protéger les muets de l'eau

16 donnez la valeur des grandeurs et les caractéristiques testées dans le bassin de stockage ?  
 pH = 7,5 température = 26°C couleur = incolore  
 odeur = inodore  
 saveur = sans saveur

17 à quoi ces tests servent-ils au technicien ?  
 pour s'assurer que l'eau est consommable et sans danger

qu'avez-vous retenu à la suite de cette visite ?  
 Pour avoir une eau propre et propre il faut faire les mesures convenables partout capter l'eau de la rivière pour le bien des consommateurs

que pensez-vous de cette manière d'apprendre ?  
 je pense que c'est très bien, on apprend de choses importantes et peut être pratiquer sur eux dans la vie on n'a pas à avoir peur sur eux pour nous pour nous faire peur

Document 2. Fiche d'étude du traitement de l'eau potable en 8<sup>e</sup>

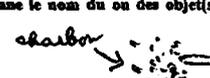
**Fiche "élève" n°1**

Collège : <b>EOFA</b> Classe : <b>7<sup>e</sup></b> année Groupe n° : <b>1</b> Date : <b>1.1.6.99</b>	Nom et prénom(s) des éléments du groupe : 1/ <b>Saouda, Aïda</b> 2/ <b>Mariam, Fayla</b> 3/ <b>Farah, Diab</b>
<b>la sécurité</b> professionnel : <b>forgeron</b> (répondez aux questions suivantes) quel(s) danger(s) rencontre-t-on dans cette profession ? <b>Il y a des brûlures par l'acide</b> <b>Le danger de la respiration gaz toxiques</b> <b>Les brûlures par le charbon</b>	
quel matériel utilise(nt) ce(s) professionnel(s) pour se protéger ?	gants lunettes masque évite de travailler les contre le vent
contre quoi se protège(nt) ce(s) professionnel(s) ?	l'acide contre les brûlures par acide contre le métal contre les gaz toxiques
que fait (font) ils pour protéger les autres ?	conseiller les étrangers de ne pas s'approcher
les accidents sont-ils fréquents ?	Non, les accidents ne sont pas fréquents
qu'avez-vous retenu au cours de cette visite ?	nous, les accidents ne sont pas fréquents ce genre de travail nous en donne beaucoup d'expériences
que pensez-vous de cette manière d'apprendre ?	nous aimerions travailler de cette façon, ça nous permet de connaître les regards des différents travaux effectués par forgerons, et ça permet de voir avec quoi ils travaillent

Document 3.1. Fiche d'observation sur les règles de sécurité dans la manipulation des produits chimiques en 7<sup>e</sup>

produit chimique	profession	usage (s) du produit	danger (s) du produit	moyens de protection
acide sulfurique	chargeur de batterie	Produit de l'électrique	brûlures des mains et des yeux	lunettes, gants, habits en caoutchouc
acide nitrique	forgeron-orfèvre	nettoyage des métaux	brûlures, respiration, gaz toxiques	masques, lunettes, gants
acide chlorhydrique	forgeron-orfèvre	nettoyage des métaux	brûlures, respiration, gaz toxiques	masques, lunettes, gants, etc.
soude caustique	savonnier	Produit de base	brûlures des mains et des yeux	Lunettes, masques
eau chaude	cuisinière	Pour cuire les aliments	brûlures	Ne pas verser de l'eau dans de l'eau chaude
matière plastique	cuisinière	allumer le feu	brûlures des mains	Ne pas utiliser pour les matières plastiques
huile	cuisinière	Pour faire les aliments	brûlures des mains	gants, masques, l'eau dans feu
chlore gazeux	technicien des eaux de consommation	désinfection	brûlures, intoxication, brûlures, asphyxie	gants, masques
charbon	forgeron-orfèvre	pour faire fondre le métal	pour fumer, brûlures, asphyxie	lunettes, gants
matière plastique	plasticien	Pour fabriquer des chaussures	brûlures, asphyxie	lunettes, masques, etc.

Document 3.2. Fiche de synthèse sur les règles de sécurité

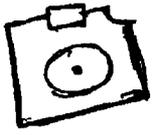
combustibles	forgerons-orfèvre	cuisinière	charbonnier
que brûlent ces professionnels ?	Le charbon...	Le charbon	Le charbon Le bois
quelle est la nature du / des combustible(s) utilisé(s) ? (cochez ce qui correspond) et donnez le(s) nom(s)	solide <input checked="" type="checkbox"/> liquide <input type="checkbox"/> gazeux <input type="checkbox"/>	solide <input checked="" type="checkbox"/> liquide <input type="checkbox"/> gazeux <input type="checkbox"/> le nom du combustible est le charbon	solide <input checked="" type="checkbox"/> liquide <input type="checkbox"/> gazeux <input type="checkbox"/> il y a le bois
d'où viennent ce (s) combustible (s) ?	dans la brousse	dans les brousses	dans les brousses
quels sont ses avantages ?	Pour mieux se reposer le charbon n'a pas de fumée, n'a pas de gaz, de danger...	Il permet de faire tout, de faire les cuisines	Il nous permet de faire une préparation rapide, les habits, etc.
quels sont ses inconvénients ?	Il attire les saharas, et brûle la forêt, qui ont, les arbres...	Il provoque la pollution, et attire les saharas.	Il brûle la forêt, le bois, il ouvre la pollution...
<b>combustion</b>			
ces professionnels utilisent la combustion pour faire quoi ?	Il brûle le fer	pour faire les préparations	pour faire les charbons
où font-ils cette combustion ? dessinez et expliquez comment c'est fait et donnez le nom du ou des objet(s) utilisé(s)	Se fait par combustion dans un fourneau à foyer 	Se fait cette combustion de la cuisson au fourneau à bois 	Se fait cette combustion par terre  objets utilisés : la pelle, le couteau
comment alimentent-ils le feu ?	se fait par charbon, agité en marchant, et brûle les déchets.	Il utilise le feu en utilisant le pétrole et le gaz.	Il utilise le feu en utilisant le pétrole et le gaz.
avez-vous remarqué des transformations pendant la combustion ?	physiques <input type="checkbox"/> chimiques <input checked="" type="checkbox"/>	physiques <input type="checkbox"/> chimiques <input checked="" type="checkbox"/>	physiques <input type="checkbox"/> chimiques <input checked="" type="checkbox"/>
qu'est-ce que la combustion donne ?	les fumées, le feu, le gaz	les fumées, le feu	la combustion et le charbon
selon vous, la combustion est-elle (cochez dans chacun des cas, la case qui convient)	complète ? <input checked="" type="checkbox"/> Outil incomplète ? <input type="checkbox"/>	complète ? <input checked="" type="checkbox"/> Outil incomplète ? <input type="checkbox"/>	complète ? <input type="checkbox"/> incomplète ? <input checked="" type="checkbox"/>

Document 4. Fiche de synthèse sur les combustibles en 8<sup>e</sup>

**Fiche "élève" n°2**

Collège : <u>St. Mary's Convent School</u> Classe : <u>7e année</u> Groupe n° : <u>6</u> Date : <u>24-06-99</u>	Nom et prénom(s) des éléments du groupe : 1/ <u>Salish Khany</u> 2/ <u>Itaoumata Lou</u> 3/ <u>Indoumane Diello</u>
--	--

**la mesure**  
professionnel :  
(remplissez cette fiche conformément aux questions qui vous sont posées)

il utilise quoi pour mesurer ? (cochez la case qui correspond)	"pot"	pipette	balance	"lire"	densimètre	pH-mètre	thermomètre
dessinez le ou les instrument(s) de mesure que tu as observé(s)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
							
il mesure quelle(s) substance (s) ?	- <u>eau</u>						
il mesure quelle(s) grandeur(s) ?	- <u>desinfectas</u>						
expliquez comment il mesure cette ou ces grandeur(s) ?	<p>- <u>le volume</u> : verser dans le pot, il a regardé sur la graduation</p> <p>- <u>masse</u> : Il a mis le verseau sur la balance pour connaître la masse après il a mis le corps dans le verseau pour connaître le poids. Il n'a pu voir repérer le poids de ce corps, il a trouvé 25g</p> <p>- <u>température</u> : la température de la salle fait 25°C</p> <p>- Il a utilisé la pipette et l'apourvette pour repérer les quantités d'eau</p> <p>- <u>pH</u> : Il a plongé le pH de l'eau pour qu'il se stabilise et pour trouver le nombre exact et il a trouvé 11</p>						
qu'avez-vous retenu à la suite de cette visite ?	<p>Nous avons appris les manières dont on traite l'eau minérale et nous avons appris aussi que on extrait cette eau dans le pot. on utilise le pot, l'apourvette, le pH-mètre, thermomètre, balance pour la mesure</p> <p>que pensez-vous de cette manière d'apprendre ?</p> <p>On aimerait bien apprendre de cette façon au lieu d'apprendre en théorie en classe, ça nous permet de voir et de bien effectuer les pratiques</p>						

Document 5. Fiche de travail sur l'étude des mesures et instruments en 7<sup>e</sup>

## CONCLUSION

Ce travail a consisté à essayer d'élaborer les bases d'un enseignement de la chimie au collège en Guinée-Conakry qui s'appuierait sur des pratiques de professionnels dont l'activité relève du champ des phénomènes chimiques.

Dans des classes à fort effectif, sans matériel, sans laboratoire, où les élèves sont principalement auditeurs et manquent de référent pour situer le discours de l'enseignant, les savoirs appris au collège s'avèrent peu opérationnels. Un quart des élèves repèrent les usages quotidiens de produits chimiques étudiés en classe, sont conscient des dangers qu'ils peuvent présenter, savent lire leur environnement en termes de réaction chimique. Le savoir scolaire reste déconnecté du monde quotidien hors l'école.

La difficulté à construire des connaissances de chimie sur la seule base d'énoncés et de formules avait déjà été soulignée. Des propositions avaient été faites de mise à disposition de petit matériel. Cette solution ne résout pas le problème de l'approvisionnement en produits chimiques, de l'absence de laboratoires et ne contribue pas à lier les savoirs scolaires et le monde hors l'école.

C'est une autre voie que nous avons cherché à explorer : utiliser les ressources locales que constituent les pratiques professionnelles dont l'activité s'inscrit dans le champ de la chimie.

Nombreux sont les professionnels qui utilisent des substances dont on parle en classe de chimie (éventuellement sous un autre nom), qui effectuent des transformations chimiques, qui disposent d'instruments absents des classes, qui mettent en œuvre des techniques que l'on décrit en classe, qui possèdent par l'expérience des compétences spécifiques à l'exercice de leur activité.

Avant de nous lancer dans l'exploration des ressources que peuvent constituer les pratiques professionnelles, nous avons interrogé des enseignants pour jauger la faisabilité du partenariat envisagé. Ils se sont montrés conscients de l'absence de référent empirique, partagés sur la place à accorder aux liens entre savoir institutionnalisé et savoirs en situation (la place temporelle peut être selon les uns ou les autres inversée). En ce qui concerne le recours à des professionnels, aucun rejet de principe n'a été enregistré. La place à leur accorder varie d'un enseignant à l'autre (place au geste ? place à la parole ?). Certains reconnaissent aux artisans des compétences qu'eux-mêmes ne possèdent pas. D'autres pensent à un partenariat complémentaire où l'école ne serait pas la seule bénéficiaire et envisagent une évolution possible des pratiques artisanales. Les propos de ces enseignants confortent le projet de partenariat entre l'école et les professionnels hors de l'école, à la fois au bénéfice des connaissances des élèves, au bénéfice des praticiens, au bénéfice des liens entre deux mondes.

C'est sur cette base que nous avons cherché à faire quelques propositions d'activités scolaires en relation avec les programmes, réalisables dans le contexte actuel, c'est-à-dire avec des professeurs débutant dans des pratiques pédagogiques autres qu'expositives et qu'il ne faut pas bousculer, avec des professionnels parfois réticents et qu'il ne faut pas effrayer, avec des élèves qui sont au cours de ces visites chez les professionnels parfois plus intéressés par bien d'autres choses que les quelques points sur lesquels on souhaite centrer leur attention.

Cette nouvelle forme d'enseignement ne peut être pensée et réalisée que sur la base d'une étroite collaboration entre enseignants, praticiens proches de la chimie, élèves et autorités du système éducatif guinéen. Les activités proposées aux élèves s'enrichiront lorsqu'elles auront acquis droit de cité.

Alfa Oumar DIALLO  
GREADE, Conakry  
Claudine LARCHER  
INRP, Paris

## BIBLIOGRAPHIE

AMALBERTI, R. (1991). Savoir-faire de l'opérateur : aspects théoriques et pratiques en ergonomie in R. Amalberti, M. de Montmollin et J. Theureau (eds). *Modèles en analyse du travail*. Collection psychologie et sciences humaines. Liège : Mardaga. pp. 279-294.

DELBOS, G. et JORION, P. (1990). *La transmission des savoirs*. Collection : Ethnologie de la France. Paris : Éditions de la Maison des sciences de l'homme.

EVARD, N. (2001). *L'objectivation d'un phénomène chimique : exemple de l'électrolyse*, Thèse, ENS Cachan.

Guide de l'UNESCO pour les professeurs des sciences (1981). Lausanne : Les presses de Lausanne.

LAYTON, D. (1988). *Innovations dans l'enseignement des sciences et de la technique*, Volume 1, Paris : UNESCO.

MARTINAND, J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière*. Berne : Peter Lang.

MARTINAND, J.-L. (1992). *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris : INRP/LIREST.

ROGALSKI, J. et SAMURÇAY, R. (1994). Modélisation d'un savoir de référence et transposition didactique dans la formation professionnelle de haut niveau in G. Arsac et al *La transposition didactique à l'épreuve*. Collection Travaux et Thèses en didactique. Grenoble : La Pensée Sauvage. pp. 35-60.

SAMURÇAY, R. (1992). Des modèles d'opérateurs au modèle de référence : outil de formation pour la supervision d'un processus à long délai de réponse in *Actes du séminaire de disciplines technologiques*, Cachan : LIREST/CIFET/INRP, pp. 47-51.

SCHÖN, A.S. (1994). *Le praticien réflexif. À la recherche des savoirs cachés dans l'agir professionnel*. Québec : Éditions Logiques.

VERGNAUD, G. (1990). *L'enfant, la mathématique et la réalité*. Berne : Peter Lang.

# LE DÉVELOPPEMENT DES CONCEPTS SCIENTIFIQUES À PARTIR DES CONCEPTUALISATIONS DANS L'ACTION

## PROPOSITION DE DIDACTIQUE PROFESSIONNELLE

Joëlle Bazile  
Patrick Mayen

*L'objectif de cet article est d'examiner la nature des conceptualisations générées chez des élèves de l'enseignement technique agricole par l'expérience des situations professionnelles, puis de montrer comment, pour reprendre une problématique développée par Vygotski (1934, 1987), les concepts construits par la voie de l'expérience peuvent constituer une voie d'accès à des conceptualisations scientifiques. Les conceptualisations issues de l'expérience pratique sont le produit de l'action mais aussi des interactions avec des professionnels expérimentés. Ceux-ci mettent, en quelque sorte, à disposition des élèves des formes spécifiques de prescription et de conceptualisations orientées vers des finalités pratiques. Nous nous appuyons ici sur la théorie des schèmes de Vergnaud enrichie des propositions de Vygotski à propos de la médiation et des instruments et de leur rôle dans le développement des concepts. À partir de là, nous insistons sur la manière dont on peut construire, à destination des élèves et des enseignants, un cadre pour une analyse réflexive des prescriptions et de l'action en situation qui engage et étaye un processus de développement organisé des concepts scientifiques.*

### 1. UN CADRE THÉORIQUE POUR LA CONCEPTUALISATION DE L'EXPÉRIENCE DU TRAVAIL

#### 1.1. Vygotski et le rôle de l'enseignement dans le développement de l'expérience

Deux idées fortes de la pensée de Vygotski vont nous servir à introduire cet article. Nous verrons qu'elles sont toutes les deux inscrites sous le signe de la "rupture". La première idée de Vygotski tient au rôle irremplaçable qu'il accorde à l'"*obuchenie*", c'est-à-dire au processus de transmission et appropriation, processus bilatéral que l'on peut retrouver dans la double signification du terme français "apprendre".

La deuxième idée que nous retenons de Vygotski s'exprime dans l'affirmation que "*les concepts scientifiques ne se développent pas du tout comme les concepts quotidiens*" (1985, 281), mais en empruntant des voies exactement opposées.

une rupture entre les modes de développement des concepts, doublée d'une rupture dans les conditions sociales du processus de développement

Venons-en maintenant à la notion de rupture. La caractéristique de l'enseignement-apprentissage pour Vygotski est de se dérouler selon une logique et dans des conditions différentes de celles des situations de la vie quotidienne. La "rupture" entre les modes de développement des concepts redouble alors celle qui existe entre les conditions sociales dans lesquelles le processus se déroule ; ici, entre le travail et l'école.

*"L'apparition des concepts de type supérieur, écrit Vygotski (op. cit., 289-290), tels que les concepts scientifiques, ne peut manquer d'influer sur le niveau des concepts spontanés déjà formés (...) Ils ne suivent pas deux trajectoires distinctes, mais sont dans un processus d'interaction constante, qui doit avoir pour conséquence que les généralisations de structure supérieure, propres aux concepts scientifiques, provoquent obligatoirement des modifications dans la structure des concepts spontanés."*

Le terme "spontané" est un terme sans doute moins approprié pour rendre compte de ce qui se construit en situation professionnelle que le terme "quotidien" utilisé aussi par Vygotski. Les concepts qui se construisent dans les situations professionnelles sont, au moins pour une grande partie d'entre eux, rien moins que spontanés. Ils sont en fait, construits dans et par l'expérience de l'action et de l'interaction avec les caractéristiques objectives et matérielles des situations mais au moins tout autant par l'expérience de l'action des autres et des interactions avec les autres. En outre, leur expérience se construit dans un parcours organisé dans lequel des enseignements ont souvent précédé l'immersion en situation. L'une des manifestations les plus évidentes du caractère "social" de l'expérience est due à la présence des prescriptions au cœur du travail.

l'enseignement permet d'introduire un changement de direction dans le processus de développement des concepts

Pour Vygotski, le développement n'est possible que grâce à l'enseignement qui introduit un changement de direction dans le processus de développement des concepts. Van der Veer et Valsiner (1994) parlent de concept académique et non de concept scientifique pour souligner le fait que *"le concept y est enseigné systématiquement dans un processus planifié, indépendant de la sphère quotidienne des expériences de l'enfant"* (Schneuwly, 1995). La rupture y provient du fait que le processus d'enseignement-apprentissage : 1. pose des problèmes que ceux qui apprennent n'ont pas eu l'occasion de rencontrer ou ne pourraient pas rencontrer dans l'expérience quotidienne ; 2. leur adresse des questions qu'ils ne se seraient pas posées d'eux-mêmes ; 3. les contraint à les résoudre ou à y répondre en "empruntant" des voies et des instruments différents de ceux qu'ils avaient empruntés pour construire leur expérience quotidienne et pour résoudre les problèmes en situation ; 4. les contraint encore à le faire "à distance" des situations et du "drame" qu'elles constituent (Brousseau, 1999, Vergnaud, 1996, Pastré, 1999), et sans recours aux ressources concrètes qu'elles contiennent ; 5. enfin, les place dans une situation

collective. En relatant sa propre expérience, chacun participe à l'émergence de la diversité des situations et de la diversité et de la variabilité de l'activité. Différences et ressemblances peuvent à cette occasion être discutées.

une nécessité pour organiser le retour d'expérience : un cadre théorique adapté

Dans les formations professionnelles par alternance, ce "retour d'expérience" ne peut se limiter à un échange, même à un échange dans lequel les points de vue, donc la valeur de vérité des interprétations ou le bien fondé des actions, sont âprement discutés. Le processus peut aussi y être régulé ("*orienté et contrôlé*" écrit Vygotski) par un enseignant dans un cadre d'enseignement-apprentissage organisé. C'est là le sens de nos propositions.

Dans le cadre de l'enseignement, non seulement l'enseignant peut jouer effectivement ce rôle, mais il le fait parce qu'il utilise des instruments qui ne sont pas les mêmes que ceux qui ont été utilisés jusque-là. Parmi eux, les concepts scientifiques, et un ensemble de modalités sémiotiques qui leur sont associées, destinées à structurer l'analyse de l'expérience et, par conséquent, à en restructurer l'organisation. L'enseignant "prête" ainsi des formes de pensée, des instruments pour le faire, dont on suppose qu'ils seront ensuite appropriés par les élèves, stagiaires ou apprentis, pour faire partie de leur "propre conscience". Nous nous trouvons donc déjà dans deux formes de ruptures : 1. la confrontation collective des expériences qui introduit la diversité ; 2. l'obligation de le faire, non plus dans le "langage" des pratiques quotidiennes du travail, mais dans celui des modes de pensée du système d'enseignement, des logiques des corps de savoirs constitués, des représentations sémiotiques formalisées.

## **1.2. Vergnaud et le concept de schème pour analyser l'action**

Pour notre part, nous proposons d'y adjoindre un autre type de médiation instrumentale : le concept de schème, introduit par Kant et repris par Piaget, dans la définition analytique développée par Vergnaud (1995, 1996, 2000).

le schème : un instrument pour analyser l'action

Un schème comporte nécessairement quatre composantes constituant un tout dynamique et fonctionnel :

- un ou plusieurs buts, se déclinant en sous-buts et en anticipations, qui rendent compte de l'intentionnalité de l'action,
- des règles d'action, de prise d'information et de contrôle de l'action et pour l'action,
- des invariants opératoires : concepts en acte et théorèmes en acte, qui organisent l'action,
- des possibilités d'inférence, qui permettent l'adaptation en situation.

Vergnaud définit aussi le schème comme l'organisation invariante de l'activité et de la conduite associée à une classe de situation. Il insiste sur le fait que ce n'est pas la conduite qui est invariante, mais son organisation. Un professionnel ne se

conduit pas exactement de la même façon dans différentes situations. Au contraire, le fondement de sa compétence est bien d'organiser sa conduite d'une façon pertinente, précisément en tenant compte des caractéristiques de la situation présente. C'est donc la variabilité des pratiques d'un sujet, face à une classe de situations, qui peut nous mettre sur la piste de l'organisation invariante de sa conduite.

Cet instrument, proposé comme tel par Vergnaud lui-même (1995), nous paraît particulièrement adapté pour rendre compte de l'activité professionnelle et donc pour l'analyser. L'expérience vécue est une expérience des objets et des phénomènes du monde mais c'est aussi une expérience de l'action sur ceux-ci. C'est enfin l'expérience de l'activité des autres et de l'interaction avec les autres à propos de ces objets, de ces phénomènes et de l'action qui s'exerce sur eux.

Nous disposons donc de deux types de médiation instrumentale : 1. le concept de schème que nous supposons apte à rendre compte de l'activité, et donc de l'activité professionnelle, et des formes prescriptives visant à orienter l'activité ; 2. Les savoirs scientifiques utilisés ici en relation avec des modes de représentation sémiotiques pour comprendre et interpréter des situations et les discuter, dans ce que Brousseau (1999) appelle une dialectique de la validation. Ces instruments peuvent conduire les apprenants à réinterpréter leur expérience et à analyser l'activité par des voies et selon des modalités organisées qui ne sont pas les leurs et relèvent d'une autre logique. Ils sont ainsi engagés dans le processus de rupture décrit par Vygotski qui "contraint" l'analyse réflexive de l'activité à passer par l'usage des instruments conceptuels et sémiotiques de la science, autrement dit, pour reprendre la célèbre métaphore de Vygotski, par l'usage "d'une langue étrangère".

Nous allons maintenant développer la manière par laquelle, en s'appuyant sur les principes et le cadre théorique énoncé ci-dessus, il est possible de procéder. La prescription, ou plus exactement les prescriptions constituent un des objets privilégiés d'analyse.

## **2. LA PRESCRIPTION, OBJET DE L'EXPÉRIENCE, OBJET DE LA FORMATION**

### **2.1. L'omniprésence des prescriptions dans le travail et la formation**

Les apprenants sont le plus souvent confrontés, notamment dans le cas des formations en alternance, à des pratiques de nature différente : 1. les pratiques prescrites "officiellement" par un ou des prescripteurs institutionnels et, dans une majorité des cas, appuyées sur des connaissances scientifiques explicites pour les concepteurs de la prescription. Elles

l'analyse réflexive de l'activité "contrainte" par l'usage d'instruments proposés par les enseignants

différentes formes  
de prescriptions

sont reprises, en particulier, par l'institution de formation ; 2. les pratiques définies par le professionnel chez qui se déroulent les séquences en milieu de travail, qui constituent pour l'élève une autre forme de prescription ; 3. enfin, les pratiques effectives du professionnel.

des écarts entre les  
différentes  
prescriptions,  
sources  
d'obstacles pour  
les apprenants ?

Faute d'une distinction claire entre ces différentes prescriptions, et en l'absence d'une méthode pour appréhender en formation les écarts qui existent entre elles, des obstacles au développement de l'apprenant peuvent être construits, obstacles qui constituent des handicaps aussi bien en cours de formation, qu'au-delà de celle-ci. On peut observer que les apprenants, jugeant contradictoires les différentes formes de prescriptions, en concluent à des contradictions entre les sources de celles-ci. Ils "adoptent" et valorisent alors l'une d'entre elles, et Chaix (1993) montre que ce sont le plus souvent les pratiques des professionnels qui sont "choisies" par les élèves pour des raisons d'abord liées à la construction de leur identité professionnelle. Nos propres observations vont un peu plus loin, puisqu'elles nous révèlent que la perception de différences entre les prescriptions ou entre celles-ci et les pratiques effectives, n'est même pas toujours très claire (principalement pour les élèves de BEPA ou les apprentis en CAP). Lorsqu'elle l'est (c'est le cas des élèves de Bac pro) les élèves ont tendance à trancher selon une logique d'économie, économie "cognitive" mais aussi économie relationnelle : du moment que le résultat est bon et satisfait le maître de stage, c'est que la pratique est "bonne".

Nous allons maintenant, à partir d'un exemple précis, tenter :

1. de mettre en évidence les écarts qui existent entre ces différents types de pratiques, écarts auxquels est confronté l'apprenant, ainsi que les obstacles rencontrés par celui-ci face à ce qui peut être ressenti comme des contradictions ;

2. de montrer, en nous appuyant sur la définition analytique du schème, puisque c'est de l'action qu'il est question, en quoi une approche basée sur la recherche des buts de l'action proposée ou réalisée, des prises d'informations préalables ou concomitantes à celle-ci, des règles d'action mises en œuvre, des anticipations réalisées, des invariants opératoires mobilisés dans l'action et/ou pour l'action permet d'introduire une "dialectique de la rupture" et du développement conceptuel.

En effet, d'une part, ce sont bien les éléments du schème qui vont constituer la "base" conceptuelle d'identification et d'interprétation des écarts, mais, en outre, parmi eux, le niveau que Vergnaud appelle le niveau "le plus proprement cognitif" du schème, celui des concepts et des "théorèmes-en-actes" doit y jouer un rôle essentiel.

Nous avons choisi, comme exemple de pratique, la traite des vaches laitières pour plusieurs raisons. La première est que la traite est importante dans bon nombre d'exploitations agricoles aussi bien en termes économiques qu'en termes de

temps passé, ensuite, parce qu'elle représente le dernier maillon de la production laitière de l'exploitation. C'est au niveau de ce maillon que la pertinence d'un ensemble de choix dans la conduite de l'atelier lait est "révélé" et remis éventuellement en question. C'est à ce moment que la dérive de certains indicateurs est décelée. C'est à ce moment aussi que l'éleveur est amené à faire un diagnostic de l'état de santé de son troupeau et des animaux qui le constituent. C'est aussi pendant la traite qu'il va faire le point sur l'état de son installation. Enfin, plusieurs types de risques sont associés à cette tâche : risques liés à la consommation des produits laitiers ou à leur transformation, risques liés à la santé de chaque animal, risques financiers pour l'exploitation (ceux-ci sont liés aux précédents), risques pour l'opérateur. Ajoutons que, contrairement à certaines conceptions courantes, une prescription n'est pas unique. Il en existe de différentes, en fonction des buts des prescripteurs, de leur point de vue. En ce qui concerne par exemple l'opération de tirage des premiers jets, d'autres buts et anticipations que celui de la prévention des mammites peuvent être explicités, d'autres prises d'information suggérées, d'autres concepts mobilisés.

Le travail présenté a été conduit auprès de maîtres de stage d'élèves de Brevet d'Études Professionnelles Agricoles et de Baccalauréat professionnel.

## **2.2. Analyser la prescription, une étape de l'apprentissage professionnel**

Dans les documents de vulgarisation analysés (par exemple : *Hygiène et qualité en élevage laitier, guide de bonnes pratiques*, Fédération Nationale des Producteurs Laitiers-FNPL, 1997), la traite est présentée comme la suite de différentes opérations : "lavage avec des lavettes individuelles, essuyage, tirage des premiers jets, pose des gobelets, etc." À chaque opération, sont associés le ou les risques encourus en cas de non-observation de "la bonne pratique".

l'analyse instrumentée de la prescription : une méthode de formation ?

Par exemple, l'opération prescrite "éliminer les premiers jets de lait dans un bol à fond noir", définie dans les documents de vulgarisation est présentée :

1. En fonction d'un but : "les mammites cliniques peuvent être détectées précocement et leur traitement immédiat après la traite a plus de chances de succès".

2. Elle est aussi une opération de prise d'information qui permet de prendre la décision de collecter ou non le lait : "une observation systématique des premiers jets permet de déceler une anomalie dans l'aspect du lait". Cette prise d'information est facilitée par le recueil des premiers jets dans un bol à fond noir par le contraste qu'il propose. Mais le recueil dans un bol, a aussi pour fonction de "réduire les risques de contamination... réels si les premiers jets sont recueillis dans les mains ou envoyés sur le sol".

Des concepts scientifiques (contamination, mammite clinique...) sont évoqués, sans que le réseau conceptuel associé soit développé. Ce sont eux qui sont au fondement de l'action. L'anticipation des risques énoncés dans le document prescriptif repose en fait sur une base scientifique et technique qui reste implicite mais autorise les prescripteurs à préconiser des pratiques professionnelles précises.

la prescription :  
un artefact culturel  
produit par des  
concepteurs pour  
orienter et réguler  
l'activité d'autres  
professionnels

On peut considérer que différents éléments d'un "schème" sont ainsi "mis à disposition" du professionnel. Précisons notre pensée. Pour nous, une prescription constitue un artefact culturel produit par des concepteurs pour orienter et réguler l'activité d'autres professionnels. Elle en oriente les buts, les manières de faire et peut, en outre, proposer des ressources pour le faire, parmi lesquelles des connaissances. À ce titre, l'artefact prescriptif joue le rôle d'un "prêt de conscience" (Bruner, 2000). Bien évidemment, les intentions d'un prescripteur ne sont pas les intentions d'un tuteur mais son action et ce qu'il produit n'en ont pas moins pour but d'orienter l'activité, de lui faire "acquérir" certaines manières de penser, de raisonner, d'agir. Si, comme nous le croyons, le concept de schème est particulièrement apte à rendre compte de ce qu'est l'activité et ses composants, alors nous sommes fondés à considérer que la prescription "met à disposition", ou encore vise à agir sur l'activité en agissant sur tout ou partie de ses composants. La prescription, dans ce cas, constitue une sorte de schème culturel, construit par des humains pour l'usage d'autres humains. Il reste néanmoins à ajouter que, comme le souligne Rabardel (1995), la transformation, par un sujet d'un artefact en instrument ne relève pas d'un processus d'endossement d'un objet prêt à porter, mais donne lieu à un processus de développement.

la prescription, une  
sorte de schème  
culturel, construit  
par des humains  
pour l'usage  
d'autres humains

Le schéma suivant représente une schématisation à partir des différentes composantes du schème de Vergnaud, de l'artefact prescriptif mis à disposition des professionnels dans le document que nous avons étudié. À une différence près : on ne peut parler, au sens strict, d'invariant opératoire. Les organisateurs de la pratique proposés sont clairement des concepts scientifiques.

<p><b>Prise d'information</b> Aspect du lait constitutif des premiers jets recueillis dans le bol à fond noir</p>	<p><b>But</b> Détecter rapidement une mammite <b>Anticipation/Risque (s)</b> Collecte d'un lait riche en micro-organismes Contamination du troupeau</p>	
	<p><b>Action</b> Collecter le lait ou L'écarter</p>	
<p><b>Règle d'action</b> Si aspect anormal, <b>alors</b>, détourner le lait, pour éviter qu'il soit recueilli dans le tank et traiter immédiatement l'animal</p>	<p><b>Concepts organisateurs</b> Concepts scientifiques : contamination, mammite clinique...</p>	

la prescription :  
une proposition  
de conduite  
invariante

les concepts  
scientifiques,  
supports de  
définition d'une  
pratique prescrite  
invariante

L'introduction de différents concepts scientifiques est là pour justifier l'application de pratiques professionnelles bien définies. De façon générale, à chaque règle d'action préconisée en formation, est associé un ou des risques dont l'anticipation repose sur une base de connaissances : "Si... alors, car...". Toutefois, le fait de lier le non-respect de certaines règles à leurs conséquences en matière de contamination, comme dans notre exemple, peut entraîner la constitution d'un obstacle très répandu. Les risques ne sont ainsi plus définis comme inhérents à la situation, que des précautions auraient pour fonction de neutraliser, mais peuvent être conçus comme la conséquence du non respect des règles, occultant leur lien structurel aux caractéristiques de la situation. Les concepts scientifiques sont, quant à eux, réduits à une fonction d'argument d'autorité, autorité de la science, certes, mais ils ne sont pas proposés dans leur fonction d'instrument pour comprendre, raisonner et, en dernier lieu décider de respecter ou non les règles d'actions proposées. On voit donc que le "substitut de schème" qu'est le cadre prescriptif ignore ou occulte, en tous les cas, dévoie le rôle des concepts scientifiques. La prescription est alors présentée comme proposant une conduite invariante (et non pas une organisation invariante de la conduite qui autorise précisément l'adaptation de la conduite aux variations de la situation comme le souligne Vergnaud (*op. cit.*)). Les concepts scientifiques peuvent alors apparaître, aux yeux de l'élève, non pas comme producteurs d'une organisation invariante de la conduite des opérations, en ce sens qu'ils permettent de construire des prises d'informations, des buts, des règles d'action, qui permettront d'adapter (de réinventer) la conduite en situation professionnelle, mais comme support de définition d'une pratique prescrite invariante. Le statut même des concepts scientifiques en est modifié. Ceux-ci s'effacent derrière les règles d'action produites, ou la procédure imposée. Leur puissance opératoire pour l'action est gommée alors même que pour nous elle est réelle, mais est-il besoin de le réaffirmer ! Dès lors, il est logique que l'intérêt même de leur construction soit questionné par les élèves.

Les règles de conduite apparaissent définies de l'extérieur. Elles ne mettent pas non plus en valeur les compétences développées par les praticiens, qui sont sous-estimées. Toute une part de la compétence implicite du professionnel n'est pas évoquée : un trayeur qui exécuterait en aveugle cette prescription sans avoir constitué au préalable un répertoire de connaissances, par exemple en ce qui concerne les caractéristiques individuelles de chaque animal, les caractéristiques d'un troupeau, à un moment donné, sur une exploitation donnée, mais aussi ses propres ressources en tant que trayeur, pourrait ne pas être performant. Dans la procédure prescrite, il n'est pas fait mention de prises d'informations autres que l'aspect du lait lors du tirage des premiers jets, et ceci de façon binaire (lait de bonne qualité, lait de mauvaise qualité). Le caractère cons-

truit et contextualisé de cette prise d'information est également gommé. En somme, ni conceptuelle, ni pratique, la prescription apparaît comme un objet entre deux, qui constitue cependant un des premiers objets constitutif de l'expérience des élèves et de l'expérience des professionnels expérimentés, un objet qu'il nous paraît essentiel de "travailler", pour reprendre l'expression utilisée par Perrenoud (2000).

la prescription :  
une indispensable  
économie dans  
la présentation

Il est vrai que la prescription, que ce soit dans les documents de vulgarisation ou en formation, présentant un caractère général pour une classe très large de situations, nécessite une économie dans la présentation : une présentation exhaustive serait difficile. Il est donc inévitable que la prescription soit laconique. Ce souci de simplification conduit à gommer la diversité et la variabilité des situations : la conduite prescrite est alors présentée comme invariante. Il conduit d'autre part à réduire le champ temporel et spatial pris en compte, ceci dans un but de clarté de la prescription (quel que soit le contexte, l'action, face à un animal, sera la même). Les règles d'action deviennent universelles et n'autorisent guère de plasticité.

### **2.3. L'analyse rétrospective du processus de conception de la prescription**

En fait, la prescription est conçue comme un vecteur de développement adressé aux professionnels et futurs professionnels des exploitations du secteur laitier. Le but visé (mais il reste implicite) est une augmentation du niveau de qualité du lait produit à l'avenir dans des exploitations performantes au niveau technique (performance sur le critère des installations, des surfaces, des animaux). La procédure prescrite est aussi conçue, implicitement aussi, comme une forme de vecteur de connaissances.

L'objectif de modifications des pratiques, qui est celui poursuivi par le prescripteur et le formateur, n'est pas explicité. Le cadre (économique, juridique, historique) dans lequel cette pratique s'avère ou s'avèrera indispensable, ne l'est pas non plus. Pourtant, nous partageons l'analyse de Clot (1999) lorsqu'il propose de considérer la prescription non pas comme un objet naturel mais comme le produit de l'activité de concepteurs adressé à d'autres professionnels. Les intentions, valeurs, concepts, la position occupée par ces prescripteurs, les constats effectués, les connaissances sur lesquelles ils fondent les produits qu'ils conçoivent constituent tout autant d'objets dont l'analyse peut contribuer à "comprendre" les prescriptions comme des instruments possibles pour répondre à des risques et à des contraintes définies. En somme l'activité des prescripteurs constitue un objet d'analyse tout comme l'analyse des prescriptions et tout comme l'analyse du travail effectif des professionnels. L'ensemble constituant ce que nous appelons, en Didactique professionnelle, l'analyse de l'activité.

l'activité des  
prescripteurs :  
un objet d'analyse

La prise en main, comme objet d'enseignement, de ce qu'est la prescription, ses buts, ses évolutions, les concepts qui la fondent nous semble indispensable. Le professionnel/trayeur est de fait confronté à plusieurs types de prescriptions, du fait de l'existence de plusieurs catégories de prescripteurs :

- des prescripteurs issus du monde de la recherche : les uns focalisés sur la santé de l'animal, d'autres plus spécialisés dans la qualité du lait, certains préoccupés par les aspects de transformation du lait, d'alimentation des animaux, d'élevage...
- des techniciens assurant un relais dans le transfert de ces connaissances, souvent par centres d'intérêt différents : contrôleurs laitiers, techniciens de laiterie, spécialistes de la maintenance des installations...
- des prescripteurs officieux : les agents de la commercialisation des produits, des installations ...
- des collectifs de professionnels : collectifs constitués autour d'une coopérative de collecte du lait, dans une région de production de fromage au lait cru (Epoisses par exemple)...

On peut penser que suivant les points de vue adoptés en formation, suivant les prescriptions rencontrées au cours de leur expérience et selon l'influence qu'elles exercent sur lui, pour toutes sortes de raisons, les futurs professionnels seront confrontés à des difficultés pour se repérer, interpréter, et choisir ou redéfinir leur propre prescription, en connaissance de cause. Cela ne signifie pas que, pour les élèves, avoir à disposition une prescription donnée ne soit pas indispensable, car il faut pouvoir y faire référence pour analyser les pratiques d'un professionnel. En jouant le rôle de modèle, les pratiques proposées sur l'exploitation agricole du lycée, la prescription présentée dans les documents de vulgarisation, peuvent fournir une pratique de référence, c'est-à-dire permettre, sur la base de comparaisons, de mieux repérer les pratiques mises en œuvre sur l'exploitation du lieu de stage.

une pratique  
de référence :  
outil indispensable  
pour établir  
des comparaisons

### **3. L'ANALYSE DE L'ACTIVITÉ**

Un des constats les plus marquants de nos observations est la très grande diversité des pratiques de traite et d'hygiène de traite d'une exploitation à une autre. Chaque élève est donc confronté à une pratique spécifique, différente des pratiques auxquelles sont confrontés les autres élèves. Le degré de conscience que les élèves peuvent avoir de l'existence même de ces écarts et de la nature de ceux-ci est très variable, mais dans l'ensemble peu élevé. C'est pourquoi nous considérons que l'échange des expériences vécues et la recherche des différences et des ressemblances est tellement important.

Par ailleurs, la pratique présentée par un éleveur à un élève, celle qu'il préconise, et qui occupe alors le statut d'une autre prescription, est différente de celle qui est prescrite en formation. Elle est aussi différente de celle qu'il met effectivement en œuvre dans l'action. Certaines opérations prescrites ne sont pas mises en œuvre, d'autres le sont de façon particulière.

En outre, pour une même tâche et en fonction de caractéristiques parfois minimales de la situation, tout comme lors d'une dégradation marquée de celle-ci, les écarts entre ce qu'il faudrait faire, ce qui est fait habituellement, et ce qui est fait effectivement, peuvent subir des fluctuations plus ou moins importantes.

Examinons à présent comment ces différentes catégories d'écarts peuvent se manifester et comment ils peuvent s'analyser.

### **3.1. Une définition générique de la tâche pour chaque exploitation de stage**

Les choix de l'éleveur portent sur la réalisation ou la non-réalisation de certaines opérations. Le tirage des premiers jets, par exemple, n'est effectué que par très peu des maîtres de stage rencontrés. Aucun d'entre eux n'utilise un bol. Ils sont justifiés par une grande diversité de propositions touchant aux contraintes d'organisation, réelles ou perçues comme telles, de buts spécifiques (M.D. est maire de sa commune, il doit dégager du temps pour cette activité), de moyens disponibles (M.M. travaille "en entravé", dans des conditions difficiles), de connaissances (M.Lb. n'est pas persuadé du bien fondé de l'opération dès lors qu'il ne peut recueillir les premiers jets dans un bol).

une grande diversité des pratiques suivant les exploitations, premier objet d'exploration

*M.D. : j'avoue que je ne le fais pas très régulièrement... parce que comme je vous ai dit tout à l'heure, il faut que ça aille vite. (but)*

*M.M. : il y en a qui tirent les premiers jets dans un bocal, en étant comme ça en entravé, c'est plus difficile parce qu'on n'a pas tout sous la main (proposition tenue pour vraie)*

*M.Lb. : disons que les premiers jets il faut les ramasser, il faut pas les tirer par terre, donc ça fait un petit travail en plus il ne faut pas non plus chercher la petite bête (propositions tenues pour vraies et conclusion en termes de règle d'action)*

L'énoncé de ces justifications, qu'elles portent sur des buts, propositions tenues pour vraies sur le réel ou règles d'action, peut contribuer à éclairer la "logique" des pratiques. Pourtant, elles restent marquées par la spécificité et l'empirisme et les conceptions qui les sous-tendent restent implicites, en particulier à propos du niveau des risques encourus, des phénomènes de contamination et de leur neutralisation. C'est à ce stade qu'un questionnement plus poussé et plus contraignant peut permettre d'aller au-delà de ce premier

niveau empirique de justification. On peut le voir encore à propos des choix de l'éleveur portant sur des variables continues (temps de nettoyage, niveaux d'exigence en matière de propreté...).

Ainsi, M. Lg. ne peut réduire, de son point de vue, les risques inhérents à son bâtiment (aire paillée très courte), à son mode d'alimentation (il ne peut se permettre "d'être figoleur" dans ce domaine), il passe donc beaucoup de temps au nettoyage des trayons, du sphincter, mais aussi de la mamelle qu'il nettoie en partie grâce à une douchette, ce qui est (officiellement) proscrit.

M. D. se place délibérément dans une posture d'anticipation des risques par un ensemble de mesures : par exemple, il privilégie le confort des animaux (espace, brosses, paillage fréquent...), la construction de bâtiments spacieux pour éviter une agitation du troupeau défavorable à la propreté de chaque animal. Il estime pouvoir ainsi réduire le temps passé auprès de chacune.

Une définition de la tâche est ainsi effectuée, par l'éleveur, pour sa propre exploitation en fonction, de ses buts, de ses moyens, de ses connaissances. Cette définition des différentes opérations qu'il conduit, et de la façon dont il les conduit en situation "standard", résulte de choix raisonnés même si ces choix peuvent être objet de discussions. La référence aux pratiques prescrites officiellement est très présente dans les discours, du fait même de la présence d'un stagiaire ou de notre statut d'observateur :

Mme M. : **normalement, théoriquement** avec les stagiaires il faut faire avec une lavette par vache mais ...

Le problème, sur un plan didactique, tient en ce que, dans tous les cas cités, les résultats en matière de qualité du lait, d'état sanitaire du troupeau sont satisfaisants, au vu des exigences de qualité en cours, malgré cette grande diversité des pratiques. Les observations des élèves peuvent alors les conduire à une négation des risques induits par des pratiques "différentes" de celles enseignées, et donc à une remise en question de la validité de leurs concepts fondateurs.

Les interrogations des élèves sont souvent très explicites à cet égard :

*St : je sais que quand j'ai fait mon stage, le gars il lavait pas les trayons, (et ne tirait pas les premiers jets), tu sais quand tu branches ça te fait mal au cœur tu te dis que tu vas ramasser que la saleté et puis en fait quand il avait les analyses on était de bonne qualité. Chez lui ça fait rien du tout, il dit c'est un système qui reste, on va pas essayer de laver sinon je suis sûr qu'on aurait des problèmes qu'il me dit.*

Tout se passe comme s'il existait, pour l'éleveur, un espace d'exécution tolérable avec des conditions limites, cet espace reflétant les capacités adaptatives de la situation incluant l'opérateur et son environnement technique et circonstanciel.

les écarts entre les différentes prescriptions, sources d'obstacles ou source de développement pour les apprenants ?

