

# Des études didactiques pourraient-elles aider l'enseignement des savoirs professionnels ? Le cas des mathématiques dans les pratiques professionnelles

**Alain MERCIER**

IREM d'Aix-Marseille, Faculté des Sciences,  
Case 901, Route Léon Lachamp  
13288 Marseille cedex 09, France

CIRADE, Université de Provence,  
Chemin de la Frescoule Bt 2  
13127 Vitrolles, France

## **Résumé**

*Cet article propose une première approche théorique d'un problème qui est usuellement posé et résolu dans l'action : la définition des enseignements généraux nécessaires à un enseignement professionnel donné. La notion d'instrument y est travaillée dans l'intention de montrer comment les savoirs mathématiques s'inscrivent dans un artefact pour devenir transparents à leurs utilisateurs<sup>1</sup>. La notion **d'enquête sur les mathématiques instrumentales d'une pratique professionnelle** pourrait ainsi aider à re-problématiser les rapports de l'enseignement disciplinaire à la formation professionnelle.*

**Mots clés :** *savoirs professionnels, pratiques mathématiques, activité instrumentée, artefact mathématique, transposition didactique.*

1. Il reprend un travail engagé depuis deux ans dans le cadre du groupe "didactique professionnelle" du Groupement de Recherche Didactique.

### **Abstract**

*This paper offers a theoretical approach to a problem which is usually raised and solved pragmatically. This problem is the definition of which subject matters are necessary for a given case of professional training. The implementation of a mathematical technique is analysed in order to show how mathematical knowledge is part and parcel of an artefact, so as to become invisible for its users. This amounts to inquiring how the above mentioned "implementation of mathematical techniques in professional practice" might thereby help to transform the pragmatic problem into a theoretical one. We will demonstrate the connections between subject matter teaching and professional training.*

**Key words** : *implementation of mathematical techniques, instrumented activity, mathematical artefact, didactic transposition theory.*

### **Resumen**

*Este artículo propone un primer enfoque teórico de un problema frecuentemente planteado y resuelto en la acción : la definición de la base general de conocimientos que se deben enseñar en el marco de una formación técnica dada. Se trabaja la noción de instrumento con la intención de mostrar cómo los conocimientos matemáticos son presentados como un artefacto para que parezcan transparentes a los que los utilizan. La noción de encuesta sobre las matemáticas instrumentales para una práctica profesional podría así ayudar a re-problematizar las relaciones entre la enseñanza de la disciplina y la formación profesional.*

**Palabras claves** : *conocimientos profesionales, práctica matemática, actividad instrumentalizada, artefacto matemático, transposición didáctica.*

Cet article propose, sur quelques études de cas, de tester le cadre théorique de la didactique des mathématiques comme un outil apte à problématiser des questions venues des enseignements professionnels. L'approche n'a qu'une valeur exploratoire et les conclusions proposées ne sont encore que des conjectures.

Lorsque l'on cherche à poser un problème de formation professionnelle dans le cadre d'une école professionnelle, l'identification des besoins en savoirs qui doivent être satisfaits pour une pratique professionnelle de référence est première. La "formation sur le tas", organisée dans le cadre de l'ancienne institution de "l'apprentissage", peut se réaliser par frayage avec un professionnel confirmé qui "représente" les gestes du métier lorsque le sens de ces gestes est immédiatement accessible à l'apprenti. En revanche, "l'enseignement scolaire" organisé dans le cadre d'une "école", doit se réaliser par le moyen d'un enseignant : celui-ci professe, c'est-à-dire qu'il tient "discours" sur le savoir. Un enseignement de type scolaire n'est organisé que dans les cas où les savoirs que manifestent les gestes du métier sont tels, que leur sens

n'est pas autrement accessible à l'élève. C'est le cas exemplaire des savoirs mathématiques, qui ne s'apprennent pas en regardant faire un mathématicien, même s'il commente son activité : il y faut, au moins, un cours, et les exercices associés...