Pour un élève, la compréhension de la pertinence des pratiques redéfinies dans une exploitation et des écarts à la norme exige que celles-ci soient resituées dans cet environnement technique, circonstanciel et humain. Dans un espace d'exécution tolérable, quels sont les facteurs de réduction du risque, quels sont ses facteurs d'augmentation, qui permettent de comprendre les décisions de l'agriculteur et ses résultats en matière de production laitière ? Pourquoi cet espace tolérable est-il plus ou moins large dans différentes exploitations ? Quels sont les facteurs qui amènent l'agriculteur à rehausser ou à abaisser son niveau d'exigences ? Quels sont les éléments qui lui permettent de "transgresser" certaines règles en limitant les risques ?

### **3.2. Un second type d'écart : la variabilité des pratiques**

Des microdécisions sont prises au coup par coup en fonction de prises d'informations très contextualisées, fonction des caractéristiques particulières d'un animal, d'un troupeau à un moment donné, du régime de fonctionnement d'une installation. La pratique d'un même professionnel pour une même classe de situations montre de fait une grande variabilité :

pour chaque professionnel, une variabilité dans les pratiques masquée par le caractère automatisé de la conduite

*M.L. : Y'a des vaches qui sont sujettes plus que d'autres à avoir des petites particules sans avoir spécialement de mammites. Quand on connaît sa vache y en a pour qui ça va inquiéter y en a pour qui ça n'inquiétera pas parce que ça lui arrive de temps en temps et ça se résout tout seul.*

Chaque professionnel règle, organise son action en fonction des caractéristiques de la situation, ici et maintenant.

Apparaissent alors pour l'élève deux types d'écarts : 1. Des écarts entre la variation de pratique en situation, repérable par une observation fine de celle-ci, et la seule situation décrite dans la littérature (ici : la situation de mammite clinique) comme devant faire l'objet d'une conduite particulière ; 2. Des écarts avec la pratique générique énoncée et/ou manifestée par le maître de stage.

Là encore, il s'agit de faire apparaître ces écarts puis d'interpréter ce qui peut sembler incohérent entre ce qui est prescrit par l'éleveur et ce qui est effectivement fait (PL interrompt la traite d'une vache qui a encore une mamelle tendue car il connaît les caractéristiques d'un animal, PM ne tient pas compte de la présence de particules...).

Les variables de situation prises en compte sont, pour une part, "inaccessibles" aux perceptions et aux connaissances des élèves qui les constatent. Elles sont à la fois très générales et instanciées très localement comme l'illustre la mobilisation d'une catégorie comme le caractère de l'animal. Elles s'inscrivent aussi dans des dimensions temporelles, spatiales, économiques, organisationnelles très larges. À la

la pratique effective : un choix dans un répertoire disponible d'actions

diversité et à la variabilité s'ajoute ainsi l'extensivité de la situation à des dimensions non "actuelles" et donc l'extensivité des raisonnements sous-tendue par la mobilisation de schèmes de niveaux hiérarchiques surordonnants.

L'agriculteur dispose ainsi d'un répertoire d'actions qu'il peut moduler en fonction des risques perçus et est mobilisé lors de chaque traite. On peut ainsi dire qu'il existe une traite pour chaque animal (du fait de ses caractéristiques génétiques, de ses apprentissages, de son histoire propre), pour les différents moments de l'année (saisons, périodes de vêlages...), pour les différents états d'aménagement de l'exploitation. Il choisit, dans un répertoire d'actions possibles, celles qui lui semblent adéquates en fonction de l'état de la situation qu'il réévalue en permanence, selon une dimension synchronique ou dans une perspective d'évolution dans le temps (dimension diachronique). grâce à la base d'orientation constituée à partir de connaissances qui peuvent être aussi bien générales que très locales (Savoyant A., 1979). Ceci est capital pour la compréhension de l'activité du professionnel et donc pour la construction de la compétence du novice, mais c'est aussi difficilement accessible.

#### **4. GUIDER L'ANALYSE DES SITUATIONS À PARTIR DU CONCEPT DE SCHEMA**

Explorer le répertoire d'actions construit par le professionnel, c'est essayer de repérer différents schèmes qui sous-tendent les décisions d'action à un moment et dans un lieu donné.

Les différentes composantes du schème formant un système, la présentation d'une des composantes ne prend de sens que rapportée aux autres. Entrer par l'une, c'est obligatoirement faire appel aux autres.

pour chaque professionnel, un répertoire d'actions à explorer

Entrer par les écarts entre l'action ici et maintenant (avec cette vache à tel moment de son cycle de lactation, avec ce troupeau, en cette saison, sur cette exploitation...) et l'action à un autre moment, dans un autre lieu, avec d'autres personnes, c'est faire appel aux prises d'information, aux buts et anticipations, aux règles d'action, aux invariants opératoires qui sous-tendent cette action là, à ce moment précis.

Entrer par les buts et les changements de buts, c'est aussi, de façon immédiate, faire appel aux prises d'informations qui sous-tendent la décision, et aux règles d'actions qui seront mises en œuvre.

Adopter ces différentes entrées dans une situation nous semble un moyen pour accéder à la complexité d'un système. Examinons-en quelques modalités.

#### 4.1. L'entrée par les buts

des compromis  
entre différents  
buts,  
une hiérarchisation  
des buts,  
spécifiques à  
chaque situation

D'emblée, l'évocation d'un ou des buts renvoie à des sous-buts : par exemple, le but générique "produire un lait de qualité définie" peut se traduire en "produire un lait avec une teneur en germes définie", "produire un lait avec une teneur en cellules définie"... Il existe donc un emboîtement de buts et de sous-buts entre lesquels le professionnel doit faire des compromis acceptables. Ces compromis sont liés à chaque situation particulière et pour des composantes différentes de celle-ci : des compromis au niveau de l'exploitation, du troupeau, de chaque animal... Les champs de chacun des choix sont différents.

Un changement de but a lieu dès lors que l'un de sous-buts n'est plus atteint de façon satisfaisante (mais avec quels seuils redéfinis par l'éleveur, et pourquoi ?). Ce sous-but devient alors prioritaire, la pratique est modifiée de façon spécifique à partir d'une hypothèse de solution immédiate au problème, de façon à "récupérer" la situation :

des priorités  
au niveau des buts  
à l'origine  
de modifications  
spécifiques  
des pratiques

*"Quand vous avez un résultat de contrôle comme ça (taux de cellules anormal)... il faut solutionner... j'ai mis en manuel à partir de ce contrôle (suppression du décrochage automatique)."*

Un changement de but a lieu aussi lorsqu'un ensemble de conditions connues (des circonstances répertoriées, des événements) laisse supposer que l'atteinte d'un des sous-but est compromise.

*"Au niveau alimentation, en hiver, je suis moins détaillant moins fignoleur que x donc au niveau de la traite il faut faire beaucoup plus attention pour éviter les cellules."*

**L'évocation d'un ou des buts renvoie à un arbre des causes :** quelles sont les causes qui font qu'un but peut ou ne peut pas être atteint ?

en fonction des  
caractéristiques  
de la situation,  
un but privilégié

*MP : On s'est dit est-ce qu'il y a eu un problème, est-ce qu'on met plus longtemps pour traire ?*

Atteindre un but, c'est alors faire barrage à l'enchaînement des causes de sa non-réalisation. C'est aussi rechercher les circonstances propices à sa réalisation et les mettre en œuvre.

Ainsi, privilégier une approche par les buts de l'action, c'est se situer dans une optique de construction de ce qui fait la nécessité de raisonner celle-ci, de la remettre éventuellement en question en fonction des circonstances, ou/et d'anticiper sur ses effets, ce qui ne va pas de soi. Elle renvoie aux règles d'action mobilisées dans l'action, aux prises d'informations, construites, qui déterminent une action particulière, aux différentes formes d'anticipation produites.

## 4.2. Les règles d'action

Certaines règles d'action sont mobilisées pour multiplier les circonstances propices à la réalisation du ou des buts :

*MD : La traite, c'est un ensemble : il y a le confort des animaux, la façon dont on s'en occupe dont on mène le troupeau.*

une mobilisation  
de règles d'action,  
des prises  
d'information,  
spécifiques à  
chaque situation

D'autres le sont pour faire barrage à l'enchaînement des causes de la non-réalisation du but visé :

*MD : Dès qu'il y en a une qui est en chaleur dès qu'on la voit on la met de côté pour pas qu'elle embête tout le monde parce que plus les bêtes sont sales plus elles risquent de salir le lait.*

Dans la mesure du possible, les professionnels anticipent les effets des changements et font des réponses compensatoires avant que la situation ne dérive. Dans les deux cas, il s'agit de créer les réponses qui empêchent l'arrivée du problème, dès que les conditions deviennent critiques et rendent probable son apparition.

Un autre type de règles d'action permet de faire face à une situation imprévue pour récupérer des incidents :

*MD : Si je m'aperçois que j'ai des cellules je tire les premiers jets.*

Enfin, certaines, particulièrement difficiles à concevoir pour des novices, permettent, dans une situation dégradée, de ne rien faire, la normalité devant se rétablir par elle-même :

*Mme De : Celle-là elle est pas vidée, mais y a pas d'importance, dans ce cas, on laisse faire.*

## 4.3. Des catégories en acte

Derrière chaque modification de l'action, on peut repérer des catégories en acte (correspondant aux concepts-en-acte de Vergnaud) qui organisent cette action. C'est par l'évocation des prises d'information (des circonstances, des événements...) conduisant à une prise de décision (si... alors), des anticipations effectuées, des buts visés dans des situations précises que le professionnel est amené à verbaliser les propositions tenues pour vraies qui sous-tendent une action particulière.

des catégories  
en acte,  
qui organisent  
l'action efficace

Ces catégories sont assez aisément énonçables par le professionnel et identifiables par l'observateur. Dans le cas de la traite, elles sont de différentes natures : elles vont de l'existence de plusieurs catégories d'animaux (vache à cellules, vache lente, vache en chaleur, premier veau, moment de lactation...) ou de circonstances (saison, période de changement d'alimentation...) À chaque catégorie est associée une ou des règles d'action spécifiques permettant l'atteinte des buts fixés. Par exemple :

*Mme T : Elle est vieille, elle a une mamelle volumineuse et puis elle a mal aux pattes (prise d'information), il faut mieux la finir (action).*

*En général les vieilles vaches ont plus de cellules qu'une jeune vache (proposition tenue pour vraie) et en général elle coûte plus cher qu'une premier veau ou une deuxième veau parce qu'elle a des problèmes il faut lui faire des piqûres des traitements (anticipation).*

La catégorie "vieille vache" est bien identifiée par les caractères qui la définissent, les attributs qui la caractérisent, l'action qui doit être conduite avec elle, et les buts ou anticipations qui guident ce changement d'action. Des relations sont établies entre ces différents éléments, explicitées par certains professionnels, plus implicites chez d'autres.

## **5. DE LA PRATIQUE PRESCRITE À LA PRATIQUE EFFECTIVE, DE LA PRATIQUE EFFECTIVE À LA PRATIQUE PRESCRITE, LA DIALECTIQUE DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE**

### **5.1. De la pratique prescrite à la pratique effective**

La présentation de la pratique de référence suivant un schéma faisant ressortir les différents éléments potentiels du schéma mis à disposition permet de dépasser le caractère laconique de la prescription. Un enrichissement par des références aux différentes situations concrètes vécues, dans leur diversité et leur variabilité, rend possible d'une part un réinvestissement des acquis de l'expérience, d'autre part la construction d'un questionnement de l'apprenant.

À titre de démonstration, nous reprendrons les différents termes du cas exploité en 2. 1, et ceci de façon superficielle, ce qui ne présage pas d'une exploitation plus fouillée.

La prise d'information qui est proposée est certes une des plus pertinentes "aspect du lait constitutif des premiers jets recueillis dans le bol à fond noir", néanmoins, ce n'est à l'évidence pas la seule. Nous ne citerons que très rapidement les caractéristiques de la mamelle, du trayon (couleur, toucher...), les réactions de l'animal, réactions dont l'analyse ne va pas de soi, autant d'indicateurs à instancier en fonction d'autres critères (saison, période de lactation, hérédité de l'animal...) pour déterminer si une mammite est en voie de développement. Autant d'occasions déjà pour aborder, expliciter les invariants opératoires mis en œuvre, et pour construire ou reconstruire le réseau de concepts scientifiques associés. Si l'on analyse maintenant l'action de plus prêt, on s'aperçoit que la décision "collecter ou non le lait de telle vache" est aussi fonction d'autres critères que ceux propre à l'état sanitaire de l'animal. Elle peut dépendre du nombre de veaux à nourrir (autre prise d'information), de la quantité de lait produite à cette période (la décision de collecter ou non sera t'elle la même suivant que le quota laitier est atteint ou

non), de la qualité attendue du lait (lait destiné par exemple à être stérilisé pour la grande consommation, lait destiné à une transformation "sensible"), de la nature de l'exploitation et de ses contraintes (exploitation biologique ou non)...

Il s'avère donc que la règle d'action "si aspect anormal, alors, détourner le lait, pour éviter qu'il soit recueilli dans le tank et traiter immédiatement l'animal" est réductrice par rapport à l'ensemble des raisonnements conduits effectivement, et ne rend pas compte de la richesse du réseau conceptuel construit et mis en œuvre par un professionnel. Les concepts contamination, mammite clinique ne sont pas les seuls organisateurs de l'action...

un recueil organisé  
de traces  
de l'activité  
des professionnels

S'intéresser aux informations réellement prises en compte, c'est déjà faire émerger une masse de questions extrêmement productives en formation.

S'intéresser aux buts, et anticipations réalisées, aux différents moyens d'atteindre un même but, à la hiérarchisation des buts dans une situation précise, est de notre point de vue plus productif encore.

Quant à l'action "collecter le lait ou l'écarter", nous pouvons constater, au regard de ce qui a été dit, que c'est une action qui semble banale, mais qui comme beaucoup d'autres dans le cas de la traite, mérite d'être le point de départ organisé d'un recueil de traces de l'activité du professionnel.

## 5.2. De la pratique effective de chacun, aux pratiques de tous

Nous reprendrons simplement l'exemple de la catégorie en actes "dure à traire". C'est une catégorie pragmatique, présente chez tous les éleveurs. Elle n'est cependant pas "traitée" de la même façon dans différentes exploitations. Chacun des élèves d'un groupe a donc pu avoir l'occasion d'y être confronté. Dans notre corpus et lors d'une séance d'auto-confrontation collective avec des élèves de bac professionnel, la catégorie "dure à traire" est apparue de la manière suivante :

Etat de la variable	Action proposée	Causes (propositions tenues pour vraies)
dure à traire	bien préparer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• comporte peu de risques</li> <li>• active la lactation</li> <li>• permet de gagner du temps</li> <li>• facile en étable</li> </ul>
	ne rien faire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• désorganise la traite en salle de traite</li> <li>• si on ne fait rien l'animal peut s'habituer ou se réhabituer</li> <li>• si on l'aide elle va s'y habituer et cela va s'aggraver</li> </ul>
	éliminer du troupeau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gagner du temps</li> <li>• pas possible en salle de traite</li> <li>• irréversible</li> </ul>

pour un même état  
d'une variable :  
des prises  
de décisions  
différentes  
chez différents  
professionnels

On constate que, selon les exploitations et les professionnels, le même discours à propos de l'état d'une variable (qu'il reste à mesurer : qu'est-ce que signifie "dure à traire" ?) s'accompagne de prises de décisions différentes, soutenues par un corps de propositions tenues pour vraies sur le réel. Ces propositions apparaissent dans le discours et sont aussi ce que des élèves doivent rechercher auprès de leur tuteur lorsque celui-ci énonce une règle d'action. Les différentes propositions tenues pour vraies ont aussi à être discutées et, en particulier, confrontées à la prescription, celle de l'école ou celle des experts professionnels (par exemple, pour le lait, les conseillers de l'institut de l'élevage). Dans ce tableau réduit à trois lignes, on peut repérer des différences, par exemple entre salles de traite et étables qui modalisent les propositions énoncées. De même doit-on discuter les affirmations sur le risque ou le peu de risques encourus en intervenant et selon le type d'intervention. Chacune des propositions tenues pour vraies porte sur une variable qui peut aussi être recherchée : temps de traite, type d'installation, possibilités d'apprentissage.

## 6. CONCLUSIONS

une structure  
conceptuelle  
spécifique  
d'une classe  
de situations

L'exploration, par les élèves, avec l'aide des enseignants et des professionnels, des répertoires d'actions mobilisés permet de passer de l'action (l'action elle-même, ses buts, les règles d'action mises en œuvre, les invariants opératoires mobilisés, des inférences) à la construction de leur signification pour le professionnel. Peu à peu, du fait de l'existence structurelle de liens entre ces différents éléments, et du fait du grand nombre de cas rencontrés, on peut reconstruire la structure conceptuelle que les futurs professionnels doivent identifier (Pastré, 1999) qui organise la pensée dans l'action. La compréhension des organisateurs de l'activité permet de construire ou reconstruire les concepts scientifiques et techniques. La référence à l'action permet aussi de transformer des connaissances théoriques préalablement acquises en organisateurs de l'activité. Tout le potentiel explicatif et d'anticipation des différents risques, sous-jacent à ces concepts, se développe alors "dans et à partir de l'action".

Le schème constitue ainsi pour nous ce que nous avons appelé une médiation instrumentale pour analyser l'activité, autrement dit pour l'interpréter et la comprendre dans une perspective de rupture. Le schème constitue aussi, parce qu'il rend compte de la logique de l'activité, une médiation pour l'analyse de l'activité à partir des concepts et représentations sémiotiques fournies par les corps de savoirs constitués.

Nous avons aussi accordé une grande place à la notion d'écart, qui constitue, elle aussi, et articulée à la notion de schème, une forme de médiation instrumentale à la fois très

simple et d'une grande portée pratique, et, nous le croyons, théorique. L'accroissement de la spécificité des situations de travail rend précisément plus difficile de considérer qu'une situation est représentative d'une classe de situation. La situation vécue au cours d'une séquence en milieu professionnel n'a pas, en elle-même, de portée générale, mais c'est au contraire sa spécificité qui peut en faire la richesse didactique, surtout dans une visée de généralisation. L'objectif consiste alors, non pas à chercher à en faire un cas général, mais à en faire un possible parmi un ensemble de possibles, pour reprendre ici l'acception de Piaget(1975).

pour un usage  
didactique  
de la notion  
d'écart

La notion d'écart (Mayen, 1999, 2000) rend compte du potentiel de développement contenu au sein de l'expérience vécue en situation professionnelle et dans le cadre de la dynamique d'un parcours de formation organisé. L'écart, c'est d'abord le jeu, au sens où l'on peut dire à propos d'un système technique qu'il y a du jeu. Son usage didactique est celui de levier pour la différenciation. Revenons donc un instant sur le processus d'équilibration décrit par Piaget. Pour lui, une forme d'équilibration est celle qui relie le réel au possible et au nécessaire. Le processus de développement comporte trois phases : la première dans laquelle toute réalité est ce qu'elle est parce qu'elle doit être ainsi. C'est ce qu'il désigne du terme de pseudo-nécessité. Elle entraîne des limitations importantes du possible qui ne se différencie que très peu du réel. La seconde est une phase de différenciation "*par multiplication des possibles et conquête des nécessités dues aux compositions structurales*". La troisième est la phase d'intégration. Le réel en tant qu'ensemble de faits est progressivement absorbé à ses deux pôles, mais enrichi d'autant : tandis que chaque transformation tend à être conçue comme une actualisation au sein d'un ensemble de variations intrinsèques possibles, les systèmes que constituent celles-ci sont sources de structures dont les compositions fournissent les raisons nécessaires des états de faits. C'est donc l'équilibre du possible et du nécessaire qui conduit à l'explication du réel "*en le subordonnant par intersections croissantes*". Nous faisons l'hypothèse que ce que Piaget décrit ici et qui correspond au processus de développement des structures fondamentales de la pensée correspond aussi au processus de développement pour des contenus donnés et des classes de situations professionnelles. Le risque de la spécificité de la situation de travail vécue dans le parcours de formation est alors celui du confinement à un stade similaire au stade de pseudo-nécessité décrit ci-dessus. Pour nombre d'élèves ou d'apprentis, la situation de travail constitue ainsi la référence, la situation professionnelle et non une situation parmi d'autres. On conçoit, à partir de là, comment il pourrait être utile de ne pas limiter les séquences en milieu professionnel à une seule expérience. Toutefois, nous avons pu observer que vivre plusieurs situations ne suffit pas toujours à engager les individus dans la seconde phase du processus de développement

décrite par Piaget. Tout d'abord, l'identification des différences entre situations ne va pas de soi. En posant à des élèves en stage et au moment de la réalisation de la tâche de traite des vaches, une question à propos de ce qui différenciait la situation présente des situations vécues auparavant chez leur parent ou/et sur l'exploitation agricole du lycée, nous avons constaté avec surprise que la plupart ne pouvaient directement et sans sollicitations complémentaires identifier de différences. Ce n'est que progressivement, dans le cours de l'entretien, et en nous appuyant sur le cours d'action et les éléments constituant la situation pour orienter le travail de pensée des élèves que ceux-ci semblaient prendre conscience, au sens strict, d'écarts, souvent massifs. Il apparaît donc que ce processus suppose un dispositif de guidage organisé qui relève d'abord et le plus souvent du travail enseignant.

Joëlle BAZILE  
Patrick MAYEN  
Équipe Didactique professionnelle  
ENESAD – Dijon

## BIBLIOGRAPHIE

- BROUSSEAU, G. (1999). *Théorie des situations didactiques*. Ed. Recherches en Didactique des Mathématiques.
- BRUNER, J. (1985). Vygotski : an historical and conceptual perspective". In J. Wertsch : *Culture, communication and cognition : Vygotskian perspectives*. Cambridge : Cambridge University press, 56-71.
- BRUNER, J. (2000). *Culture et modes de pensée*. Paris : Retz.
- CHAIX, M.-L. (1993). *Se former en alternance. Le cas de l'enseignement technique agricole*. Paris : L'Harmattan.
- CLOT, Y. (1999). *La fonction psychologique du travail*. Paris : Seuil.
- MAYEN, P. & SAVOYANT, A. (1999). Application de procédures et compétences. *Formation et Emploi, numéro spécial : "activités de travail et dynamique des compétences"*, 77-92.
- MAYEN, P. (2000). Interactions tutorales au travail et négociations formatives. *Recherche et Formation*, 35, 59-73.
- MAYEN, P. (1999). Les écarts de l'alternance comme espace de développement des compétences. *Education permanente*, 141.
- PASTRÉ, P. (1999). Conceptualisation et herméneutique : à propos d'une sémantique de l'action. In Barbier, J.M. & Galatanu, O. *Signification, sens, formation*. Paris : PUF, 45-60.
- PERRENOUD (2000). Mobiliser ses acquis : où et quand cela s'apprend-il en formation initiale ? De qui est-ce l'affaire ? *Recherche et Formation*, 35, 9-24.
- PIAGET, J. (1975). L'équilibration des structures cognitives. problème central du développement. *Études d'épistémologie génétique*, 33.
- RABARDEL, P. (1995). *Les hommes et les technologies : approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.
- SCHNEUWLY, B. (1995). De l'importance de l'enseignement pour le développement. Vygotski et l'école. *Psychologie et Éducation*, 21, 25-38.
- VAN DER VEER, R. ET VALSINER, J. (1991). *Understanding Vygotski : a quest for synthesis*. Oxford : Blackwell.
- VERGNAUD, G. (1995). Le rôle de l'enseignant à la lumière des concepts de schème et de champ conceptuel. *Recherches en didactique des mathématiques*, 30, 177-191.
- VERGNAUD, G. (1996). Au fond de l'action, la conceptualisation. In Barbier, (dir.) *Savoirs théoriques et savoirs d'action*. Paris : PUF, 275-291.
- VERGNAUD, G. (2000). *Lev Vygotski, pédagogue et penseur de notre temps*. Paris : Hachette Education.
- VYGOTSKI, L.V. (1985). *Pensée et langage*. Paris : Messidor/Éditions sociales.

# PLURIDISCIPLINARITÉ ET COMPLEXITÉ DANS LA FORMATION AU MÉTIER D'INGÉNIEUR FORESTIER

Mohamad Cheikho  
Pierre Clément

*Nous soulignons d'abord la double complexité de toute forêt, en tant qu'écosystème unique, et dans la singularité des rapports que chaque acteur entretient avec elle.*

*Dans une seconde partie, nous résumons l'histoire de la formation au métier d'ingénieur forestier. L'administration des Eaux et Forêts date du Moyen Age. En 1824 est créée à Nancy la première école forestière (devenue aujourd'hui l'ENGREF). Le compagnonnage, initialement seul mode de formation des forestiers, se réduit progressivement à des stages de terrain qui valorisent et prolongent une formation à des disciplines de plus en plus spécialisées.*

*Dans une troisième partie, nous nous interrogeons sur la possibilité de considérer comme références pour une transposition didactique des travaux pluridisciplinaires sur une forêt. Nous en déduisons que chaque acteur interrogé, chercheur ou gestionnaire, a sa propre vision de la même forêt. Chaque connaissance sur une forêt doit donc être référencée au contexte de son élaboration.*

*Dans une quatrième partie, nous présentons les premiers résultats de notre analyse de trois stages sur le terrain organisés par l'ENGREF pour les futurs ingénieurs forestiers. Ces stages sont des moments irremplaçables pour la formation, par la pratique, à la pluridisciplinarité et à la complexité de la forêt et de ce métier sur la forêt. Certains effets de cette complexité sont identifiés.*

*En conclusion, nous proposons un schéma de la transposition didactique conjuguant complication (aspects disciplinaires) et complexité (le terrain professionnel) pour toute formation professionnelle.*

Notre recherche s'inscrit dans le champ de la didactique des sciences agronomiques et forestières. S'intéressant à la recherche sur les forêts, à leur gestion et à la formation des ingénieurs forestiers, elle traque les disciplines concernées, les approches pluridisciplinaires, et les dimensions plus complexes (1) des pratiques professionnelles sur le terrain.

dans la didactique  
des sciences  
forestière, quelles  
sont les références  
pour la  
transposition  
didactique ?

Le schéma de la transposition didactique proposé par Verret (1975) et développé par Chevallard (1985, 1989) fonctionne bien pour nombre de disciplines scolaires (Arsac et al 1992), mais offre un cadre trop restreint dans d'autres disciplines (voir par exemple l'ouvrage récemment coordonné par Terrisse 2001), où ce qui sert de référence ne se limite pas au "savoir savant".

(1) Nous utilisons le terme "complexité" dans le sens suggéré par I. Stengers (1987) : pour qualifier tout ce qui, dans un phénomène, échappe encore à l'explication analytique (que cette dernière soit simple ou "compliquée").

Ainsi, l'Éducation à l'Environnement a moins pour objectif de transmettre des connaissances que de responsabiliser les élèves, changer leurs attitudes, les sensibiliser à des systèmes de valeur (Giordan & Souchon 1991, Clary & Giolitto 1994, Sauvé 1997, Clément 1999a, Clément et Hovart 2000).

Autre exemple : dans la formation professionnelle, les références sont focalisées sur les pratiques sociales, comme l'a montré J.L.Martinand (de 1981 à 2001 ; cf. aussi Lebeaume et Martinand 1998) sur l'enseignement de la technologie ou encore sur la formation des enseignants (Martinand 1994).

Or la formation des ingénieurs forestiers relève à la fois de l'Éducation à l'Environnement et de la formation professionnelle. C'est à sa clarification que le présent article souhaite contribuer.

## 1. MAÎTRES ET PROTECTEURS DE LA FORÊT...

L'un de nous (Mohamad Cheikho), ingénieur forestier et enseignant à la Faculté de l'Éducation de Damas, est engagé dans une thèse de Didactique sur les milieux forestiers, initialement motivée par deux constats :

protéger ou  
exploiter  
la forêt ?

- ses collègues, surtout les diplômés récents, éprouvent des difficultés à utiliser les connaissances théoriques qui leur ont été enseignées pour faire face à des problèmes de terrain ;
- par ailleurs, un conflit oppose souvent, chez les forestiers, d'un côté ceux qui privilégient la protection des écosystèmes et, de l'autre, des gestionnaires focalisés sur la rentabilité des productions forestières.

chaque forêt est un  
écosystème  
unique

Ces questions se retrouvent dans la plupart des pays. En France, R.Larrère (1997) en rend compte à propos de controverses sur la forêt du Mont Aigoual, pour conclure que la question du "climax" (2) est assez académique dans notre pays où toutes les forêts sont anthropisées : chacune a dès lors son histoire singulière. Ce dernier point est défendu par de nombreux chercheurs en écologie : P.Blandin (1992) insiste sur le fait que *"tout fragment de la biosphère, tel qu'on peut l'observer aujourd'hui, est le produit local d'une histoire singulière : il est définitivement unique (...). Ainsi, entre la vision idéaliste qu'implique l'écosystème-concept, et le pragmatisme qui conduit à ne reconnaître que des objets écologiques locaux, toujours particuliers et intrinsèquement transitoires, l'expérience tend aujourd'hui à privilégier la seconde approche"*.

(2) Voir aussi C. & R. Larrère, 1997. L'exemple de la forêt de l'Aigoual y est exposé pp. 176-182. La notion de climax, et sa critique scientifique, y sont présentées pp. 137-143.

Cette singularité de chaque écosystème-forêt justifie déjà que les formations professionnelles au métier d'ingénieur forestier juxtaposent aux enseignements théoriques des stages pratiques qui permettent une confrontation avec la spécificité locale et historique de chaque forêt.

à chacun  
sa forêt

Mais ces enjeux de formation deviennent plus complexes encore quand on prend en compte le rapport que chacun d'entre nous tisse avec une forêt. Déjà J. von Uexküll (1934) écrivait : *"Il n'existe pas de forêt en tant que milieu objectivement déterminé. Il y a une forêt pour le forestier, une forêt pour le chasseur, une forêt pour le promeneur, une forêt pour l'amateur de la nature, une forêt pour celui qui ramasse du bois ou celui qui cueille des baies, une forêt de légende où se perd le Petit Poucet"*. À chacun sa forêt, donc, même si c'est apparemment la "même" sur une carte. L'être humain construit en effet un rapport unique à ce qui l'entoure (son monde propre : son *umwelt* : von Uexküll 1934, Clément et al 1997, Clément 1999b). Mais l'être humain est aussi un être social. Ses conceptions sur la forêt, aussi uniques soient-elles, sont structurées par des traditions philosophiques et culturelles, des dimensions socio-économiques, des connaissances scientifiques. Plusieurs philosophes ont par exemple analysé la diversité de nos rapports à la nature, et leurs racines historiques (voir notamment A.Roger & F.Guéry 1991 ; C. & R.Larrère 1997 ; C.Larrère 1997). Au fameux *"Maîtres et possesseurs de la nature"* de Descartes fait aujourd'hui écho le titre de l'ouvrage d'A.Roger et F.Guéry (1991) : *"Maîtres et protecteurs de la nature"*. Les didacticiens commencent à prendre en compte ces divers rapports à la nature et à l'environnement dans leurs recherches sur l'Éducation à l'Environnement (Clément & Hovart 2000).

nous sommes  
maîtres et  
protecteurs de la  
nature

Les rapports socio-économiques à la forêt ont évolué. À la traditionnelle production de bois (qui rend certaines forêts aussi impénétrables qu'un champ de maïs), de liège, ou encore de gibier (pour les chasseurs), succède une période plus ouverte qui prend aussi en compte d'autres utilisations. Celles-ci sont plus environnementales : tourisme vert, défense de la biodiversité, valorisation du développement de nouvelles forêts pour fixer le carbone et réduire ainsi les gaz à effet de serre (accords de Kyoto). Mais le choix de priorités est souvent conflictuel (3), renvoyant à des débats et décisions politiques (4).

production de  
bois, mais aussi  
tourisme vert

Les formations professionnelles aux métiers de la forêt doivent accompagner ces évolutions, sinon les anticiper. Elles sont dans le même temps confrontées à cette double complexité des forêts, en tant qu'écosystèmes toujours uniques, et dans les rapports multiples (et parfois conflictuels) que les divers acteurs sociaux tissent avec elles.

(3) Par exemple entre chasseurs et promeneurs ou ramasseurs de champignons...

(4) En temps de paix car, en temps de guerre, les forêts sont souvent rasées par les militaires qui ne les conçoivent que comme des repères de "terroristes" : Algérie, Palestine, ...

## 2. BRÈVE HISTOIRE DE LA FORMATION AU MÉTIER D'INGÉNIEUR FORESTIER

### 2.1. Le métier d'ingénieur forestier

maîtriser la complexité de la forêt

Les ingénieurs forestiers sont *“des ingénieurs spécialisés dans le domaine de la forêt, du bois et de l'environnement. Dotés d'une solide formation scientifique, les ingénieurs forestiers développent au contact de la forêt une aptitude particulière à maîtriser la complexité du vivant et à raisonner à très long terme. Ils apprennent à prendre en compte simultanément les composantes écologiques, économiques et humaines des problèmes qui leur sont soumis. Ils sont préparés à s'adapter à un environnement en évolution rapide.”* (5)

L'ENGREF (1999) définit un profil d'ingénieur forestier dont les activités sont très variées. La base en est l'élaboration de propositions techniques pour contribuer à des décisions opérationnelles. Mais il assure aussi d'autres fonctions : gestion directe ou organisation de la gestion ; intégration dans une équipe, dont il assume parfois la responsabilité. Cette équipe est pluridisciplinaire et mène des études qui impliquent de multiples intervenants et nécessitent de nombreux contacts, y compris pour la communication et pour la négociation avec des partenaires locaux.

Un survol de l'histoire de l'enseignement forestier en France (Guinier 1913, Guyot 1898) permet de dégager quatre époques principales avant la situation actuelle.

### 2.2. Jusqu'au Moyen Âge

premières utilisations de la forêt

Par sa richesse naturelle, la forêt a attiré l'attention de l'homme tout au long de l'histoire. La forêt ne fut pas seulement un lieu de chasse et de cueillette depuis la préhistoire, mais aussi une source de matière première : le bois, dont l'homme se servit pour se chauffer, fabriquer des outils, construire des huttes, des cabanes. Avec ses activités pastorales et agricoles, l'homme commença à défricher la forêt. Tendance qui ira en s'amplifiant : les populations deviennent sédentaires, grossissent, elles ont de plus en plus besoin de bois pour des utilisations nombreuses.

Tous ces savoir-faire sur l'exploitation de la forêt et les diverses utilisations du bois, ne se sont initialement transmises que par des pratiques partagées (milieu familial, compagnonnage).

---

(5) “L'ENGREF, école des milieux vivants”, p. 4 (présentation de la FIF : Formation des Ingénieurs Forestiers). L'ENGREF est l'École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. Elle est basée à Nancy, ainsi que dans d'autres Centres (Paris, Montpellier, Clermont-Ferrand, Kourou).

### **2.3. Du Moyen Âge à 1789 : les débuts des Eaux et Forêts et de la sylviculture**

la forêt n'est pas  
une richesse  
inépuisable

Au Moyen Âge (Demard 1980), différents types d'artisans utilisent le bois : les bûcherons, les scieurs de long, les charbonniers, les palonniers, etc. Ces activités sont à l'origine de diverses professions : ouvriers des scieries, sabotiers, charbons, tonneliers, etc. La forêt prend plus d'importance socio-économique, et même politique. Elle se fait dévorer pour les charpentes des maisons, et surtout pour les coques des navires (notamment pour la flotte du roi). Elle n'apparaît plus comme une richesse inépuisable. Il faut l'économiser, la reboiser, bref la gérer.

l'art forestier se  
transmet par  
compagnonnage

Dès le Moyen Âge, a été constituée une administration forestière chargée de la police des forêts en France : les Eaux et Forêts. C'est du xv<sup>e</sup> siècle que datent les premiers principes de sylviculture. On ne peut pas encore parler de sciences forestières, mais de pratiques qui se transmettent oralement (on a retrouvé peu d'écrits) et constituent déjà un art forestier. Ce sont les fonctionnaires des Eaux et Forêts qui ont défini ces premiers principes de sylviculture. Les forêts ne sont alors rien d'autre que des ressources économiques (et politiques) protégées et exploitées par ce service et sa police forestière. La formation forestière officielle n'existait pas et la transmission de l'art forestier se faisait d'une manière orale, par compagnonnage.

### **2.4. De 1789 à 1824 (année où s'institutionnalise l'enseignement forestier)**

les débuts de  
l'enseignement  
forestier :

Avec la Révolution, les charges des Eaux et Forêts ont été supprimées et les forestiers ont été dispersés. Les emplois dans l'administration des forêts ont été confiés à des fonctionnaires pour la plupart incompétents. Cependant, alors qu'en France l'art forestier, qui y était né, subissait une éclipse, en Allemagne cet art progressait rapidement et l'enseignement forestier était créé (fin du xviii<sup>e</sup> siècle). Sans renouer complètement la chaîne des traditions forestières françaises interrompues par la Révolution, les forestiers français, appelés par les Allemands, dirigeaient l'enseignement forestier en Allemagne. Vers 1820, un employé de l'administration centrale des forêts, qui a largement contribué à la diffusion des connaissances forestières, Baudrillart (cité par Guinier 1913), prit l'initiative d'un mouvement en faveur de la création d'un enseignement forestier en France. Il sut convaincre le directeur général des forêts.

1825 : l'École  
Nationale des Eaux  
et Forêts de Nancy

En 1824, l'enseignement forestier s'officialise en France. Une ordonnance royale du 26 août 1824 institue une école royale forestière. Elle est suivie par une autre ordonnance royale du 1<sup>er</sup> décembre de la même année, qui en fixe le siège à Nancy et en règle l'organisation. L'École Nationale des Eaux et Forêts de Nancy s'ouvre le 1<sup>er</sup> janvier 1825. Sur le plan pédagogique,

l'accent est mis sur la pratique, alliée aux connaissances théoriques de l'époque. L'école d'ingénieurs forestiers joue aussi le rôle d'une entreprise. Au cours de leur apprentissage, les élèves sont employés et sont amenés à exécuter des projets réels, tels que réaliser une route forestière par exemple.

Les connaissances liées au travail forestier commencent à se spécialiser autour de nouvelles notions forestières qui ont favorisé un début de disciplinarisation des connaissances (l'économie forestière, l'aménagement, la sylviculture, etc.). Par exemple Gustave Gand (1839, cité par Haguenhauer 1991, p. 370), développe la notion de géographie botanico-forestière dans son mémoire sur l'alternance des essences forestières.

### **2.5. De 1825 à aujourd'hui : la naissance de l'ENGREF (1965)**

1965 : l'ENGREF  
(École Nationale  
du Génie Rural des  
Eaux et des Forêts),

Après 1825, l'école forestière subit des transformations portant sur l'organisation, le recrutement et l'enseignement. Le nom de l'école change : elle s'appelle actuellement l'ENGREF (École Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts), depuis la fusion, en 1965, de l'École Nationale des Eaux et Forêts de Nancy (1824) et de l'École Nationale du Génie Rural fondée à Paris en 1919. Établissement public sous tutelle du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, l'ENGREF est dotée d'un conseil d'administration présidé par le directeur général de l'administration du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, et d'un conseil scientifique.

Le Règlement du 13 janvier 1825 organise des "courses", sortes de stages forestiers sur le terrain, hors de Nancy. Il régit leurs horaires, leurs placements dans le programme scolaire des futurs ingénieurs forestiers, et le choix des forêts étudiées.

premières  
disciplines et  
pluridisciplinarités  
dans  
l'enseignement  
forestier

L'esprit pluridisciplinaire de la formation professionnelle des ingénieurs forestiers apparaît pour la première fois explicitement dans l'enseignement forestier. Le Règlement de 1835 précise que des cours auront pour objet la Géodésie et la Dendrométrie, la Botanique et la Géognosie : c'était réserver spécialement les "courses" à la Sylviculture et l'Aménagement. L'évaluation s'effectue sous forme d'examens déjà disciplinaires. L'enseignement officialise également plusieurs types de formations forestières. Des méthodes pédagogiques visuelles sont utilisées à partir de 1860, avec la première exposition forestière de l'école impériale forestière au concours général et national de l'Agriculture, à Paris.

Plus récemment, des structurations pédagogiques nouvelles ont été introduites : cours théoriques, TD d'application, voyages d'études, TP ou projets, ... Les projets principaux d'étude sont définis : informatique, phyto-écologie, protection des forêts, économie forestière, reboisement, aménagement

forestier. Des thèmes scientifiques sont précisés : sylviculture, moyenne montagne, milieux difficiles montagneux et méditerranéens, filière bois (ENGREF 1999).

premières  
pédagogies de  
projets, ante-  
disciplines,  
disciplines,  
pluridisciplinarité  
fonctionnelle,  
complexité

En résumé, l'ENGREF a toujours intégré dans ses formations des stages professionnels sur le terrain : les "projets" (voir les tableaux 2 et 3 ci-après) sont les héritiers directs des "cours" mis en place dès la naissance de cette école en 1825. Ces formations sur le terrain forestier ont toujours été considérées comme une partie nécessaire à la formation des ingénieurs forestiers, à côté de leurs enseignements plus théoriques. Ceux-ci ont très vite été structurés en disciplines diverses, qui se sont renouvelées au fur et à mesure de l'évolution des connaissances scientifiques : certaines ont disparu, mais pas toutes ; d'autres (les ante-disciplines : Clément et Cheikho 2001) ont éclaté en disciplines nouvelles. Mais la synthèse de l'ensemble, celle qui permet de passer d'une pluridisciplinarité par juxtaposition de connaissances étanches entre elles, à une *pluridisciplinarité fonctionnelle*, cette synthèse doit être effectuée par chaque futur ingénieur forestier. Et leurs stages de terrain sont justement prévus pour le leur permettre : à la fois pour qu'ils sachent mobiliser, en situation professionnelle, les connaissances théoriques pertinentes, mais aussi pour qu'ils commencent durant ces stages à se familiariser avec d'autres facettes de leur métier, celles qui ne leur ont pas été enseignées sous forme de cours, celles qui en constituent la *complexité*.

### **3. LA RECHERCHE PLURIDISCIPLINAIRE ET LA GESTION D'UNE FORÊT CONSTITUENT-ILS DES RÉFÉRENCES ?**

#### **3.1. Questions et enjeux de cette recherche**

Dans la première phase de notre recherche, nous avons décidé d'explorer de plus près ce qui pouvait *a priori* être considéré comme "le savoir savant" dans le domaine forestier.

des programmes  
pluridisciplinaires  
de recherche sur la  
forêt du Mont  
Ventoux

Comme toute forêt peut être l'objet de multiples recherches relevant chacune d'un domaine disciplinaire précis, nous nous sommes tournés vers des programmes pluridisciplinaires de recherche, financés par divers ministères (Recherche et Agriculture pour l'essentiel). Sur les conseils du Directeur du Laboratoire de l'INRA sur les forêts méditerranéennes (Michel Bariteau), nous avons choisi les programmes pluridisciplinaires successifs qui ont été réalisés depuis 1972 sur une même forêt, celle du Mont Ventoux (Vaucluse), et nous avons décidé d'interroger les responsables actuels des équipes de recherche qui ont travaillé dans le cadre de ces programmes.

ces programmes pluridisciplinaires sont-ils des références pour la transposition didactique ?

Pour tenir compte de la dimension "pratiques sociales de références", nous avons aussi interrogé les principaux responsables actuels de la gestion de cette même forêt. En effet, la forêt méditerranéenne du Mont Ventoux est non seulement une des forêts les plus étudiées, mais aussi un site protégé intégré dans plusieurs programmes de protection de la nature.

Notre objectif, à travers cet ensemble d'entretiens, n'était pas bien sûr d'établir un catalogue de savoirs de références : les publications et traités scientifiques sont pour cela plus utiles (6). Il était en revanche d'analyser les conceptions de nos interlocuteurs sur la pluridisciplinarité qu'ils avaient tant pratiquée lors de leur recherche ou gestion de cette forêt. Jusqu'à quel point leurs pratiques pluridisciplinaires avaient-elles modifié d'une part leurs conceptions sur cette forêt, et d'autre part leur propre pratique disciplinaire initiale ?

Notre espoir était que la pluridisciplinarité mise en œuvre dans ces pratiques de recherche ou de gestion d'une forêt pourrait peut-être questionner le découpage disciplinaire des enseignements dispensés lors des formations aux métiers de la forêt, et notamment lors de la formation professionnelle des ingénieurs forestiers.

### 3.2. Méthodologie

#### • Recueil des données

Le tableau 1 récapitule les principales caractéristiques des onze entretiens effectués. Les personnes A, B, C et D sont universitaires ou chercheurs CNRS travaillant dans une Université (Marseille, Montpellier ou La Rochelle). Les personnes E, F, G et H sont des chercheurs INRA, travaillant à l'INRA d'Avignon. I, ingénieur forestier de formation, dirige l'unité de recherche forestière à l'INRA d'Avignon. J n'est pas ingénieur forestier, mais a une formation plus large de gestionnaire. Les autres personnes interrogées (K, L et M) sont des ingénieurs forestiers, engagés dans des responsabilités de gestion de la forêt du Mont Ventoux.

Chaque entretien s'est déroulé, après rendez-vous téléphonique, sur le lieu de travail de la personne interrogée (sauf l'entretien avec le chercheur de La Rochelle, qui a été effectué par téléphone). Huit des onze entretiens ont été réalisés par Mohamad Cheikho seul, et trois avec Pierre Clément. La première partie (30 à 60 minutes en général) était ouverte, à partir de la même question : *"Quel était votre rôle dans les programmes de recherche et de gestion pluridisciplinaires*

11 entretiens ont été réalisés avec les responsables de ces programmes

(6) Les programmes pluridisciplinaires sur le Mont Ventoux ont donné lieu à plusieurs bilans publiés : Du Merle et al. 1978, un numéro spécial du bulletin semestriel de la Faculté des Lettres et Sciences Humaines d'Avignon (Études Vauclusiennes, juillet 1987), etc.

**Tableau 1. Caractéristiques des 13 personnes interrogées (11 entretiens)**

Interlocuteur	Statut	Spécialité et/ou fonction
<b>A &amp; B</b>	A : Professeur Université B : Directeur recherche CNRS	Écologie végétale Écologie végétale
<b>C</b>	Directeur recherche CNRS	Herpétologie
<b>D</b>	Directeur recherche CNRS	Ornithologie
<b>E</b>	Directeur recherche INRA	Entomologie/Resp. station, élu conseil municipal
<b>F</b>	Directeur recherche INRA	Bio-climatologie
<b>G</b>	Directeur recherche INRA	Entomologie/Resp. programme pluridisc. années 70
<b>H</b>	Dir. Rech. INRA (ing. forestier)	Sylviculture, modélis./resp. progr. pluridis. récent
<b>I</b>	Ingénieur INRA (ing. forestier)	Directeur unité recherches forestières INRA
<b>J</b>	Ingénieur (IUP et DESS)	Chef du Projet Réserve Biosphère du Mont Ventoux
<b>K &amp; L</b>	K : Ingénieur forestier L : Ingénieur forestier	Chef de service à l'ONF (Directeur départemental) Adjoint du Directeur départemental ONF
<b>M</b>	Ingénieur forestier	ONF : Responsable section technique

*menés sur le Mont Ventoux depuis 1972 ?*". La seconde partie de l'entretien était plus directive, pour éclaircir certains points, et notamment les positions de l'interlocuteur sur la pluridisciplinarité.

#### • Analyse des entretiens

Les onze entretiens effectués ont été totalement retranscrits (total = 475300 signes). Ils ont ensuite été soumis à plusieurs types d'analyse (Maingueneau 1991) :

y seront identifiés  
les champs  
disciplinaires,

– *Une analyse manuelle de contenu (champs disciplinaires)* : le contenu de chaque ligne a été catégorisé afin de permettre pour chaque entretien une quantification de ces catégories précises. Celles-ci ont ensuite été regroupées en quatre grands ensembles (voir figure 1).

les types de  
discours,

– *Une analyse lexicale informatisée (ALCESTE, logiciel réalisé par Max Reinert, CNRS)* a permis de définir sans a priori plusieurs classes de discours dans l'ensemble du corpus (par analyse hiérarchique descendante, après découpage des textes, réduits au préalable à des mots-pleins, en unité de 14 ou 16 mots).

les conceptions  
sur la  
pluridisciplinarité,

– *Une analyse des conceptions relatives à la pluridisciplinarité* : elle a été effectuée en ne conservant que les parties de texte qui contiennent le mot pluridisciplinarité, ou un de ses synonymes. C'est la méthode des termes pivots (Harris 1953, Jacobi 1987). L'analyse des co-textes du terme pivot "pluridisciplinarité" (ou de ses reformulations) permet d'identifier le sens que lui donne chaque personne interrogée. Ces significations ont ensuite été catégorisées.

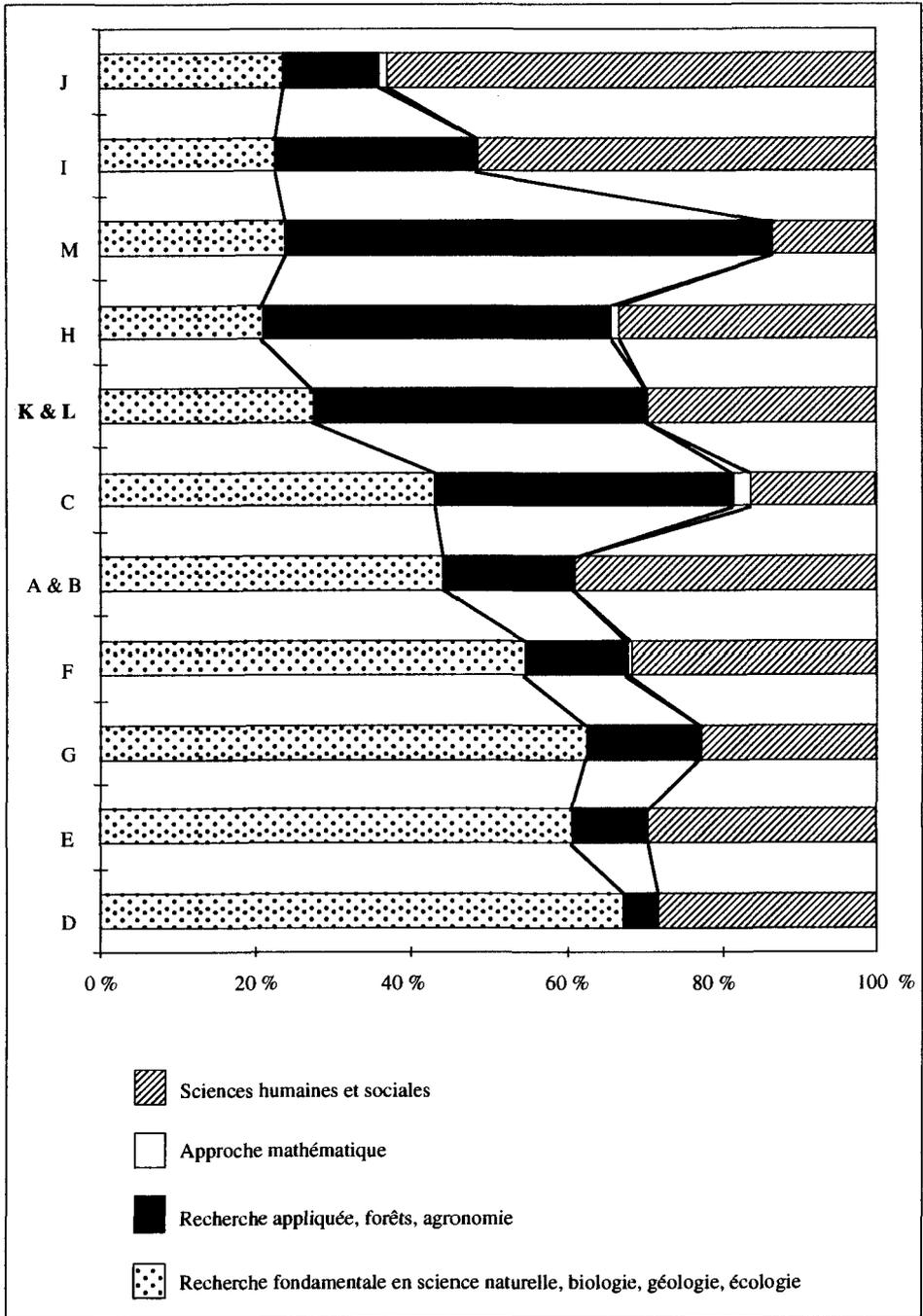


Figure 1. Les champs disciplinaires dans le contenu des 11 entretiens

le système-forêt de chaque responsable sera résumé par un conceptogramme

– *Réalisation d'un "conceptogramme" à partir de chaque entretien.* Dans un premier temps, nous avons réalisé une analyse systémique pour résumer par un graphe le "système-forêt" de chacun de nos interlocuteurs. Ainsi, pour chaque entretien les éléments du système ont été identifiés dans le discours de chaque interlocuteur, puis mis en relation. Mais ces cartographies détaillées prennent trop de place pour être reproduites ici. Nous avons ensuite simplifié chaque graphe, pour ne conserver que quatre grandes catégories de notions, afin de quantifier l'importance de chaque catégorie et de représenter onze "conceptogrammes" construits selon le même plan (la figure 2, plus loin, en reproduit trois).

### 3.3. Résultats

#### • *Analyse manuelle de contenu (champs disciplinaires) : figure 1*

identification de trois grands champs disciplinaires et catégorisation des discours selon que prédominent :

Trois grands champs disciplinaires ont été dégagés à partir de la catégorisation disciplinaire fine de tous les contenus des entretiens. La figure 1 montre leur répartition dans chacun des 11 entretiens (le quatrième champ disciplinaire identifié, correspondant à une approche mathématique, est très peu présent). Plusieurs remarques sont possibles à partir de ces résultats :

les recherches fondamentales,

- Les parties de discours correspondant à des préoccupations de recherche fondamentale représentent entre la moitié et les 2/3 des discours des universitaires et chercheurs qui n'ont pas de formation d'ingénieur forestier (D, E, G, F, A & B, C). Ils ne représentent qu'un quart des discours des autres interlocuteurs. Il est à noter que le responsable du premier programme pluridisciplinaire de recherche (années 70) est un D.R. INRA (G) qui a surtout des préoccupations de recherche fondamentale, alors que le responsable des programmes pluridisciplinaires plus récents (H) est aussi un D.R. INRA mais de formation ingénieur forestier : il est surtout préoccupé par les aspects appliqués de la foresterie.

les recherches appliquées et les actions,

- Les interlocuteurs qui ont une formation d'ingénieur forestier (K & L, H, M) ont des profils de discours particuliers, où les trois champs disciplinaires sont présents mais avec une prédominance pour la recherche appliquée et les actions sur la forêt.

les Sciences Humaines et Sociales

- Le profil de I, qui est lui aussi de formation ingénieur forestier, se différencie pourtant des précédents : plus de la moitié de son discours relève des SHS (Sciences humaines et sociales). Il se rapproche ainsi du discours de J, qui n'a pas de formation précise en foresterie mais a une formation de gestionnaire bien armée en SHS. La convergence entre ces deux entretiens vient sans doute de l'importance de leurs

responsabilités : J dans la gestion du Mont Ventoux, I dans la direction d'une grosse unité de recherche forestière à l'INRA.

- Une remarque importante est que les sciences humaines et sociales (SHS) sont présentes dans tous les discours (de 20 à 60 %). Ceci témoigne de l'intérêt des personnes interrogées pour les questions économiques, politiques et sociales. Cependant, aucune recherche en SHS n'a été développée à l'occasion des recherches pluridisciplinaires sur la forêt méditerranéenne du Mont Ventoux, et aucun des chercheurs interrogés n'avait une formation SHS, ni n'a travaillé avec un spécialiste des SHS. Seule une gestionnaire (J) avait une formation dans ce domaine.

**• L'analyse lexicale informatisée  
(Alceste, Reinert 1992)**

utilisation du  
logiciel Alceste :  
5 classes de  
discours

Nous avons utilisé dans notre travail le plan d'analyse standard qui comprend un module de contrôle de la stabilité des classes en fonction de la longueur des énoncés retenus dans l'analyse. Celle-ci a défini cinq classes principales de discours dans l'ensemble des onze entretiens étudiés. À la différence des catégories utilisées dans l'analyse précédente, ces classes ne sont pas définies *a priori*, mais uniquement à partir du lexique utilisé par les personnes interrogées. Les mots et phrases (unités de contexte élémentaires) qui caractérisent chaque classe nous permettent d'en identifier la signification. La fréquence de ces classes dans chacun des entretiens permet ensuite de caractériser chaque personne interrogée par une ou deux de ces classes : l'AFC (analyse factorielle de correspondance) qui permet ces rapprochements n'est pas reprise ni commentée ici, faute de place : elle a été publiée dans les actes de colloques où nous avons présenté nos premiers résultats (Cheikho et Clément 1999 a & b, Cheikho, Clément & Bariteau 1999). Elle complète, avec plus de finesse, la figure 1 obtenue par la méthode précédente. Nous ne reprenons ici que la définition des cinq classes, pour illustrer leur pertinence dans l'analyse de ces onze entretiens.

caractérisation de  
ces 5 classes

**Classe 01 – Gestionnaires, forestiers.** Les termes qui repèrent significativement cette classe caractérisent des préoccupations centrées sur l'ingénierie forestière et la gestion forestière.

**Classe 02 – Scientifiques, sciences fondamentales (écologie), enseignement.** Le vocabulaire qui la caractérise lui donne un caractère scientifique au sens recherche en sciences fondamentales, en écologie principalement, en liaison avec l'enseignement.

**Classe 03 – Responsabilités politiques, écologistes.** Les termes qui la caractérisent sont centrés en général autour de la responsabilité politique, avec une attitude écologiste.

**Classe 04 – Responsabilités scientifiques.** Son vocabulaire caractérise la responsabilité scientifique, les programmes de recherche et les projets pluri/multidisciplinaires.

**Classe 05 – Forêt et écologie végétale.** Les termes caractérisent des discours centrés sur la forêt, dans son écologie végétale en même temps que sa gestion écologique.

c'est une analyse plus fine que celle qui identifiait a priori 3 grands champs disciplinaires

Si les classes 01 et 02 reprennent deux des champs disciplinaires identifiés précédemment (recherche appliquée et forestier ; recherche fondamentale), elles sont complétées par la classe 05 qui est à cheval sur ces deux champs disciplinaires pour le seul domaine de la forêt en tant qu'écosystème végétal. Par ailleurs, le champ disciplinaire que nous avons nommé SHS (Sciences Humaines et Sociales) éclate en deux classes de discours qui sont plus pointues, et plus proches des préoccupations de nos interlocuteurs : les classes 03 (responsabilités politiques, écologistes) et 04 (responsabilités scientifiques).

Cette catégorisation informatisée des discours est donc plus fine que la précédente.

#### • **Les conceptions sur la pluridisciplinarité**

Les conceptions des acteurs sur la pluridisciplinarité se divisent d'abord en deux catégories.

un seul cas d'interdisciplinarité

– Une, défendue par un seul des acteurs interrogés (F), considère que la pluridisciplinarité ne se limite pas à une juxtaposition des différentes disciplines, mais implique aussi de fortes interactions entre ces disciplines ; par exemple la modélisation effectuée par certains chercheurs induit des hypothèses qui conditionnent les prises des données par les autres. Les recherches et décisions nécessitent de fortes interactions entre disciplines : la pluridisciplinarité est alors *interdisciplinarité*.

trois types de pluridisciplinarité par juxtaposition :

– Les autres conceptions considèrent plus la pluridisciplinarité comme une *juxtaposition de différentes disciplines* : chaque spécialiste aborde parallèlement, chacun dans son domaine de compétences, un sujet défini par deux contraintes : l'unité de lieu et de temps, avec la perspective de faire une synthèse finale en commun, qui en fait juxtapose les approches définies (et séparées) en début du programme de recherche ou de gestion.

Trois autres types de tendances ont également été mises en évidence en fonction du nombre et de la nature des disciplines qui sont prises en compte lors de la démarche pluridisciplinaire.

soit finalisées vers la gestion forestière

(1) La synthèse pluridisciplinaire finalisée vers la gestion forestière (M, H, K & L, I, et partiellement E). Cette pluridisciplinarité fait appel à des consultations ou expertises monodisciplinaires ; elle est également marquée par le travail de terrain. Elle caractérise la pratique sociale du forestier.

soit vers des recherches fondamentales,

(2) La pluridisciplinarité partielle qui se limite à quelques approches de recherches fondamentales en sciences naturelles : elle est présente chez des chercheurs tels que C, D, E, A & B, G. La pluridisciplinarité est ici surtout marquée par

soit vers des justifications humaines et sociales

des préoccupations écologiques, ou de biologie des populations. Elle juxtapose des entrées monodisciplinaires.

(3) Enfin une pluridisciplinarité plus structurée autour de justifications humaines et sociales. Elle est représentée principalement par I et J. Elle met l'accent sur le travail de terrain.

Il est intéressant de noter que ces trois conceptions recouvrent précisément les trois types d'entretiens mis en évidence plus haut lors de l'analyse des contenus (champs disciplinaires : figure 1), et qui correspondaient au type de formation et de responsabilité de nos interlocuteurs.

- Ainsi, la pluridisciplinarité focalisée sur la gestion forestière est le fait de ceux qui ont une formation d'ingénieur forestier.
- La pseudo-pluridisciplinarité ne juxtaposant que quelques disciplines des sciences de la nature est le fait des chercheurs spécialisés dans une discipline de recherche fondamentale. Ne fait exception que le bioclimatologue F, qui est le seul à prôner une véritable interdisciplinarité (est-ce lié à sa personnalité, ou à sa spécialité disciplinaire, ou aux deux ?).
- Enfin, les deux entretiens qui ont les vues les plus globales, et qui insistent sur une pluridisciplinarité ouverte sur les dimensions économiques et sociales, sont les personnes qui ont le plus de responsabilité : I dans la recherche (direction de l'unité de recherches forestières de l'INRA), J dans la gestion (chef du projet de la Réserve du Mont Ventoux). Est-ce leur fonction qui a induit cette ouverture, ou celle-ci qui leur a permis d'accéder à ces postes de responsabilité, ou les deux ?

#### **• Conceptogrammes : à chaque acteur sa forêt**

Dans un premier temps, l'analyse systémique nous a permis de constater que chaque acteur interrogé avait un discours spécifique sur la "même" forêt du Mont Ventoux : à chacun sa conception, son "système-forêt".

Dans un second temps, nous avons unifié la représentation graphique de chaque entretien en ne conservant que quatre catégories d'activités de la personne interrogée (figure 2) : (1) dans le domaine humain et social ; (2) dans celui du monde végétal, y compris sur les arbres des forêts ; (3) sur le sol, sa géologie, sa topographie, ainsi que sur d'autres paramètres physiques tels que le climat ; (4) sur les animaux enfin, soit ceux qui parasitent les arbres (chenilles processionnaires par exemple), soit ceux qui constituent la faune des forêts.

La figure 2 reproduit 3 de ces conceptogrammes (J, D et M). Le diamètre de chaque cercle est proportionnel au pourcentage de présence de ces quatre catégories dans chacun des trois entretiens. Aucun ne met l'accent sur le même type de notions et d'activités. Cette analyse à la fois confirme et précise les précédentes : à chaque acteur sa conception de la "même" forêt !

chaque acteur a sa conception à lui de la "même" forêt

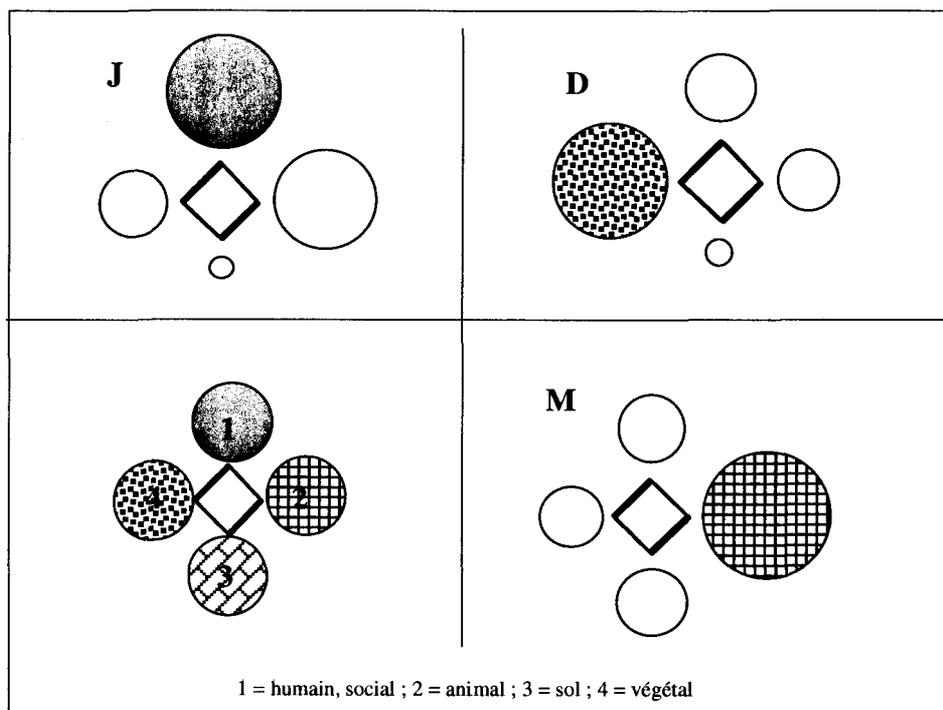


Figure 2. Trois conceptogrammes, réalisés à partir des entretiens J, D et M.

### 3.4. Discussion et conclusions

Dans la première partie (épistémologique) du présent texte, nous avons souligné que chaque forêt est unique dans sa complexité locale et historique. Nous avons évité ce premier niveau de complexité en travaillant sur une seule forêt, celle du Mont Ventoux, l'une des plus étudiée.

Nos résultats confirment l'importance du second niveau de complexité que nous suggérons *a priori*. Chaque acteur interrogé, choisi à cause de ses responsabilités dans des programmes pluridisciplinaires de recherche ou de gestion de cette forêt, a sa propre conception de cette forêt, conception très fortement marquée par le type d'activité de cet acteur sur et pour cette forêt.

enseigner une forêt  
"objective"  
s'avère dès lors  
illusoire

L'existence d'une forêt "objective" qui serait une sorte de "savoir savant" issu des recherches sur cette forêt, s'avère dès lors être une illusion. Les rapports des recherches pluridisciplinaires sur cette forêt (Du Merle et al. 1978, Études Vauclusiennes 1987) confirment et amplifient même ces résultats : chaque équipe de recherche y a publié les résultats de ses

propres travaux, sans autre interaction avec ceux des autres équipes que leur juxtaposition dans ces rapports. C'est ce que nous avons identifié comme la "pseudo-pluridisciplinarité" des travaux de recherche fondamentale engagés dans ces programmes "pluridisciplinaires". Le bilan publié par Du Merle et al. (1978) porte d'ailleurs ce titre délicieux : "... : éléments d'une synthèse écologique".

la pluridisciplinarité fonctionnelle des ingénieurs forestiers reste une pluridisciplinarité par juxtapositions

Dans cette diversité, nos résultats ont à plusieurs reprises mis en évidence une certaine homogénéité dans les conceptions des ingénieurs forestiers (formés à l'ENGREF de Nancy). Il s'agit des entretiens K & L, H, M et I (voir par exemple la figure 1). Mais même ces acteurs se différencient en fonction de leurs activités actuelles : M, par exemple, responsable d'une section technique à l'ONF (Office National des Forêts), est centré essentiellement sur des questions de gestion (figure 1) et sur la partie végétale des forêts (figure 2) ; tandis que I, responsable d'une unité de recherches forestières à l'INRA, est surtout sensible aux dimensions humaines, économiques et sociales (figure 1). La pluridisciplinarité de ces acteurs formés initialement comme ingénieurs forestiers, présente effectivement le point commun d'être fonctionnelle, centrée sur l'efficacité de la gestion forestière ; cependant, elle reste une pluridisciplinarité par juxtaposition de préoccupations disciplinaires, sans interactions entre elles. En effet, un seul des acteurs interrogés a développé des exemples sur ces interactions, fondant une conception réellement interdisciplinaire absente dans les autres entretiens.

notre méthodologie d'entretien favorisait l'expression des conceptions singulières de chaque acteur interrogé

Sur le plan méthodologique, soulignons que tous nos entretiens n'ont mis nos interlocuteurs que dans une seule situation, ce qui ne nous a permis d'analyser que leurs conceptions conjoncturelles liées à cette situation (Clément 1994, 1999d). En introduisant chaque entretien par la même question ouverte : *"Quel était votre rôle dans les programmes de recherche et de gestion pluridisciplinaires menés sur le Mont Ventoux depuis 1972 ?"*, il est possible que nous ayons favorisé l'expression de la singularité de chaque acteur dans ces programmes pluridisciplinaires. Singularité que nos analyses des entretiens ont ensuite mise en évidence. Une autre entrée aurait pu consister à interroger d'emblée chaque acteur sur les travaux des autres équipes dans ces programmes, plutôt que sur leurs propres travaux. Cependant, la seconde partie de chaque entretien, plus directive, comportait des questions dans ce sens en se focalisant sur les aspects pluridisciplinaires des programmes de recherche ou de gestion de la forêt : les grandes tendances exprimées en début d'entretien y ont été confirmées ! Et les rapports écrits de ces programmes pluridisciplinaires, ainsi que les autres publications de ces chercheurs, valident eux aussi les résultats obtenus à partir de nos entretiens.

Les conceptions que nous avons mises en évidence par plusieurs analyses complémentaires et convergentes à partir

mais chacun a défini "sa" forêt à partir de son regard propre

de ces onze entretiens, semblent donc ne pas être que conjoncturelles : elles correspondent à des conceptions bien ancrées chez nos interlocuteurs. Chacun a parlé de "sa" forêt du Mont Ventoux, et de "sa" pluridisciplinarité, en restant très marqué par son type d'activité sur cette forêt.

Ce type de conclusion suscite trois commentaires, qui ont chacun leur incidence sur la formation professionnelle des ingénieurs forestiers, que nous allons directement aborder dans le paragraphe suivant :

de même, chaque approche biologique définit "sa" cellule, ou "son" cerveau, à partir de ses concepts et démarches spécifiques.

- Sur le plan épistémologique, ce qui vient d'être dit de la forêt est vrai pour tout objet d'étude en biologie, et sans doute aussi dans d'autres disciplines. Ainsi la cellule vivante d'un électro-physiologiste n'est pas celle d'un biologiste moléculaire travaillant sur la synthèse de protéines, ni celle d'un biochimiste travaillant sur les cyto-membranes, ni celle d'un cytologiste travaillant en microscopie électronique (Clément 1988). Et tout traité scientifique sur la cellule porte la trace de la spécialité scientifique de son auteur. Il n'y a pas de savoir savant unique ni unifié sur la cellule. Dans les maîtrises universitaires de biologie cellulaire, il est important que les étudiants aient plusieurs cours de spécialistes différents qui parlent chacun de "leur" cellule. On pourrait en dire autant sur le cerveau, etc. En ce qui concerne la forêt, cette approche justifie la juxtaposition de plusieurs cours disciplinaires qui développent chacun des concepts et méthodes scientifiques spécifiques.

chaque conception de la forêt s'inscrit dans une pratique sociale de référence spécifique

- D'un autre côté, nos résultats soulignent l'incontournable nécessité de référencer tout enseignement sur la forêt à des pratiques sociales précises. En effet, nous avons vu que tout "savoir savant" sur la forêt porte la marque des pratiques de celui qui a élaboré ce savoir. Chaque type de pratique induit une conception spécifique sur la forêt. Ainsi, pour celle du Mont Ventoux, les conceptions des gestionnaires ne sont pas celles des chercheurs. Et ces derniers n'ont pas les mêmes préoccupations selon qu'ils effectuent des recherches fondamentales ou appliquées, et selon qu'ils travaillent dans tel ou tel domaine. Toute formation professionnelle doit donc avant tout être référencée au type de profession à laquelle elle prépare.

## **4. LES STAGES DE TERRAIN POUR FUTURS INGÉNIEURS FORESTIERS**

### **4.1. La Formation des Ingénieurs Forestiers (FIF)**

La Formation des Ingénieurs Forestiers (FIF) prépare des spécialistes des milieux forestiers (le domaine de la forêt, du bois et de l'environnement) de niveau Bac+5. Cette formation est dispensée par le centre de l'ENGREF situé à Nancy.

l'ENGREF forme en 3 ans des ingénieurs forestiers

La FIF Recrute des élèves qui seront ensuite soit "civils", soit "fonctionnaires". Ces derniers perçoivent dès leur arrivée à l'école un traitement et des indemnités ; en contrepartie, ils s'engagent à servir l'Etat pendant huit ans après leur sortie de l'école. Trois types d'élèves sont admis à la FIF en 1<sup>re</sup> année : des titulaires de deux ans de classes préparatoires type BCPST (biologie, chimie, physique et sciences de la terre) ; des titulaires de BTS (Brevet de Technicien Supérieur) ; et des techniciens du ministère de l'Agriculture ou de l'Office National des Forêts (concours interne).

La FIF se déroule sur trois années. Le tronc commun de vingt-quatre mois, est suivi d'un enseignement optionnel de quatre mois et d'un stage final de six mois. L'enseignement optionnel comprend deux modules à choisir dans la liste suivante :

- Arbres de parcs et d'alignements
- Aménagement des Territoires
- Gestions des entreprises
- Gestion des milieux naturels
- Méthodes quantitatives de gestion forestière
- Produits forestiers
- Foresterie Rurale et Tropicale

cette formation comprend des enseignements disciplinaires,

Le tronc commun de deux ans comprend actuellement quarante et un enseignements (tableau 2).

et des stages de terrain, pluridisciplinaires.

Tous les enseignements de ces deux années du tronc commun de la FIF sont disciplinaires, à l'exception de 3 d'entre eux, qui sont indiqués en gras sur le tableau 2. Il s'agit de trois stages courts sur le terrain (environ une semaine par stage), pluridisciplinaires et centrés sur la réalisation de projets. En accord avec les responsables de la FIF, nous avons décidé de travailler sur ces 3 stages.

## **4.2. Présentation des trois stages de projets pluridisciplinaires**

L'objectif de ces enseignements par projet est double :

- D'une part permettre aux futurs ingénieurs forestiers de mobiliser, en situation de terrain, les connaissances disciplinaires apprises dans les autres enseignements du tronc commun (tableau 2). Il s'agit bien de projets pluridisciplinaires qui prolongent et justifient les enseignements disciplinaires jusqu'ici cloisonnés et théoriques.
- D'autre part leur permettre de se confronter activement à la complexité du terrain et de leur travail en situation professionnelle. Chacun des projets répond en effet au type de questions auxquelles un ingénieur forestier est amené à répondre.

chaque stage est structuré autour de projets

Chacun des stages comprend une semaine sur le terrain et se prolonge par la rédaction d'un rapport.

**Tableau 2. Les enseignements des 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> années FIF  
(Formation des Ingénieurs Forestiers)**

Champ disciplinaire	Discipline	Champ disciplinaire	Discipline	
<b>-1- Sciences du milieu et du vivant</b>	Botanique	<b>- 3- Les méthodes de gestion forestière</b>	Physique du bois	
	Développement de l'arbre		Sylviculture	
	Xylogie		Sylviculture	
	Ecologie végétale		Reboisement (cours)	
	Génétique évolutive		<b>Projet de reboisement</b>	
	Comportement des essences		Estimation valeur des forêts	
	Pédologie		Mobilisation des bois	
	<b>Projet de phytoécologie</b>		Aménagement forestier	
	Populations animales		<b>-4- Les Sciences Économiques et sociales</b>	<b>Projet d'aménagement</b>
	Entomologie			Économie générale
	Pathologie forestière	Droit général		
	Environnement	Europe aménag. territoire		
<b>-2- Sciences de l'ingénieur</b>	Populations animales	<b>-5- La formation humaine</b>	Économie forestière	
	Informatique		Droit forestier rural	
	Mécanique des solides		Techniques d'expressions orale	
	Statistique		Anglais 1	
	Cartographie et topographie		Outils visuels communication	
	Dendrométrie		Soutenance et rapport stage entreprise	
	Mécanique des solides		Analyse du travail d'équipe	
	Transformation du bois		Techniques recherche d'emploi	
	Anglais 2			

### **4.3. Questions et enjeux de notre recherche**

En analysant les trois stages de terrain réalisés en pédagogie de projet, nous souhaitons identifier les spécificités de ce type de pédagogie tel qu'il est mis en œuvre par l'ENGREF pour la formation professionnelle des ingénieurs forestiers.

La pluridisciplinarité par juxtaposition de disciplines est transparente dans l'intitulé même des autres enseignements du tronc commun de la FIF (tableau 2) : ces enseignements sont censés donner aux futurs ingénieurs forestiers une assise de connaissances qui leur sera indispensable.

**Tableau 3. Objectifs des trois stages de projet analysés**

<b>Projet de Reboisement</b> <i>lieu : près de Montauban</i> <i>date : du 20 au 25-03-2000</i> <i>pour 2<sup>e</sup> année FIF</i>	<b>Projet de Phyto-écologie</b> <i>lieu : Région du Bugey, Ain</i> <i>date : du 15 au 20-05-2000</i> <i>pour 1<sup>er</sup> année FIF</i>	<b>Projet d'Aménagement</b> <i>lieu : Alpes, St Pierre d'Allevard,</i> <i>dates : du 22 au 27-05-2000</i> <i>pour 2<sup>e</sup> année FIF</i>
<p>Étudier un cas concret et réel de projet de reboisement avec mise en situation, face au gestionnaire et au propriétaire (présentation de l'avant-projet complet en fin d'exercice, sur le site).</p> <p>Élaborer un dossier complet destiné à la demande de financement et à la consultation des entreprises (dossier de maîtrise d'œuvre).</p>	<p>Exercice d'application et de synthèse de diverses disciplines traitées lors de la première année de la FIF : botanique, écologie, dendrologie, pédologie, informatique et analyse de données. Il s'agit de répondre à une problématique définie : la typologie des stations forestières d'une région naturelle. C'est le premier exercice d'observation et de description de divers compartiments du milieu naturel pour la plupart des élèves de la FIF. C'est enfin le premier gros projet de groupe de la scolarité des étudiants.</p>	<p>Réaliser un document d'aménagement forestier sur un cas réel.</p> <p>Déboucher sur un document fini, directement utilisable par les gestionnaires</p>

notre objectif est d'analyser la pluridisciplinarité mise en œuvre dans la pédagogie de projet de ces trois stages

Mais quel est le type de pluridisciplinarité qui est en œuvre dans les trois enseignements que nous avons décidé d'analyser ? Ce sont des stages de terrain, qui souhaitent mobiliser plusieurs types de connaissances disciplinaires pour répondre à des questions de terrain (tableau 3). Nous avons pensé, après en avoir parlé avec les responsables de la formation FIF, que c'est au cours de ces stages que se construit la pluridisciplinarité centrée sur le terrain. Elle correspond sans doute à ce que nous avons identifié chez les ingénieurs forestiers impliqués dans des programmes pluridisciplinaires sur la forêt du Mont Ventoux (cf. plus haut). Mais la formation de ces ingénieurs forestiers du Mont Ventoux était assez ancienne : notre projet sur les stages FIF est d'analyser quel type de pluridisciplinarité est aujourd'hui mis en œuvre dans la formation des ingénieurs forestiers.

L'enjeu de cette recherche est aussi d'analyser d'autres niveaux de complexité du "modèle forêt" qui sert de référence aux enseignants FIF, et par là à la profession d'ingénieur forestier. En particulier, comment s'articulent les contraintes économiques (productions forestières) et environnementales (protection des sites, de la biodiversité, ...) ? Sur un plan plus épistémologique et didactique, quelles sont les "réalités" du terrain qui ne peuvent être comprises et acquises par les élèves que durant ces stages de terrain ? Jusqu'à quel point les autres enseignements théoriques de la FIF préparent-ils

ou non les élèves à affronter ces dimensions de la complexité du terrain et de la complexité de leur profession ?

#### 4.4. Méthodologie

##### • *Recueil des données*

L'un de nous (Mohamad Cheikho) a suivi les trois stages sélectionnés (tableau 3). Il a recueilli plusieurs types d'informations :

- Des notes très précises ont été prises manuellement sur le travail des élèves durant chaque stage, y compris lors de leurs observations sur le terrain et lors de leurs rencontres avec les partenaires sociaux. L'objectif est d'identifier l'origine des initiatives et des interprétations : qu'est-ce qui relève des élèves seuls, de l'enseignant (ou autre encadreur présent), ou de leurs interactions ?
- Trois entretiens ont été enregistrés avec chacun des enseignants responsables de stage, afin qu'il présente et caractérise son projet pédagogique. Chaque entretien a duré de 60 à 90 minutes.
- Trente entretiens ont été enregistrés avec des élèves-ingénieurs au début puis à la fin de chaque stage de terrain, soit un peu plus de 10 % de population étudiée : 12 entretiens pour les 43 élèves du projet Reboisement ; 8 sur 32 pour le projet Phytoécologie ; 10 sur 43 pour le projet Aménagement. Pour chaque entretien, aussi bien avant le projet qu'à son issue, un élève a été choisi au hasard. Les questions ont porté sur leur stage de terrain : attentes avant, réactions en fin du stage de terrain ; et notamment sur la pluridisciplinarité. Chaque entretien s'est déroulé sur le lieu du stage de terrain, et a duré de 15 à 20 minutes.
- Enfin, ont été récupérées des photocopies des rapports réalisés par les élèves (et rédigés après le stage de terrain).

##### • *Analyse des données*

L'analyse de ces données est en cours (dans le cadre de la thèse de Mohamad Cheikho) : nous ne présentons ici que les tout premiers résultats.

Tous les entretiens ont été intégralement retranscrits. L'ensemble constitue un corpus de 244 000 signes, qui est en cours d'analyse selon les mêmes méthodes que le corpus obtenu sur la forêt du Mont Ventoux (cf. ci-dessus). Nous ne présentons ici que les premiers résultats relatifs à une analyse lexico-sémantique informatisée (utilisant le logiciel ALCESTE, présenté ci-dessus).

Les autres analyses des entretiens sont en cours, ainsi que l'analyse des autres données. N'en seront présentés ici que les tout premiers résultats, sur l'identification de quelques-uns des paramètres qui constituent la complexité des situations de terrain lors de la réalisation de ces projets.

notre corpus :  
l'observation du  
travail des futurs  
ingénieurs  
forestiers, 30  
entretiens avec  
eux, 3 entretiens  
avec les formateurs

seuls les premiers  
résultats, obtenus  
avec le logiciel  
Alceste, sont  
présentés ici

#### 4.5. Résultats de l'analyse des entretiens par le logiciel ALCESTE (Reinert/CNRS 1992)

Le logiciel lemmatise les termes, puis découpe le texte en unités comprenant chacune 14 ou 16 "mots-pleins" (noms et verbes). Une analyse hiérarchique descendante définit ensuite des classes de texte et ne conserve que celles qui sont stables quand la taille des unités de texte varie. Trois classes ont ainsi été définies, dont la signification est interprétable à partir des mots qui les caractérisent :

**Classe 01 : Le travail pratique sur le terrain (le point de vue des élèves-ingénieurs) :** cette classe représente 62 % du contenu des 33 entretiens. Elle se caractérise par les termes significatifs suivants : relever/relevé, apprendre, faire, placettes, transects, données, station, terrain, regarder, prévoir, chercher, voir, fait, peuplement, planter, espèce, essence, cartes, idées, botanique, pédologie, matin, après-midi, journée, groupe, note(r), cours, rapport, méthode, rendez-vous, parcelles, préparation, statistiques, topographie, qualitatif, quantitatif, ...

**Classe 02 : Organisation et objectifs des stages (le point de vue des enseignants) :** cette classe représente 23 % du contenu des 33 entretiens. Elle se caractérise par les termes significatifs suivants : école, ingénieurs, élèves, étudiants, nombre, objectifs, maîtres, année, bilan, prioritaire, former, raisonner, assurer, risques, répondre, remettre, annoter, accepter, science, thèse, formation, vacataires, interlocuteurs, outils, complexité, spécialistes, techniciens, domaines, partenaires, pédagogie, budget, chantiers, démarches, programme, ...

**Classe 03 : Les dimensions environnementales et socio-économiques :** cette classe représente 15 % du contenu des 33 entretiens. Elle se caractérise par les termes significatifs suivants : forêt, public, privé, protection, naturel, bois, aménager, boiser, vie, vivre, écologie, production, productif, pluridisciplinarité, raisonner, intégrer, socioéconomique, état, environnemental, paysages, coupes, économie, formation, gestion, problèmes, experts, touristes, passion(ner), attirer, convenir, panneaux, parkings, tracer, ski, hectares, tempêtes, commercial, communal, ...

L'analyse informatisée indique quels sont les entretiens significatifs de chaque classe, et l'AFC (Analyse factorielle des correspondances : figure 3) visualise de façon plus fine la situation de chacun des 33 entretiens par rapport aux 3 classes de langage :

– Les entretiens avec les trois enseignants sont très significatifs de la classe 02. Il est cependant à noter (figure 3) que l'enseignant de Phytoécologie est plus éloigné que les deux autres des dimensions environnementales et socioéconomiques (classe 03) tout en se rapprochant plus de la classe 01 sur les préoccupations pratiques liées au terrain. Ceci

trois classes de discours ont été identifiées

chacun des 33 entretiens peut ainsi être caractérisé à partir de ces 3 classes de discours

vient du fait que, contrairement aux deux autres, ce stage/projet s'adresse à la première année de la FIF, et est uniquement tourné vers des contenus scientifico-techniques (tableau 3).

les préoccupations pratiques sont centrales dans le stage  
Phytoécologie

– *Stage Phytoécologie (figure 3)* : les entretiens avec les 4 étudiants interrogés après ce stage (22PC à 25PC) sont les plus typiques de la classe 01. Deux de ceux qui ont été interrogés au début de ce stage (07AC et 08AC) étaient eux aussi typiques de la classe 01, tandis que les 2 autres étaient intermédiaires entre les classes 01 et 03 (09AC et 10AC). Les remarques que nous venons de faire sur ce stage et sur l'entretien avec son enseignant sont confirmées par ce résultat : les préoccupations pratiques du travail de terrain y sont centrales.

les dimensions socioéconomiques et environnementales des stages  
reboisement et aménagement s'estompent en fin de stage

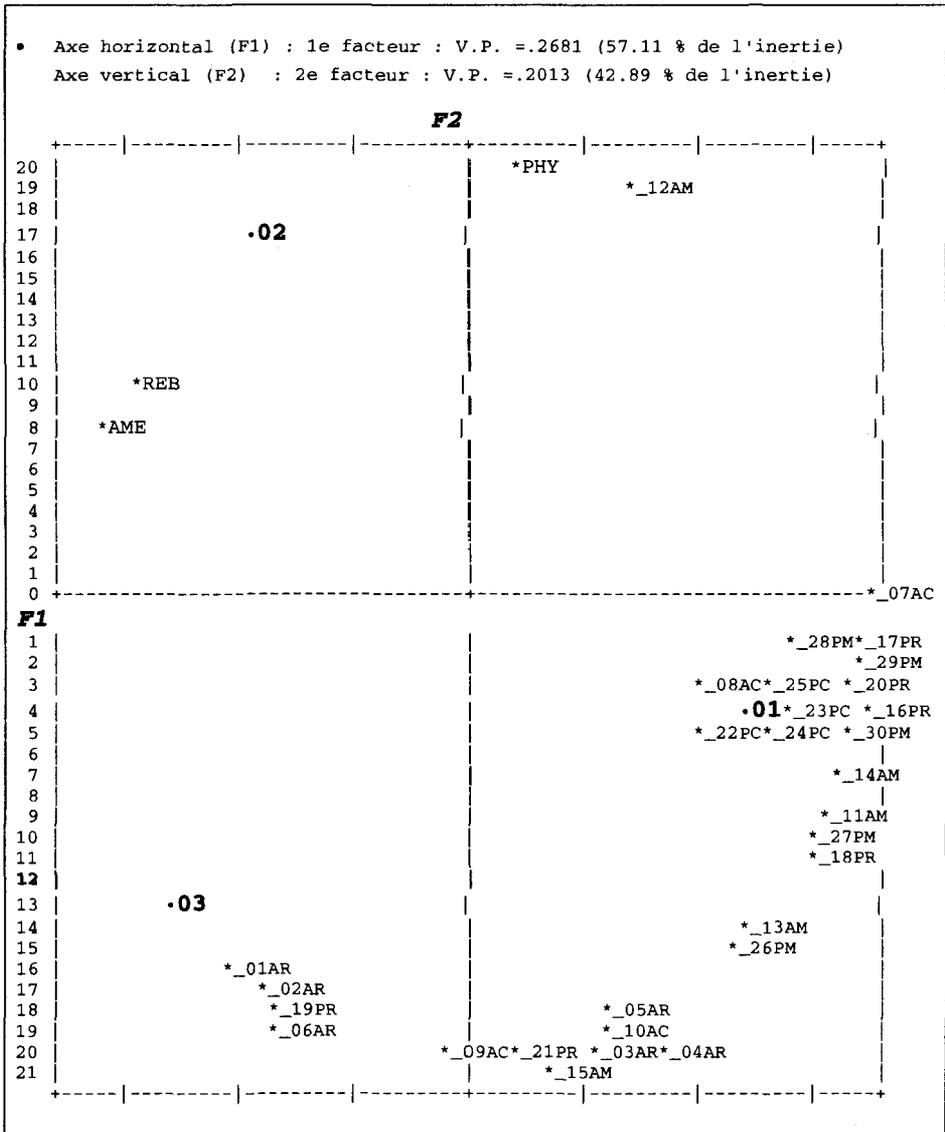
– *Stage Reboisement (figure 3)* : Les 6 entretiens effectués en début de stage (01AR à 06AR) sont typiques ou très proches de la classe 03 (préoccupations environnementales et socioéconomiques). Deux de ceux effectués en fin de stage (19PR et 21PR) le sont aussi, tandis que les 4 autres sont proches de la classe 01. Il y a donc ici une évolution très nette des préoccupations des étudiants entre le début du stage (classe 03) et sa fin (classe 01). Les préoccupations pratiques du travail de terrain ont pris le pas sur les dimensions environnementales et socioéconomiques du projet.

– *Stage Aménagement (figure 3)* : Les 5 entretiens effectués en fin de stage sont assez typiques de la classe 01 (sauf le 26PM qui est intermédiaire entre les classes 01 et 03). Avant le stage, deux des élèves interrogés étaient proches de la classe 01 (14AM et 11AM), deux étant intermédiaires entre les classes 01 et 03 (13AM et 15AM), et l'autre entre les classes 01 et 02 (12AM : c'est le seul étudiant étranger, en l'occurrence allemand, qui a été interrogé). La même tendance que pour le stage Reboisement semble donc exister : de préoccupations mitigées avant le stage, les élèves sont très majoritairement centrés sur les problèmes pratiques du travail de terrain en fin de stage.

#### **4.6. Discussion des résultats obtenus par l'analyse informatisée des entretiens**

Ces résultats seront bien sûr à comparer à ceux des autres analyses en cours sur les mêmes entretiens. Cependant, à eux seuls, ils sont intéressants car très informatifs par rapport au type de pluridisciplinarité qu'ils introduisent.

Certes, l'axe F2 de l'AFC reproduite sur la figure 3 oppose les entretiens effectués avec les enseignants (en haut) à ceux effectués avec les élèves ingénieurs forestiers (en bas) : il n'y a là rien de surprenant. D'une part parce que les grilles



**Figure 3. Graphe situant sur le plan F1-F2 les 33 entretiens par rapport aux 3 classes de discours (01, 02, 03)**

Les 3 enseignants = PHY (Phytoécologie), REB (Reboisement), AME (Aménagement)  
 Les 30 élèves ingénieurs = 01 à 30 ; avant/après le stage = A/P en avant-dernière lettre

- Reboisement (R en dernière lettre) : 01AR à 06AR ; 16PR à 21PR
- Phytoécologie (C en dernière lettre) : 07AC à 10AC ; 22PC à 25PC
- Aménagement (M en dernière lettre) : 11AM à 15AM ; 26PM à 30PM

d'entretiens n'étaient pas les mêmes dans les deux cas, d'autre part parce que le vocabulaire des enseignants qui organisent des stages de terrain est effectivement spécifique et identifiable par ce type d'analyse lexicale.

contrairement au stage  
Phytoécologie, le stage  
Aménagement et surtout le stage  
Reboisement mettent en œuvre une pluridisciplinarité qui inclue des Sciences Humaines et Sociales,

C'est de l'axe F1 que viennent les informations les plus intéressantes (figure 3). Il faut pour cela projeter tous les points sur l'axe F1. Les classes de discours O3 et O2, à gauche, s'opposent à la classe O1 située à droite. Les enseignants des stages Reboisement et Aménagement sont les plus à gauche du graphe. Ils assument en effet les dimensions socioéconomiques et environnementales de la forêt, contrairement à l'enseignant Phytoécologie (dont l'entretien est plus proche, sur l'axe F1, de la classe O1 que de la classe O3 : son stage, destiné aux premières années de la FIF, est en effet une application de diverses disciplines scientifiques : voir tableau 3).

L'ouverture à la pluridisciplinarité centrée sur les dimensions SHS (sciences humaines et sociales) et environnementales est donc attendue des stages Reboisement et Aménagement. L'ensemble de ces dimensions est parfaitement représenté par la classe O3. Le projet Reboisement est sans doute présenté avec ces dimensions, puisque les 6 élèves-ingénieurs interrogés avant le stage ont un discours typique ou proche de la classe O3. Le projet Aménagement, en revanche, est moins perçu *a priori* en fonction de ces dimensions, ainsi bien sûr que le projet Phytoécologie : dans les deux cas, seuls 2 élèves (avant chacun de ces stages) a un discours intermédiaire entre O3 et O1, les autres étant déjà préoccupés par les questions pratiques des stages (classe O1).

Le paradoxe est que, pour les deux stages Reboisement et Aménagement, alors que la pratique de terrain est en principe prévue pour ouvrir les futurs ingénieurs forestiers aux dimensions pluridisciplinaires environnementales et socioéconomiques, c'est exactement le contraire que montrent nos résultats. Après ces deux stages, ces dimensions sont largement oubliées, au profit de discours centrés sur les problèmes pratiques et techniques de leur travail de terrain.

mais, dans les 3 stages, les problèmes pratiques de terrain deviennent dominants

**Le modèle de pluridisciplinarité qui se dégage à l'issue des trois stages est le même : celui d'une pluridisciplinarité fonctionnelle, centrée sur les questions de terrain. C'est lui qui semble dominer la formation des ingénieurs forestiers. C'était prévisible pour le stage Phytoécologie. Ce l'était moins pour les deux autres, *a priori* centrés aussi sur les questions environnementales et socioéconomiques.**

cette pluridisciplinarité fonctionnelle résulte peut-être du contrat didactique

Ces résultats sont cependant encore trop partiels pour caractériser la filière professionnelle FIF. Ils expriment peut-être un effet du "contrat didactique" : les élèves ingénieurs auront à rédiger un rapport sur leur projet ; ils viennent de recueillir les données qui leur seront pour cela nécessaires. Ils sont encore dans le concret de leur travail et des difficultés rencontrées sur le terrain. Ce sont peut-être ces priorités qui leur font oublier les autres finalités pluridisciplinaires de leur

travail, ses dimensions environnementales et socioéconomiques, alors même que, du moins pour le projet Reboisement, ils y pensaient tous en début de stage.

Il sera donc intéressant de voir si nos analyses en cours (d'une part sur les contenus disciplinaires des mêmes entretiens, et sur les conceptions relatives à la pluridisciplinarité ; d'autre part sur les rapports rédigés ensuite sur chaque projet) confirment ou nuancent notre conclusion.

#### **4.7. Autres résultats et discussion sur la complexité des situations de stage**

les futurs ingénieurs forestiers découvrent dans ces stages la complexité du terrain et de leur métier

Nos observations sur le travail de terrain des élèves ingénieurs forestiers semblent conformes aux conclusions que nous venons de porter à partir des entretiens. Ces analyses sont en cours, et nous nous limitons ici à en extraire quelques premiers résultats. Il s'agit de la découverte par ces élèves, lorsqu'ils ont en situation de travail sur le terrain, de dimensions qu'ils ne soupçonnaient pas et qui participent à la complexité d'une part de la forêt mais surtout de leurs pratiques professionnelles. Parmi ces dimensions, nous avons identifié trois effets :

- L'effet de la confrontation au réel.
- L'effet des contraintes temporelles
- L'effet du statut quasi-contractuel de leur travail de projet.

*Le premier effet ("la confrontation au réel")* vient de la distance entre des connaissances théoriques et leur mise à l'épreuve dans la complexité de toute situation de terrain. Ainsi, dessiner un transect sur une carte est aisé. Sur le terrain, c'est une autre affaire ! Les broussailles impénétrables ou les rochers difficiles à franchir n'étaient pas prévus, pas plus que les barbelés de propriétaires récalcitrants. Une pente de 60 % prend une toute autre dimension quand il faut s'y tenir debout. Et les rivalités ancrées dans un village, qui restent vivaces même si les raisons en sont oubliées, échappent aux schémas politiques ou économiques enseignés, alors qu'elles peuvent être dominantes pour la (non) réalisation d'un projet.

le terrain est plus complexe que prévu

*Le second effet ("contraintes temporelles")* vient de la durée volontairement limitée du stage de terrain. Comment mettre en œuvre les schémas théoriques enseignés dans un laps de temps aussi bref ? Comment faire des choix, hiérarchiser les priorités, faire le deuil de ce qui demanderait trop de temps ? Il y a là un autre niveau de complexité, qui ne devient perceptible que par la pratique, et qui est porteur d'apprentissages nouveaux, individuels et collectifs (par exemple la division du travail entre les membres de chaque petit groupe responsable d'un projet).

l'exigence de résultats en temps limité introduit d'autres contraintes

*Le troisième effet ("le quasi-contractuel")* vient de la nature même des projets proposés aux étudiants. Il ne s'agit pas de

le projet à réaliser correspond au type de demande auquel tout ingénieur forestier est confronté

problèmes fictifs, mais de vrais problèmes de terrain à résoudre. Problèmes identifiés à l'avance par l'enseignant quand il a préparé son stage, en l'organisant avec l'aide de professionnels forestiers qui le co-encadreront, et qui sont porteurs de demandes sociales authentiques. Habitué à son statut d'apprenant lors des autres enseignements du tronc commun, l'élève ingénieur forestier devient, le temps d'un stage, un professionnel avec un quasi-contrat : quasi car il ne signe pas le contrat ; il n'est pas rémunéré pour son projet. Mais il sait que ce projet a une double finalité : son rapport sera noté par les enseignants de l'ENGREF, mais sera aussi utilisé par les acteurs de terrain qui sont à l'origine de la question à laquelle répond ce projet.

Ces trois effets, parce qu'ils n'étaient pas prévus, accaparent les préoccupations des élèves, et contribuent sans doute à expliquer ce qu'ils expriment dans leurs entretiens en fin de stage (classe 01). La complexité de leur situation professionnelle est une composante essentielle du modèle de pluridisciplinarité qu'ils sont en train d'intégrer : d'abord centré sur les problèmes de terrain, avec une exigence d'efficacité.

## 5. CONCLUSIONS : LES RÉFÉRENCES DANS LA FORMATION DES INGÉNIEURS FORESTIERS

le schéma classique de la transposition didactique doit être modifié pour toute formation professionnelle

En didactique de la biologie et de l'environnement, le schéma classique de la transposition didactique (*Savoir savant* → *Savoir à enseigner* → *Savoir enseigné* : Chevallard 1985, 1989 ; Astolfi *et al* 1997) a été remis en cause (Clément 1998, 1999c) pour souligner que les références de la transposition sont autrement plus complexes que le seul "savoir savant" : elles comprennent certes des *connaissances scientifiques*, mais aussi des *pratiques sociales*, et des *systèmes de valeurs*. Ceux-ci sont particulièrement importants à identifier dans l'Education à l'Environnement, pour que les enseignants eux-mêmes prennent conscience de leur propre système de valeurs et n'en soient pas prisonniers lors de leurs enseignements (Clément & Hovart 2000, Clément & Forissier 2001).

Dans la didactique professionnelle des sciences agronomiques et forestières, ce schéma modifié de la transposition didactique est un bon point de départ. Des choix de valeurs mériteraient d'être explicités (productivistes ou environnementales ? et pour quel type d'environnement ? (7)). Mais ce schéma doit être complété pour intégrer les niveaux de complexité que le présent travail a mis en évidence (figure 4).

(7) Nos premiers résultats n'ont pas permis de séparer ces différents systèmes de valeur, qui sont réunis dans la même classe de discours (03 : figure 3).

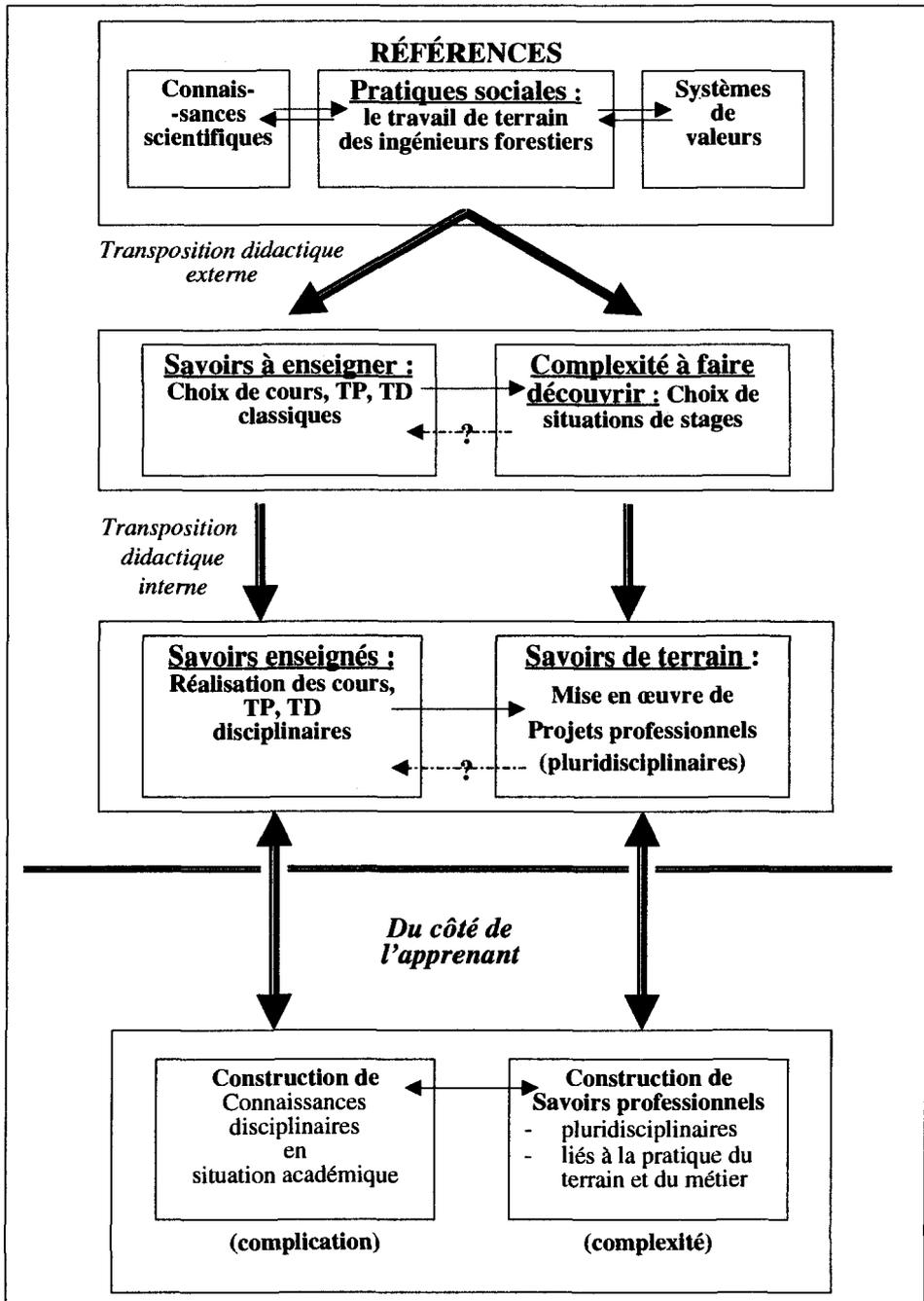


Figure 4. La transposition didactique en situation de formation professionnelle d'ingénieurs forestiers

La principale originalité de ce schéma (figure 4) est la juxtaposition, pour la formation professionnelle, de deux modèles d'enseignement.

en même temps  
que les  
enseignements  
disciplinaires  
classiques,

- L'un (moitié gauche de la figure 4 : savoirs à enseigner/savoirs enseignés/connaissances disciplinaires) est classique. Il correspond à tout enseignement académique. Il a prouvé à la fois son efficacité (qui est à l'origine de son succès : tous les enseignements sont construits ainsi) et ses limites. Parmi celles-ci, les résultats des recherches en Didactique des Sciences ont montré que l'apprenant a souvent beaucoup de difficultés à mobiliser ses connaissances académiques en situation de vie quotidienne ou en situation professionnelle. C'est ce qui a amené les formateurs à introduire des stages de terrain pour compléter la formation professionnelle de leurs élèves.

doivent être mises  
en œuvre des  
modalités  
spécifiques à la  
formation  
professionnelle,  
héritières du  
compagnonnage,  
pour faire  
découvrir une  
double  
complexité : du  
terrain et du métier

- L'autre modèle d'enseignement (moitié droite de la figure 4 : complexité à faire découvrir/savoirs de terrain/savoirs professionnels) est donc actuellement prévu comme un complément de la formation académique, avec deux objectifs complémentaires : (1) aider les élèves à savoir mobiliser leurs connaissances théoriques quand ils sont en situation de terrain (et plus tard en situation professionnelle) ; et (2) leur permettre d'acquérir, par la pratique du terrain, des savoirs et compétences nouvelles, spécifiques de leur profession mais non enseignées dans le cursus académique. Le premier objectif relève de la *pluridisciplinarité* car toute question de terrain échappe au découpage disciplinaire académique et exige d'identifier les connaissances pertinentes parmi celles qui ont été enseignées. Le second objectif relève de la *complexité* du terrain et du métier. Dans le bref historique que nous avons tracé plus haut sur la formation des ingénieurs forestiers, il correspondait à 100 % de la formation quand celle-ci ne s'effectuait que par compagnonnage : elle était trop complexe pour être formalisée en enseignements disciplinaires. Ceux-ci sont apparus avec de premières "disciplines" de l'art forestier (qui nous apparaissent aujourd'hui comme des ante-disciplines : voir à ce propos Clément et Cheikho 2001 et Cheikho 2001). Mais la part de la formation par la pratique, l'initiation à la complexité de la forêt et du métier de forestier, se faisait encore largement par compagnonnage (8). Avec le développement des connaissances scientifiques, cette part s'est de plus en plus réduite, tout en restant irremplaçable ! Les trois stages de terrain que nous avons commencé à analyser en sont les héritiers directs.

---

(8) Ce que nous disons pour les métiers de la forêt est également vrai pour bien d'autres métiers, sinon tous. C'est en forgeant qu'on devient forgeron ! C'est en étant placé en situation de cadre responsable qu'on apprend à le devenir (Clément 1974). C'est en enseignant qu'on devient enseignant ! Et la professionnalisation croissante de la formation des maîtres ne suffit pas à remplacer des stages de pratique devant des élèves. L'objectif est qu'elle y prépare de mieux en mieux les futurs enseignants !

Pour conclure, nous soulignerons que toute formation professionnelle conjugue :

- complication ... • **des enseignements disciplinaires** qui se diversifient et tendent à devenir de plus en plus pertinents par rapport aux formations souhaitées : ils se compliquent donc en s'enrichissant, mais il s'agit bien de **complication** (I. Stengers 1987) car ces connaissances sont maîtrisées ; et elles assument de plus en plus des postures pluridisciplinaires.
- ... et complexité • **Des moments de formation par la pratique professionnelle**. Ils sont nécessaires tant que les savoirs et savoir-faire qu'ils permettent d'acquérir relèvent d'une **complexité non réductible en savoirs (pluri) disciplinaires** maîtrisés. Complexité du "terrain" (par exemple : chaque écosystème forêt est unique), et complexité du métier, de tous ces paramètres qu'on cerne encore mal et qui font qu'on devient (ou non) un bon professionnel.

la tendance est d'identifier des facettes de la complexité pour introduire de nouveaux enseignements disciplinaires :

La tendance historique est de réduire le second aspect au profit du premier. C'est ce que, dans la figure 4, nous avons schématisé par des flèches en pointillé accompagnées d'un point d'interrogation. Par exemple, dans la formation FIF, nombre des enseignements qui relèvent des Sciences économiques et sociales, et de la formation humaine (tableau 2) ont été introduits récemment. Certaines des techniques enseignées ont pour fonction d'aider les élèves à savoir travailler en groupe quand ils seront sur le terrain, ou à savoir rédiger puis soutenir un rapport. Il y a peu, ces dimensions ne s'apprenaient que par la pratique. D'autres dimensions manquent toujours dans les enseignements disciplinaires du cursus. Par exemple ce qui concerne les systèmes de valeurs, les diverses philosophies de l'environnement : les futurs ingénieurs forestiers les découvrent encore au cours de leur pratique de terrain (et parfois de leurs pratiques militantes) ; ces dimensions font encore partie de cette complexité de leur objet (la forêt) et de leur métier (comment choisir entre les valeurs environnementales et les valeurs productivistes ?).

les disciplines et la pluridisciplinarité succèdent au compagnonnage dont un noyau irréductible demeure

Le progrès des recherches scientifiques (y compris en didactique) continuera à réduire la part de complexité dans les formations professionnelles, en les enrichissant de nouvelles complications (pluri) disciplinaires. Mais il est à parier qu'il demeurera toujours un noyau irréductible de complexité qui continuera d'apparenter ces formations professionnelles à l'ancestral compagnonnage. La formation à la recherche en demeure un excellent exemple !

Dernier point : notre travail suggère que toute formation professionnelle nécessite une multiplicité des références. Nous avons insisté sur la diversité des regards des pratiques forestières de référence, parce qu'elle induit des choix ou pondérations différentes des contenus à enseigner. Mais nous avons peu analysé les systèmes de valeurs qui participent à l'évolution des métiers sur la forêt. Par exemple, un forestier ne peut plus ignorer les questions environnementales, qu'elles soient

globales ou locales. Les enjeux économiques, sociaux et citoyens peuvent être présentés et discutés dans un enseignement, surtout quand ils induisent des discours différents, et parfois contradictoires, sur la façon de mettre en œuvre la profession préparée.

Mohamad CHEIKHO  
Pierre CLEMENT  
LIRDHIST, Université Claude Bernard – Lyon 1,  
France

### **Remerciements**

*Nous tenons à remercier Michel Bariteau, Directeur de l'unité forestière à l'INRA d'Avignon, pour ses conseils permanents durant ce travail. Nous remercions également les responsables et enseignants de l'ENGREF de Nancy, pour la qualité de leur accueil et de leur soutien, ainsi que les élèves de la FIF. Par ailleurs, cette recherche n'a été possible que grâce à la bourse de thèse du gouvernement syrien et l'aide du CROUS à M.Cheikho, et grâce à notre insertion dans le LIRDHIST à l'Université Lyon 1.*

## BIBLIOGRAPHIE

ARSAC, G. et al. (1992). *La transposition didactique à l'épreuve*. Grenoble : La Pensée sauvage.

ASTOLFI, J.P., DAROT, E., GINSBURGER-VOGEL, Y., TOUSSAINT, J. (1997). *Mots clés de la Didactique des Sciences*. Bruxelles : De Boeck.

BLANDIN, P. (1992). De l'écosystème à l'éco-complexe. In M. Jollivet (ed.) : *Sciences de la Nature, Sciences de la Société*. Paris : CNRS, 267-280.

CHEIKHO, M. (2001). Pluridisciplinarité et pédagogie active dans la Formation au Métier d'Ingénieur forestier : approche historique. *La Didactique de la Biologie : recherches, innovations, formations*. Alger : ANEP, 429-450.

CHEIKHO, M. & CLÉMENT, P. (1999a). Multidisciplinary for the Environmental Education : the conceptions of researchers and other actors implied in a pluridisciplinary program research on the Mediterranean forest. *Acts of the Second International Conference of the European Science Education Research Association (E.S.E.R.A.) ; Research in Education Past, Present, and Future*, Kiel, Germany. 6-8.

CHEIKHO, M. & CLÉMENT, P. (1999b). Comparaison des techniques d'analyse de discours sur la connaissance et la gestion d'une forêt méditerranéenne. in A. Giordan, J.L.Martinand, D. Raichvarg, *Technologies, technologie, Actes JIES*, 21, 165-170.

CHEIKHO, M., CLÉMENT, P. & BARITEAU, M. (1999). Education à l'Environnement : Conceptions de chercheurs et d'autres acteurs impliqués dans des programmes pluridisciplinaires sur la forêt méditerranéenne. In *L'actualité de la recherche en didactique des sciences et des techniques. Actes des Premières Rencontres scientifiques de l'ARDIST*, ENS Cachan, 51-57.

CHEVALLARD, Y. (1985). *La transposition didactique : du savoir savant au savoir enseigné*. La Pensée sauvage, Grenoble. (re-édition augmentée 1989).

CLARY, M. et GIOLITTO, P. (1994) *Profession enseignant – éduquer à l'environnement*. Paris : Hachette.

CLÉMENT, P. (1974). Remarques sur la formation. *Les Temps Modernes*, 340, 384-407.

CLÉMENT, P. (1988). Le concept de cellule : de la recherche à l'enseignement. *Actes du troisième séminaire francophone de didactique de la biologie*, Louvain la Neuve, AEDB, nov.1988.

CLÉMENT, P. (1994). Représentations, conceptions, connaissances. In Giordan A., Girault Y., Clément P., *Conceptions et connaissances*. Berne : Peter Lang, 15-45.

CLÉMENT, P. (1998). La Biologie et sa Didactique. Dix ans de recherches. *Aster*, 27, 57-93.

CLÉMENT, P. (1999a). Les sciences naturelles et l'éducation à quel environnement ? *L'éducateur, Revue scientifique et pédagogique* (E.N.S. Tétouan, Maroc), 9, 3-15.

- CLÉMENT, P. (1999b). Des mondes animaux. *Sciences et Avenir hors série*, juillet 1999, 20-25.
- CLÉMENT, P. (1999c). Les spécificités de la Biologie et de son enseignement. *Biologie-Géologie, bulletin APBG*, 3, 479-502.
- CLÉMENT, P. (1999d). Situated conceptions. Theory and methodology. in M. Méheut & G. Rebmann, *Fourth European Science Education Summerschool : Theory, Methodology and Results of Research in Science Education*, ed. ESERA, SOCRATES, U. Paris 7, 298-315.
- CLÉMENT, P. (2001). La recherche en Didactique de la Biologie. In *Didactique de la Biologie. Recherches, Innovations, Formations*. Alger : ANEP, 11-28.
- CLÉMENT, P. & CHEIKHO, M. (2001). Quelques remarques sur les notions de disciplines, ante-disciplines, pluridisciplinarité, interdisciplinarité et transdisciplinarité. *La Didactique de la Biologie : recherches, innovations, formations*, Alger : ANEP, 64-79.
- CLÉMENT, P. & FORISSIER T. (2001). L'Éducation à l'Environnement : I – Les systèmes de valeurs dans les conceptions sur l'Environnement. *Actes 2<sup>e</sup> Assises du CIFFERSE*, ENS Dakar : 343-347.
- CLÉMENT, P. & HOVART, S. (2000). Environmental Education : analysis of the didactic transposition and of the conceptions of teachers. In H. Bayerhuber & J. Mayer (Eds.), *State of the art of empirical research on environmental education*, Münster : Waxmann Verlag, 77-90.
- CLÉMENT, P., SCHEPS, R. & STEWART, J. (1997). Une interprétation biologique de l'interprétation. I – Umwelt et interprétation. in J.M.Salanskis et al. (éds.), *Herméneutique : textes, sciences*. Paris : PUF, coll. Philosophie d'aujourd'hui, Cerisy, 209-232.
- DEMARD J. C., (1980). L'utilisation du bois dans la tradition paysanne et artisanale comtoise. *Revue Forestière Française*, numéro spécial, Nancy.
- DU MERLE, P. et al. (1978). Le massif du Ventoux, Vaucluse, éléments d'une synthèse écologique. Paris : *La terre et la vie, revue d'écologie appliquée* (Société nationale de protection de la nature et d'acclimatation de France).
- ENGREF (1999). Formation des ingénieurs forestiers – programme d'études. Nancy : ENGREF.
- Études Vauclusiennes (1987). *Voyage autour du Ventoux*, Colloque de restitution des travaux scientifiques sur le Mont Ventoux organisé à Savoillants (Vaucluse) les 8, 9, 10 et 11 octobre 1986, numéro spécial 3.
- GIORDAN, A. & SOUCHON, C. (1991). *Une éducation pour l'environnement*. Nice : Z' édition.
- GUINIER, Ph. (1913). L'école nationale des eaux et forêts. In *La Vie Agricole et Rurale, numéro spécial Eaux et Forêts*, Paris.
- GUYOT, Ch. (1898). *L'enseignement forestier en France, l'école de Nancy*. Nancy : Crépin-Leblond.

- HARRIS, Z. (1953/1969). Discourse analysis. Traduction français dans *Langages*, 13 (1969).
- HAGUENAUER, C. (1991) *Le concept de cycle, indicateur de la connaissance des sciences de la nature à l'écologie forestière*. Thèse de doctorat, Université Nancy 1.
- JACOBI, D. (1987). *Images et discours de la vulgarisation scientifique*. Berne : Peter Lang.
- LARRÈRE, C. & LARRÈRE, R. (1997). *Du bon usage de la nature. Pour une philosophie de l'environnement*. Paris : Aubier.
- LARRÈRE, C. (1997). *Philosophie de l'environnement*. Paris : PUF.
- LEBEAUME, J. & MARTINAND, J.L. (resp.) (1998). *Enseigner la technologie au collège*. Paris : Hachette.
- MAINGUENEAU, D. (1991). *L'analyse du discours*. Paris : Hachette Supérieur.
- MARTINAND, J.L. (1981). Pratiques sociales de référence et compétences techniques. A propos d'un projet d'initiation aux techniques de fabrication mécanique en classe de quatrième. In A. Giordan et al., *Actes J.I.E.S.* (Univ. Paris Sud), 149-154.
- MARTINAND, J.L. (1994). La didactique des sciences et de la technologie et la formation des enseignants. *Aster*, 19, 61-75.
- MARTINAND, J.L. (2001). Pratiques de référence et problématique de la référence curriculaire. In A. Terrisse (éd.) : *Didactique des disciplines, Les références au savoir*. Bruxelles : de Boeck Université, p. 17-24.
- REINERT, M. (1992). *Le logiciel ALCESTE : Manuel d'utilisation*. Toulouse : CNRS/Images.
- ROGER, A. & GUÉRY, F. (éds.) (1991). *Maîtres & Protecteurs de la Nature*. Seyssel : Champ Vallon (coll. Milieux) : notamment p. 7-19 (A. ROGER) et p. 20-30 (F. GUÉRY).
- SAUVÉ, L. (1994/1997). *Pour une éducation relative à l'environnement – Éléments de design pédagogique*. (1<sup>re</sup> édition 1994) 2<sup>e</sup> édition : Montréal : Guérin – Eska, 1997.
- STENGERS, I. (1987). Complexité. In I. Stengers (éd.), *D'une Science à l'autre. Des concepts nomades*. Paris : Le Seuil, 331-351.
- TERRISSE, A. (éd.) (2001). *Didactique des disciplines – les références au savoir*. Bruxelles : De Boeck Université.
- UEXKÜLL J. von, (1934/1965). *Mondes animaux et monde humain*. (1934 en allemand). Traduction française : Paris : Denoël, 1965.
- VERRET M., (1975) *Le temps des études*. Paris : Honoré Champion.

# L'ENSEIGNEMENT DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES SOCIALEMENT VIVES DANS L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE : QUELLES SONT LES INTENTIONS DES ENSEIGNANTS ?

Virginie Albe  
Laurence Simonneaux

*Dans le cadre de la mise en place de nouveaux programmes dans les filières de l'enseignement agricole, l'enseignement scientifique doit permettre aux élèves de réfléchir à des questions de société où la science est impliquée. Il est conseillé aux enseignants de mettre en œuvre de nouvelles pratiques pédagogiques. Pour cerner les attitudes des enseignants de différentes disciplines, nous nous sommes inspirés de la théorie du comportement planifié (Ajzen 1991). Cette théorie est souvent utilisée en psychologie sociale, mais ses applications en didactique sont rares (Erten et al. 2000). Elle postule que l'intention des individus a un impact direct sur leur comportement, en l'occurrence sur les pratiques didactiques mises en œuvre. L'intention dépend de leur attitude (positive ou négative) vis-à-vis de la pratique enseignée, de leur perception des normes imposées par l'environnement (demande socio-professionnelle) et de la perception qu'ils ont de leur capacité à contrôler une telle pratique. L'analyse met en évidence des facteurs de motivation qui pourront servir de levier à la mise en place de nouvelles stratégies d'enseignement correspondant aux nouveaux programmes et des facteurs de résistance distincts selon les disciplines d'appartenance et selon l'expérience professionnelle (enseignants novices ou expérimentés).*

Les récentes réformes éducatives mises en place sont basées sur une nouvelle approche des sciences. Pour l'enseignement des sciences au lycée, il est précisé que "l'exposé axiomatique de la science déjà faite ne correspond pas au mouvement de la science en train de se faire"... La science n'est pas faite de certitudes, elle est faite de questionnements et de réponses qui évoluent et se modifient avec le temps." (BO, 1999).

Le besoin d'une éducation aux sciences a été souligné dans différents pays (Royal Society 1985, American Association for the Advancement of Science 1989, European commission 1995). Il est par exemple recommandé (AAAS, 1993) de préparer les étudiants à la culture scientifique nécessaire à une prise de décision informée sur des questions scientifiques. En France, l'enseignement scientifique devra amener les élèves "à participer à des choix citoyens sur des problèmes où la science est impliquée." (BO, 1999).

Il s'agit par exemple des questions soulevées par les biotechnologies, l'ESB, la sécurité alimentaire, l'effet de serre, les téléphones cellulaires, les répercussions écologiques et économiques des

former des  
citoyens sur des  
problèmes où la  
science est  
impliquée

pratiques agronomiques... Ces thèmes placent l'incertitude et le risque au cœur des processus d'enseignement apprentissage. Il s'agit de questions scientifiques socialement vives. Comme le soulignent Legardez et Alpe (2001), ces questions sont doublement socialement vives :

- elles sont vives et suscitent des débats dans la production des savoirs savants de référence ;
- elles sont vives dans la société et provoquent des débats auxquels les acteurs de la situation didactique, élèves et enseignants, ne peuvent échapper tant elles sont prégnantes dans leur environnement social et médiatique ;

Ces questions scientifiques sont vives en classe et s'inscrivent de plus en plus dans les programmes du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche mais les enseignants se sentent démunis pour les aborder.

Dans le cadre de la mise en place de nouveaux programmes dans les filières de l'enseignement agricole, il est précisé dans la note de service du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche n° 2000-2072 datée du 18 juillet 2000 que *"les étudiants poursuivront à cette occasion le développement de leur conscience citoyenne"*. L'accent est également mis sur *"l'analyse contradictoire de la fiabilité des connaissances (exemples actuels des OGM, effet de serre,...). La relativité des connaissances dans des domaines complexes et/ou mal maîtrisés sera mise en évidence. Les enseignants conduiront au fil du programme une réflexion dialectique sur l'importance et la gravité des périls que les activités humaines font courir quotidiennement et inconsidérément à la biosphère. Ils prendront conscience qu'une telle réflexion débouche nécessairement sur des exigences éthiques qui les concernent directement, en opposition absolue avec une conception anthropocentrique de l'exploitation des ressources naturelles. C'est ainsi par exemple que le concept de développement durable, inscrit dans la loi d'orientation agricole de juillet 1999, a émergé de cette réalité."*

Dans cette perspective, il est conseillé aux enseignants de privilégier la participation active des élèves. Parmi les pistes pédagogiques proposées, *"les débats offriront un champ d'exercice privilégié à cette méthode"*. Or, les enseignants ont très peu recours à ce type de stratégie ; ils se plaignent de l'absence de ressource et de leur manque de formation.

un nouveau  
contexte  
pédagogique  
pour les  
enseignants

Sollicités pour s'engager dans de nouvelles pratiques pédagogiques qui ne leur sont pas familières, sur des questions scientifiques socialement vives qui font intervenir des aspects économiques, politiques, environnementaux, culturels, éthiques, comment les enseignants vont-ils s'adapter à ce nouveau contexte ?

Pour identifier les motifs prévalant à la mise en œuvre de l'enseignement des questions scientifiques socialement vives, nous avons conduit une étude auprès d'enseignants novices ou expérimentés de différentes disciplines.

## 1. CADRE THÉORIQUE

Pour relever les principales difficultés, appréhender les résistances à l'adaptation à de nouveaux contextes, plusieurs courants théoriques peuvent permettre d'appréhender l'orientation des conduites des individus. Classiquement, les sociologues francophones ont recours au concept de représentations sociales. Les approches anglo-saxonnes ont quant à elles parfois recours à la théorie de l'action raisonnée et à la théorie du comportement planifié.

la théorie du comportement planifié pour appréhender les orientations des enseignants...

La théorie de l'action raisonnée introduite en 1975 (Ajzen & Fishbein) est fondée sur le lien entre l'attitude et le support social sur le comportement. En 1986, Ajzen et Madden ont élargi la théorie de l'action raisonnée en prenant en compte le sentiment des individus d'être capables de mener à bien, de contrôler l'action ; ainsi est née la théorie du comportement planifié (Theory of Planned Behavior – TPB). Pour cerner les orientations des conduites d'enseignement des questions scientifiques socialement vives des enseignants de différentes disciplines, nous nous sommes partiellement appuyées sur la théorie du comportement planifié formalisée par Ajzen (1991). Cette théorie est souvent utilisée en psychologie sociale, mais ses applications en didactique sont rares (Erten et al. 2000).

Le modèle du comportement planifié est souvent utilisé afin d'orienter les conduites des individus à partir de l'identification d'indicateurs qui fondent les intentions de comportement. Dans le domaine de la santé, beaucoup d'études ont été réalisées (Conner et al., 1996) pour promouvoir l'activité physique (Godin, 1993, Hausenblas, 1997), l'utilisation de préservatifs (Terry et al. 1993, Albarracin et al., 2001), les dons de sang (Armitage et al. 2001) et d'organes (Borgida et al. 1992), pour modifier les habitudes alimentaires (Sparks, 1994, Brug et al. 1995), l'exposition au soleil (Hillhouse et al. 1997), pour encourager l'arrêt de consommation de drogues (Babrow et al. 1990, Conner et al. 1994). Dans le domaine du travail, les recherches d'emploi (Kolvereid 1996, Van Ryn et al. 1992), les choix de carrière (Giles et al. 2000), les décisions d'investissement par les chefs d'entreprises (East 1993) ont été étudiées. Dans le domaine de l'environnement, les travaux ont concerné les choix de mode de transport (Bamberg et al. 2001), les pratiques d'utilisation d'eau (Lam 1999), de recyclage des déchets (Taylor 1995, Cheung 1999), de reforestation (Pouta 2001).

Le domaine éducatif a fait l'objet de peu de recherches, principalement centrées sur le comportement des enseignants, face à l'adaptation aux réformes (Haney, 1996), à la mise en œuvre de situations-problèmes (Shapiro et al. 2000), d'éducation à la santé (formation à l'alimentation, Astrom et al. 2000, prévention du SIDA, Burak, 1994), d'éducation à l'environnement (Erten et al. 2000). Les intentions d'étudiants de s'engager dans des études en sciences physiques ont également été étudiées (Crawley, 1992).

... dans  
l'enseignement  
des questions  
scientifiques  
socialement vives

Ici, l'un des enjeux de cette étude consiste à tester la pertinence du modèle du comportement planifié pour connaître les intentions, les motifs d'enseignants de mettre en œuvre des enseignements sur les questions scientifiques socialement vives. Cette étude a concerné des enseignants en formation, car nous considérons que notre mission consiste également à former sur des questions émergentes et vives dans les savoirs de référence et dans la société. Toutefois, il ne s'agit pas, pour nous, de s'appuyer sur les indicateurs qui fondent les intentions pour agir sur le comportement des enseignants, mais de contribuer à la formation de praticiens réflexifs, la prise de distance permettant de mieux situer leurs positions personnelles et leurs intentions de comportement face à l'enseignement de questions scientifiques socialement vives.

Le modèle postule que l'intention des individus a un impact direct sur leur comportement, en l'occurrence sur les pratiques didactiques mises en œuvre. L'intention dépend de leur attitude (positive ou négative) vis-à-vis du comportement en question, de leur perception des normes imposées par l'environnement et de leur perception à contrôler leur comportement (Figure 1).

Selon Ajzen, les attitudes des individus sont nombreuses et diversifiées pour tout comportement, et seul un relativement petit nombre d'entre elles sont considérées essentielles en fonction du résultat attendu.

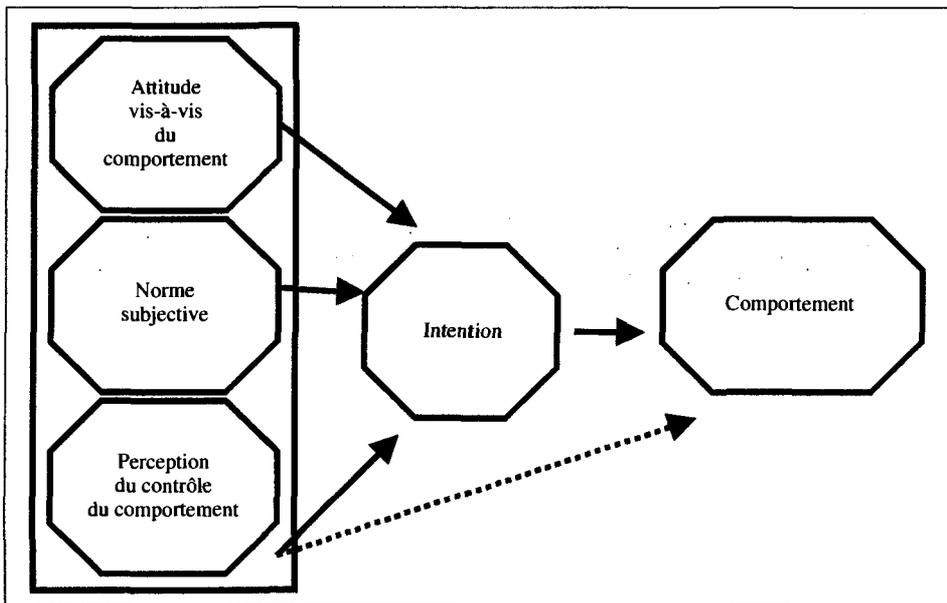


Figure 1. Théorie du comportement planifié (AJZEN, 1991)

La norme subjective est composée des demandes perçues et attentes supposées d'individus référents qui dépendent de la population et du comportement étudiés (par exemple, famille, collègues, corps médical, direction...) et de la motivation personnelle de se conformer à ces pressions extérieures.

La perception des individus de contrôler leur comportement dépend de la confiance qu'ils ont en leur capacité de mener à bien, de contrôler une telle pratique. Cette perception dépend également de la présence de facteurs supposés faciliter ou entraver la mise en œuvre du comportement en question.

Ici, le comportement en question est la mise en œuvre d'enseignements traitant de questions scientifiques socialement vives dans les classes de lycées agricoles. L'intention dépend de l'attitude des enseignants vis-à-vis de la pratique enseignée, de leur perception des normes imposées par leur environnement socio-professionnel et de leur perception à contrôler la situation didactique et pédagogique.

Dans le modèle d'Azjen, le comportement est considéré comme une fonction des intentions des individus et de leurs perceptions à contrôler ce comportement. Du point de vue théorique (cf. Fig. 1), l'effet de l'intention sur le comportement est modifié par l'impact des perceptions à contrôler le comportement (flèche en pointillés dans le modèle), de telle sorte que l'intention est suivie d'un comportement adéquat seulement si les perceptions du contrôle du comportement sont fortement favorables. Dans ce cadre, Ajzen considère l'intention comme l'antécédent immédiat du comportement (flèche pleine dans le modèle).

Cet aspect de la théorie nous semble discutable. Pour le valider, il faudrait observer les actions réelles des individus. Par ailleurs, nous avons enquêté auprès d'enseignants en formation novices ou expérimentés. Nous avons considéré que leurs réponses à une question du genre "avez-vous l'intention d'enseigner des questions scientifiques socialement vives?", visant à identifier leurs déclarations d'intentions, seraient biaisées par notre statut de formatrices. Nous avons donc focalisé notre investigation sur l'identification de certains déterminants du modèle de la théorie du comportement planifié (encadré par nous dans un rectangle). Cette étude n'a pas pour ambition d'évaluer statistiquement la part de chaque déterminant, mais d'identifier les facteurs de résistance ou de motivation vis-à-vis de l'enseignement des questions scientifiques socialement vives selon les disciplines d'appartenance et selon l'expérience professionnelle (enseignants novices ou expérimentés).

## 2. MÉTHODOLOGIE

Cette étude a été réalisée auprès de 183 enseignants de lycées agricoles de différentes disciplines, sans expérience professionnelle pour les externes et avec 3 années d'enseignement au minimum pour les internes. Le nombre de personnes interrogées est lié aux nombre de places offertes aux concours par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

### 2.1. Les externes

Cet échantillon regroupe des professeurs-stagiaires ayant réussi un concours externe de recrutement au professorat. Compte tenu du nombre de postes offerts au concours de l'enseignement agricole, nous avons pu interroger : 25 professeurs certifiés en Physique Chimie (PC), 23 en Biologie Écologie (BIO), et des professeurs des Lycées Professionnels Agricoles : 20 en Mathématiques Sciences Physiques (MSP) et 10 en Matériel et AgroÉquipement (MAE).

### 2.2. Les internes

Cet échantillon regroupe des professeurs-stagiaires ayant au minimum 3 années d'expérience professionnelle, ayant réussi un concours interne de recrutement au professorat. Nous avons interrogé des professeurs certifiés de l'enseignement agricole : 22 en Physique Chimie (PC), 26 en Biologie Écologie (BIO), 12 en histoire-géographie (HG) et des professeurs des Lycées Professionnels Agricoles : 12 en Mathématiques Sciences Physiques (MSP), 13 en Matériel et AgroÉquipement (MAE), 8 en productions animales (PA) et 12 en productions végétales (PV).

Par la suite, nous avons regroupé les enseignants selon les proximités des disciplines d'enseignement concernées : les sciences de la matière et mathématiques (PC + MSP), les sciences du vivant (BIO + PA + PV), les technologies agricoles (MAE), l'histoire-géographie (HG).

### 2.3. Le questionnaire ouvert

Dans un premier temps, un questionnaire ouvert a été proposé à 40 professeurs-stagiaires d'économie issus du concours interne en formation à l'ENFA. 3 questions ouvertes portaient respectivement sur l'attitude, les normes perçues et la perception qu'ils ont de leur capacité à contrôler un enseignement de questions scientifiques socialement vives.

*Est-ce une bonne chose de traiter des questions scientifiques socialement vives en classe ? Pourquoi ?*

*Qui encourage à le faire ?*

*Vous sentez-vous capable de mettre en œuvre des activités d'enseignement traitant des questions scientifiques socialement vives ? Pourquoi ?*

des enseignants de  
différentes  
disciplines

Les réponses nous ont fourni différents items que nous avons utilisés dans un second temps, pour construire un questionnaire fermé (voir annexe). Les enseignants interrogés devaient se prononcer sur une échelle comportant 3 degrés d'importance (de *très important* à *peu important*). Nous avons retenu les réponses aux items pour lesquels le taux de réponses dans les catégories "très important" ou "peu important" était supérieur ou égal à 25 %. En dessous de ce seuil nous avons considéré que les résultats n'étaient pas statistiquement significatifs.

#### 2.4. Items recueillis avec le questionnaire ouvert

Concernant les attitudes des enseignants, face à la question "*Est-ce une bonne chose de traiter des questions scientifiques socialement vives en classe ? Pourquoi ?*" tous les enseignants répondent positivement. Parmi eux, un signale qu'il est favorable à l'enseignement des questions scientifiques socialement vives dans le cadre d'activités pluridisciplinaires. Les raisons les plus citées sont reportées dans le tableau 1 par ordre de priorité décroissant.

**Tableau 1. Attitudes des enseignants  
Réponses recueillies au questionnaire ouvert**

Car ce sont des questions d'actualité
Pour l'ouverture d'esprit des élèves
Pour entraîner les élèves à argumenter
Pour motiver les élèves
Pour la formation à la citoyenneté
Pour préparer les générations futures
Pour approfondir les notions du programme
Car ce sont des préoccupations importantes dans la société
Pour diversifier les méthodes d'enseignement
Pour montrer différents enjeux aux élèves

les attitudes des  
enseignants

Dans un premier temps, il apparaît que les réponses des futur(e)s enseignant(e)s relèvent plus de préoccupations sociologiques, qu'épistémologiques ou didactiques. Il semble s'agir pour ces enseignants de sensibiliser leurs élèves à des questions d'actualité, en débat dans la société. On note également le souci de formation d'élèves-citoyens, ouverts et critiques.

Concernant les normes perçues par les futur(e)s enseignant(e)s, les réponses les plus citées à la question "*Qui encourage à le faire ?*" sont reportées dans le tableau 2.

**Tableau 2. Normes perçues par les enseignants  
Réponses recueillies au questionnaire ouvert**

les normes perçues  
par les enseignants

Les élèves
L'actualité
Les programmes
La société
Mes convictions personnelles
Mon rôle d'enseignant
Le ministère
Les collègues
Les parents
Personne

Nous remarquons que ne sont pas cités : les directeurs des établissements d'enseignement, les inspecteurs et les conseillers pédagogiques, ce qui semble indiquer que ces enseignants perçoivent peu de pressions extérieures. Leurs préoccupations apparaissent très majoritairement centrées sur les élèves, l'actualité et eux-mêmes.

Concernant les perceptions de leur capacité à contrôler un enseignement de questions scientifiques socialement vives, face à la question *"Vous sentez-vous capable de mettre en œuvre des activités d'enseignement traitant des questions scientifiques socialement vives ? Pourquoi ?"*, 12 enseignants ont répondu positivement, et 4 négativement.

Leurs réponses font ressortir d'une part des éléments de leur contexte d'exercice, et d'autre part, des éléments relatifs à leurs capacités de mener à bien une telle pratique. Les raisons les plus souvent évoquées sont reportées dans le tableau 3.

**Tableau 3. Contrôles perçus par les enseignants  
Réponses recueillies au questionnaire ouvert**

les contrôles  
perçus par les  
enseignants

Suivre une formation
Avoir du temps pour préparer
Nécessaire de maîtriser l'ensemble des domaines concernés
En pluridisciplinarité
Savoir conduire un débat
Maîtriser les connaissances sur ces sujets

### 3. RÉSULTATS

#### 3.1. Globaux

La question concernant les attitudes des enseignants à traiter les questions scientifiques socialement vives en classe proposait 11 items. On observe que 9 items ont été retenus comme "très important" par les enseignants interrogés (Tableau 4). Toutes disciplines confondues, et quelle que soit leur expérience, ceux-ci ont prioritairement sélectionné : *pour l'ouverture d'esprit des élèves, pour développer l'esprit critique des élèves, pour former à la citoyenneté*. La moitié des enseignants a choisi : *car ce sont des préoccupations importantes dans la société, car ce sont des questions d'actualité*. Enfin, plus de

**Tableau 4. Attitudes des enseignants face à l'enseignement des questions scientifiques socialement vives**

(les items retenus dans ce tableau correspondent aux réponses ayant obtenu un taux  $\geq 25\%$ )  
Les pourcentages représentés en gras signalent les enseignants qui contribuent le plus à chaque item.

Très important d'enseigner les questions scientifiques socialement vives en classe...							
	TOUTES SECTIONS	PC + MSP	BIO + PA + PV	MAE	HIST.GÉO	EXTERNES	INTERNES
Pour l'ouverture d'esprit des élèves	66 %	65 %	<b>73 %</b>	56 %	50 %	62 %	<b>69 %</b>
Pour développer l'esprit critique des élèves	64 %	63 %	<b>76 %</b>	52 %	58 %	<b>65 %</b>	64 %
Pour former à la citoyenneté	60 %	60 %	<b>68 %</b>	35 %	58 %	57 %	<b>63 %</b>
Car ce sont des préoccupations importantes dans la société	50 %	50 %	<b>56 %</b>	35 %	50 %	48 %	<b>51 %</b>
Car ce sont des questions d'actualité	49 %	<b>61 %</b>	43 %	30 %	50 %	49 %	49 %
Pour préparer les générations futures	43 %	<b>37 %</b>	<b>54 %</b>	48 %	–	42 %	<b>44 %</b>
Pour former les élèves à l'argumentation	43 %	<b>54 %</b>	37 %	30 %	<b>54 %</b>	40 %	<b>45 %</b>
Pour discuter les limites et les enjeux du savoir scientifique	33 %	35 %	<b>37 %</b>	26 %	–	32 %	<b>34 %</b>
Parce que les élèves sont motivés	32 %	32 %	<b>35 %</b>	26 %	33 %	26 %	<b>37 %</b>
Pour diversifier les pratiques pédagogiques	–	32 %	–	–	25 %	26 %	–

30 % des enseignants ont sélectionné : *pour préparer les générations futures, pour former les élèves à l'argumentation, pour discuter les limites et les enjeux du savoir scientifique, parce que les élèves sont motivés.*

De plus, *pour approfondir les notions du programme* est considéré comme "peu important" par 22 % de l'ensemble des enseignants interrogés (Tableau 5).

**Tableau 5. Attitudes des enseignants face à l'enseignement des questions scientifiques socialement vives**

(les items retenus dans ce tableau correspondent aux réponses ayant obtenu un taux  $\geq 20\%$ )  
Les pourcentages représentés en gras signalent les enseignants qui contribuent le plus à chaque item.

Peu important d'enseigner les questions scientifiques socialement vives en classe...							
	TOUTES SECTIONS	PC + MSP	BIO + PA + PV	MAE	HIST.GÉO	EXTERNES	INTERNES
Pour approfondir les notions du programme	22 %	-	<b>27 %</b>	26 %	-	<b>23 %</b>	20 %
Pour diversifier les pratiques pédagogiques	-	-	<b>30 %</b>	-	-	-	-

En ce qui concerne les normes perçues par les enseignants relativement à l'enseignement des questions scientifiques socialement vives, 10 items ont été proposés (Tableau 6). Cinq ont été sélectionnés comme étant "très importants". Il s'agit prioritairement de *ma conception de l'enseignement*, pour plus de la moitié des enseignants interrogés. Puis ont été sélectionnés : *mon intérêt personnel*, *l'évolution de la société*, *les élèves*, et enfin *l'actualité* par un tiers des enseignants. D'autre part, pour une grande majorité d'enseignants *les parents* sont considérés comme "peu important".

**Tableau 6. Normes perçues par les enseignants face à l'enseignement des questions scientifiques socialement vives**

(les items retenus dans ce tableau correspondent aux réponses ayant obtenu un taux  $\geq 25\%$ )  
Les pourcentages représentés en gras signalent les enseignants qui contribuent le plus à chaque item.

Très important d'enseigner les questions scientifiques socialement vives en classe...							
	TOUTES SECTIONS	PC + MSP	BIO + PA + PV	MAE	HIST.GÉO	EXTERNES	INTERNES
Ma conception de l'enseignement	54 %	55 %	60 %	52 %	33 %	52 %	55 %
Mon intérêt personnel	46 %	50 %	51 %	39 %	-	<b>51 %</b>	42 %
L'évolution de la société	41 %	38 %	<b>51 %</b>	26 %	33 %	43 %	40 %
Les élèves	37 %	41 %	40 %	30 %	-	37 %	37 %
L'actualité	33 %	36 %	31 %	34 %	-	35 %	31 %

Puis sont déclarés "peu important" relativement à l'enseignement de questions scientifiques socialement vives *les collègues, le ministère et les programmes* (Tableau 7).

**Tableau 7. Normes perçues par les enseignants face à l'enseignement des questions scientifiques socialement vives**

(les items retenus dans ce tableau correspondent aux réponses ayant obtenu un taux  $\geq 25\%$ )  
Les pourcentages représentés en gras signalent les enseignants qui contribuent le plus à chaque item.

Peu important d'enseigner les questions scientifiques socialement vives en classe...							
	TOUTES SECTIONS	PC + MSP	BIO + PA + PV	MAE	HIST.GÉO	EXTERNES	INTERNES
Les parents	65 %	<b>73 %</b>	63 %	43 %	58 %	<b>69 %</b>	62 %
Les collègues	48 %	48 %	50 %	39 %	<b>54 %</b>	<b>50 %</b>	47 %
Le ministère	43 %	40 %	<b>51 %</b>	39 %	25 %	38 %	<b>48 %</b>
Les programmes	33 %	25 %	<b>44 %</b>	43 %	-	32 %	<b>34 %</b>

La question portant sur les perceptions de leur capacité à contrôler l'enseignement de questions scientifiques socialement vives présentait 7 items. 2 ont été jugés "très important" (Tableau 8) par plus de la moitié des enseignants : *avoir du temps en classe pour mener ce type d'activité et travailler en pluridisciplinarité*. De plus, 4 items ont été sélectionnés par plus du quart des enseignants : *avoir du temps pour préparer ce type d'activités, savoir conduire un débat, maîtriser l'ensemble des domaines impliqués, avoir suivi une formation pour mener ce type d'activités*.

Par ailleurs, l'item *maîtriser l'ensemble des domaines impliqués*, a également été considéré comme "peu important" par un quart de l'ensemble des enseignants (Tableau 9). Cela nous indique que les avis des enseignants sont partagés relativement à l'importance de cet item pour la mise en œuvre d'enseignement de questions vives.

L'item *maîtriser des connaissances pointues* est jugé comme peu important par plus d'un tiers des enseignants, toutes disciplines et expériences confondues.

les attitudes des enseignants centrées sur la formation de leurs élèves et la prise en compte du contexte sociétal

On constate ainsi que prioritairement, les attitudes des enseignants se centrent sur la formation de leurs élèves et la prise en compte du contexte sociétal. Les normes perçues par ces enseignants font également état de l'importance de l'évolution de la société, des élèves, de l'actualité. Leur conception de l'enseignement, puis leur intérêt personnel apparaissent prioritaires dans l'importance accordée. Du point de vue des savoirs scientifiques, il semble que l'enseignement de questions scientifiques socialement vives soit l'occasion pour certains enseignants d'une initiation des élèves à la sociologie et la philosophie des sciences. D'ailleurs, l'approfondissement de notions du programme apparaît dans les préoccupations

**Tableau 8. Perceptions des capacités à contrôler l'enseignement des questions scientifiques socialement vives**

(les items retenus dans ce tableau correspondent aux réponses ayant obtenu un taux  $\geq 25\%$ )  
Les pourcentages représentés en gras signalent les enseignants qui contribuent le plus à chaque item.

Très important d'enseigner les questions scientifiques socialement vives en classe...							
	TOUTES SECTIONS	PC + MSP	BIO + PA + PV	MAE	HIST.GÉO	EXTERNES	INTERNES
Avoir du temps en classe pour mener ce type d'activités	59 %	63 %	55 %	<b>65 %</b>	42 %	57 %	<b>61 %</b>
Travailler en pluridisciplinarité	54 %	<b>58 %</b>	<b>58 %</b>	56 %	33 %	<b>61 %</b>	49 %
Avoir du temps pour préparer ce type d'activités	49 %	48 %	47 %	<b>61 %</b>	50 %	<b>54 %</b>	46 %
Savoir conduire un débat	48 %	48 %	48 %	48 %	42 %	44 %	<b>50 %</b>
Maîtriser l'ensemble des domaines impliqués	31 %	<b>40 %</b>	–	26 %	–	<b>34 %</b>	29 %
Avoir suivi une formation pour mener ce type d'activités	28 %	30 %	25 %	–	<b>41 %</b>	–	<b>31 %</b>
Maîtriser des connaissances pointues	–	–	–	<b>30 %</b>	–	–	<b>24 %</b>

**Tableau 9. Perceptions des capacités à contrôler l'enseignement des questions scientifiques socialement vives**

(les items retenus dans ce tableau correspondent aux réponses ayant obtenu un taux  $\geq 25\%$ )  
Les pourcentages représentés en gras signalent les enseignants qui contribuent le plus à chaque item.

Peu important d'enseigner les questions scientifiques socialement vives en classe...							
	TOUTES SECTIONS	PC + MSP	BIO + PA + PV	MAE	HIST.GÉO	EXTERNES	INTERNES
<b>Maîtriser des connaissances pointues</b>	39 %	<b>42 %</b>	40 %	26 %	41 %	<b>48 %</b>	33 %
Maîtriser l'ensemble des domaines impliqués	26 %	–	<b>29 %</b>	–	25 %	25 %	<b>27 %</b>

des enseignants comme "peu important", et les programmes ne font pas partie des normes perçues comme importantes. Il semble alors que le leitmotiv des enseignants d'être contraints par un programme chargé constitue un prétexte à refuser toute innovation pédagogique.

Les choix opérés révèlent également que la plupart des enseignants perçoivent peu de pressions extérieures, parents, collègues et ministère étant cités comme peu importants.

En ce qui concerne les conditions à la mise en œuvre de tels enseignements, outre la nécessité soulignée par les enseignants de disposer de temps pour mener ce type d'activités (temps en classe et temps de préparation), ont également été sélectionnés par plus du quart des enseignants, *savoir conduire un débat et avoir suivi une formation*.

De plus, on note que des enseignants considèrent comme "très important" à la fois de *travailler en pluridisciplinarité*, et de *maîtriser l'ensemble des domaines impliqués*. Nous nous interrogeons alors sur cette apparente incohérence, car comment pouvoir maîtriser un vaste ensemble de domaines ? (scientifique, technique, économique, politique, éthique...) Ce choix révélerait-il qu'un enseignant ne peut pas dire qu'il ne "sait pas" et s'exposer à de telles situations dans un travail pluridisciplinaire ?

### 3.2. Selon les disciplines

En ce qui concerne les attitudes à traiter de questions scientifiques socialement vives, le groupe des enseignants de sciences de la nature et du vivant (biologie-écologie, productions animales et productions végétales, noté par la suite BIO + PA + PV) et de technologies agricoles (matériel et agro-équipements, MAE) ont sélectionné comme "très important" les mêmes 9 items que l'ensemble des enseignants. Un item supplémentaire a été retenu comme "très important" par environ un tiers des enseignants de sciences de la matière (PC + MSP). Il s'agit de *pour diversifier les pratiques pédagogiques*. Cet item a également été retenu par un quart des enseignants d'histoire-géographie. De plus, ces derniers n'ont pas considéré comme "très important" *pour préparer les générations futures et pour discuter les limites et les enjeux du savoir scientifique*.

des orientations  
différentes selon les  
disciplines

Pour le groupe BIO + PA + PV, on constate pour 7 items que les enseignants sont plus nombreux à les considérer comme "très important". La priorité est ainsi accordée par 76 % des enseignants à l'item *pour développer l'esprit critique des élèves*.

Si l'on compare le nombre d'enseignants de sciences du vivant à considérer comme très important les différents items relativement à l'ensemble des enseignants interrogés toutes disciplines confondues, on constate que les BIO + PA + PV sont 10 % plus nombreux à sélectionner l'item *pour préparer les générations futures*.

En revanche, ils sont moins nombreux à considérer comme très important l'enseignement des questions vives *car ce sont des questions d'actualité et pour former les élèves à l'argumentation*. Dans les mêmes proportions, les enseignants de sciences de la matière (PC + MSP) ont opéré des choix inverses. Les résultats montrent qu'ils sont plus nombreux (plus de 10 %) à sélectionner très important les items *car ce sont des questions d'actualité et pour former les élèves à*

des orientations  
moins affirmées  
pour les  
enseignants de  
technologies  
agricoles

*l'argumentation* et moins nombreux pour considérer comme très important *pour préparer les générations futures*. Les autres items ne présentent pas de modifications significatives par rapport aux choix de l'ensemble des enseignants.

Les enseignants de technologies agricoles (MAE) sont sensiblement moins nombreux à considérer comme "très important" les 9 items retenus. On observe par exemple que pour l'item *pour former à la citoyenneté*, les MAE ne sont que 35 % à le considérer très important, face à 60 % de l'ensemble des enseignants. De la même façon, 30 % et 35 % des MAE ont sélectionné les items *car ce sont des questions d'actualité*, et *car ce sont des préoccupations importantes dans la société*, comparativement à 49 % et 50 % de l'ensemble des enseignants. 5 autres items présentent une tendance similaire, avec un nombre d'enseignants de technologies agricoles plus faible (de - 13 % à - 6 %) à les considérer très important. Seul *pour préparer les générations futures* a rassemblé près de la moitié des enseignants de MAE, comparativement à 43 % de l'ensemble des enseignants.

Pour les enseignants d'histoire-géographie, parmi les 7 items précédents considérés comme "très important", ils sont moins nombreux que l'ensemble des enseignants à avoir sélectionné *pour l'ouverture d'esprit des élèves* (50 % vs 66 %) et *pour développer l'esprit critique des élèves* (58 % vs 64 %). À l'opposé, *pour former les élèves à l'argumentation* a rassemblé un plus grand nombre d'enseignants d'histoire-géographie (54 % vs 43 %).

Traiter de questions scientifiques socialement vives en classe apparaît "très important" *pour développer l'esprit critique des élèves* pour près de 80 % des enseignants de sciences du vivant (BIO + PA + PV). Ceux-ci sont également les plus nombreux à accorder de l'importance à *l'ouverture d'esprit des élèves*, à *la formation à la citoyenneté*, et à l'intérêt de traiter des *préoccupations importantes dans la société*. *Pour préparer les générations futures*, leur semble également très important comme, dans une proportion plus faible pour les enseignants de technologies agricoles (MAE). *Discuter les limites et les enjeux du savoir scientifique* apparaît aussi très important pour plus d'un tiers des BIO + PA + PV, comme, dans des proportions similaires, pour des enseignants de sciences de la matière et mathématiques (PC + MSP). Ces derniers sont les plus nombreux à considérer comme très important le *traitement de questions d'actualité*. Ils accordent également de l'importance à *la formation à l'argumentation*, dans les mêmes proportions que les enseignants d'histoire-géographie. Ceux-ci n'ont pas considéré très important de traiter de questions scientifiques socialement vives *pour préparer les générations futures*. Pour ce faire, d'autres thèmes leur semblent-ils plus pertinents ? mieux adaptés à leurs enseignements disciplinaires ? De même, ils n'ont pas retenu l'item *discuter limites et enjeux des savoirs scientifiques*.

Considèrent-ils que ce n'est pas leur rôle ? que les enseignants de sciences ont plus légitimité à le faire ? Se sentent-ils incompetents pour le faire ?

Ces enseignants d'histoire-géographie et ceux de sciences de la matière et de mathématiques (PC + MSP) ont de plus retenu comme très important la *diversification des pratiques pédagogiques*. À l'inverse, cet item est considéré comme peu important par un nombre semblable d'enseignants de sciences du vivant (BIO + PA + PV). Ces derniers ont également signalé peu important de traiter de questions scientifiques socialement vives *pour approfondir les notions du programme*, tout comme les enseignants de technologies agricoles (MAE).

En ce qui concerne les normes perçues pour traiter de questions scientifiques socialement vives, les enseignants de sciences de la matière et mathématiques (PC + MSP), sciences du vivant (BIO + PA + PV), et technologies agricoles (MAE) ont sélectionné les mêmes 5 items comme "très important". Parmi ces items, un tiers des enseignants d'histoire-géographie en a retenu 2 comme "très important". Il s'agit de leur *conception de l'enseignement et de l'évolution de la société*. Comme observé pour les attitudes, les enseignants du groupe BIO + PA + PV sont plus nombreux à considérer comme très importants la plupart des items : *ma conception de l'enseignement, mon intérêt personnel, l'évolution de la société, les élèves*. Ils sont les plus nombreux à prendre en considération *l'évolution de la société*, et avec un écart moindre avec les autres groupes d'enseignants, aussi les plus nombreux à considérer comme très important *conception de l'enseignement et intérêt personnel*.

De plus les enseignants du groupe BIO + PA + PV sont les plus nombreux à considérer comme peu important *le ministère* et en accord avec les MAE, *les programmes*. Les enseignants de sciences de la matière et mathématiques sont les plus nombreux à déclarer *les parents* "peu important" relativement à l'enseignement de questions scientifiques socialement vives. *Les collègues* sont eux cités comme peu importants par plus de la moitié des enseignants d'histoire-géographie.

des perceptions  
variées des  
approches  
pluridisciplinaires

Concernant les perceptions de leur capacité à contrôler la mise en œuvre d'enseignements traitant de questions scientifiques socialement vives, on observe que selon les disciplines, les enseignants n'ont pas accordé le même degré d'importance au *travail en pluridisciplinarité*. Pour les BIO + PA + PV, c'est l'item considéré comme très important par le pourcentage le plus élevé d'enseignants (58 %). À l'opposé, cet item est considéré comme très important par 33 % des enseignants d'histoire-géographie. Plus de la moitié des enseignants de sciences de la matière et mathématiques (PC et MSP) et de technologies agricoles MAE ont considéré le *travail en pluridisciplinarité* comme très important. Dans le même temps, l'item *maîtriser l'ensemble des domaines impliqués* est considéré

comme très important par 40 % des PC et MSP et 26 % des MAE. Ces derniers ont de plus, pour près d'un tiers d'entre eux, retenu comme très important l'item *maîtriser des connaissances pointues*. À l'opposé, *maîtriser des connaissances pointues* et *maîtriser l'ensemble des domaines impliqués* sont reconnus comme peu importants par les enseignants de sciences du vivant et d'histoire-géographie.

On peut alors s'interroger sur le sens que les enseignants des sciences de la matière, de mathématiques et de technologies agricoles accordent au travail en pluridisciplinarité. S'agit-il pour eux de développer une polyvalence telle qu'elle permette de maîtriser l'ensemble des domaines impliqués ?

Quant à *savoir conduire un débat*, item que tous les enseignants ont sélectionné comme très important, seuls les MAE n'ont pas dans le même temps choisi l'item *avoir suivi une formation pour mener ce type d'activités*. La formation dans ce domaine leur semble-t-elle inutile (ils savent déjà) ou impossible (cela ne peut pas s'apprendre) ? conduire un débat s'apparente-t-il pour ces enseignants à un don ? une compétence innée ? naturelle ?

Bien entendu les déclarations d'intentions des enseignants dépendent de leur formation disciplinaire (universitaires, ingénieurs, techniciens supérieurs), c'est-à-dire de la maîtrise des contenus disciplinaires et de la culture de leur groupe social d'appartenance (enseignants scientifiques, en sciences humaines ou en technologies). De plus, le modèle ne permet pas de mesurer l'impact de l'origine disciplinaire sur le traitement didactique et les pratiques effectives des enseignants.

### 3.3. Selon l'expérience professionnelle

Globalement, les enseignants novices et expérimentés présentent les mêmes attitudes face à l'enseignement des questions scientifiques socialement vives. Ils ont considéré comme très important 8 items dans des proportions similaires. Il s'agit de *pour l'ouverture d'esprit des élèves, pour développer l'esprit critique des élèves, pour former à la citoyenneté, car ce sont des préoccupations importantes dans la société, car ce sont des questions d'actualité, pour préparer les générations futures, pour former les élèves à l'argumentation, pour discuter les limites et les enjeux du savoir scientifique*. L'item *parce que les élèves sont motivés* a été considéré comme très important par 37 % d'internes, ce qui dénote une préoccupation plus affirmée pour la motivation des élèves de la part de ces enseignants expérimentés. À l'opposé, pour 26 % des externes, il est très important d'enseigner les questions scientifiques socialement vives *pour diversifier les pratiques pédagogiques*.

Quelle que soit leur expérience professionnelle, les enseignants considèrent de façon similaire qu'il est peu important de traiter ces questions pour approfondir les notions du

des orientations  
différentes selon  
l'expérience  
professionnelle

programme. On note alors une centration sur le travail pédagogique de l'enseignant de la part des enseignants novices, et le souci de l'intérêt de l'élève chez les enseignants expérimentés.

Par ailleurs, externes et internes s'accordent pour considérer les mêmes normes face à l'enseignement des questions scientifiques socialement vives. Les items sélectionnés sont identiques, et avec des taux de réponses similaires. Toutefois, on constate une prise en compte de l'*intérêt personnel*, considéré comme très important, par plus d'enseignants novices (51 % des externes et 42 % des internes). Cela vient appuyer la remarque précédente de la centration des préoccupations des novices sur leur activité personnelle.

En ce qui concerne les normes perçues comme peu importantes, on note que les enseignants expérimentés sont plus nombreux (48 %) à sélectionner *le ministère*. Certains novices n'ont-ils pas osé choisir cet item ? ou le ministère est-il considéré comme une pression extérieure pour ces enseignants débutants ?

plus de facteurs à contrôler pour les enseignants expérimentés

En ce qui concerne les perceptions de leur capacité à contrôler l'enseignement des questions scientifiques socialement vives, il apparaît que les internes ont sélectionné plus d'items comme très important. Cela pourrait indiquer que ces enseignants expérimentés identifient plus de contraintes, ou développent une meilleure prise en compte du contexte et de leurs capacités à mener ce type d'activités. Ils ont par exemple retenu l'item *avoir suivi une formation*, alors que, bien qu'ayant sélectionné l'item *savoir conduire un débat*, les externes n'ont pas sélectionné cet item. Comment alors ces enseignants novices prévoient-ils de mettre en œuvre ce type d'activité, leur formation antérieure ne leur ayant pas permis d'être initié à ce type de pratiques ?

Les internes ont également, pour 24 % d'entre eux, sélectionné comme très important l'item *maîtriser des connaissances pointues*, alors que pour 48 % des externes, cela apparaît comme peu important pour la mise en place d'enseignements traitant de questions scientifiques socialement vives.

#### 4. CONCLUSION

Cette étude montre l'influence de la culture socioprofessionnelle et disciplinaire des enseignants et prêche en la faveur d'une approche interdisciplinaire de l'enseignement des questions scientifiques socialement vives. Ces dernières justifient la mise en place de formations conjointes d'enseignants en sciences humaines et sciences et techniques. Les recherches en didactique sur l'enseignement des questions scientifiques socialement vives soulèvent la question de la contribution des différentes catégories d'enseignants. Au niveau européen, les

les enseignants en sciences et techniques se sentent responsables d'enseigner des faits

recherches montrent que les enseignants en sciences et techniques se sentent responsables d'enseigner des faits, peu compétents sur les questions sociales et éthiques ou pour gérer des débats. Ainsi, le principal résultat d'une large enquête menée en Angleterre et au Pays de Galles a été ainsi résumée par les auteurs "half of all science teachers interviewed feel that teaching science should be 'value free'" (Levinson & Turner, 2001). Les ingénieries didactiques sur l'enseignement des questions scientifiques controversées font de plus en plus appel à une forme d'interdisciplinarité rassemblant sciences humaines et sciences expérimentales (Prain, Hand, Yore, 2001, programme de recherche européen EIBE (1)).

Ceci nous conduit donc à élargir cette étude auprès d'autres enseignants en sciences humaines : lettres, économie, philosophie... qui sont aussi concernés par l'enseignement des questions scientifiques socialement vives.

En particulier, l'intérêt de l'introduction de l'enseignement de l'éthique au sein de l'enseignement des sciences ne fait pas l'unanimité. Reiss (1999) a exposé un certain nombre des arguments utilisés. Les opposants considèrent que ces deux domaines sont fondamentalement différents, et reposent sur des concepts différents (espace, temps, énergie/bon, bien, devoir). La science ne repose pas sur des valeurs, elle est objective et ne peut pas être jugée sur le plan de l'éthique. Et puis, les enseignants en science ne sont pas formés à l'enseignement de l'éthique. Les arguments favorables sont de nature socioépistémologique. Les savoirs scientifiques sont construits dans des contextes sociaux particuliers. Ils dépendent des intérêts, motivations et aspirations des scientifiques et des financeurs. Des buts sont visés, qui peuvent être jugés bons ou mauvais. Un jugement éthique peut être porté sur la construction des savoirs scientifiques. L'importance des implications personnelles et sociales des technosciences justifie la formation éthique des élèves.

Nous partageons cette seconde posture et nous nous inscrivons dans une approche socio-épistémologique relativiste. Nous considérons qu'il n'existe pas de structure *a priori* du savoir et que tout savoir est un produit social contextualisé. Nous n'adhérons pas au relativisme absolu qui tient pour acquis qu'en sciences humaines tout se fait et tout se vaut. Certains relativistes radicaux prétendent qu'il n'existe pas de paradigme digne de ce nom tandis que d'autres, inspirés par le positivisme, s'accrochent aux fausses certitudes du scientisme et prônent la démarche scientifique. Nous refusons à la fois l'aveuglement scientifique et l'anarchie des relativistes

---

(1) Depuis plus de 10 ans, l'European Initiative for Biotechnology Education a produit du matériel didactique sur les questions soulevées par les biotechnologies en faisant au cours du temps de plus en plus de place aux contributions des enseignants en sciences humaines.

radicaux. Le point de vue que nous adoptons reconnaît les liens des savoirs scientifiques avec la société globale par l'intermédiaire des idéologies, des conceptions du monde ou des intérêts des chercheurs. La communauté scientifique comporte ses hiérarchies et ses rapports de pouvoir, ses procédures de recrutement, son système d'évaluation, de récompenses et de sanctions, ses modes de socialisation, ses canaux de communication. La pratique scientifique présente aussi des aspects économiques, avec ses modes de financement particuliers et ses enjeux d'argent évidents.

Dans notre questionnement épistémologique sur les questions scientifiques socialement vives, il n'est pas possible de négliger l'existence de différentes catégories de "*producteurs symboliques*" (selon l'expression de P. Bourdieu, 1995). Différentes catégories de producteurs, et donc de productions, s'affrontent ou se complètent. Il s'agit bien de savoirs construits socialement et inscrits dans la société.

L'identité professionnelle détermine comment un individu se situe dans la société. Sainsaulieu (1996) et Dubar (1991) ont approfondi ces phénomènes de construction d'identité professionnelle. Dubar évoque un processus identitaire biographique au cours duquel les sphères du travail et de l'emploi se combinent à la sphère de la formation pour constituer des domaines pertinents des identifications sociales des individus. L'entrée en formation dans une "*spécialité*" disciplinaire constitue, selon lui, un acte significatif de l'identité virtuelle. Peut-on dire, à l'instar de Cole (1990) repris par Désautels et Laroche (1994), que les enseignants sont confinés dans des conduites de résignation, de conformité à la "*culture*" dominante, ce qui évoque la problématique de l'influence sociale envisagée sous l'angle de l'interaction minoritaire/majoritaire développée par Moscovici ? Ou peut-on espérer, à l'instar de Amade-Escot et Léziart (1996), que leurs schèmes sont susceptibles d'évolution ?

les enseignants peuvent-ils s'émanciper par rapport à la culture disciplinaire dominante ?

Cette étude montre que globalement les enseignants sont favorables à la mise en œuvre d'enseignements traitant des questions scientifiques socialement vives. Toutefois, nous constatons que ces enseignements sont peu fréquents dans les établissements. Bien que les enseignants de sciences déclarent des objectifs humanistes et dans une moindre mesure, socio-épistémologiques, nous observons en formation les freins déjà évoqués : enseigner des sciences c'est enseigner des faits, des certitudes, ces questions impliquent de s'aventurer sur des registres pour lesquels ils ne se sentent aucune légitimité, et mener un débat c'est gaspiller du temps précieux et se mettre en péril.

comment situer la coopération des enseignants de différentes disciplines ?

Ce constat nous conduit d'une part à discuter le modèle théorique du comportement planifié et d'autre part à concevoir de nouvelles modalités de formation pluridisciplinaire.

Tout d'abord la théorie du comportement planifié postule que l'intention des individus a un impact direct sur leur

comportement, en l'occurrence sur les pratiques didactiques mises en œuvre. Ce lien direct intention-action est discutable dans le cas des pratiques d'enseignement, mais nous le savons tous, l'intention de se mettre au régime ou d'arrêter de fumer n'est pas toujours mise en application.

un lien à vérifier  
entre l'intention et  
l'action

Les déclarations des enseignants nous permettent d'identifier des déterminants des attitudes, de la perception des normes socio-professionnelles, et de la perception en leur capacité à contrôler une activité. Mais leur posture déclarée, globalement favorable, ne nous permet pas d'inférer que leur comportement sera en adéquation. Il faudrait pour cela, étudier leurs pratiques effectives. Cela constituera la prochaine étape de notre travail.

En ce qui concerne les modalités de formation des enseignants, nous en sommes venues à reconsidérer la coopération entre enseignants de sciences humaines et de sciences, en envisageant de confier la gestion de l'enseignement des questions scientifiques socialement vives aux enseignants de sciences humaines. Les enseignants scientifiques se retrouvent sollicités sur les faits et les incertitudes des savoirs impliqués et interpellés sur les répercussions de ces savoirs. Ceci impose de mettre l'accent sur la formation socio-épistémologique des enseignants en sciences.

Virginie ALBE  
Laurence SIMONNEAUX  
École Nationale de Formation Agronomique  
Castanet - Tolosan

## BIBLIOGRAPHIE

AJZEN, I. & FISHBEIN, M. (1975). *Understanding attitudes and predicting social behavior*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall.

AJZEN, I. & MADDEN, T.J. (1986). Prediction of goal-directed behavior : Attitudes, intentions, and perceived behavioral control. *Journal of Experimental Social Psychology*, 22, 453-474.

AJZEN, I. (1991). *The theory of Planned Behavior*. Organizational behavior and human decision processes. 50, 179-211.

ALBARRACIN, D., JOHNSON, B.T., FISHBEIN, M. & MUELLERLEILE, P.A. (2001). Theories of reasoned action and planned behavior as models of condom use : À meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 127, 142-161.

AMADE-ESCOT, C. & LEZIART, Y. (1996). Rapport scientifique – Contribution à l'étude de la diffusion de propositions d'ingénierie didactique auprès de praticiens. Toulouse : Université P. Sabatier.

AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (1989). *Science for all americans*. Washington : AAAS.

AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (1993). *Benchmarks for scientific literacy*. New York : Oxford University Press.

ARMITAGE, C.J. & CONNER, M. (2001). Social cognitive determinants of blood donation. *Journal of Applied Social Psychology*, 31, 1431-1457.

ASTROM, A.N. & MWANGOSI, I.E. (2000). Teachers' intention to provide dietary counseling to Tanzanian primary schools. *American Journal of Health Behavior*, 24, 281-289.

BABROW, A.S., BLACK, D.R. & TIFFANY, S.T. (1990). Beliefs, attitudes, intentions, and a smoking-cessation program : A planned behavior analysis of communication campaign development. *Health Communication*, 2, 145-163.

BAMBERG, S. & SCHMIDT, P. (2001). Theory-driven, subgroup-specific evaluation of an intervention to reduce private car use. *Journal of Applied Social Psychology*, 31, 1300-1329.

BORGIDA, E., CONNER, C. & MANTEUFEL, L. (1992). Understanding living kidney donation : A behavioral decision making perspective. In S. Spacapan & S. Oskamp (Eds.), *The social psychology of helping and being helped in the real world* (pp. 183-211). Beverly Hills, CA : Sage.

BOURDIEU, P. (1995) La cause de la science. In *Actes de la recherche en sciences sociales n° 106-107*.

BRUG, J., LECHNER, L. & DE VRIES, H. (1995). Psychosocial determinants of fruit and vegetable consumption. *Appetite*, 25, 285-296.

BULLETIN OFFICIEL (1999). *L'enseignement des sciences au lycée*. Numéro hors-série n6, 12 Août 1999.

- BURAK, L.J. (1994). Examination and prediction of elementary school teachers' intentions to teach HIV/AIDS education. *AIDS Education and Prevention*, 6, 310-321.
- CHEUNG, S.F., CHAN, D.K.-S. & WONG, Z.S.-Y. (1999). Reexamining the theory of planned behavior in understanding wastepaper recycling. *Environment and Behavior*, 31, 587.
- COLE, A.L. (1990) Personal theories of teaching ; Development in formative years. *The Alberta Journal of Educational Research*, 36 (3). 203-222.
- CONNER, M. & SHERLOCK, K. (1994). Attitudes and ecstasy use. *Multidisciplinary Association for Psychedelic Studies*, 4, 18-19.
- CONNER, M. & SPARKS, P. (1996). The theory of planned behavior and health behaviors. In M. Conner & P. Norman (Eds.), *Predicting health behavior* (pp. 121-162). Buckingham, UK : Open University Press.
- CRAWLEY, F.E. & BLACK, C.B. (1992). Causal modeling of secondary science students' intentions to enroll in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 585-599.
- DESAUTELS, J & LAROCHELLE, M. (1994). Etude de la pertinence et de la viabilité d'une stratégie de formation à l'enseignement des sciences, Rapport de recherche, Québec : Université Laval, p. 30-31.
- DUBAR, C. (1991). *La socialisation Construction des identités sociales et professionnelles*. Paris : Armand Colin.
- EAST, J.R. (1993). Investment decisions and the theory of planned behavior. *Journal of Economic Psychology*, 14, 337-375.
- ERTEN, S., BAMBERG, S., GRAF D. & KLEE, R. (2000). Determinants for practicing educational methods in environmental education – a comparison between Turkish and German teachers using the theory of planned behavior, Actes 3<sup>rd</sup> ERIDOB Conference, Santiago de Compostella.
- EUROPEAN COMMISSION (1995). *Science education : a case for European action ? White paper on science education in Europe presented to the European Commission*. Brussels : The European Commission.
- GILES, M. & LAMOURE, S. (2000). The theory of planned behavior : A conceptual framework to view career development of women. *Journal of Applied Social Psychology*, 30, 2137-2157.
- GODIN, G. (1993). The theories of reasoned action and planned behavior : Overview of findings, emerging research problems and usefulness for exercise promotion. *Journal of Applied Sport Psychology*, 5, 141-157.
- HANEY, J.J., CZERNIAK, C.M. & LUMPE, A.T. (1996). Teacher beliefs and intentions regarding the implementation of science education reform strands. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 971-993.

HAUSENBLAS, H.A., CARRON, A.V. & MACK, D.E. (1997). Application of the theories of reasoned action and planned behavior to exercise behavior: A meta-analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 19, 36-51.

HILLHOUSE, J.J., ADLER, C.M., DRINNON, J. & TURRIST, R. (1997). Application of Ajzen's theory of planned behavior to predict sunbathing, tanning salon use, and sunscreen use intentions and behaviors. *Journal of Behavioral Medicine*, 20, 365-378.

KOLVEREID, L. (1996). Prediction of employment status choice intentions. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 21, 47-57.

LAM, S. (1999). Predicting intentions to conserve water from the theory of planned behavior, perceived moral obligation, and perceived water right. *Journal of Applied Social Psychology*, 29, 1058-1071.

LEGARDEZ, A. & ALPE, Y. (2001). La construction des objets d'enseignements scolaires sur des questions socialement vives : problématisation, stratégies didactiques et circulations des savoirs, In *Actes du quatrième Congrès AECSE Actualité de la recherche en éducation et formation, Lille*.

LEVINSON, R. & TURNER, S. (2001). *Valuable lessons engaging with the social context of science in schools*. London : Wellcome Trust.

MOSCOVICI, S. & VIGNAUX, (1994). In C. Guimelli, *Structures et transformations des représentations sociales*, Delachaux & Niestlé, p. 25.

MOSCOVICI, S. (1961). *La psychanalyse, son image et son public*. Paris : PUF.

PERRENOUD, P. (1994). *La formation des enseignants entre théorie et pratique*. Paris : L'Harmattan.

POUTA, E. & REKOLA, M. (2001). The theory of planned behavior in predicting willingness to pay for abatement of forest regeneration. *Society & Natural Resources*, 14, 93-106.

PRAIN, V., HAND, B. & YORE, L. (2001). Learning from writing in secondary science : A case study of students' composing strategies, in Proceedings of the Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based on Society, Thessaloniki, Greece, 582-584.

REISS, M.J. (1999). Teaching Ethics in Science. *Studies in Science Education*, 34, 115-140.

ROYAL SOCIETY (1985). *The public understanding of science*. London : The Royal Society.

SAINSAULIEU, R. (1996). Identités et relations au travail, in Identités collectives et changements sociaux. *Education Permanente*, 128, 187-192.

SHAPIRO, D.L. & WATSON, A. (2000). Using the theory of planned behavior to induce problem solving in schools. *Negotiation Journal*, 16, 183-190.

SPARKS, P. (1994). Attitudes toward food : Applying, assessing and extending the theory of planned behavior. In D. R. Rutter & L. Quine (Eds.), *The social psychology of health and safety : European perspectives* (pp. 25-46). Aldershot, England : Avebury.

TAPIA, C. & COHEN-SCALI, V. (1996). Un concept utile en psychologie sociale, *Educatons*, 10, 34-39.

TAYLOR, S. & TODD, P. (1995). An integrated model of waste management behavior : A test of household recycling and composting intentions. *Environment and Behavior*, 27, 603-630.

TERRY, D.J., GALLOIS, C. & McCAMISH, M. (Eds.) (1993). *The theory of reasoned action : Its application to AIDS-preventive behavior*. Oxford, UK : Pergamon Press.

VAN RYN, M. & VINOKUR, A.D. (1992). How did it work ? An examination of the mechanisms through which a community intervention influenced job-search behavior among an unemployed sample. *American Journal of Community Psychology*, 5, 557-597.

## ANNEXE

OPTION : .....

**Enseigner sur des questions vives pour la société**

Les avancées des sciences et des techniques font émerger des controverses, soulèvent des débats sur leurs répercussions sur la société. Il s'agit par exemple des biotechnologies, de la mondialisation, du nucléaire, de l'effet de serre...

*Selon vous, il est important de les traiter en classe... (entourez votre choix)*

• Car ce sont des questions d'actualité	très important	important	peu important
• Car ce sont des préoccupations importantes dans la société	très important	important	peu important
• Parce que les élèves sont motivés	très important	important	peu important
• Pour diversifier les pratiques pédagogiques	très important	important	peu important
• Pour former les élèves à l'argumentation	très important	important	peu important
• Pour former à la citoyenneté	très important	important	peu important
• Pour l'ouverture d'esprit des élèves	très important	important	peu important
• Pour préparer les générations futures	très important	important	peu important
• Pour discuter les limites et les enjeux du savoir scientifique	très important	important	peu important
• Pour approfondir les notions du programme	très important	important	peu important
• Pour développer l'esprit critique des élèves	très important	important	peu important

*Qui encourage à le faire ?*

• Les élèves	très important	important	peu important
• Les collègues	très important	important	peu important
• Mon intérêt personnel	très important	important	peu important
• Ma conception de l'enseignement	très important	important	peu important
• L'évolution de la société	très important	important	peu important
• Les programmes	très important	important	peu important
• Le ministère	très important	important	peu important
• Les parents	très important	important	peu important
• L'actualité	très important	important	peu important
• Personne	très important	important	peu important

*Pour mettre en place des activités d'enseignement traitant des questions vives pour la société, qu'est-ce qui vous semble important ?*

• Travailler en pluridisciplinarité	très important	important	peu important
• Maîtriser l'ensemble des domaines impliqués	très important	important	peu important
• Maîtriser des connaissances pointues	très important	important	peu important
• Savoir conduire un débat	très important	important	peu important
• Avoir du temps en classe pour mener ce type d'activité	très important	important	peu important
• Avoir du temps pour préparer ce type d'activités	très important	important	peu important
• Avoir suivi une formation pour mener ce type d'activités	très important	important	peu important

# PROPOSITION D'UN SCHÉMA D'ORGANISATION DES FORMATIONS DE CONCEPTEURS À L'ANALYSE DE SYSTÈMES TECHNIQUES : PYSTILE

Yves Cartonnet

*Mon objectif est ici de proposer des actualisations pour les formations de concepteurs, dans le domaine de la technologie mécanique. En effet, partant des travaux de M. Combarrous (1984), d'Y. Deforge (1985), de G. Simondon (1958), et de ceux des réformateurs des années 1970, (Canongé et DuceL, 1969 ; Chabal et al., 1973 ; Géminard, 1970), je dresse un bilan des contenus et des méthodes d'enseignement de la démarche d'analyse de systèmes techniques. Je montre ainsi la nécessité d'actualiser cet enseignement technologique. Je propose donc ensuite des catégories d'informations techniques, technologiques et scientifiques, et des activités spécifiques pour leur apprentissage, sous la forme d'un schéma d'organisation de ces formations à la démarche d'analyse de systèmes techniques, en vue d'une pré-professionnalisation des concepteurs. Il se nomme PYSTILE comme Pyramide de Sciences et Techniques Industrielles.*

*Ce schéma est également un outil d'analyse des formations de concepteurs. Je l'utilise donc pour examiner l'offre éditoriale commerciale en France depuis 1940. Ainsi, en référence aux catégories d'informations que j'établis dans le schéma PYSTILE, cela permet de mettre en évidence une "scientifisation" des formations technologiques qui a eu lieu après la décennie 1970-1980.*

Un des contenus principaux des formations de concepteurs est l'analyse des systèmes techniques. Cela s'explique par le fait que pour concevoir, les concepteurs utilisent le plus souvent des solutions techniques qui existent déjà. Il leur est donc nécessaire de les connaître, c'est-à-dire d'avoir analysé de façon approfondie des systèmes techniques aux cours de leur formation. Cela est vrai aussi bien pour des concepteurs de produits, comme des aspirateurs, que pour des concepteurs de procédés, telle l'obtention des pièces brutes par moulage au sable, ou d'organisation, par exemple le passage à l'euro. Mais nous limiterons ici notre réflexion aux formations destinées aux concepteurs de produits industriels – techniciens supérieurs et ingénieurs – dans le domaine de la technologie mécanique.

Le domaine industriel correspondant a connu des évolutions importantes depuis la deuxième guerre mondiale : avènement de la cybernétique, de la société de consommation, de l'informatique miniaturisée, des réseaux d'énergie et d'informations. Ces changements sont à prendre en compte dans les formations de concepteurs. La question que nous nous posons est donc de définir les actualisations à réaliser dans les situations de formation pour préparer les étudiants aux situations de travail qui seront les leurs.

Tout d'abord, nous allons établir un bilan de ce qui constitue ces formations depuis les années 1960 et montrer les nécessités de modification, d'actualisation issues des évolutions des produits industriels, de l'informatisation des services techniques et des modèles désormais plus collectifs d'organisation du travail. Nous montrerons ainsi la nécessité d'un cadre d'organisation des activités formant à l'analyse des systèmes techniques.

proposition  
d'un schéma  
d'organisation

Nous proposerons ensuite le schéma PYSTILE pour structurer ces formations à l'analyse des systèmes techniques. Celui-ci intègre les actualisations décrites précédemment.

Enfin, nous utilisons ce schéma comme outil d'analyse des ouvrages publiés pour la technologie mécanique au niveau d'enseignement universitaire, depuis 1940. Nous mettons ainsi en évidence l'évolution des structures de formation à l'analyse des systèmes techniques avant et après la décennie 1970-1980.

## **1. BILAN DES ACTIVITÉS DE FORMATION À L'ANALYSE DES SYSTÈMES TECHNIQUES ET NÉCESSITÉ D'ACTUALISATION**

Les années 1970 ont été celles d'une réforme des formations techniques en France, surtout des formations de technologie de la construction mécanique. Des inspecteurs (Géminard, 1970) et des enseignants des ENNA (Écoles Normales Nationales d'Apprentissage) (Canonge et Ducel, 1969 ; Chabal *et al.*, 1973 ; Postic, 1971) ont élaboré des concepts ou introduit ceux utilisés dans les grandes entreprises, comme Renault, liaisons entre pièces, schéma cinématique minimal, circuits mécaniques, cotation fonctionnelle (Deforge, 1981) et ont rédigé des manuels pour que l'enseignement de la construction mécanique dépasse l'empilement d'études de cas et propose des analyses méthodiques, des généralisations, des synthèses sur les objets techniques. Avant cela, les cours étaient organisés par une liste de machines (pompe, soupape de vapeur, etc.) ou d'organes (vis, crapaudine, etc.) dont l'enseignant avait le plan d'ensemble, qu'il décrivait et dont il expliquait le fonctionnement. Puis les activités de formation consistaient à dessiner une pièce seule extraite de l'ensemble, souvent en ajoutant une vue en perspective à celles en projection orthogonale. Cela a été l'usage jusque dans les années 1960, par exemple pour les épreuves des concours d'entrée dans les grandes écoles d'ingénieurs.

dépasser la liste  
d'études de cas

### **1.1. Deux démarches pour former des concepteurs**

À la suite de cet enseignement qui juxtapose des études de cas, ces réformateurs proposent quatre types d'activités

pédagogiques devant conduire les élèves aux acquisitions technologiques (Chabal *et al.*, 1973, p. 91) :

- les exercices de lecture rapide d'un plan d'ensemble de machines (Cartonnet, 1992) ;
- le démontage et remontage de mécanismes, appareils, etc., (Doulin, 1996) ;
- l'étude comparative de mécanismes ;
- les exercices de créativité et de création (invention, modification limitée d'organes ou de machines).

L'examen des programmes et des pratiques en sections de techniciens supérieurs ou en école d'ingénieurs montre que ce sont bien encore ces activités qui y constituent l'enseignement technologique.

analyser  
l'existant...

Ces activités relèvent de deux démarches. Les trois premières organisent l'analyse des machines et la quatrième est un travail pratique de conception de bureau d'études.

Concevoir un produit industriel nécessite d'utiliser des connaissances de natures et d'origines hétéroclites : des concepts et des lois physico-chimiques ; des normes ; des règles de métier ; la connaissance des solutions existantes ; des valeurs numériques caractérisant les performances d'un milieu de fonctionnement ; etc.

Par conséquent, la formation des concepteurs nécessite qu'ils apprennent ces différentes connaissances et cela se réalise par l'enseignement d'une démarche d'analyse de l'existant technique (produits, procédés d'obtention, organisation du travail). Et dans un second temps, en général, ils pratiquent des activités de conception (travaux pratiques de bureau d'étude, stages en entreprise, projets d'école) pour apprendre les démarches de conception et en particulier celle consistant à réinvestir leur connaissance de l'existant technique.

... pour le réutiliser

En ce qui concerne la démarche d'analyse de l'existant technique, pour dépasser la juxtaposition d'études de cas, il faut mettre en œuvre une première capacité de généralisation par catégorisation des produits industriels. Il s'agit de définir des caractères communs à une famille de machines, de trouver des relations d'équivalence entre produits industriels qui permettent ainsi de créer des classes d'équivalence de produits. Mais un concepteur ne peut pas, ensuite, utiliser strictement une représentation générale de produits. Les moteurs de Solex et de Ferrari ont des caractères communs mais les détails des solutions techniques sont évidemment différents. La deuxième capacité à former est donc de savoir adapter un principe – de structure ou de fonctionnement – à un milieu de fonctionnement, donc de particulariser. Nous verrons plus loin que cela nécessite aussi d'apprendre à modéliser les systèmes techniques. Enfin, les concepteurs doivent être capables de proposer, d'extraire de cette mémoire construite par l'analyse, des solutions pour réaliser une fonction donnée.

Nous allons maintenant préciser les contenus et les activités qui permettent de former ces capacités des concepteurs.

## **1.2. L'activité d'observation pour former la capacité de généralisation**

On peut regrouper sous le terme d'activités d'observation les différentes activités de démontage/remontage, d'analyse et de "synthèse technique de constatation", plus récemment de travaux pratiques de technologie. En effet, dans tous ces cas, l'objectif de formation est le même : analyser selon une méthode explicite des machines, réelles ou à partir de leur plan d'ensemble, puis généraliser des "schèmes" technologiques.

### **• Les observables : les structures et les principes de fonctionnement**

Depuis les années 1970, le schéma permettant la généralisation le plus souvent utilisé est le schéma cinématique minimal (Biondi et Cartonnet, 1996 ; Le Borzec, 1975). Une explication de ce choix vient des types de produits industriels qui ont été étudiés : des parties opératives de machines de transmission de puissance mécanique. Par exemple, la quasi-totalité des moteurs de voiture possède un système de transformation du mouvement de translation alternative des pistons en rotation continue du vilebrequin. Les réalisations concrètes sont toutes différentes – dans le détail des architectures, des composants utilisés et des dimensions – mais le schéma bielle-manivelle synthétise l'ensemble et offre ainsi une représentation pour conceptualiser tous ces embellages.

Le schéma a alors une double fonction. D'une part, il permet la conceptualisation d'une classe d'équivalence de produits industriels, en effet, il représente la structure commune à toutes les machines d'une même famille, comme les moteurs thermiques. Et d'autre part, il modélise un principe de fonctionnement : le schéma cinématique du système bielle-manivelle modélise le fonctionnement cinématique et dynamique car il permet de calculer les vitesses, les accélérations, et même les actions mécaniques (efforts et couples), si l'on prend garde à la modélisation.

Mais ce schéma ne prend pas en compte le fonctionnement thermodynamique du moteur thermique. Ces activités de généralisation d'une famille de machines par un schéma posent donc la question du choix d'un schéma caractéristique des systèmes techniques d'un champ technique. En effet, les produits industriels sont toujours le siège de plusieurs fonctionnements car plusieurs phénomènes physico-chimiques sont utilisés. Par exemple, des phénomènes électromagnétiques sont présents dès qu'il y a un moteur électrique et des phénomènes mécaniques dans toutes parties opératives. Il est donc nécessaire en enseignement de dégager le principe de fonctionnement principal. Ainsi, le schéma cinématique est très adapté pour représenter la partie opérative des machines mécaniques, puisque le fonctionnement principal est souvent cinématique et que ce type de schéma modélise les mouvements principaux

dépasser le cas  
singulier...

nécessaires au fonctionnement. Mais pour les ponts ou les charpentes qui sont statiques, il ne présente que peu d'intérêt. Le schéma de résistance des matériaux est plus approprié pour distinguer précisément les différences entre les ponts à poutres droites, à poutres continues, cantilever, en treillis, à poutres à béquilles, en arc, suspendu. Selon moi ce choix du modèle théorique "principal" à retenir peut être guidé par l'explicitation de la performance principale de la machine considérée. Le schéma à privilégier est donc le plus efficace pour évaluer les performances les plus caractéristiques du système technique. Pour un moteur, un réducteur de vitesse, une boîte de vitesse, etc., la performance principale est la loi reliant vitesse d'entrée et vitesse de sortie, donc la théorie *ad hoc* est la cinématique et le schéma caractéristique est le schéma cinématique minimal. Et pour les ponts ou les charpentes, la performance la plus caractéristique est la limite de tenue à la charge de l'ouvrage, la théorie *ad hoc* est donc la résistance des matériaux et le schéma caractéristique celui de résistance des matériaux, qui utilise d'ailleurs certaines représentations normalisées de liaisons similaires à celles employées pour tracer les schémas cinématiques minimaux. Pour un système asservi, la théorie sera l'asservissement et donc le schéma d'asservissement. Etc.

... par le "bon"  
schéma général

En résumé, l'activité d'observation a donc pour objectif d'apprendre à schématiser, à modéliser la structure et le fonctionnement principal. Cela a été mis en place depuis les années 1970. Mais les produits industriels ont évolué depuis et le schéma cinématique minimal n'est plus suffisant. D'une part, les fonctionnements à modéliser sont plus nombreux et plus complexes car parfois couplés. D'autre part, les structures peuvent être "ouvertes", elles sont alors traversées par des flux et leur étude nécessite l'emploi de la mécanique des fluides ou de la thermodynamique. De plus les structures sont désormais toujours composées d'une partie commande – les microprocesseurs sont omniprésents – et d'une partie opérative, plusieurs schémas sont alors parfois nécessaires. Par exemple, pour comprendre les fonctionnements d'une direction assistée d'automobile, il faut un schéma d'asservissement et un schéma hydraulique ou électrique. Pour guider les élaborations de ces schémas qui représentent de façon générale la structure et les fonctionnements principaux des produits industriels, une possibilité peut être d'explicitier les performances, nous verrons cela dans la deuxième section. Mais ces évolutions obligent aussi à redéfinir notre vision épistémologique des produits industriels. Voyons cela maintenant.

#### • De l'objet technique au système technique

En ce qui concerne cette définition épistémologique des produits industriels, une actualisation me semble à effectuer. Il s'agit de passer du concept d'objet technique à celui de système technique. J'emploie les mots d'objet et de système dans leur

sens habituel. L'objet est ce qui est donné à un sujet, ce qu'il peut percevoir par ses sens, le plus souvent la vue. Et le système est un ensemble d'éléments en interrelation les uns avec les autres.

À partir de ces définitions, il serait loisible d'objecter que le système n'est qu'un objet particulier. Mais la différence provient de la décomposition du tout en des parties. L'objet est constitué de parties, d'éléments, comme le système mais il est considéré par l'observateur comme un tout. Ainsi, la différence n'apparaît que par le sujet qui observe : soit il s'attache au tout, à une fonction d'usage de l'objet ; soit il cherche à identifier des éléments et des interrelations.

Actuellement le concept de système technique est triplement nécessaire. Premièrement, cette notion de système technique doit englober les notions d'éléments, de produits, d'ensembles. Ainsi, le système technique représente tous les produits industriels quelle que soit leur taille, de la vis à l'usine ou au réseau ferré national. Deuxièmement, les produits industriels ont des structures de plus en plus compliquées, elles incluent une partie commande à la partie opérative, le nombre des composants augmente, des capteurs de plus en plus nombreux sont installés. Et troisièmement, les fonctionnements de ces structures sont de plus en plus complexes. Les produits utilisent des réseaux d'énergie et d'information et participent eux-mêmes à des réseaux. La description de leur structure nécessite donc d'utiliser le concept de sous-système, et de système pour décrire leurs éléments et les interrelations qui existent entre eux pour assurer les fonctionnements.

L'introduction, en 1995, des enseignements d'automatique, d'asservissement et d'informatique industrielle dans les programmes de Classes Préparatoires aux Grandes Écoles est bien une prise en compte de ces évolutions. Le concept de système apparaît dans ces programmes pour des ensembles constitués d'une partie opérative associée à une partie commande. Mais les analyses de la partie opérative la font encore considérer comme un objet et non comme un système. Or aucune partie opérative ne fonctionne sans milieu intérieur. Par conséquent, même la partie opérative – l'unique objet d'enseignement jusque dans les années 1990 – doit être conceptualisée comme un système. Elle est un ensemble d'éléments – les pièces de la machine – “baignant” dans un milieu intérieur qui assure des interrelations, comme la lubrification des contacts ou comme le refroidissement, entre ces pièces. Pourtant, l'enseignement de la technologie mécanique depuis 1970 se fonde sur la conception des machines comme des ensembles de solides indéformables. Mais une machine a également besoin de fluides pour fonctionner. Par exemple, un moteur doit être lubrifié à l'huile ; l'unité centrale d'un ordinateur doit être refroidie par un flux d'air, etc. Ces fluides constituent ce que je considère comme un milieu intérieur, au sens que les biologistes donnent à cette expression.

trois raisons  
d'utiliser la notion  
de système

nécessité  
d'homéostasie  
pour les machines

Par conséquent, cette existence pour les produits actuels, d'un milieu extérieur d'une part, et d'un milieu intérieur d'autre part, nous oblige à les considérer et à les analyser comme des systèmes, avec les outils de la systémique. G. Simondon (1958) avait implicitement cette conception de système même s'il utilisait l'expression d'objet technique. En effet, sa notion de concrétisation caractérise une synergie de fonctionnement entre l'objet technique et le milieu. Le milieu devient associé et c'est donc la relation entre machine et milieu extérieur qui est centrale. C'est donc bien une vision systémique d'éléments et surtout d'interrelations entre ces éléments qui est alors implicite, mais la distinction de partie opérative et de partie commande lui manque. Elle sera introduite en 1987 dans les programmes de Seconde TSA (Technologie des Systèmes Automatisés) et c'est bien l'expression système automatisé qui est utilisée. Cependant la notion de milieu n'est pas explicitement mentionnée.

**• L'activité de comparaison pour former la capacité de particularisation**

En ce qui concerne les apprentissages technologiques, il y a toujours une tension entre le général et le particulier. Pour ces formations, bien sûr, il faut dépasser la présentation de juxtaposition d'études de cas, mais il ne faut pas arriver à des connaissances tellement générales, tellement conceptuelles qu'elles ne montrent plus la réalité des solutions techniques associées à un milieu de fonctionnement, qui, lui, est toujours particulier. Ces activités de comparaison servent donc à connaître la particularisation des solutions techniques à leur milieu de fonctionnement, cependant elles sont actuellement peu proposées aux étudiants car elles sont difficiles à mettre en œuvre du point de vue de la recherche documentaire pour les enseignants. La définition des milieux de fonctionnement nécessite des connaissances techniques expertes qui sont difficiles à obtenir.

J. Chabal *et al.* annoncent d'ailleurs déjà ce manque dans leur analyse de l'enseignement de la construction mécanique lorsqu'ils relèvent un point faible, selon eux, qui "*résidait en une présentation désincarnée des solutions (on disait une présentation abstraite) qui, par définition, n'associait pas 'telle solution' à un environnement technologique concret, à un problème spécifique, à des données relativement précises. Les conséquences de cette absence de conditions, étaient extrêmement sensibles lorsque l'élève, en exercice de conception était confronté à une question de 'choix', de sélection. L'expérience montre que les différentes solutions, de par leur contiguïté de présentation, l'absence d'échelle et de contexte, étaient perçues comme équivalentes.*" (1973, p. 89)

Cet intérêt d'enseigner les relations avec le milieu de fonctionnement a également été prôné dans l'enseignement à la conception de produit. Par exemple, F. Matray affirme dans sa *Pédagogie de l'enseignement technique* que "*la méthode*

des usages de machines toujours particuliers

*d'enseignement de la technologie est donc essentiellement comparative et par conséquent bien adaptée à la formation de techniciens dont beaucoup auront à faire preuve de discernement*" (1952, p. 117), ou plus récemment, Chabal et al. : "il est fourni deux variantes d'objets ayant même fonction globale. [...]. Ce redoublement des thèmes doit permettre [...] de construire des leçons de technologie comparative (étude des identités et des différences en corrélation avec les conditions) ; un tel type d'exercice (fort peu répandu actuellement) présenterait un apport culturel important." (1973, p. 87). Cependant cet intérêt s'est peu traduit dans les contenus effectifs des formations. Cela s'explique, comme je l'ai dit, par la difficulté, pour le faire, de connaître explicitement les caractéristiques des milieux de fonctionnement. Mais cela est désormais indispensable car la comparaison implique une évaluation de l'adéquation entre chaque solution et son milieu de fonctionnement. Cette évaluation est actuellement facilitée par l'informatisation des services techniques : les ordinateurs et les logiciels permettant, mais obligeant aussi, la modélisation des comportements physico-chimiques sont désormais disponibles pour toutes les entreprises.

L'informatisation permet et impose donc une "scientification" des activités de comparaison. Elle l'impose car des outils de dimensionnement précis étant désormais disponibles, il n'est plus acceptable économiquement de surdimensionner les éléments des produits industriels. Le maître mot est maintenant l'optimisation des solutions techniques. Il devient donc doublement nécessaire de former à la maîtrise de ces modèles théoriques et de leur utilisation informatisée. D'une part, ce sont des outils d'analyse, de compréhension précise, rationnelle parce que justifiée, de la bonne adéquation d'un produit – son architecture, ses composants, ses dimensions – à son milieu de fonctionnement. Et d'autre part, ils sont à utiliser lors des activités de conception.

La capacité de particularisation passe donc par le souci d'une prise en compte des adaptations de tout produit à son milieu de fonctionnement et donc par la mémorisation d'association solutions-milieux. Mais elle passe aussi par la capacité de modélisation selon des théories scientifiques pour pouvoir évaluer si ces adaptations des solutions aux milieux sont bien réalisées. Il ne faut pas entendre l'activité de modélisation au sens qu'on lui donne en science (Martinand, 1992, 1994), mais plutôt dans le sens de "modèles-outils" pour la technologie, précisé par M. Gahlouz (1994) dans sa thèse.

L'apprentissage des solutions existantes et des milieux de fonctionnement pour lesquels elles sont effectivement des solutions adaptées est le but de la démarche d'analyse. Mais cela n'est réalisé que pour préparer le réinvestissement de ces connaissances lors d'activités de conception. Je l'évoque maintenant car cela donne son sens à l'apprentissage d'analyse, pour les formations pré-professionnalisantes, cependant je ne

l'approfondirai pas parce que ce n'est pas mon propos ici et que cela demanderait de trop longs développements.

**• L'activité de "création" pour former la capacité de proposition**

quatre capacités à former

Finalement, quatre capacités sont à enseigner pour former un concepteur : la généralisation, la particularisation, la modélisation et la proposition. Toutes sont liées au fait que l'analyse est enseignée dans le but de réinvestir, lors d'activités de conception, les solutions et les méthodes que l'on a apprises grâce aux activités d'analyse. Les trois premières peuvent être enseignées lors d'activités d'analyse méthodique des systèmes techniques. La dernière relève de l'activité de conception seule. La création est soit un réinvestissement de l'existant technique, soit une invention réelle, une nouveauté originale.

trois méthodes pour former la capacité de proposition

F. Canonge et R. Duceil (1969, p. 39-57) propose trois méthodes pour former à la créativité. La première est la technique des solutions réciproques qui consiste à inverser, par exemple, contenu et contenant ou mobile et fixe, ou encore poussée et traction. La deuxième méthode est l'analyse combinatoire. Elle est également proposée par L. Géminard (1970). Il s'agit de recenser par l'élaboration de tableaux ou d'arbres l'ensemble des combinaisons des éléments composant les solutions techniques. Ces éléments étant identifiés, on construit les combinaisons en retenant, ou non, systématiquement chaque élément. Enfin, la troisième méthode proposée par ces auteurs est la recherche par analogie de fonctions.

J. Chabal *et al.* (1973, p. 78-84) proposent également les deux premières méthodes citées ci-dessus pour former à la créativité. Mais ils distinguent (p. 77) la créativité technologique : *"capacité d'émettre (de produire) des schèmes nouveaux satisfaisant une fonction ; œuvre d'imagination d'autant plus efficace que la quantité de schèmes produits est plus élevée"* et la créativité technique qui est *"la réalisation concrète d'un schème privilégié, choisi eu égard aux conditions imposées historiquement par les milieux associés"*.

Et maintenant des logiciels, comme *Techoptimizer*, et des méthodes, comme la méthode *TRIZ*, aident à trouver des solutions techniques innovantes en alliant une expression fonctionnelle des besoins et une très grande base de données des associations connues fonction-solutions.

J'insiste sur le fait que je mentionne cette capacité de proposition ici car elle est fondamentale pour un concepteur et elle justifie les activités d'analyse de systèmes techniques dont il est question dans cet article, justement pour construire ces bases de données des associations fonctions-solutions "classiques". Mais la formation de cette capacité n'est pas l'objet de ce texte. Elle mérite un travail à part entière.

## 2. PRÉSENTATION DU SCHEMA D'ORGANISATION DES FORMATIONS TECHNOLOGIQUES PYSTILE

La proposition d'un schéma d'organisation des formations technologiques que je présente ici complète ou corrige, parce que les produits, les outils et les organisations ont évolué, les définitions d'enseignement présentées dans la première partie. Une question centrale pour ces formations est celle des relations entre situation de travail et situation de formation. Quelles informations sont nécessaires à un concepteur pour maîtriser un champ technique ? Une explicitation de la notion de technicité va nous aider à définir ces informations qu'un concepteur expert aura transformé en connaissances.

### 2.1. Caractériser les technicités comme guides de formation

Plutôt que de la technicité, je parle des technicités car on peut considérer la technicité comme une aptitude humaine, la technicité des concepteurs, ou bien comme une caractérisation des systèmes techniques, la technicité des produits industriels. En effet, une première approche terminologique nous indique que la technicité est le caractère technique. On parle de technicité d'un terme, d'un exposé, de haute technicité d'un produit, souvent sous le vocable "hi-tech". Elle nous informe également d'une extension du sens du terme dans les années 1970 : la technicité caractérise alors l'art, l'habileté du technicien.

technicités des produits et technicités des concepteurs

Au-delà des dictionnaires, ce double aspect de la technicité, des humains et des produits, est accepté et étudié par plusieurs auteurs. G. Hottois (1994), à propos des conceptions philosophiques de l'objet technique de G. Simondon, relève que ce dernier veut *"dégager la technicité – mode d'être de l'objet technique et mode de pensée qui le produit – de tout ce qui l'obscurcit"* (p. 76). Ces deux modes qui forment la technicité sont bien propres aux produits, d'une part, et au technicien, d'autre part. M. Combarnous (1984), du point de vue d'un technologue, définit également la technicité comme un caractère du produit : *"ainsi aujourd'hui, tout le monde perçoit la plus ou moins grande technicité d'un engin, ou d'une solution"* (p. 22). Et il la définit également explicitement comme une expression d'aptitudes humaines : *"la technicité témoigne de l'existence d'un trait distinctif de l'homme : une aptitude à concevoir, à réaliser, à utiliser des associations de connaissances, toutes éprouvées par la pratique, aptitude inséparable d'un comportement favorable à la compréhension et à l'emploi des techniques. Cette aptitude et ce comportement sont souvent, et plus ou moins implicitement, englobés dans ce mot de technicité."* (p. 22)

### • **Technicité des concepteurs**

L'apparition de ce sens de la notion de technicité – son application à l'être humain plutôt qu'aux produits industriels – est datée des années 1970, selon les dictionnaires.

Mais que signifie précisément que la technicité soit une aptitude humaine ? De quelle aptitude parle-t-on ?

Le premier qui ait abordé cette notion de technicité fut G. Simondon (1958). Mais sur ce sens de la technicité comme une aptitude humaine, il n'exprime pas explicitement sa position. Cependant, il distingue deux types de rapports de l'humain avec les objets techniques, deux types d'apprentissages des techniques (p. 85) :

- le rapport minoritaire, rapport d'usage, appris dans l'enfance par immersion dans un milieu socio-technique, rapport dominé par le concret, par les objets, rapport de l'artisan qui *"sera comme un magicien, et sa connaissance sera opératoire plus qu'intellectuelle ; elle sera une capacité plus qu'un savoir"* (p. 89) ;
- et le rapport majoritaire, rapport dominateur sur les objets, rapport de l'ingénieur, appris par *"des symboles intellectuels"*, utilisant *"l'encyclopédie"* comme moyen d'apprendre et donc apprentissage rationnel *"parce qu'il emploie la mesure, le calcul, les procédés de la figuration géométrique et de l'analyse descriptive, parce qu'il fait appel à des explications objectives, et invoque des résultats d'expériences, avec le souci de l'exposé précis des conditions, [...], non seulement l'explication scientifique est requise mais elle est requise avec un goût net pour l'esprit scientifique"* (p. 93).

L'aptitude de technicité, que je comprends comme le rapport majoritaire, consiste donc à pouvoir dire les raisons pour lesquelles un technicien fait ses choix lors d'activités techniques.

Plus récemment, pour M Combarous, (1984), *"la technicité témoigne de l'existence d'un trait distinctif de l'homme : une aptitude à concevoir, à réaliser, à utiliser des associations de connaissances, toutes éprouvées par la pratique, aptitude inséparable d'un comportement favorable à la compréhension et à l'emploi des techniques"* (p. 22). En ce qui concerne les rapports des "techniciens", plutôt que ceux des utilisateurs, cet auteur considère que *"la technicité résulte de la réunion permanente de trois composantes premières :*

- *une composante d'apparence philosophique, la rationalité dans sa forme particulière de réflexion technique ;*
- *une composante d'apparence matérielle, l'emploi d'engins, (outils, instruments, machines, équipements, (p. 71)), comme intermédiaire entre des volontés et des actions ;*
- *une composante d'apparence sociologique, les spécialisations des individus et des groupes dans l'exécution de tâches coordonnées."* (p. 23)

*"La rationalité des individus et des groupes qui assure l'efficacité des actes, l'emploi des engins qui accroît les possibilités humaines, les spécialisations qui permettent des approfondis-*

*sements, sont les trois composants premiers de la technicité ; composants dont la réunion constitue la base de toutes les activités techniques.*" (p. 70)

C'est cette rationalité spécifiquement technique qui m'intéresse pour constituer un guide de la recherche des informations indispensables à un concepteur spécialiste d'un champ technique.

En effet, pour ces deux auteurs, une caractéristique essentielle de la technicité comme aptitude humaine est que le technicien dans son activité technique utilise la rationalité. L'action est ainsi un effet d'une loi connue. Celui qui possède une technicité doit pouvoir dire : "on fait comme ça parce que...". Quelles sont alors les raisons à connaître pour justifier son action de conception ?

l'origine des raisons

Les sources de connaissances pour guider ou justifier l'action sont très hétéroclites (Postic, 1971, p. 25). Il s'agit (Combarous, 1984, p. 71) : des traditions, des recettes ; des normes et réglementations ; enfin des résultats scientifiques. Ainsi, comme on l'a vu ci-dessus, G. Simondon insiste sur le nécessaire goût pour l'esprit scientifique. Et M. Combarous (1984) résume sa position ainsi : *"la réflexion technique s'appuie solidement sur trois 'guides' ou habitudes :*

- le respect des acquis de l'expérience soigneusement conservés ;
- la pratique des méthodes cartésiennes ;
- *l'utilisation des lois scientifiques, souvent dans des formes approchées.*" (p. 76)

Il utilise donc "la pensée scientifique" comme source supplémentaire de résultats, d'acquis pouvant guider l'action, et par son troisième "guide" il promet donc la méthode expérimentale comme source de connaissances pour l'action.

La rationalité technique est donc l'utilisation de relations causales pour agir et l'exploitation de tous les savoirs, qu'ils soient d'origines empiriques, scientifiques ou réglementaires, pour établir ces relations causales. Les informations qu'un concepteur doit s'approprier pour devenir spécialiste sont donc d'origines multiples. Nous verrons que je propose de les définir dans quatre catégories dans le schéma PYSTILE.

#### • **Technicité des produits industriels**

L'examen des utilisations du terme "technicité", comme caractéristique d'une produit, montre que les acceptions de la notion de technicité d'un système technique dépendent du type de problème technique qui est résolu par ce système. Ainsi, lorsqu'il est question de haute technicité d'un système (Airbus A380, Concorde, Ariane, TGV, centrale nucléaire, ...) c'est parce que ce système est innovant, résulte d'une invention, ou bien parce que sa réalisation est le résultat du dépassement d'obstacles techniques jusqu'ici insurmontés. En effet, le lancement du TGV en 1982 a donné lieu à cette qualification parce que c'était la première fois qu'un train roulait

aussi vite en service continu. Mais actuellement qui s'extasie de mettre deux heures pour relier Lyon à Paris ? Qui ne se plaint des quarts d'heure de retard ? De la même façon, lorsqu'un constructeur automobile décide de réaliser un nouveau modèle, il ne sera pas question de haute technicité pour le moteur thermique, ou même pour la voiture sauf si la publicité met en avant les apports "du numérique" à ce nouveau modèle, ou les innovations en terme de sécurité, comme le système ABS ou les airbags.

la technicité  
comme  
adaptation  
à un milieu

Pourtant que de solutions ingénieuses existent pour les systèmes d'essuie-glaces, les distributions de carburants dans un moteur thermique, les structures des pneumatiques et des suspensions, que de technicité est présente. C'est pourquoi la notion de technicité d'un système technique que je retiens pour guider l'élaboration des formations de concepteurs est celle qui se définit comme l'adaptation de ce système technique à son milieu de fonctionnement. La technicité d'un système technique est alors proportionnelle à la juste adéquation, nécessaire et suffisante, des solutions à la réalisation des performances voulues et à l'évitement des modes de défaillances prépondérants. Ainsi, on considérera l'augmentation de la technicité avec l'augmentation des performances (voiture de course, avion gros porteur comme l'A380, ...) et la rigueur du milieu (espace, désert, grand froid, ...). C'est donc la capacité d'une société à surmonter et à résoudre des difficultés techniques particulières, d'un milieu de fonctionnement particulier, qui fonde la technicité.

Et cette conceptualisation de la plus ou moins grande technicité d'un produit permet de guider les formations d'ingénieurs ou de techniciens supérieurs parce qu'elle permet de s'interroger et de choisir des systèmes techniques, des milieux de fonctionnement et des conditions d'adéquation des systèmes à leur milieu de fonctionnement.

Cette explicitation de ma vision de cette notion de technicité va éclairer les catégories d'informations techniques que je propose dans le schéma PYSTILE.

## **2.2. Présentation du schéma PYSTILE**

Quelles connaissances un étudiant doit-il se construire pour maîtriser un champ technique ? Par exemple, en formation initiale quels savoirs enseigner pour former au niveau d'un ingénieur un spécialiste des guidages en rotation pour les locomotives, ou un spécialiste des guidages en rotation des roues d'automobiles ? Être spécialiste consiste alors à connaître dans les moindres détails les raisons objectives, rationnelles, au sens donné dans le paragraphe précédent, pour lesquelles le système technique est tel qu'il est, et donc à connaître également très précisément les caractéristiques de la fonction à réaliser, et ce aux différents moments de fonctionnement.

Les quatre catégories d'informations et les activités pour leur enseignement, pour atteindre un niveau de spécialiste sur un champ technique, sont organisées par le schéma PYSTILE (Pyramide de Sciences et Techniques Industrielles).

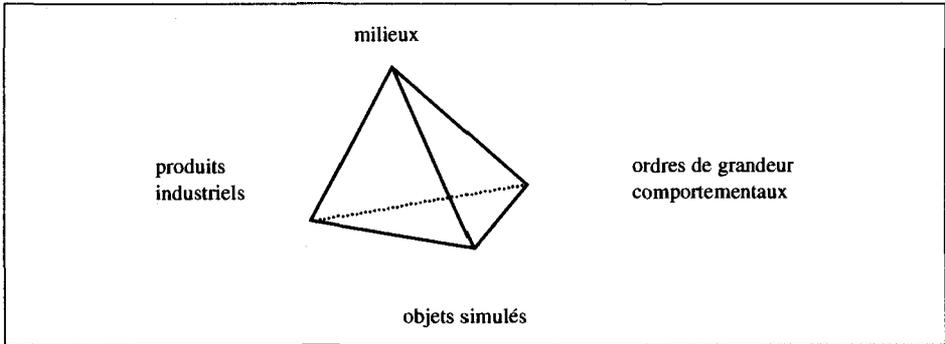


Figure 1. Le schéma PYSTILE

Les quatre catégories d'informations distinguées dans PYSTILE se réfèrent aux activités de conception en entreprises et permettent d'organiser la collecte de connaissances techniques utilisées par des concepteurs professionnels.

• **Les milieux**

Les informations de cette catégorie caractérisent les deux milieux, extérieur et intérieur, avec lesquels tout produit industriel est en relation.

Le milieu extérieur est l'environnement de fonctionnement du produit. Il a été précisé par J. Chabal *et al* (1973) par quatre qualités. Pour ces auteurs, le milieu extérieur, selon les phases considérées du cycle de vie du produit, se compose des milieux physique, humain, économique et technique.

Le produit remplit une fonction d'usage propre au milieu humain. Par exemple, le guidage en rotation des roues de locomotive est assuré par des "boîtes à essieux".

Le produit atteint les performances associées à la fonction d'usage et cela en subissant et en s'adaptant aux différentes conditions caractéristiques du milieu de fonctionnement, physique. Par exemple, pour des roues de locomotive, le guidage doit exister aussi bien au démarrage, en ligne droite, dans les courbes, les montées, les descentes, en montagne, sur la Côte d'Azur, l'hiver, l'été. Ces conditions font varier les valeurs des actions mécaniques, des vitesses relatives, des températures. Et dans toutes ces conditions de fonctionnement, les performances de résistance passive, des précisions de guidage doivent être celles spécifiées dans le cahier des charges.

fonction  
d'usage...

... performances...

En tenant compte des différentes caractéristiques du milieu extérieur, le concepteur définit donc la structure du produit, c'est-à-dire l'architecture, les composants et les dimensions. Mais il définit également le milieu intérieur. Il définit les caractéristiques du milieu intérieur, leurs valeurs et les systèmes qui assurent la stabilité de ces valeurs, on pourrait dire les équilibres homéostatiques, malgré les variations des caractéristiques du milieu extérieur. Par exemple, il choisit le lubrifiant et conçoit son système de filtration et de refroidissement. Il prévoit des ventilateurs pour éviter une trop grande élévation de température, mais aussi des filtres entre l'air extérieur et le produit, comme pour les ordinateurs d'ateliers, afin que l'air du milieu intérieur soit propre, sans poussière, par rapport à celui du milieu extérieur.

... et modes  
de défaillance  
prépondérants

Dans cette catégorie de connaissances, pour une fonction d'usage nommée, au concept de performance s'ajoute celui de "modes de défaillances prépondérants". Ce dernier identifie les risques de défaillance qu'un spécialiste étudiera prioritairement et préciseront lors de la conception. Par exemple, les guidages en rotation par éléments roulants dans le milieu des véhicules ferroviaires doivent être conçus pour répondre à six modes de défaillances prépondérants dans ce contexte : la fatigue, la pollution par la silice issue des ballasts, les passages de courant, les sur-couples au démarrage dus aux moteurs asynchrones, les glissements de sous-chargement et les vibrations générées par l'espacement régulier des traverses soutenant les rails.

#### • **Les produits industriels**

Je désigne par cette catégorie les informations qui représentent les produits industriels et les concepts qui permettent d'abstraire un ensemble de produits particuliers en une classe d'équivalence. Par exemple, le principe de fonctionnement cinématique – comme bielle-manivelle, ou quatre barres – est un de ces concepts. Le principe d'amplification d'effort – par levier, hydraulique, par genouillère – peut être un autre de ces concepts. La structure est un autre concept, au sens d'une systématisation de l'agencement des composants formant une classe de produits. Pour une classe d'entre elles, les structures des pompes doseuses sont systématiquement composées d'un moteur électrique, d'un accouplement élastique, d'un réducteur roue-vis, d'un système cinématique de transformation de mouvement, d'un piston, ou d'une cellule de dosage à membrane.

équivalence  
de structure et de  
fonctionnement

La difficulté pour définir cette catégorie d'informations techniques est de résoudre la tension entre deux nécessités paradoxales. Il faut réaliser une abstraction conceptuelle d'un ensemble de produits pour dépasser l'énoncé d'une suite d'études de cas. Et néanmoins il faut garder les particularisations des produits à leur milieu de fonctionnement et donc décrire très précisément les solutions techniques réalisant les fonctions, comme, par exemple, la lubrification, l'étanchéité,

les guidages et les assemblages, afin de permettre des comparaisons entre systèmes techniques. Une voie d'enseignement serait l'utilisation des schémas *ad hoc* relativement aux milieux de fonctionnement mais en diversifiant les champs techniques étudiés.

#### • **Les objets simulés**

Les connaissances de cette troisième catégorie sont les modèles théoriques scientifiques (dynamique, cinématique, automatique, thermodynamique, thermique, etc.) que le concepteur doit utiliser afin de modéliser le produit industriel pour évaluer s'il atteint bien les performances et s'il évite bien les défaillances énoncées par les "connaissances des milieux".

les modèles  
scientifiques

Le concepteur doit donc établir différents modèles qui permettent chacun l'emploi d'une théorie scientifique à partir d'un produit industriel existant ou imaginé, et qui permettent des simulations prédictives des différents comportements physico-chimiques de ce produit. La simulation des comportements permet ainsi de prévoir les réponses de la machine aux sollicitations qu'elle aura à subir dans son milieu de fonctionnement et d'éviter ainsi les modes de défaillances connus. Ils permettent l'évaluation quantifiée des solutions constructives concurrentes, envisagées pour assurer une fonction technique.

#### • **Les ordres de grandeur comportementaux**

Enfin, la quatrième catégorie de connaissances techniques est constituée des ordres de grandeur comportementaux. Ces connaissances sont très particularisées. Ce sont des valeurs numériques qui permettent de concrétiser, pour un milieu de fonctionnement, les sollicitations subies, les réponses apportées, par exemple un effort et une rigidité, et de les comparer pour différents produits industriels ou différents objets simulés.

valeurs numériques  
des  
caractéristiques  
internes

Ce sont les réponses des solutions classiques, relatives à un contexte donné, aux sollicitations du milieu de fonctionnement. Il s'agit ici des caractéristiques précises des limites de résistance des produits industriels. Par exemple, un mode de défaillance prépondérant des boîtes d'essieux de locomotive est la pollution par la silice issue des ballasts. Les caractéristiques de la graisse (additif, tenue à la chaleur, ...) à mettre dans les chicanes d'étanchéité sont des connaissances caractérisant les ordres de grandeur comportementaux. Ce sont les caractéristiques techniques de fonctionnement, internes au système technique. Elles se distinguent ainsi des performances qui sont plutôt les caractéristiques d'usage du produit industriel. Cette distinction est parallèle à celle entre fonction de service et fonction technique.

Pour terminer la définition de ce schéma, il est nécessaire de préciser que "une" PYSTILE se désigne par une fonction d'usage et les caractéristiques d'un milieu extérieur. Par

exemple, nous pouvons collecter les informations permettant la conception de vélos tout terrain sans neige. Ces connaissances constitueront une PYSTILE. Une autre pourrait l'être à propos des vélos routiers pour le cyclotourisme en France.

Mais ces informations ne seront acquises que si les étudiants les travaillent pour élaborer des connaissances. Il est donc nécessaire d'imaginer des activités permettant ses transformations des informations en connaissances. C'est la deuxième caractéristique du schéma PYSTILE de proposer des activités pour l'apprentissage technologique des concepteurs.

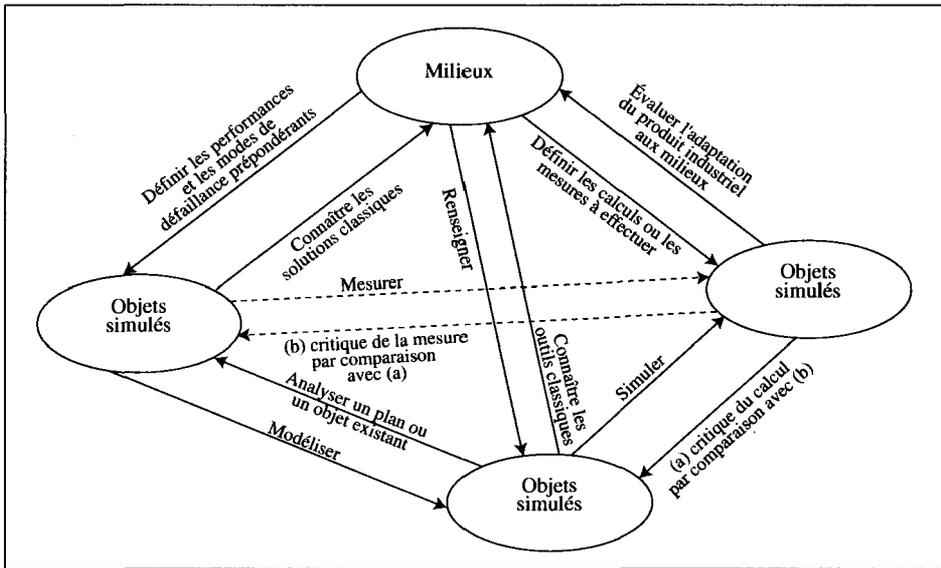


Figure 2. Activités proposées par le schéma PYSTILE

### • Les activités de PYSTILE

Pour utiliser pédagogiquement cette catégorisation des informations propres aux concepteurs spécialistes d'un champ technique, il est nécessaire soit de faire effectuer aux étudiants les recherches documentaires pour qu'ils construisent des PYSTILE ; soit de les aider à transformer les informations fournies en connaissances par une série d'activités utilisant telles ou telles catégories d'informations. Ces activités sont décrites dans le schéma précédent. Ainsi, la figure 2 indique des activités pour lesquelles une, ou plusieurs, catégories d'informations de PYSTILE constituent des données de l'activité. Une autre catégorie d'informations permet alors d'élaborer les consignes de travail données aux étudiants, associées aux données précédentes. Par exemple, un produit industriel peut constituer une donnée pour une activité de mesure

expérimentale. La consigne serait de quantifier un ordre de grandeur comportemental – une rigidité. Avec comme donnée un objet simulé, la quantification se ferait par le calcul. Une autre activité pourrait être de valider la simulation par le calcul en effectuant une mesure.

Ce schéma PYSTILE est donc un outil pour organiser et inventer des formations technologiques de concepteurs. Mais il peut aussi être un outil d'analyse. Les catégories d'informations définies permettent alors de constituer une grille de lecture pour analyser les formations technologiques de concepteurs existantes.

Nous allons maintenant mettre à l'épreuve ce schéma PYSTILE pour analyser certains contenus des formations de concepteurs de la deuxième moitié du xx<sup>e</sup> siècle.

### **3. UTILISATION DU SCHÉMA PYSTILE DANS L'ANALYSE DES CONTENUS DE L'OFFRE ÉDITORIALE POUR LES FORMATIONS TECHNO- LOGIQUES SUPÉRIEURES DE CONCEPTEURS**

L'analyse à l'aide des catégories du schéma PYSTILE des livres scolaires et universitaires édités en France depuis la deuxième guerre mondiale permet de mettre en évidence les contenus de formation qui étaient promus par ces ouvrages – catalogue de descriptions en référence à la catégorie “produits industriels” ou calculs scientifiques sur modèles en référence à la catégorie “objets simulés” –, et donc les bases qui fondaient les enseignements technologiques durant cette période.

Pour examiner cette question, j'ai compté, dans les livres de construction mécanique publiés depuis les années 1940 (voir bibliographie spécifique), les graphismes par type, selon qu'ils représentent des produits industriels (plans, photographies, croquis, perspectives) ou des objets simulés (schémas théoriques, courbes). Notons, par souci méthodologique, que, dans les livres analysés, si les graphismes descriptifs des comportements mécaniques, en tant que courbes, sont remplacés par des tableaux, je les ai pris en compte.

Mes sources sont, essentiellement le fonds de la bibliothèque de l'École Normale Supérieure de Cachan. Le caractère significatif de cet échantillon a été vérifié par les catalogues électroniques des bibliothèques de l'École Nationale Supérieure des Arts et Métiers, du Conservatoire National des Arts et Métiers et de la Bibliothèque Nationale de France. Le corpus que j'ai traité représente ainsi environ deux tiers des livres existants, essentiellement en langue française. J'ai recensé ces livres par les mots clés “conception”, “construction” et “mécanique” dans les notices complètes des livres et pas seulement dans les titres.

un schéma  
opérationnel

- Le premier résultat, en ce qui concerne cette offre éditoriale, fait apparaître tout d'abord (Cartonnet & Martinand, 2000) que les quatre catégories de PYSTILE permettent d'analyser les contenus des ouvrages écrits par les ingénieurs experts d'un domaine, celui des distributeurs à tiroir en hydraulique industrielle dans notre échantillon de livres. Elles permettent en effet de décrire la totalité des contenus des ouvrages. La catégorisation semble donc opérante pour recenser les connaissances techniques utiles aux concepteurs de machines. Mais il apparaît aussi que toutes les catégories ne sont pas présentes dans tous les livres. Les connaissances de type *milieux* ou *ordres de grandeur comportementaux* existent essentiellement dans les ouvrages écrits par des ingénieurs pour des étudiants en enseignement supérieur. Ceux qui sont écrits par des enseignants, pour tous les niveaux, ne contiennent que des connaissances relevant des catégories *produits industriels* ou *objets simulés*. Sauf pour de très rares exceptions, un livre écrit pour les classes de Seconde TSA (Technologie des Systèmes Automatisés), les connaissances relevant des types *milieux* et *ordres de grandeur* sont absentes.

Dans le graphique ci-dessous (figure 3), je fournis l'évolution des deux taux de présence de graphismes selon le type d'informations auquel il se rapporte, comme je l'ai défini plus haut. Ces taux de présence sont calculés en divisant le nombre de graphismes d'un même type trouvés dans le livre par le nombre de pages du livre. Cela indique, par exemple, si l'on a un graphisme par page (taux de 1) ou un graphisme toutes les dix pages (taux de 0,1).

une rupture en  
1970-80

- Le second résultat est que le taux de présence de graphismes du type *produits industriels* diminue fortement entre 1940 et 2000. : il est, en moyenne, divisé par trois, et la rupture apparaît autour de la décennie entre 1970 et 1980. Quelques précautions sont à prendre à propos de cette notion de moyenne. Il faut préciser que les graphismes de type *produits industriels* représentent soit des machines ayant une fonction d'usage autonome, comme un réducteur de vitesse, soit des solutions constructives réalisant des fonctions techniques de base, comme le guidage, la lubrification, l'assemblage, etc., qui n'ont pas de sens seules car elles n'assurent pas une fonction d'usage complète. Je qualifie ces fonctions techniques "de base" car elles existent sur toutes les parties opératives de toutes les machines. La baisse de ce taux de présence est due à la quasi-disparition des livres décrivant les réalisations techniques de ces fonctions techniques de base. Il s'agit des livres ayant des taux de graphismes de type *produits industriels* proches ou supérieurs à 1. Il y a donc deux types d'ouvrages présentant les *produits industriels* : soit des sortes de catalogues des solutions constructives, soit des ouvrages présentant des études complètes d'un type de machines. La moyenne que j'évoque est calculée à partir de

"scientification" de  
l'offre éditoriale

perte des  
descriptions  
de produits

ces deux types d'ouvrages. Il est donc important de le signaler du point de vue méthodologique.

- Le troisième résultat est que le taux de présence des graphismes de type *objets simulés*, relatifs aux comportements mécaniques, augmente, passant d'une valeur de 0,3, i.e. présence de trois graphismes pour dix pages, à une valeur de 0,4, soit quatre graphismes pour dix pages. L'utilisation des modèles issus des théories scientifiques augmente donc depuis 1980.
- Le quatrième résultat est que la modification mentionnée précédemment autour de la décennie 1970-80 s'observe également sur ce taux de présence des résultats de simulation. Avant 1970, on observe que selon les livres, pour un même livre le taux de présence de graphismes de type *objets simulés* est soit supérieur, soit inférieur au taux de graphismes de type *produits industriels*. Alors qu'après 1980, pour chaque livre, le taux de graphismes de type *objets simulés* est systématiquement supérieur au taux de graphismes de type *produits industriels*. Les ouvrages de type "catalogues de solutions constructives" disparaissent et les résultats des sciences sont davantage pris en compte ; l'utilisation des théories physico-chimiques, la référence à "l'esprit scientifique", un aspect de la rationalité technique qui forme la technicité des concepteurs se systématisent donc.

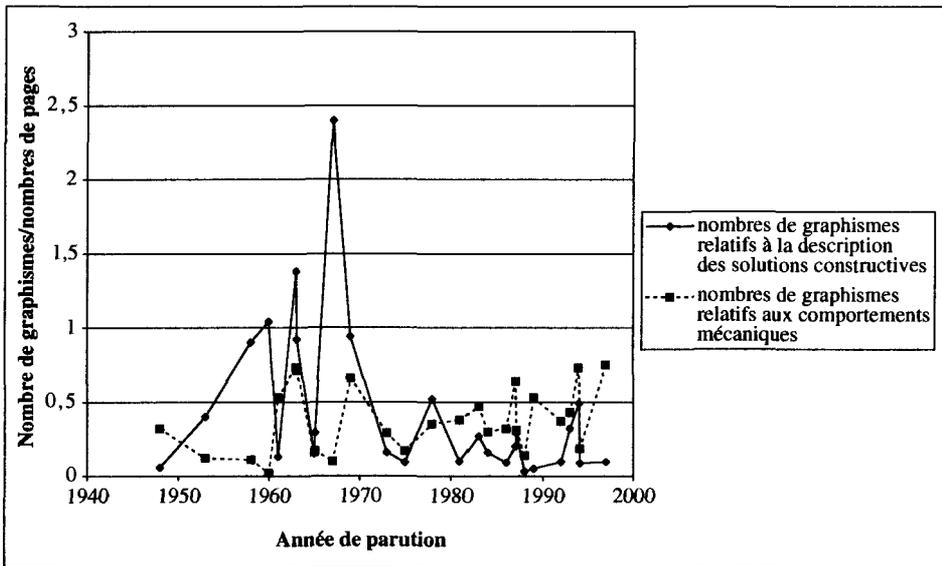


Figure 3. Analyse de l'offre éditoriale visant les formations post-bac

#### 4. CONCLUSION

PYSTILE pour former  
des concepteurs  
spécialistes

En résumé, je propose, avec le schéma PYSTILE, un point de vue sur les technicités – aptitude humaine ou caractéristiques des produits industriels – et une organisation des informations technologiques et des activités à enseigner pour former des concepteurs spécialistes d'un champ technique.

D'autres ont eu ce souci avant moi, Canonge et Ducel (1969) proposaient déjà une approche assez similaire des formations technologiques, non pas pour la structuration en vue de réinvestissement en conception, mais pour l'analyse technique de constatation, comme "une forme d'observation et de réflexion méthodique. Elle consiste à se donner les directions de pensée habituelles dans l'analyse technique : fonction globale, décomposition de la fonction globale, comportement humain associé, forme et mode d'action des organes effecteurs, fonctions techniques en rapport avec les organes effecteurs et avec les conditions posées par le milieu extérieur. Il s'agit d'observer l'objet dans ses éléments et son architecture en le considérant comme un ensemble de solutions à des problèmes de fonction et de conditions à satisfaire." (p. 117)

Mais ce qui manque désormais dans ces publications antérieures, y compris celles de L. Géminard (1970), J. Chabal et al. (1973), c'est une présentation d'activités systématiques, résolues, sur un système technique qui dépasse la complication structurelle et la complexité de fonctionnement des objets techniques comme le critérium ou le barbecue, et qui inclue pleinement l'informatisation et la scientification des situations de travail en conception dans les entreprises. C'est pourquoi j'ai accompli ce travail d'actualisation.

Yves CARTONNET  
LIREST, ENS de Cachan

#### BIBLIOGRAPHIE

BIONDI, J.-L. & CARTONNET, Y. (1996). La schématisation et l'ordinateur. *Technologies et Formations*, 68, 11-17.

CANONGE, F. & DUCCEL, R. (1969). *La pédagogie devant le progrès technique*. Paris : PUF.

CARTONNET, Y. (1992). *Recherche expérimentale sur les relations entre la vision stéréoscopique et les activités cognitives de conception en bureau d'études mécaniques. Préalable à la CAO en relief*, thèse de doctorat, Université de Provence. Éditions de l'Université de Lille.

CARTONNET, Y. (1996). Un problème commun : la lecture de plan. *Technologies et Formations*, 66, 20-25.

CARTONNET, Y. (2000). *L'actualisation de la technologie structurale pour la formation de la technicité d'un concepteur de produit industriel*, mémoire de HDR, Université Paris 11, Orsay (téléchargeable sur le site Internet <http://www.lirest.ens-cachan.fr>).

CARTONNET, Y. & MARTINAND, J.-L. (2000). Analyse de l'offre éditoriale relativement à la formation à la gestion des risques. In A. Giordan, J.-L. Martinand et D. Raichvarg (Éds.). *Actes des XXI<sup>e</sup> JIES* (pp. 459-464). Paris : DIRES.

CHABAL, J., DE PRESTER, R., SCLAFER, J. & DUCCEL, R. (1973). *Méthodologie de la construction mécanique*. Paris : Foucher.

COMBARNOUS, M. (1984). *Les techniques et la technicité*. Paris : Messidor, Éd. sociales.

DEFORGE, Y. (1981). *Le graphisme technique*. Paris : Éd. Champ Vallon.

DEFORGE, Y. (1985). *Technologie et génétique de l'objet industriel*. Paris : Éd. Maloine.

DOULIN, J.-R. (1996). *Analyse comparative des difficultés rencontrées par les élèves dans l'appropriation de différents types de graphismes techniques en classe de seconde : "TSA" (Technologie des Systèmes Automatisés)*, thèse de doctorat, ENS de Cachan.

GAHLOUZ, M. (1994). *Éléments de conception de contenus relatifs à la modélisation dans les pratiques de construction. Le cas du dimensionnement d'éléments structuraux dans les référentiels de BEP construction-topographie*, thèse de doctorat, Université Paris 7.

GÉMINARD, L. (1970). *Logique et Technologie*. Paris : Dunod.

HOTTOIS, G. (1994). *Ordre biologique, ordre technologique*. Paris : Éd. Champ Vallon, p. 72-95.

LE BORZEC, R. & LOTERIE, J. (1975). *Principes de la théorie des mécanismes*. Paris : Dunod.

MARTINAND, J.-L. (Éd.) (1992). *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris : INRP.

MARTINAND, J.-L. (Éd.) (1994). *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris : INRP.

MATRAY, F. (1952). *Pédagogie de l'enseignement technique*. Paris : PUF, Coll. *Nouvelle encyclopédie pédagogique*.

POSTIC, M. (1971). *Introduction à la pédagogie des enseignements techniques*. Paris : Foucher.

SIMONDON, G. (1958). *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris : Aubier.

## LISTE DES OUVRAGES ANALYSÉS POUR CONSTRUIRE LE GRAPHIQUE

1. ARQUES, P. (1989). *Théorie générale des machines, machines à réaction, motrices et réceptrices à vapeur ou à gaz*. Paris : Masson.
2. AUBLIN, M., CAHUZAC, R., FERRAZ, J.-P. & VERNHERES, G. (1996). *Construction mécanique*. Paris : Dunod.
3. BERNARD, F. & VIVIER, L. (1963). *Éléments de construction à l'usage de l'ingénieur, tome 5, transformation des mouvements*. Paris : Dunod.
4. BOUCAULT, R., LHIVERT, J. & MINETTI, F. (1994). *Construction mécanique*. Paris : Foucher.
5. BRUN, R. (1967, 71, 79, ici 1986, 4<sup>e</sup> édition). *Science et technique du moteur diesel industriel et de transport*. Éd. Technip.
6. CARNE, D., GEAY, D. & RUBAUD, M. (1991). *Technologie des systèmes automatisés, seconde TSA*. Paris : Foucher.
7. CHABAL, J., DE PRESTER, R., SCLAFER, J. & DUCCEL, R. (1973). *Méthodologie de la construction mécanique*. Paris : Foucher.
8. CORBET, J.-C. & DUCRUET, A. (1996). *Codotec : compilation de documentation technique*. Éd. Codotec.
9. DERREUMAUX, B. (1991). *Les transmissions*. Éditions ETAI.
10. DROUIN, G., GOU, M., THIRY, P. & VINET, R. (1982, 1986 deuxième édition revue et augmentée). *Éléments de machines*. Éditions de l'école polytechnique de Montréal.
11. GUILLON, M. (1992). *Commande et asservissement hydrauliques et électrohydrauliques*. Paris : Lavoisier.
12. HALCONRUY, T. (1995). *Les liaisons au sol*. Éditions ETAI.
13. HESNAULT, F. (1994, 1997). *Construction mécanique, trois tomes*. Paris : Dunod.
14. JOURDAN, L., PERRIN, J. & PRAT, D. (1987). *Technologie des systèmes automatisés. Quatre tomes : les parties commandes, les parties opératives, la mise en œuvre, les systèmes techniques*. Paris : Dunod.
15. FAISANDIER, J. (1987, réédité 1989). *Mécanismes oléo-hydrauliques*. Paris : Dunod.
16. FANCHON, J.-L. (1994). *Guide des sciences et technologies industrielles*. Paris : AFNOR-Nathan.
17. LENORMAND, G., MIGNÉE, R. & TINEL, J. (1969, réédité 1981). *Construction mécanique, éléments de technologie, 4 tomes*. Paris : Foucher.
18. MAYER, E. (VDI – Verlag, 1974, 1877, ici trad. Bordas, 1978). *Garnitures mécaniques d'étanchéité de l'élément Axiale Gleitringdichtungen*. Paris : Dunod technique.
19. MILLET, N., BOIREAU, Y. & LECANU, A. (1997). *Sciences industrielles en classes préparatoires aux grandes écoles, première année, deuxième période*. Paris : Éd. Casteilla.

20. PAHL, G. and BEITZ, W. (1996). *Engineering design, a systematic approach*. Springer, 1977 1<sup>re</sup> édition en allemand, rééditions en 1986 puis 1993, travail sur l'édition anglaise de 1996, Springer.
21. SPINNLER, G. (1997). *Conception des machines, principes et applications, trois tomes : statique, dynamique, dimensionnement d'organes et architectures de machines*. Presses polytechniques et universitaires romandes.
22. STEPANOFF, A. J. (1961). *Pompes centrifuges et pompes hélices*. Paris : Dunod.
23. SZWARCMAN, M. (1983). *Éléments de machines*. Paris : Lavoisier.
24. TORANCHEAU, A.-L. & BRU, A. (1965). *Éléments de construction à l'usage de l'ingénieur, tome 4, Courroies, engrenages, frictions, boîtes de vitesses, variateurs*. Paris : Dunod.
25. UPSTI (collectif) (1993). *Modélisation et schématisation cinématiques des mécanismes*. Paris : Bréal.

# ENSEIGNEMENT DE L'ENTREPRISE ET REPRÉSENTATIONS SOCIALES EN LYCÉE PROFESSIONNEL TERTIAIRE

Alain Legardez  
Nicole Lebatteux

*L'enseignement professionnel tertiaire se donne pour objectif de faire acquérir des savoirs scolaires et professionnels, mais aussi des outils pour éclairer l'action dans l'entreprise et dans la vie de citoyen. Notre étude sur l'enseignement de l'entreprise, menée dans une perspective didactique et en utilisant les résultats de la théorie structurale des représentations sociales, interroge l'évolution du système de représentations-connaissances des élèves au regard des anticipations et des attentes des enseignants. Les écarts identifiables seraient une conséquence de malentendus sur le sens des savoirs scolaires. Il y aurait alors coexistence d'un savoir pour l'école hétérogène et peu stable, avec une représentation sociale dominante de l'entreprise issue du milieu d'origine et renforcée par l'alternance. L'amélioration de l'efficacité du processus d'enseignement-apprentissage dans l'enseignement professionnel tertiaire pourrait alors passer par une prise en compte des savoirs préalables des élèves.*

## L'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL TERTIAIRE, UN DOMAINE DE RECHERCHE ÉMERGENT

le fort développement de l'enseignement professionnel tertiaire amène à s'interroger sur sa spécificité au regard des autres enseignements professionnels comme des enseignements économiques juridiques et de gestion...

Dans son introduction au dossier consacré aux "formations professionnelles entre l'école et l'entreprise" (1), V. Troger souligne "l'absence de contributions consacrées à la formation professionnelle du secteur tertiaire, qui concerne pourtant aujourd'hui la moitié des effectifs... mais qui sont moins souvent questionnés par les chercheurs" (Troger 2000, p. 7). Dans le même dossier, L. Tanguy remarque que "le développement des activités de services, des formations qui y conduisent et l'élévation du niveau de ceux-ci ont bousculé la division des rôles dans cet enseignement ainsi que les croyances et les représentations qui leur étaient associées. Ce chantier reste toutefois déserté". (Tanguy 2000, p. 124)

C'est sur une partie de ce champ de recherche en gestation que nous proposons quelques questionnements, dans une perspective essentiellement didactique. À partir de l'exemple des questions liées à l'enseignement de l'entreprise, nous

(1) Dossier paru dans la RFP n° 131, (2000) qui complète celui sur "l'alternance : pour une approche complexe" du n° 128, (1999).

...alors même que  
 la didactique reste  
 un champ de  
 recherche  
 émergent

voudrions montrer que ces recherches s'inscrivent bien dans la perspective de la didactique des disciplines techniques et professionnelles (Martinand 1986 et 2001, Ginesté 1999, Pastré 1999, Lebeaume 2001) et de l'alternance (Geay et Sallaberry 1999), mais que les caractéristiques du champ posent des problèmes spécifiques. La didactique de l'enseignement professionnel tertiaire relève en effet pleinement des questions générales de l'enseignement professionnel, mais aussi des problèmes de didactique des enseignements économiques, juridiques et de gestion (Beitone et Legardez 1997, Legardez 2001a), et encore de l'étude de l'enseignement de *questions socialement vives* (Legardez et al. 2001).

L'entreprise étant l'objet global de l'enseignement professionnel tertiaire, il paraît essentiel d'interroger les savoirs sur l'entreprise en jeu (et en conflit) dans la situation d'enseignement-apprentissage : savoirs de référence, savoirs scolaires et savoirs sociaux.

Nous présenterons l'enseignement de l'entreprise dans l'enseignement professionnel tertiaire, puis le cadre théorique de nos travaux qui portent sur l'étude des représentations sociales de l'entreprise dans le contexte scolaire. Quelques résultats de la recherche permettront d'illustrer les aléas du processus d'enseignement-apprentissage dans ce système d'enseignement spécifique, sur la question cruciale de l'entreprise.

## **1. LA QUESTION DE L'ENTREPRISE DANS L'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL TERTIAIRE**

À l'issue du collège, l'enseignement professionnel accueille des enfants qui souvent n'ont pas été jugés aptes à poursuivre des études générales (B.O. spécial n° 29, mars 2000, p. 5). Avec le C.A.P. (Certificat d'Aptitude Professionnelle), la voie professionnelle participe à la sélection sociale par la professionnalisation immédiate d'élèves en difficultés scolaires orientés dès la cinquième ou la troisième. De son côté, le B.E.P (2) (Brevet d'Études Professionnelles) est devenu davantage un examen de passage vers un baccalauréat professionnel avec, notamment, l'injonction de 80 % d'une classe d'âge à ce niveau. À ce titre, le BEP n'est plus considéré comme un diplôme d'insertion, ceci n'empêchant toutefois pas un nombre non négligeable d'élèves de quitter leur scolarité avec ce diplôme.

---

(2) Le BEP sanctionne deux ans d'études après la classe de troisième. On parle de seconde professionnelle pour les élèves de première année de BEP et de terminale professionnelle pour la deuxième année.

### • *L'enseignement professionnel et l'entreprise*

l'entreprise est  
consubstantielle à  
la formation  
professionnelle...

Dans l'enseignement professionnel chaque diplôme est renvoyé à son référentiel élaboré par des Commissions Professionnelles Consultatives dans lesquelles les secteurs professionnels sont représentés pour exprimer leurs besoins. Ce curriculum vise à mettre en correspondance directe la réalité de la formation et celle des activités de travail en entreprise. Propre à chaque cursus, il devrait donc constituer le texte de référence pour les enseignants, leurs savoirs à enseigner.

...en tant qu'objet  
unique de  
l'enseignement...

Nous pouvons avancer que l'entreprise est consubstantielle aux enseignements professionnels ; en effet, omniprésente en tant qu'objet unique de l'enseignement, on la retrouve aussi à travers l'ensemble des objets enseignés. Dans ce cadre, dans un champ professionnel déterminé et pour chaque diplôme, ce sont certaines fonctions caractéristiques de l'entreprise qui sont prescrites et déclinées d'abord en compétences (3) professionnelles puis en activités qui sont mises en relation avec des savoirs associés, c'est-à-dire les savoirs qu'il faut maîtriser pour mettre en œuvre la ou les compétences (Ropé et Tanguy, 1994).

Le rôle de l'enseignant, destinataire avec ses élèves de ce référentiel, est de construire le plan prévisionnel de formation (progression) qui donne du sens à son enseignement en mettant en cohérence l'alternance des périodes de formation en milieu scolaire et celles en entreprise. Il décide ainsi de l'organisation dans le temps des thèmes à aborder, en fonction des compétences à acquérir, en contexte scolaire et à mettre en œuvre en situation d'alternance. C'est alors un contrat de formation qui lie l'entreprise, l'établissement et l'élève à l'initiative et sous le contrôle de l'équipe éducative, ce qui en garantit la dimension pédagogique. On peut ainsi parler de *formation professionnelle sous pilotage scolaire*. C'est dans ce contexte que V. Troger s'interroge sur la redéfinition du partage de la formation entre l'école et l'entreprise (Troger 2000, p. 5).

...en tant que lieu  
de formation à  
travers la pratique  
de l'alternance  
sous pilotage  
scolaire

Mais la caractéristique principale de la voie professionnelle reste l'inscription des stages en entreprise dans le cursus de formation. C'est alors la pédagogie de *l'enseignement professionnel intégré*, définie comme la continuité pédagogique entre la formation délivrée au lycée (formation générale et professionnelle et environnement économique) et les périodes de formation en entreprise qui guide l'organisation des études et de la formation.

Dans ce cadre, le rapprochement de l'école et de l'entreprise est encore accentué par la participation de professionnels à l'évaluation des élèves et à leur validation. En effet, l'évaluation

(3) On peut définir la compétence comme un ensemble de savoirs et de savoir-faire organisé en vue d'accomplir, de façon adaptée, une activité généralement complexe.

des périodes de formation en entreprise est réalisée, au sein même de l'entreprise, conjointement par le membre de l'équipe professionnelle (le tuteur) et le membre de l'équipe pédagogique (l'enseignant) chargés du suivi de l'élève. De la même façon, des professionnels de l'entreprise sont associés aux enseignants de la spécialité professionnelle pour composer les jurys d'examen, notamment pour les épreuves orales ou pratiques.

On conçoit alors que les rôles joués dans la formation, l'évaluation et la validation par les représentants des professions puissent constituer autant d'événements impliquants pour les élèves dans la formation professionnelle sous statut scolaire, créant ainsi une valeur d'enjeu susceptible de faire évoluer leur représentation de l'entreprise durant leur scolarité.

### **• La triple contrainte de l'enseignement professionnel tertiaire**

Les filières tertiaires, – notamment comptables, secrétaires et ventes –, se distinguent des autres filières de l'enseignement professionnel par des contraintes supplémentaires inhérentes à l'aspect tertiaire de l'enseignement.

L'identité de l'enseignement professionnel se fonde sur une logique pédagogique qui résulte d'un équilibre entre la nécessité d'une formation professionnelle qui intègre l'enseignement économique et juridique d'une part, et l'accès à la culture que doit recevoir tout lycéen d'autre part. (4) L'enseignement professionnel tertiaire assume la contrainte supplémentaire d'une formation aux attitudes professionnelles et aux savoir-être dont l'adaptation aux caractéristiques de chaque métier conditionne souvent l'insertion professionnelle. En fonction du diplôme préparé, on retrouvera ces éléments soit dans le référentiel du domaine professionnel, soit dans les documents relatifs aux périodes de formation en entreprise (les rénovations successives tendent à généraliser cette approche dans les deux lieux de la formation intégrée).

À titre d'exemple, pour le BEP Vente Action Marchande (VAM (5)) nous trouvons dans les savoirs associés du référentiel de certification rénové à la rentrée scolaire 2000 : "les éléments constitutifs du savoir-être du vendeur", tandis que des attitudes professionnelles dont doit faire preuve le titulaire du diplôme sont décrites sur le document de négociation et de suivi des périodes de formation en entreprise ; on relève par exemple : "adopter un comportement adapté" ou "s'impliquer dans son travail". Pour le baccalauréat professionnel Services on trouve sur le même document "respecter une

à la nécessité d'un équilibre entre la formation professionnelle et la culture que doit recevoir tout lycéen, l'enseignement professionnel tertiaire ajoute la contrainte d'une formation aux attitudes et aux savoir-être

(4) Brochure "Un lycée pour le XXI<sup>e</sup> siècle. L'enseignement professionnel intégré" MEN (sans date).

(5) Par la suite, nous choisirons de préférence nos exemples en relation avec le BEP, et plus particulièrement le VAM, qui servira de support aux entretiens dans la recherche présentée en illustration.

démarche de qualité de service” ou “prendre des initiatives dans son champ d'intervention”. La hiérarchie des diplômes apparaît ici dans la complexité de l'attitude évaluée.

Ainsi, la spécificité de l'enseignement professionnel tertiaire est donnée à la fois par l'omniprésence de l'entreprise comme objet et lieu de formation, mais aussi par la formation au savoir-être et aux attitudes professionnelles qui vont conditionner, plus encore que dans d'autres formations professionnelles, l'employabilité des élèves.

## **2. CADRE THÉORIQUE ET QUESTIONS DE RECHERCHE**

Nous pensons que le questionnement didactique de l'enseignement professionnel tertiaire doit être posé à la fois dans le cadre théorique de la didactique (Brousseau 1986, Chevalard 1991, Legardez 2001a), et en fonction de son champ d'application. Il s'agit ici de prendre en compte certaines spécificités : l'enseignement professionnel tertiaire est un enseignement professionnel ; il porte sur des questions socio-techniques particulières, mais aussi sur des questions issues des domaines de la gestion de l'entreprise, de l'économie et du droit.

De plus, les caractéristiques des questions abordées dans les situations didactiques suscitent des conflits de savoirs qui ne peuvent être étudiés sans prendre en compte les savoirs naturels des élèves (leurs représentations sociales).

### **2.1. Problématique pour l'étude de l'entreprise en contexte scolaire**

#### **• Une approche didactique**

Pour tracer les contours de notre problématique, nous partirons de la définition de la didactique proposée par Joshua et Dupin : *“La didactique d'une discipline est la science qui étudie pour un domaine particulier, les phénomènes d'enseignement, les conditions de la transmission de la “culture” propre à une institution et les conditions de l'acquisition de connaissances par un apprenant.”* (1993, p. 2)

Nous proposons de spécifier cette définition au domaine particulier des enseignements professionnels issus des domaines de la gestion de l'entreprise, de l'économie et du droit (6).

un enseignement qui porte sur des questions socio-techniques et sur des questions issues des domaines de la gestion de l'entreprise, de l'économie et du droit

---

(6) Ces enseignements sont intégrés dans le référentiel professionnel.

Les *phénomènes d'enseignement* seront compris comme les modalités de fonctionnement de la situation didactique à propos de l'enseignement d'objets comme l'entreprise : rapports aux savoirs et aux pratiques de référence, production de savoirs scolaires, prise en compte des savoirs des élèves et de leurs pratiques socio-techniques dans les stages (Lebeaume 2001), et gestion par l'enseignant des rapports à ces différents savoirs.

La question des *conditions de la transmission de la culture* s'entend aussi de manière quelque peu spécifique pour l'enseignement concerné. En effet, la transmission de la culture générale et de la culture professionnelle est soumise à des modalités spécifiques de transposition dues à l'histoire de l'enseignement professionnel et aux spécificités des pratiques professionnelles tertiaires de référence (Brucy 1998, Brucy et Troger 2000, Troger 2000, Martinand 1986).

Les *conditions de l'acquisition de connaissances par un apprenant* concerneront notamment, d'une part l'analyse des savoirs préalables à la situation d'enseignement, soit le système de représentations-connaissances intégrant des éléments de représentations sociales et des *résidus* de savoirs scolaires (Beitone et Legardez 1995), et d'autre part l'étude de l'acquisition de savoirs scolaires à partir de la reconstruction d'un nouveau système de représentations-connaissances.

La spécificité d'une problématique didactique, c'est, d'abord, de situer l'analyse par rapport aux savoirs. En effet, comme l'écrit M. Develay : "*La didactique... considère que la particularité des savoirs enseignés détermine des modes d'apprentissage et des modalités d'enseignement particuliers.*" (Develay 1997, p. 64) Notre réflexion s'inscrit dans l'étude des rapports aux savoirs (Legardez 2001b) ou, plus précisément, aux différents *genres de savoirs*.

La question de l'entreprise dans l'enseignement professionnel tertiaire interpelle une pluralité de discours aussi bien dans les domaines de la gestion de l'entreprise, que dans ceux de l'économie et du droit. Les discours et les domaines concernés sont socialement légitimés ; on peut décliner ces domaines selon le genre de savoir : *savoirs scientifiques* (en gestion, droit, économie) et pratiques professionnelles de référence, *savoir naturel* (7), et *savoir scolaire* issu du double travail de transposition didactique (Chevallard 1991, Raisky 1996, Legardez 2001b).

---

(7) Le qualificatif de "naturels", bien que conforme à la littérature de psychologie sociale, peut induire en erreur puisqu'il s'agit bien de savoirs très "socialisés" résultant de l'exercice de la personnalité sociale des individus.

Les distinctions entre *savoirs savants* (Chevallard 1991), *pratiques sociales de référence* (Martinand 1986), *savoirs experts* (Johsua 1996), *pratiques socio-techniques* (Lebeaume 2001) sont interpellées, puisque savoirs, discours et pratiques sont indissolublement liés dans le domaine de l'entreprise : "*Le champ de la gestion englobe un ensemble de pratiques, de connaissances théoriques ou techniques et de discours relatifs à la conduite des organisations en général et des entreprises en particulier*" (Cohen 1989, p. 1063).

en contexte scolaire, il y a conflits entre les savoirs enseignés et les savoirs des élèves, préalables aux situations d'enseignement apprentissage

La question principale qui nous semble pouvoir guider l'étude des situations d'enseignement-apprentissage sur l'entreprise est celle de la gestion des distances aux différents savoirs que construisent les acteurs, – de transpositions didactiques pour les enseignants et de construction de savoirs scolaires pour les élèves – (Legardez et alii 2001). Il s'agit d'étudier les conflits de savoirs en contexte scolaire, notamment entre les *savoirs enseignés* (re-transposés des savoirs-à-enseigner par les enseignants) et les *savoirs préalables* des élèves à la situation d'enseignement-apprentissage (leur système de représentations-connaissances) qu'ils importent dans la situation didactique.

### • *L'analyse des représentations sociales*

l'utilisation de la théorie structurale des représentations sociales en contexte scolaire permet d'étudier les conflits de savoirs...

Pour préciser notre grille d'analyse de l'enseignement de l'entreprise, nous nous appuyons essentiellement sur la théorie structurale des représentations sociales, et notamment sur les travaux de P. Vergès (1989, 1992, 1994), ainsi que sur ceux que nous avons menés dans le champ de la didactique des enseignements économiques, sociologiques, juridiques et de gestion (8).

Nous partirons de la définition classique proposée par D. Jodelet : "*Une représentation sociale est une forme de connaissance, socialement élaborée et partagée, ayant une visée pratique et concourant à la construction d'une réalité commune à un ensemble social*" (Jodelet 1989, p. 36). Cette définition a le mérite de poser des problèmes essentiels : si la représentation sociale d'un objet est bien une forme de connaissance, elle n'a que peu à voir avec une autre forme de connaissance qu'est la connaissance scientifique, voire avec des formes scolaires de connaissance avec lesquelles elle est en concurrence ; par contre, elle n'est pas l'inverse des autres formes de connaissance, mais un mélange de connaissance-méconnaissance dont il s'agit de faire l'analyse.

(8) Ces travaux portent particulièrement sur les enseignements de la filière générale "Économique et sociale", de la filière technologique "Sciences et technologies tertiaires", ainsi que des sections tertiaires des lycées professionnels (IUFM d'Aix-Marseille et CIRADE-Université de Provence) (Chazalon et alii, 1998 et 2001).

...un double système comme grille de lecture de l'entreprise...

...l'objet à une forte valeur d'enjeu pour les élèves...

...les situations impliquantes en relation avec l'entreprise peuvent induire une évolution de la représentation

La caractéristique principale de la théorie "structurale" des représentations sociales (élaborée par "l'École d'Aix" : Abric, Flament, Guimelli, Moliner, Vergès), réside dans sa structuration en un double système : le "noyau central" et le "système périphérique".

Le *système central* exerce deux fonctions essentielles dans la structure et la dynamique représentationnelle. Sa fonction organisatrice permet de déterminer la nature des relations entre les éléments de la représentation ; ce système (ou noyau) central est l'élément unificateur et stabilisateur de la représentation. Sa fonction génératrice précise la signification de chaque élément du champ représentationnel.

Le *système périphérique* est composé d'un ensemble d'éléments (et de sous-systèmes) qui permettent l'ancrage de la représentation dans la réalité des sujets sociaux. Ces éléments périphériques présentent une plus grande souplesse que les éléments centraux et sont le lieu de l'individualisation de la représentation ; ils interviennent dans les processus de défense et de transformation des représentations (Flament 1994, Abric-Tafari 1995).

Certaines caractéristiques des représentations sociales nous semblent particulièrement utiles dans notre perspective didactique. C'est ainsi que la dimension de processus de génération de la représentation (le processus représentationnel) est induite par des interactions entre sujets sociaux et cognitifs qui peuvent avoir la classe pour cadre. Les auteurs insistent sur le fait qu'il n'y a pas de représentation sans objet, et que cet objet doit constituer un enjeu social pour générer une représentation ; certains objets de savoirs scolaires auront cette qualité, et d'autres non.

Même s'il convient de s'assurer qu'il s'agit bien de représentations sociales au sens de la théorie structurale (Moliner, 1996), nous pensons avec quelques autres auteurs (Vergès 1995 et 1996, Vergès et alii 1995, Roussiau et Le Blanc 2001, Legardez et alii 2000) que l'on peut repérer et analyser des représentations sociales dans une "configuration scolaire", en l'occurrence sur des objets économiques et de gestion de l'entreprise. Le *système orthodoxe* (Moliner, 1996) scolaire n'exclut pas l'activation d'une dynamique représentationnelle, à la condition que les élèves considèrent que l'objet de la représentation a valeur d'enjeu pour eux. La situation est alors impliquante et les élèves peuvent y puiser de quoi construire un sens aux apprentissages scolaires. La situation est théoriquement très favorable dans le contexte de l'enseignement professionnel, puisque des *événements impliquants* comme l'enseignement de l'entreprise et les stages ou des interventions de professionnels stimulent le processus représentationnel sur l'entreprise. Les deux conditions posées par Rouquette et Guimelli (1994, p. 261-262) pour un changement de la représentation sont alors réunies : "un fort degré d'implication des sujets" et "la modification des circonstances externes (qui) génère des pratiques nouvelles".

## 2.2. Questions sur l'entreprise dans l'enseignement professionnel tertiaire

Comment se pose la question de l'entreprise dans le contexte de l'enseignement professionnel tertiaire ? L'enseignant ayant fait son métier d'enseignant et l'élève *son métier d'élève*, peut-on avancer que ces processus d'interactions entre des enseignants ayant la volonté d'enseigner des savoirs prescrits et des élèves "présents" ont pu provoquer des évolutions dans le système de représentations-connaissances des élèves dans un sens souhaité par leurs enseignants ?

### • **Quelles sont les possibilités de transformations des représentations sociales de l'entreprise dans le contexte de l'enseignement professionnel tertiaire ?**

Pour tenter de répondre à cette question, il faudrait s'interroger au préalable sur l'existence et les possibilités théoriques de transformations de représentations sociales dans l'enseignement professionnel tertiaire, ainsi que sur les rapports des élèves à l'entreprise.

il existe un système de représentations-connaissances sur l'entreprise en contexte scolaire...

Des recherches menées sur les représentations d'objets scolaires (aussi bien en économie que dans d'autres disciplines scolaires) ont montré que des représentations sociales préexistent bien aux apprentissages... et y subsistent partiellement pour constituer des "systèmes de représentations-connaissances" dans le contexte didactique (9).

L'existence d'une représentation sociale sur l'entreprise est attestée par des recherches antérieures qui en ont étudié les différents aspects, soit dans le cadre des savoirs naturels (les travaux de J.M. Albertini, P. Vergès et de leurs équipes), soit auprès de groupes d'étudiants (Moliner 1996, Abric et Tafani 1995), soit même, dans le cadre d'une enquête menée par une équipe de l'INRP (Audigier, Chatel et alii 1987), à plusieurs niveaux du système éducatif : collège et lycée, et dans plusieurs disciplines.

De nombreux travaux ont montré que le repérage d'appuis et d'obstacles peut être utile à l'enseignant lorsqu'il élabore sa stratégie didactique (Martinand 1986, Astolfi 1997). Ces travaux nous invitent à étudier, dans un contexte scolaire particulier, la représentation sociale de l'entreprise et sa transformation de manière à s'interroger sur la possibilité d'apprentissages scolaires et sur l'éclairage de la vie sociale et professionnelle qu'ils peuvent induire.

Dans ses travaux sur les transformations d'une représentation sociale, C. Flament (1994) insiste sur le fait qu'elle ne se transforme véritablement que lorsque son noyau central

(9) Des travaux ont été menés sur la monnaie, les revenus, le marché, etc. (Legardez, 2001a), mais aussi sur des questions biotechnologiques (Simonneaux, 2000).

...et une action didactique ciblée sur des éléments des périphéries proches serait susceptible d'induire une évolution de cette représentation dans le sens souhaité par l'instance de référence

change. Pour préserver ce noyau (la partie *non négociable*) le processus représentationnel génère des périphéries dont l'une des fonctions est de protéger le noyau central. Par contre, ces périphéries sont plus vulnérables, et des modifications sont donc possibles sans remettre en cause la structure globale de la représentation sociale.

Si l'on tente de transposer cette théorie dans le domaine des apprentissages scolaires et sur l'exemple de l'entreprise, on peut penser qu'une action didactique portant sur des éléments des périphéries a plus de chances de s'ancrer dans la représentation sociale que celle qui s'attaquerait directement à l'un des éléments du noyau central. On peut espérer ensuite s'appuyer sur cette possibilité pour faire évoluer d'autres éléments des périphéries (voire du noyau central) jusqu'à ce que la configuration représentationnelle change.

Nous verrons que notre enquête confirme l'existence d'un système de représentations-connaissances sur l'entreprise dans un contexte scolaire particulier qui est celui de classes de BEP de l'enseignement professionnel tertiaire. Elle se donne comme objectif de questionner l'influence des pratiques sociales scolaires. C'est ainsi que nous étudions les transformations dans le système des représentations-connaissances des élèves en fonction des objectifs des enseignants, comme un des indicateurs de l'efficacité de situations d'enseignement-apprentissage.

### **• Quels sont les rapports des élèves à l'entreprise ?**

un enseignement tertiaire qui se réfère à l'entreprise de services et aux activités de services des entreprises

L'entreprise "tertiaire" est omniprésente dans les enseignements professionnels tertiaires, mais par ailleurs sa réalité est de plus en plus virtuelle. En effet, alors que des enseignements professionnels industriels peuvent s'appuyer sur des supports d'outils et de production (ateliers, machines), les enseignements professionnels tertiaires ont pour référence l'entreprise de services et les activités de services de toutes les entreprises. Dans l'enseignement et dans les stages, les élèves sont confrontés à des situations "tertiaires" pour l'acquisition de savoirs, savoir faire et savoir être où, très souvent, le service sera considéré comme dépendant de son support matériel et difficile à appréhender en soi.

La place des services (du *tertiaire*) dans l'économie, et surtout la représentation qu'en ont les acteurs sociaux, sont actuellement peu stabilisées.

L'évolution de la société réelle et les discours idéologiques ont de profondes répercussions sur les représentations sociales des individus et des groupes sociaux, et donc des acteurs du système éducatif. C'est ainsi que l'on peut actuellement repérer une déstabilisation de la représentation sociale de l'économie globale pour les acteurs sociaux : si le réel économique a profondément été transformé (et la production *tertiairisée*), la représentation sociale de l'économie est encore fortement

imprégnée de la situation précédente – celle d'une économie encore majoritairement industrielle (Audigier, Chatel et alii, 1987). On peut faire l'hypothèse que la représentation sociale de l'économie globale est en transition. Ses périphéries seraient donc très instables ; à terme, le noyau central lui-même serait susceptible de se transformer et, avec lui, la représentation sociale de l'économie globale et de l'entreprise (Abric 1994, Flament 1994).

l'élève de lycée professionnel, sujet social dans et hors l'école, (re) construit sa représentation de l'entreprise, en conflit et en cohérence, en fonction d'une diversité de situations vécues

Les rapports à l'entreprise sont donc complexes pour l'élève de l'enseignement professionnel tertiaire. En tant que *sujet social scolaire*, il a nécessairement des savoirs sur l'entreprise en contexte scolaire, donc un construit social spécifique à ce contexte issu de sources diverses (son système de représentations-connaissances). En tant que *sujet social hors de l'école*, l'élève de lycée professionnel tertiaire partage la représentation sociale de l'entreprise des milieux sociaux auxquels il appartient. On trouve encore une situation intermédiaire spécifique aux enseignements professionnels, lorsque l'élève est *sujet social stagiaire* en situation d'alternance dans l'entreprise où il est amené à gérer (avec l'aide des enseignants et du tuteur de stage) les rapports entre sa pratique socio-technique et les enseignements professionnels.

La question qui nous paraît incontournable dans l'enseignement professionnel tertiaire est alors celle de la construction d'une cohérence à travers les conflits entre les différents savoirs sur l'entreprise, en utilisant les conflits eux-mêmes comme des appuis en vue d'une restructuration du système de représentations-connaissances qui serait l'indice d'apprentissages.

### 3. LA REPRÉSENTATION SOCIALE DE L'ENTREPRISE ET SON ÉVOLUTION

Nous présentons une étude longitudinale menée sur la question de l'entreprise pour des élèves de sections tertiaires de lycée professionnel. Cette étude utilise la problématique et des outils de la théorie des représentations sociales dans une perspective de recherche en didactique (Lebatteux, 2000).

l'évolution du système de représentations-connaissances des élèves, en relation avec les attentes des enseignants, comme indicateur de l'efficacité du processus d'enseignement-apprentissage...

Dans ce contexte, les résultats d'une enquête menée, de 1998 à 2000, auprès d'élèves de BEP et de leurs enseignants semblent montrer qu'en dépit de la volonté de ces derniers d'amener les élèves à construire des savoirs scolaires, et malgré une sensibilité (souvent issue de l'expérience) à leurs connaissances préalables dès l'entrée dans le cycle, il existe un décalage à l'issue de la formation. Ce décalage amène à s'interroger sur l'efficacité du processus d'enseignement-apprentissage à partir de l'évolution du système de représentations-connaissances des élèves sur l'entreprise en contexte scolaire.

### 3.1. Éléments méthodologiques

#### • Population et contexte

...à partir d'une étude longitudinale sur l'entreprise menée auprès d'enseignants et d'élèves de BEP tertiaires à trois moments de leur scolarité...

Nous avons choisi d'interroger des élèves de BEP à ce moment charnière constitué par l'inscription quasi définitive dans une filière professionnelle après l'orientation de troisième. Ces nouveaux lycéens de l'enseignement professionnel vont être amenés à (re) construire une représentation sociale de l'entreprise afin de réaliser la transition vers un nouveau système de formation caractérisé par l'enseignement de l'entreprise et l'alternance. De plus, les événements marquants durant la scolarité, – contenu de la formation scolaire, stages (10) –, peuvent induire une évolution du système représentationnel dès la première année et a fortiori en fin de cycle.

Sept classes de BEP métiers de la comptabilité du secrétariat et de la vente (344 élèves au total) ont participé à une enquête par questionnaires spécifiques de représentations, en contexte scolaire mais en situation non didactique, dès leur entrée dans le cycle de formation et à l'issue de la première année scolaire. Pour mener une étude comparative des représentations-connaissances des élèves avec les anticipations et les attentes des sept enseignants sur les connaissances de leurs élèves, nous les avons interrogé avec le même outil.

Par la suite, deux groupes de six élèves de terminale ont participé à des entretiens d'approfondissement. Nous avons fait l'hypothèse qu'à l'issue du cycle de formation, le discours des élèves serait influencé par l'enseignement reçu et un type de relation spécifique à l'entreprise. Cependant, si pour chaque filière tertiaire les référentiels prescrivent des contenus de formation très proches pour les pôles économiques et juridiques, ceux des pôles professionnels sont de façon évidente adaptés aux métiers préparés. Afin d'approfondir les réponses en relation avec un référentiel et une organisation spécifique de l'alternance nous avons choisi d'interroger des élèves d'une seule filière, ici les "ventes". Les élèves de BEP VAM réalisent de quatre à six semaines de stage de sensibilisation en première année et huit semaines d'alternance en année terminale. Cette filière se caractérise par une participation notable à la vie de l'entreprise, susceptible d'avoir une influence sur leur système de représentations-connaissances.

---

(10) Les stages en entreprise sont des temps d'observation ou de sensibilisation à la vie de l'entreprise, à ce titre ils ne sont pas évalués. Par contre, les périodes de formation en entreprise sont évaluées par un contrôle en cours de formation et participent à l'attribution du diplôme.

### • L'enquête par questionnaires

...en utilisant un questionnaire spécifique de représentations sociales adapté à l'approche structurale...

L'analyse de représentations sociales appelle une méthodologie de recueil appropriée. Nous avons utilisé dans cette enquête des formes de questions adaptées à l'approche structurale proposées par P. Vergès (11) (Vergès 2001).

180 élèves de sept classes de BEP ont complété un questionnaire (questionnaire 1) en présence de leur enseignant d'un pôle professionnel en septembre 1998, et les mêmes classes (164 élèves présents) ont participé au recueil des données en mai 1999 (questionnaire 2).

Pour illustrer notre propos, nous utiliserons principalement les données collectées à partir des deux premières questions des questionnaires de représentations : les questions d'évocation et de caractérisation.

La question d'évocation est une question d'association ouverte dont la formulation : *"Quels mots ou expressions vous viennent à l'esprit quand vous pensez à l'entreprise ?"* permet au sujet de s'exprimer librement. On recueille ainsi une liste de mots ou expressions dont le dépouillement se fait par analyse des fréquences et des rangs. Selon P. Vergès (in Jodelet, 1989, p. 391), *"L'acteur social repère des éléments ayant les caractéristiques les plus pertinentes pour parler d'un objet économique donné ; il repère aussi des éléments périphériques ayant une certaine importance et il refoule toutes les connaissances non pertinentes"*. Les mots "forts" sont ceux qui sont cités le plus tôt (premiers rangs) et le plus souvent (fréquence élevée).

La question de caractérisation est une question d'association assistée qui consiste en un choix de mots dans une liste d'items. Élaborée à partir d'une enquête préalable (12), elle permet de confirmer ou d'infirmer les réponses relevées en évocation spontanée et de présumer des éléments qui composent les différentes dimensions de la représentation (système central et périphérique). Dans notre cas, le sujet sélectionne 8 items (mots ou expressions) qui caractérisent le mieux l'entreprise parmi une liste de 24 proposés.

De leur côté, les sept enseignants des classes interrogées ont rempli le même questionnaire que leurs élèves en début d'année. Il s'agissait pour eux de répondre deux fois à chaque question posée aux élèves : *"Comment, à votre avis, un élève*

---

(11) Le dépouillement des questionnaires a été réalisé avec le logiciel spécifique "Avril" de P. Vergès et ce sont les travaux de cet auteur, complétés dans une perspective didactique, qui ont été utilisés pour l'analyse des données.

(12) Pour la sélection des mots et expressions proposés, trois classes de terminale professionnelle et leurs enseignants ont répondu à la question d'évocation lors d'un prétest. Nous avons retenu d'une part les mots importants proposés par les élèves, et d'autre part des mots relatifs aux attentes des enseignants. C'est ainsi que les mots : "besoin, chômage, conflit, épargne, innovation, informatique, lieu de formation, marché" ont été ajoutés.

...les enseignants répondent deux fois au même questionnaire que les élèves pour identifier leurs anticipations et leurs attentes...

*moyen répondra à cette question* ? et, *“Comment voudriez-vous que ce même élève réponde en fin de seconde professionnelle”* ? Nous avons fait l’hypothèse que la première réponse nous donnerait des indications sur les obstacles ou appuis anticipés par les enseignants dans les “déjà-là” qu’ils attribuent à leurs élèves, et que la seconde nous permettrait de repérer les savoirs scolaires qu’ils souhaitent les amener à acquérir.

Nous disposons alors, à partir de l’analyse des questionnaires, et pour chaque élément identifié comme caractéristique de l’objet entreprise, de trois informations : sa fréquence d’apparition – qui met en évidence une dimensions quantitative et collective –, son rang d’apparition – qui donne une dimension qualitative et plus individuelle – et des indices (13) d’appartenance au système central.

#### • Les entretiens

Afin d’approfondir le contenu représentationnel et d’en recueillir le sens, deux groupes de 6 élèves qui avaient participé à l’enquête l’année précédente ont été amenés, par des entretiens collectifs semi-directifs (14), à “dire sur ce qu’ils ont dit”. Et, pour favoriser l’adhésion des élèves interrogés dans un contexte reconnu, nous avons extraits des résultats de l’enquête des mots significatifs permettant de donner du sens aux réponses après regroupement.

...et des entretiens pour approfondir le sens du contenu représentationnel

Ces entretiens ont été articulés autour de trois thèmes : les réponses des élèves au questionnaire 2, leur réaction aux attentes des enseignants, et les apports de la formation ; chacun avec des méthodes spécifiques. À titre d’exemple pour le premier thème, nous avons choisi de reprendre la structure du questionnaire en relation avec la question d’évocation, et nous avons proposé aux élèves d’abord d’expliquer pourquoi des mots associés à l’entreprise sont souvent apparus, et ensuite pourquoi d’autres mots sont plus faiblement apparus. Pour les mots apparus avec les plus fortes fréquences, nous avons utilisé une démarche en trois étapes : citer ces mots successivement et demander aux élèves ce qu’ils en pensent afin de recueillir des réactions spontanées ; demander aux élèves la définition des mots qu’ils ont évoqués pour en identifier le sens ; distribuer la liste de mots et leur demander de réagir afin de provoquer des associations dans l’optique de la recherche d’une validation expérimentale de la théorie du noyau central.

- 
- (13) En l’absence d’une question spécifique de centralité, nous parlerons d’indices d’appartenance à chaque système de la représentation. Les arguments relevés dans les entretiens vérifient toutefois nos hypothèses.
- (14) Ces entretiens, classiques dans les enquêtes sur les représentations sociales visent à faire expliciter certains résultats issus de questionnaires ; il permettent aussi de retrouver la structure de la représentation et de montrer comment elle se traduit dans des argumentations.

Dans notre étude, les réponses aux questions de caractérisation ont permis de confirmer celles données en évocation ce qui correspond aux prédictions de la théorie des représentations sociales. Elles permettent d'attester, en contexte scolaire, de l'activation d'une représentation sociale sur l'entreprise et de repérer des évolutions susceptibles de mener à une restructuration partielle.

### 3.2. La dynamique de la représentation à partir des évocations des élèves

à l'entrée en seconde professionnelle, une représentation sociale en train de se constituer montre la valeur d'enjeu de l'entreprise avec une vision essentiellement sociale

Les 344 élèves interrogés aux deux moments (questionnaires) citent un nombre important de mots (8 en moyenne) à la question d'évocation, alors qu'il leur en était demandé 4 au moins et 10 au plus. Ceci nous paraît confirmer qu'il y a une valeur d'enjeu sur l'entreprise dès l'entrée en seconde professionnelle. C'est donc bien une représentation sociale qui est activée en contexte scolaire sur cet objet à valeur d'enjeu.

#### • Structure et organisation de la représentation

La question d'évocation (figure 1) fait apparaître, en début d'année, une représentation en train de se constituer avec une vision sociale et plutôt stéréotypée de l'entreprise ; on pourrait y lire une définition de l'entreprise en terme de "capital" et de "travail" (capital représenté ici par *patron*). Les autres éléments sont mélangés, presque indifférenciés et on constate que le cadran 2 est vide.

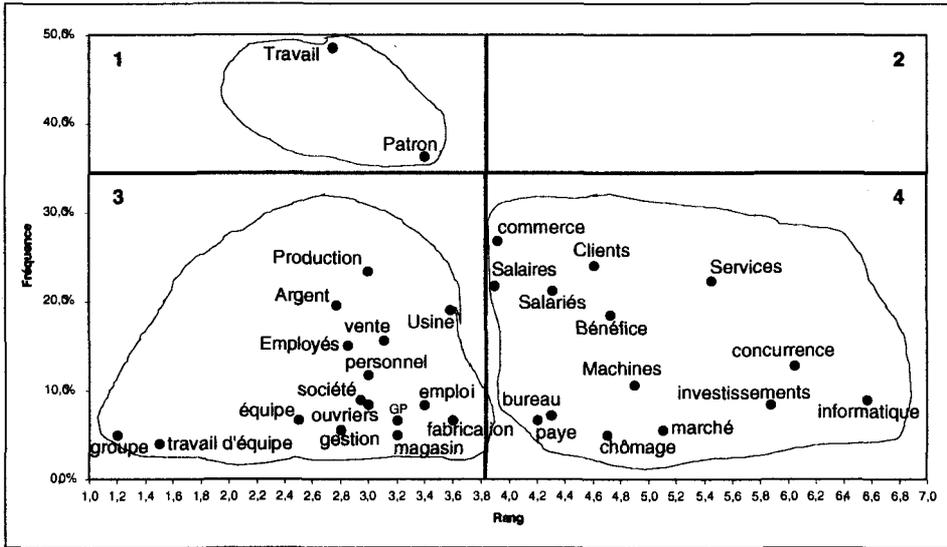
après un an de formation, la représentation se structure et s'enrichit d'une vision plus économique

L'évolution des réponses à la même question à l'issue de la première année de formation – qui se caractérise par la réalité de l'intégration des élèves dans la voie professionnelle – montre une complexification de la représentation avec une vision qui reste essentiellement sociale mais devient aussi *économique*. Le réaménagement des éléments existants fait apparaître leur hiérarchisation avec une spécialisation des cadrans (figure 2).

C'est toujours l'univers social de l'entreprise qui est prégnant avec l'introduction de "salariés" (15) dans le cadran 1 qui comprend les éléments présentant des indices d'appartenance au noyau (*travail* et *patron*) se rapprochent, et [*salaire, employés, salariés*] se regroupent à des fréquences semblables, et pourraient être des synonymes.

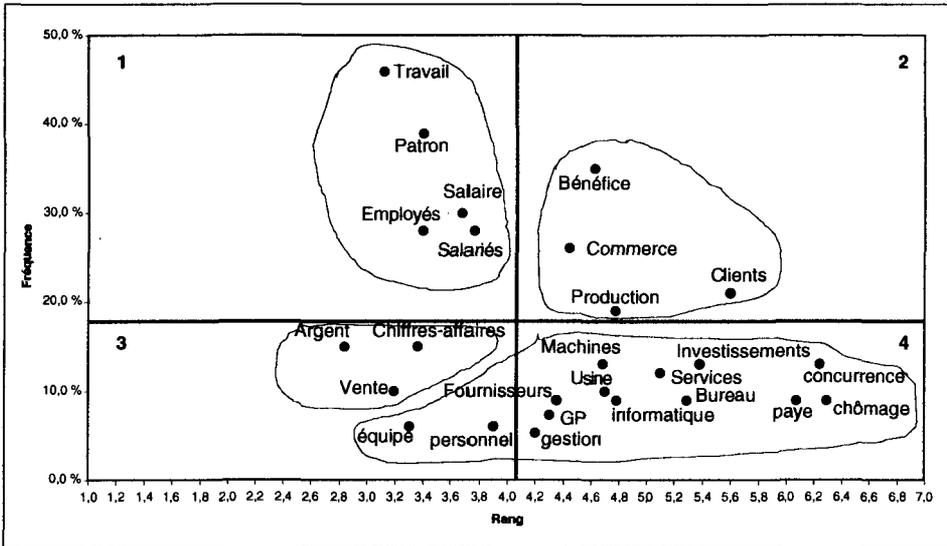
Le cadran 2 se distingue maintenant par une caractérisation plus économique de l'entreprise avec [*bénéfice, commerce, production, et clients*]. Si la saillance de *bénéfice* interpelle, sa position dans ce cadran montre qu'il s'agit d'un élément

(15) Les entretiens ont montré que les termes *employés* et *salariés* sont utilisés indifféremment par les élèves ce qui fait "remonter" le mot vers un indice de centralité. On peut penser que c'est l'intégration dans l'enseignement professionnel conjugué à la formation qui ont permis cette évolution.



**Figure 1. Structure et organisation de la représentation sociale des élèves de seconde sur l'objet "entreprise" en début de formation (question d'évocation, questionnaire 1)**

Pour lire le schéma : *Travail* est cité par environ 50 % des élèves et, en moyenne, en troisième position dans la liste de mots proposée par les élèves.



**Figure 2. Structure et organisation de la représentation sociale des élèves de seconde sur l'objet "entreprise" après un an de formation (question d'évocation, questionnaire 2)**

important pour caractériser l'entreprise, mais que le mot ne la définit pas – ou pas encore –.

De même, la forte saillance de *travail* questionne sur l'autonomie de la représentation de l'entreprise ou sur le type de relation existant entre les deux objets. Il pourrait s'agir d'un champ de recouvrement partiel pour des objets ayant des rapports de natures différentes, ou d'une synonymie ou encore d'une relation hiérarchique entre travail (représentation englobante) et entreprise (représentation englobée).

### • **Enrichissement du système périphérique**

Dans le système périphérique, deux mots nouveaux seulement sont cités par les élèves au questionnaire 2 : *chiffre d'affaires* avec une fréquence significative (15 %) et un rang proche (3,3), et *fournisseur* de façon plus éloignée. La prégnance d'autres mots diminue comme pour *services* qui passe de 22 à 12 % en fréquence et *usine* qui s'éloigne en fréquence (passant de 19 à 10 %) et en rang (de 3,6 à 4,7), alors que celle de *bénéfice* se renforce en passant de 18 à 35 % en fréquence. La progression de certains éléments et la régression d'autres dans les zones périphériques seraient, au moins en partie, issues d'apprentissages scolaires, ce que montrent les réponses aux entretiens. Par exemple pour *bénéfice*, les entretiens confirment à la fois des apprentissages scolaires et l'importance prise par cet élément dans la représentation. (16)

les éléments  
du système  
périphérique,  
une cible  
potentielle pour  
les enseignants

Le système périphérique s'est enrichi (notamment par son organisation) ; sa spécificité comme lieu d'intégration des transformations de l'environnement sous le contrôle du système central nous permet alors de poser l'hypothèse que ces périphéries – et plus particulièrement les premières – peuvent constituer des cibles privilégiées pour des situations d'enseignement-apprentissage. En effet, leurs éléments ne font pas partie du noyau et leur résistance aux apprentissages sera moins forte. De plus, leur positionnement à proximité du noyau laisse ouverte la possibilité de modifications qui seraient susceptibles d'impulser une complexification (enrichissement, réorganisation, évolution des éléments) de ce système, voire une modification du système central. C'est donc en observant l'évolution des éléments du système périphérique que nous pourrions discuter de l'efficacité de l'enseignement-apprentissage.

(16) Pour *bénéfice*, on relève dans le discours des élèves d'une part, une définition scolaire : "*C'est les produits moins les charges*", "*C'est plus de la compta... c'est ce qu'on a gagné en plus de ce qu'on a investi*" et, d'autre part, une justification de l'importance du mot pour caractériser l'entreprise : "*Une entreprise ne peut pas tourner à perte*", "*Si elle tourne sans bénéfice, qu'elle tourne tout juste donc elle a aucun bénéfice mais aucune perte... ça sert à rien... une entreprise elle est là pour faire du résultat*". Comme l'ont montré les enquêtes précédentes sur le même objet (Audigier 1987 ; Moliner 1996), il y a bien accord sur le fait que le rôle de l'entreprise est d'être rentable, donc de faire du profit, des bénéfices.

### 3.3. Les anticipations des enseignants et les savoirs préalables des élèves

Nous avons regroupé les résultats significatifs de l'enquête dans les tableaux 1 à 4 ci-après, et nous tenterons de repérer l'écart entre les réponses des élèves et celles des enseignants aux deux moments (questionnaire 1 et 2) comme indicateurs des problèmes d'enseignement-apprentissage.

#### • Au premier questionnaire, une relative similitude

en début de formation, les enseignants anticipent une représentation sociale composée de savoirs naturels ; elle est alors proche de celle des élèves...

Lorsqu'on demande aux enseignants d'anticiper les connaissances préalables sur l'entreprise d'un élève (moyen) à son entrée dans le cycle professionnel (tableau 1), ils pensent [*bénéfice, travail*], [*production, salariés, salaire*] puis [*machines, magasin, usine* et *profit*]. Ils envisagent, – lorsque l'association est proposée –, que les élèves confirmeront ces évocations avec dans l'ordre [*travail, patron, usine*] et [*paye et production*] puis [*bénéfice, salariés, chômage commerce* et *machines*] (tableau 2).

Mais de leur côté, les élèves évoquent l'entreprise avec [*travail, patron*] dans ce qu'on pourrait qualifier de zone centrale d'une représentation en cours de structuration, les autres éléments étant relégués en zone périphérique.

**Tableau 1. Mise en relation de l'anticipation des enseignants et des réponses des élèves pour la question d'évocation en début de seconde professionnelle**

Mots anticipés par les enseignants	Évocation des enseignants (n1 = 7)		Évocation des élèves (n2 = 180) (relevée dans la figure 1)	
	Fréquences	Rangs	Fréquences	Rangs
Bénéfice	43	3,3	18	4,7
Travail	43	3,6	49	2,7
Production	43	4,6	24	3,0
Salariés	43	5,3	21	4,3
Salaires	43	5,0	22	3,9
Machine	29	2,0	11	4,9
Magasin	29	2,5	5	3,2
Usine	29	4,0	19	3,6
Profit	29	7,0	Non évoqué	

*Pour lire le tableau : presque 1 enseignant sur 2 (43 %) a anticipé le choix de bénéfice par les élèves (en moyenne au 3<sup>e</sup> rang) ; mais seulement 18 % des élèves ont réellement choisi ce mot (en moyenne au 5<sup>e</sup> rang).*

**Tableau 2. Mise en relation de l'anticipation des enseignants et des réponses des élèves pour la question de caractérisation en début de seconde professionnelle**

Mots anticipés par les enseignants		
	Choix des enseignants (en pourcentages)	Choix des élèves (en pourcentages)
Travail	86	63,9
Patron	86	62,8
Usine	86	38,3
Paye (17)	57	30,6
Production	57	54,7
Bénéfice	43	42,8
Salariés	43	56,4
Chômage	43	7,8
Commerce	43	55,9
Machine	43	26,8

Il apparaît ici que les enseignants anticipent une représentation composée de connaissances non scolaires en contexte scolaire. Cette anticipation est relativement proche des réponses de leurs élèves ; ils accentuent cependant un vocabulaire plus concret et descriptif comme pour *machine* et *magasin*, alors que ces mots apparaissent plus éloignés dans la représentation de ces derniers. De même, *usine* est évoqué et choisi par les enseignants ; or l'élément est présent pour les élèves, sans toutefois caractériser fortement l'entreprise.

**• Au second questionnaire,  
la construction d'un écart**

Par contre, à la fin de l'année scolaire, les enseignants attendent un vocabulaire à la fois économique et professionnel pour représenter l'entreprise ainsi qu'un certain niveau d'abstraction. Ils envisagent donc un *effet formation* fort avec l'ancrage des connaissances scolaires dans le système de représentations-connaissances des élèves. En effet, deux mots seulement sont identiques en évocation spontanée entre les deux questionnaires-enseignants : *bénéfice* et

(17) *Paye* n'a pas été reconnu comme synonyme de *salaire* dans la liste d'items proposée à la question de caractérisation. Cependant les élèves interrogés lors des entretiens justifient ce faible choix "*paye, ça a l'air un peu plus familier*" et complètent "*salaire et paye, c'est la même chose*".

...mais après une année d'enseignement ils attendent un effet formation, avec l'ancrage de savoirs scolaires, qui s'écarte de la réalité du système de représentations-connaissances des élèves

les savoirs attendus sont les savoirs enseignés

*travail* (tableaux 1 et 3). Cependant, les mots qu'ils citent ne sont pas évoqués par les élèves, ou le sont en tant qu'éléments "faibles" comme c'est le cas pour *investissement*. De plus on peut se poser la question du sens de *travail* pour les élèves, lorsque *capital* n'apparaît pas au même niveau. Pour les enseignants, il s'agit des facteurs de production (pôle économique du référentiel de formation).

Dans leurs attentes, les enseignants paraissent envisager – ce qui était notre hypothèse – que *l'effet contexte scolaire* serait plus fort dans le cadre d'une association assistée ; l'élève choisirait alors les réponses qu'il pourrait penser que l'instance de référence attend de lui. Ils projettent ainsi la sélection forte de *marché* et *innovation* (tableau 4) ; or il n'en est rien. La seule indication d'un effet formation pourrait apparaître dans la saillance de certains mots comme c'est le cas pour *bénéfice* et par la réorganisation dans un cadran (cadran 2 de la figure 2) d'éléments économiques caractéristiques de l'entreprise. De plus, les élèves confirment leur évocation spontanée en sélectionnant parmi les propositions celles qu'ils avaient déjà le plus évoquées. On peut remarquer que l'élément central *patron* n'est pas pris en compte par les enseignants aux deux questionnaires.

Afin de mieux comprendre les attentes des enseignants il est pertinent de faire un détour par les manuels scolaires (18), notamment du pôle économique commun aux trois BEP, qui proposent des définitions similaires de l'entreprise. On y relève : "l'entreprise se définit comme une organisation dont l'activité consiste à produire des biens ou des services pour les vendre sur un marché afin de réaliser un profit... la production est réalisée en combinant des facteurs de production et notamment le capital technique et le travail (productivité)". Les mots soulignés sont ceux que l'on retrouve dans les attentes des enseignants (tableaux 3 et 4), ce sont aussi les savoirs prescrits dans les référentiels de formation.

Ainsi, la représentation de l'entreprise, issue de l'activation d'un processus représentationnel en contexte scolaire, – plutôt concrète et descriptive en début d'année –, se structure après une année de formation et de relations diverses à l'entreprise, mais apparaît éloignée de l'attente des enseignants. Pour les élèves, l'entreprise semble être définie comme "un lieu où des *employés* et des *salariés* travaillent pour un *patron*".

---

(18) Les résultats d'une recherche en cours montrent que les enseignants se réfèrent aux manuels pour identifier les savoirs à enseigner en relation avec les prescriptions des référentiels de formation (IUFM-INRP, J.-L. Dérouet, coord.)

**Tableau 3. Mise en relation des attentes des enseignants et des réponses des élèves pour la question d'évocation en fin de seconde professionnelle**

Mots attendus par les enseignants	Évocation des enseignants (n1 = 7)		Évocation des élèves (n3 = 164) (relevée dans la figure 2)	
	fréquences	rangs	Fréquences	rangs
Travail (19)	43	2,0	46	3,1
Capital	43	2,3	Non évoqué	
Bénéfice	43	4,3	35	4,6
Investissement	43	5,0	13	5,4
Organisation	29	2,5	Non évoqué	
Biens/services	29	3,0	Non évoqué	
Productivité	29	5,0	Non évoqué	
<b>Autres mots évoqués par les élèves</b>				
Patron			39	3,4
Salaire			30	3,7
Employés			28	3,4
Salariés			28	3,8
Commerce			26	4,4
Clients			21	5,6

**Tableau 4. Mise en relation des attentes des enseignants et des réponses des élèves pour la question de caractérisation en fin de seconde professionnelle**

Mots attendus par les enseignants		
	Choix des enseignants (n1 = 7)	Choix des élèves (n3 = 164)
Production	86	62,7
Marché	86	18,9
Innovation	86	12,6
Bénéfice	57	73,5
Investissement	57	51,8
Travail	57	61,5
Concurrence	57	45,8
Mots choisis par les élèves		
Salariés		60,8
Patron		55,1
Clients		50,0

(19) Lors des entretiens, *travail* est associé à "*vie quotidienne, actif, faire partie de la société*".

un "simple malentendu" entre élèves et enseignants ?

On peut alors se poser la question des "malentendus". Les attentes des enseignants montrent leur volonté de transmettre des savoirs scolaires sur l'entreprise alors, qu'en contexte scolaire, les élèves modifient peu leur système de représentations-connaissances. Il nous a donc semblé important de rechercher la signification des éléments de la représentation à travers le discours des sujets eux-mêmes, c'est-à-dire de tenter de montrer comment la représentation se traduit dans des argumentations à partir d'entretiens collectifs.

### 3.4. Le discours des élèves sur l'entreprise en contexte scolaire, une expression de leur représentation

des entretiens pour approfondir le contenu représentationnel : la représentation en mots dans le contexte scolaire

Nous avons sélectionné le discours des élèves sur quatre questions cruciales : "Qu'est-ce qu'une entreprise ? Qu'est-ce qu'un service ? Qu'est-ce qu'un savoir scolaire ? Où est-ce qu'on apprend ?".

#### • Mais, qu'est-ce qu'une entreprise ?

Lorsqu'on demande aux élèves de s'exprimer sur les éléments "forts" de la représentation activée en contexte scolaire sur l'objet entreprise, les réponses vont dans le sens de l'hypothèse formulée par B. Charlot : "au centre de l'univers de ces jeunes, on trouve les autres, la vie, le monde, plus qu'un Je fortement affirmé" (Charlot, 1999, p. 23). C'est la vie, en effet, qui nous semble donner ici le sens (et la valeur) de l'entreprise :

l'entreprise c'est la vie...

*"L'entreprise, ça fait tourner un peu la vie des gens, parce que si y'a des entreprises, y'a des employés."*

*"Il ne peut pas y avoir de vie quotidienne sans entreprise, sans travail, sans employés et sans salariés."*

*"Sans l'entreprise, il ne pourrait pas y avoir de vie active, on ferait rien quoi, pas de loisirs, franchement ce serait le désert..."*

Nous retrouvons aussi des éléments communs avec l'étude d'Audigier, Chatel et alii (1987), menée de 1983 à 1986, comme la hiérarchie simplifiée ou le travail dont la vocation première est de mériter un salaire. Cependant, dans cette étude c'est l'*usine* qui constitue le cadre de référence pour désigner l'entreprise, pour 86 % des élèves, alors que le mot est choisi par 38 % des élèves de seconde BEP en 1998 (au questionnaire 1) et seulement par 25 % d'entre eux un an après (au questionnaire 2) à la question de caractérisation. De plus, nous avons vu que cet élément perdait de son importance dans la question d'évocation. On peut alors attribuer ces différences notables à au moins deux facteurs : d'une part, la population était très hétérogène dans l'enquête INRP, alors que la population concernée ici est homogène et impliquée ; d'autre part, la représentation sociale de l'entreprise évolue dans l'ensemble de la société ce que confirment

des enquêtes régulières sur les représentations sociales de l'économie (Vergès 1995). Cependant l'association d'*usine* pour caractériser l'entreprise reste très présente pour les enseignants.

La relative stabilité, à court terme, des représentations n'exclut donc pas des possibilités de modifications en relation avec l'évolution de l'environnement qui affecteraient d'abord les périphéries dans leur rôle d'intégration des événements nouveaux. C'est ainsi que la question du mot *machine*, faiblement choisi comme caractéristique de l'entreprise, provoque un débat dans un groupe au cours duquel s'instaure un véritable conflit socio-cognitif dont l'enjeu paraît être une tentative de construction de la définition d'entreprise en relation avec *usine* :

...mais la représentation sociale de l'entreprise évolue dans la société...

*"Au plus ça va, au plus ce sont les machines qui font les choses."*

*"Oui c'est caractéristique... Moi je dis plutôt dans les usines, les machines."*

*"Alors pourquoi tu dis que c'est pareil usine et entreprise ?"*

*"Oui mais on a dit grosses entreprises... pour les usines, parce que les magasins c'est petite entreprise."*

*"Oui mais une étiqueteuse c'est quoi ?... C'est une machine."*

*"En général on rapproche pas l'entreprise d'une usine, en général pour nous l'usine c'est par exemple Solac à Fos."*

*"Pour moi c'est pareil sauf que c'est [l'usine] une entreprise plus grosse que les autres."*

Cette dernière proposition est accueillie en silence. Il apparaît maintenant un certain flou sur la définition même de *l'entreprise* et au moins une interrogation sur celle de *machine*. La connaissance est cependant explicite dans le référentiel du pôle économique. Les attentes des enseignants laissent supposer que l'enseignement a été dispensé mais, à l'évidence, le savoir (scolaire) n'est pas encore ancré dans les savoirs des élèves (dans leur système de représentations-connaissances).

...et la tertiarisation de l'économie ajoutée à la formation tertiaire des élèves génère une instabilité de la définition de l'objet dans un contexte économique en mutation...

Nous pouvons alors avancer que la tertiarisation de l'économie et de la société ajoutée à la formation tertiaire de la population scolaire concernée ont généré une ambiguïté de ces éléments. C'est un début d'analyse prototypique qui est réalisée dans les échanges entre élèves avec la recherche d'éléments communs entre une étiqueteuse et une machine ou entre une usine et une entreprise. À titre transitoire, la représentation sociale serait composite et peu stable, donc à la fois mouvante et susceptible de modifications pouvant servir autant d'appuis que d'obstacles aux enseignants pour favoriser l'acquisition de savoirs scolaires utilisables par les élèves en dehors de l'école.

...la définition de l'entreprise est en devenir

#### • *Un service, c'est quoi ?*

Les élèves interrogés se destinent à un métier tertiaire (employé qualifié dans la vente de contact et la vente visuelle

de produits de grande consommation, pour les élèves de BEP VAM qui ont participé aux entretiens) ; ils ne paraissent cependant pas associer la notion de services à une composante de leur futur métier, ni même l'intégrer dans le cadre plus large du domaine économique en mutation.

des services qui caractérisent l'entreprise dans l'école...

Rappelons ici que si le mot est cité au questionnaire 1 en évocation spontanée avec une fréquence significative (mais un rang éloigné), et choisi par 26 % des élèves interrogés ; il s'éloigne ensuite au questionnaire 2 dans les deux cas.

Or les élèves ne semblent pas avoir entièrement construit le sens du mot. En effet, lorsqu'on les interpelle sur le fait que *services* a été faiblement choisi, ils commencent par proposer d'accepter ce mot qui : *"devrait rejoindre le mot commerce comme caractéristique de l'entreprise"*, en le justifiant : *"parce qu'il y a aussi des entreprises de services, y'a pas que des entreprises de commerce qui vendent"* ; et ils nuancent aussitôt : *"pas toutes les entreprises font des services"*. Ils s'excusent enfin de ne pas avoir donné suffisamment d'importance au mot en proposant : *"C'est parce que nous, je pense, on n'y a pas trop recours en fait aux services, peut-être quand on sera plus âgés on aura un peu plus recours aux services donc pour nous ça représentera une plus grande importance"*. Les élèves se réfèrent ici aux services sociaux. On constate alors que si des éléments de connaissances scolaires sont avancés, la définition qui éclaire la réalité des élèves reste issue des savoirs naturels.

...et des services sociaux dans la vie

ce sont les savoirs naturels qui parlent dans l'école

C'est alors la distance des savoirs scolaires aux savoirs naturels qui interpelle dans le contexte scolaire. En effet, une lecture en négatif de ces propos *"met en évidence l'absence de mobilisation de ces élèves sur les savoirs scolaires et même sur les savoirs professionnels"*, comme le constate B. Charlot dans un autre contexte (opus cité, p. 93). Mais une lecture plus positive fait ressortir que la représentation activée est essentiellement constituée de savoirs naturels importés dans l'école ; les élèves *"disent leur vie (leur vérité)"*. Ceci nous semble confirmer l'intérêt de la prise en compte de la signification des objets d'enseignement professionnel pour les acteurs du système éducatif dans le contexte scolaire.

#### • **Et qu'est-ce donc qu'un savoir scolaire ?**

Les enseignants attendent que les élèves aient construit des savoirs scolaires. On peut penser qu'ils envisagent ces savoirs comme des clés de compréhension des situations (scolaires et sociales) pour ces élèves leur permettant une action éclairée. Ils envisagent notamment *travail* et *capital*, *organisation* puis *productivité* qui ne sont pas dans la représentation activée. En écho, nous allons voir ce que répondent leurs élèves dans leurs discours.

Dans un premier temps, lorsque les mots attendus par les enseignants leur sont proposés, les élèves reconnaissent :

*"C'est en fait des mots que, eux [nos professeurs], ils nous apprennent."*

*"Qu'on emploie souvent aussi, parce que bénéfique, investissement on l'emploie toujours et biens et services aussi, surtout pendant les cours de vente."*

*"Parce qu'on fait les cours là-dessus en fait, c'est pour ça que, eux, ils pensent, vu qu'on l'a fait pendant l'année, et bê..., on va raconter tous ces mots."*

dans l'école  
des "mots de  
professeurs"  
pour apprendre...

Ensuite, des commentaires accompagnés de propositions de définitions sont réalisés spontanément à la lecture collective des mots. Pour *capital* les élèves proposent : *"Pour moi capital c'est la somme qu'on investit pour commencer, pour ouvrir une SARL par exemple."*

Si on rapproche cette réponse de celle proposée, à un autre moment des entretiens, pour *travail* : *"Le travail, c'est une activité exercée dans l'entreprise"*, on peut avancer que les deux mots ne sont pas liés par un sens pour les élèves, et que la notion de facteurs de production est occultée.

De même, le mot *organisation* est d'abord contesté : *"C'est pas le premier mot qui me vient si je pense à entreprise"*, puis accepté comme caractéristique de l'entreprise avec une définition proposée : *"Gérer les employés pour savoir ce qu'il faut qu'ils fassent, qu'ils fassent pas autre chose"*. Et plutôt que le mot *organisation*, il est suggéré : *"gestion du personnel et du travail"*, c'est-à-dire *"comment on organise"*. À l'évidence ce n'est pas le savoir scolaire attendu.

Enfin, pour le mot *productivité*, différents essais de définitions sont esquissés. Par exemple, pour un groupe (c'est un raisonnement à voix haute) : *"C'est le fait de produire non ?... C'est pas ça ?"*, *"De faire tourner une entreprise"*, *"Ca fait penser à parts de marché parce que... et concurrence... parce que ça fait quand même partie de la vie de l'entreprise"*.

Pour un autre groupe une discussion s'instaure : *"Nous on a dit production, eux [les professeurs], ils ont plus transformé le mot"*, *"Productivité ça fait mieux que production"*. Un élève fait remarquer que : *"C'est pas complètement la même chose"*, mais les autres ne sont pas d'accord : *"Productivité et production c'est la même chose à part que c'est transformé, c'est plus approfondi, c'est un peu mieux dit"*.

Nous retrouvons ici la transformation parfois profonde que les élèves font subir au savoir enseigné, qui va jusqu'à donner un sens contraire à ce qui est énoncé par le professeur et constitue une des difficultés rencontrées dans la pratique enseignante.

...mais des savoirs  
naturels pour  
comprendre

Les élèves concluent à propos des attentes de leurs enseignants : *"C'est tout à fait ce qu'on a fait en première année"*. L'effet contexte scolaire a alors joué à minima puisqu'ils n'ont pas toujours pensé, dans leurs réponses, à évoquer ou choisir des mots correspondants à des savoirs enseignés. Il reste l'impression d'une difficile coexistence de deux représentations du monde de l'entreprise : le système de la représentation

sociale de l'entreprise construit par les élèves en dehors de l'école d'une part, et d'autre part un savoir "pour l'école" proposé par les enseignants.

Les savoirs scolaires auraient ainsi une légitimité limitée à l'école, alors que la représentation sociale bénéficierait d'une légitimité universelle. Sur l'exemple de l'entreprise en effet, c'est le système "représentation sociale" qui sert aux élèves de grille de lecture des situations et qui est importé et activé en contexte scolaire, – quelque peu enrichi et complexifié par les savoirs acquis au cours de la formation –. Dans les situations d'échanges dans l'école (en situation non didactique), c'est bien la représentation première de l'entreprise qui donne le sens, sous l'impulsion de son système central.

• **Alors, où est-ce qu'on apprend ?**

En année terminale, la présence de l'entreprise se renforce dans la scolarité des élèves de BEP-VAM (au moment de l'enquête). Il s'agit alors d'une formation "en continu" sous la forme de deux périodes de quinze jours et d'une journée par semaine pendant vingt semaines ; c'est dire que nous avons rencontré des élèves imprégnés du contexte de l'entreprise lors des entretiens. Après ce temps d'immersion, les élèves complètent leur choix de mots caractéristiques de l'entreprise par : "lieu de formation (20)", parce que : "C'est sur place qu'on apprend", "Même si on a fait cinq ans d'études c'est pratiquement que de la théorie, faut maintenant la mettre en pratique...".

Nous pensons être ici en présence d'un enrichissement de la représentation qui peut impulser une transformation à partir de pratiques sociales ou de pratiques socio-techniques en relation directe avec l'objet de la représentation. Dans ce cas, il semble que l'événement "l'entreprise lieu de formation" soit perçu comme irréversible pour des élèves qui projettent soit une insertion professionnelle immédiate avec leur BEP, soit une formation vers un baccalauréat professionnel leur permettant de rentrer dans la vie active au bout de deux ans, et plus rarement une poursuite d'études vers un BTS ou une autre orientation.

C'est l'entreprise, donc la vie, qui apprend grâce à l'expérience ; la théorie est opposée à la pratique. Nous retrouvons alors ce que B. Charlot appelle "...l'affirmation, souvent radicale, de la différence entre l'école et l'entreprise" (1999, p. 190). Ceci est conforté par les propos des élèves : "Parce qu'on va faire des trucs en cours qui n'ont rien à voir avec ce qu'on va faire en entreprise. Par exemple en vente... on nous apprend à tout faire, le client tout ça, on nous apprend pas par exemple la vitrine. On va arriver dans un petit commerce, le

la théorie  
est opposée  
à la pratique

pour apprendre,  
la place  
de l'école (et des  
enseignants) est  
relativisée au profit  
de l'entreprise  
formatrice

(20) Cette expression, proposée à la question de caractérisation, a été choisie par 9 % des élèves au questionnaire 2. À ce moment, les élèves avaient seulement réalisé un stage de sensibilisation de 2 ou 3 semaines.

*patron, il va nous dire : "bon faites la vitrine, vous avez dû l'apprendre en cours", bê non, alors forcément il va falloir qu'il nous forme... donc c'est un lieu de formation".*

Dans ce dernier cas le statut du tuteur en entreprise se rapproche de celui de l'enseignant. Il est reconnu par l'élève comme formateur ; le savoir acquis à l'école est alors mis à distance, au moins relativisé. C'est donc à nouveau la question de la place et du rôle de l'école dans l'enseignement professionnel sous pilotage scolaire qui est posée, et le statut de savoir scolaire qui est interrogé.

### **PERSPECTIVES POUR DES RECHERCHES EN DIDACTIQUE DES ENSEIGNEMENTS PROFESSIONNELS TERTIAIRES**

Au moment où "à l'utopie de l'humanisme technique formant l'homme, le travailleur et le citoyen, succède une autre utopie, celle de l'entreprise formatrice" (Brucy 2000, p. 19) – et à un moment où les enjeux sont forts pour le système français d'enseignement professionnel, notamment dans les enseignements professionnels tertiaires – la nécessité d'études et de recherches ne fait que croître. Dans cette perspective, il semble important de multiplier des travaux de didactique, susceptibles d'apporter des éclairages dans ce domaine partiellement spécifique, "moins questionné par les chercheurs".

éclairer le travail  
des enseignants ...

Nous avons tenté de montrer que la théorie structurale des représentations permet d'identifier un système représentationnel, et que sa connaissance peut éclairer le travail des enseignants. Dans le cadre de recherches finalisées par l'enseignement et la formation (ici dans l'enseignement professionnel tertiaire), il y aurait donc à mener pour chaque type d'objet scolaire (issus de savoirs en gestion de l'entreprise, en droit et économie ainsi que sur des pratiques socio-techniques), des études sur d'éventuels obstacles ou appuis repérés dans le système de représentations-connaissances en contexte scolaire. Les enseignants pourraient alors bénéficier de cet éclairage pour élaborer des stratégies didactiques potentiellement plus efficaces, capables de structurer les apprentissages en s'appuyant sur la dialectique de l'alternance sous pilotage scolaire (21).

---

(21) Une recherche en cours s'intéresse aux effets de structurations générés par les stages en entreprise dans la formation et dans l'enseignement des professeurs de lycée professionnel tertiaire (INRP et IUFM d'Aix-Marseille).

...viser une  
meilleure  
efficacité de  
l'enseignement-  
apprentissage,  
sur l'entreprise en  
lycée professionnel  
tertiaire, par la prise  
en compte des  
savoirs préalables  
des élèves...

...pour les former  
à l'action  
dans l'entreprise  
et dans la vie  
de citoyen

À la lecture de nos résultats, – et si l'on se réfère à des indicateurs d'acquisition par les élèves d'objets de savoirs scolaires proposés par les enseignants –, on peut s'interroger sur l'efficacité du processus d'enseignement-apprentissage. Les uns exerçant leur métier d'enseignant et les autres leur "métier d'élève" (Perrenoud 1995, Léziart 1995), on a parfois l'impression de la coexistence de deux univers faiblement interconnectés, voire d'un jeu de dupes où chacun s'accommoderait des malentendus tissés dans des situations didactiques et non didactiques. Ces stratégies d'évitement confirmeraient celles déjà analysées, notamment auprès des élèves des lycées professionnels (Charlot 1999).

Comment peut-on contribuer à accroître l'efficacité de l'enseignement de l'entreprise en lycée professionnel tertiaire ? L'une des réponses consiste à proposer la prise en compte des savoirs préalables des élèves et des éléments de représentation sociale qui les structurent, puisque l'on sait que les élèves sont des sujets sociaux qui ont inéluctablement une représentation sociale de l'entreprise dont ils "importent" des éléments en contexte scolaire. Les stratégies didactiques des enseignants concernés peuvent-elles faire l'économie de la prise en compte de ces savoirs préalables s'ils souhaitent se donner les moyens des objectifs qui sont assignés à l'enseignement professionnel tertiaire : faire acquérir de savoirs scolaires et professionnels, mais aussi des outils pour éclairer l'action dans l'entreprise et dans la vie de citoyen ?

Alain LEGARDEZ  
Nicole LEBATTEUX  
IUFM d'Als-Marseille  
CIRADE – Université de Provence

## BIBLIOGRAPHIE

- ABRIC, J.C. (1994). *Pratiques sociales et représentations*. Paris : PUF.
- ABRIC, J.C., TAFANI, E. (1995). Nature et fonctionnement du noyau central d'une représentation sociale. La représentation de l'entreprise. *Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale* n° 28.
- ASTOLFI, J.P. (1997). *L'erreur, un outil pour enseigner*. Paris : ESF.
- AUDIGIE F., CHATEL, E. et alii (1987). Entreprise et représentations. *Rencontres Pédagogiques* n° 14. Paris : INRP.
- BEITONE, A., LEGARDEZ, A. (1995). Enseigner les sciences économiques. Pour une approche didactique. *Revue française de Pédagogie*, 112.
- BEITONE, A., LEGARDEZ, A. (éd.) (1997). *Travaux en didactique des sciences économiques et des sciences sociales*. Publications de l'Université de Provence.
- BROUSSEAU, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques, *Recherches en didactique des mathématiques* 7/2, La Pensée sauvage. Repris In Brun J. (dir.) (1996) *Didactique des mathématiques*. Neuchâtel : Delachaux-Niestlé.
- BRUCY, G. (1998). *Histoire des diplômes de l'enseignement technique et professionnel (1880-1965), l'Etat, l'école, les entreprises et la certification des compétences*. Paris : Belin.
- BRUCY, G., TROGER, V. (2000). Un siècle de formation professionnelle en France : la parenthèse scolaire ?, *Revue Française de Pédagogie*, 131.
- CHARLOT, B., (1997). *Du rapport au savoir, éléments pour une théorie*. Anthropos.
- CHARLOT, B., (1999). *Le rapport au savoir en milieu populaire*. Anthropos.
- CHAZALON, D. et alii (GREG), (1998). L'entreprise : un même objet d'enseignement en Économie-Gestion et en SES, communication au colloque, publiée dans les *Actes "Recherche et formation des enseignants"*. IUFM de Grenoble.
- CHAZALON, D. et alii (GREG), (2001). Savoirs préalables et représentations sociales sur l'entreprise en économie-gestion. *Tertiaire*, 95.
- CHEVALLARD, Y. (1991). *La transposition didactique : du savoir savant au savoir enseigné*. La Pensée Sauvage (1<sup>re</sup> éd. 1985).
- COHEN, E. (1989). Épistémologie de la gestion. In Joffre P., Simon Y. (dir.). *Encyclopédie de la gestion*. Economica, T.1.
- DEVELAY, M. (1997). Origines, malentendus et spécificités de la didactique. *Revue Française de Pédagogie*, 120.
- FLAMENT, C. (1994). Structure, dynamique et transformation des représentations sociales. In Abric J.C. *Pratiques sociales et représentations*. Paris : PUF.
- GEAY, A., SALLABERRY, J.C. (1999). La didactique en alternance ou comment enseigner l'alternance ? *Revue Française de Pédagogie* n° 128.
- GINESTIÉ, J. (1999). *Contribution à la constitution de faits didactiques en éducation technologique*, HDR, Université de Provence.

- JODELET, D. (éd.) (1994). *Les représentations sociales*. Paris : PUF. (1<sup>re</sup> éd., 1989).
- JOHSUA, S., DUPIN, J.J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris : PUF.
- JOSHUA, S. (1996). Le concept de transposition didactique n'est-il propre qu'aux mathématiques ? In Raisky C., Caillot M. (éds). *Au delà des didactiques, le didactique*. Bruxelles : De Boeck.
- LEBATTEUX, N. (2000). *L'utilisation de l'analyse des représentations sociales en didactique des enseignements professionnels tertiaires. L'exemple de l'entreprise en lycée professionnel*, DEA (A. Legardez, dir.). Université de Provence.
- LEBEAUME, J. (2001). Pratiques socio-techniques de référence, un concept pour l'intervention didactique : diffusion et appropriation par les enseignants de technologie. In Mercier A., Lemoyne G., Rouchier A. (éd.). *Le génie didactique*. Bruxelles : De Boeck.
- LEGARDEZ, A. (1998). Représentations sociales et recherches socialement finalisées par la formation. L'exemple des disciplines économiques, sociales et de gestion. In *Actes du colloque "Recherche et formation des enseignants"*, Grenoble.
- LEGARDEZ, A. (2001a). *La didactique des sciences économiques et sociales ; bilan et perspectives*. Publications de l'Université de Provence.
- LEGARDEZ, A. (2001b). La transposition didactique, quand même ; l'exemple des questions socialement vives. In *Actes du colloque "Les politiques des savoirs"*, Lyon 2.
- LEGARDEZ, A. et alii (2000), Enquête sur l'incertitude dans les représentations sociales des jeunes européens. In *Actes de la 13<sup>e</sup> Conférence de l'AEEE, Milan, 8/2000*.
- LEGARDEZ, A., ALPE, Y., LEBATTEUX, N. et alii (2001). La construction des objets d'enseignements scolaires sur des questions socialement vives : problématisation, stratégies didactiques et circulation des savoirs, *communication au 4<sup>e</sup> colloque AECSE "Actualité de la recherche en éducation et formation"*, Lille 9/2001.
- LÉZIART, J. (1995). *Le métier de lycéen et d'étudiant ; rapport aux savoirs et réussite scolaire*. L'Harmattan.
- MARTINAND, J.L. (1986). *Connaître et transformer la matière*. Berne : P. Lang.
- MARTINAND, J.L. (2001). Pratiques de références et problématique de la référence curriculaire. In Terisse A. (éd.). *Didactique des disciplines. Les références au savoir*. De Boeck.
- MOLINER, P. (1996). *Images et représentations sociales*. Grenoble : PUG.
- PASTRÉ, P. (1999). La conceptualisation dans l'action : bilan et nouvelles perspectives, *Education Permanente*, 139, p. 13-35.
- PERRENOUD, P. (1995). *Métier d'élève et sens du travail scolaire*. Paris : PUF (1<sup>re</sup> éd., 1989).
- RAISKY, C. (1996). Doit-on en finir avec la transposition didactique ? Essai de contribution à une théorie didactique. In Raisky C., Caillot M. (éds). *Au-delà des didactiques, le didactique. Débats autour de concepts fédérateurs*. Bruxelles : De Boeck.

RAISKY, C., CAILLOT, M. (éds) (1996). *Au-delà des didactiques, le didactique. Débats autour de concepts fédérateurs*. Bruxelles : De Boeck.

*Revue Française de Pédagogie*, 128 (1999), dossier "L'alternance pour une approche complexe".

*Revue Française de Pédagogie*, 131 (2000), dossier "Les formations professionnelles entre l'école et l'entreprise".

ROPÉ, F., TANGUY, L. (dir.) (1994). *Savoirs et compétences, l'usage de ces notions dans l'école et l'entreprise*. L'Harmattan.

ROUQUETTE, M.L., GUIMELLI, G., (1994). Sur la compétence sociale, l'histoire et le temps. In Guimelli C. (éd.), *Structures et transformations des représentations sociales*. Neuchâtel : Delachaux-Niestlé.

ROUSSIAU, N., LE BLANC, A. (2001). Représentations sociales du travail et formations scolaires ou professionnelles des lycéens : approche comparative. *L'orientation scolaire et professionnelle*, 30, 1.

SIMONNEAUX, L. (2000). Identité disciplinaire et opinion vis-à-vis des savoirs biotechnologiques d'enseignants en sciences humaines et d'enseignants en sciences et techniques. *Aster*, 30.

TANGUY, L. (2000). Histoire et sociologie de l'enseignement technique et professionnel en France : un siècle en perspective. *Revue Française de Pédagogie*, 131.

TROGER, V. (2000). Introduction au dossier sur les formations professionnelles entre l'école et l'entreprise. *Revue Française de Pédagogie*, 131.

VERGÈS, P. (1989). Les représentations sociales de l'économie : une forme de connaissance. In Jodelet D. *Les représentations sociales*. Paris : PUF (2<sup>e</sup> éd., 1994).

VERGÈS, P. (1992). L'évocation de l'argent : une méthode pour la définition du noyau central. *Bulletin de Psychologie XLV*, 405, 203-209.

VERGÈS, P. (1994). Approche du noyau central : propriétés quantitatives et structurales. In Guimelli C. (éd.). *Structure et transformations des représentations sociales*. Neuchâtel : Delachaux-Niestlé.

VERGÈS, P. (1995). L'évolution des représentations économiques des jeunes français de la sixième à la terminale. In *Actes de l'Université d'été sur la didactique des SES : aspects français et étrangers*. CERPE-MEN, miméo.

VERGÈS, P. (1996). Éléments pour une intégration des représentations sociales de l'économie dans l'enseignement. In *Actes des 1<sup>res</sup> Journées de didactique des Sciences Économiques et Sociales*. IUFM d'Aix-Marseille, miméo.

VERGÈS, P. (2001). L'analyse des représentations sociales par questionnaires. *Revue Française de Sociologie*, 42, 3.

VERGÈS, P., ALBERTINI, J.M., LEGARDEZ, A. (1995). *Mental representations of the economy : a key factor in economic progress, French report*. CNRS.