Cependant, de l'une à l'autre position, la différence peut être bien mince. Les mathématiques connues des titulaires d'un diplôme de fin d'études primaires suffisaient aux besoins mathématiques de la grande majorité des "apprentis" jusqu'il y a un demi-siècle, car la plupart des objets techniques usuels étaient fondés sur des principes mécaniques inscrits dans des systèmes dont le fonctionnement relevait de la loi des leviers et parfois d'un peu de chimie ou d'électricité pratiques. Et si, de longue date déjà, les écoles d'ingénieurs avaient rencontré le problème de la formation mathématique de leurs élèves, la question se pose aujourd'hui au niveau de toute une classe d'âge.

Trois exemples serviront de point d'appui au travail présenté. Les deux premiers montrent ce qu'ont pu être, dans des cas de la vie sociale courante, des besoins en mathématiques et les conditions de leur évolution. Le dernier propose une analyse d'un outil de calcul actuel et commence une analyse de sa présence dans un enseignement professionnel particulier.

## 1. QUELS BESOINS EN MATHÉMATIQUES POUR L'EXERCICE D'UN MÉTIER ?

### 1.1. Le compte des sardines tel que le réalisaient les pêcheurs bretons pour les conserveries, au début du siècle

Dans les conserveries de sardines et jusqu'après la Première Guerre mondiale, selon un travail de Phanette de Bonnault-Cornu et Roger Cornu (1991), le paiement des sardines se fait au "grand mille" ou "millier grand compte" qui, enquête faite, correspond selon les ports des côtes atlantiques à 1 050 ou 1 250 sardines. Le principe remonte à un système de compte du XV<sup>e</sup> siècle dont ce "mille" est le premier maillon, les presses pour le séchage des sardines et harengs mis en tonneau pressant deux milles en "rondelles" de 2 500 pièces, huit rondelles constituant un "tonneau". On retrouve ces mêmes comptes en 1855, la rondelle s'appelant alors "baril".

Or, les pêcheurs bretons interrogés sur le comptage des sardines racontent qu'ils livraient à l'usine le produit de leur pêche sous la forme de "paniers" : la constitution d'un panier repose sur le "lance", une poignée de cinq sardines ; pour chaque lance du panier de livraison, on met une sardine témoin dans un deuxième panier et pour chaque lance du panier témoin, on met une sardine témoin dans un troisième panier. Sachant que cinq paniers faisaient un mille, le comptage peut être reconstitué : le panier de livraison est rempli lorsque l'on a trois sardines et un lance dans le troisième panier témoin. On a en effet compté... en base cinq, (1300<sub>5</sub>) sardines ! Soit  $5.5^3 + 3.5^2 + 0.5^1 + 0.5^0 = 125 + 3.25 = 125 + 75 = 200$  sardines.

Cinq paniers auraient donc très exactement fait un mille si les paniers témoins n'avaient servi ensuite, décalés d'un rang, de paniers de livraison. Les paniers contiennent bientôt  $(3 + 5) + (0 + (3+5).5) + (0 + (0 + (3 + 5) .5).5) = 8 + 40 + 200 = 248$  sardines, car 48 sardines sont manipulées pour le comptage des 200 sardines du panier précédent !

A Belle-Ile-en-Mer au moins, la coutume veut que l'on rajoute deux poissons, en criant : "et de deux poissons !", puis les paniers sont livrés par deux, en échange d'un jeton : cinq "jets" comptent pour un baril de deux "grands milles". Les ouvrières des conserveries revendiquent en 1905, le "travail à l'heure" en remplacement du "travail au mille", parce que cette dernière technique les amenait à préparer plus de poissons que ceux pour lesquels elles étaient payées : les conserveurs avaient repris les techniques de compte des presseurs, cinq paniers pour un mille.

Nous avons ici une description des pratiques sociales comprenant des mathématiques qui va nous servir de modèle - de métaphore - dans l'étude générale des pratiques professionnelles nécessitant des mathématiques et des questions didactiques associées. Le système des **paniers**, associé au geste de fabrication du **lance** de cinq sardines, compte en fait pour le pêcheur les mille sardines qu'il doit compter. Mais **le pêcheur lui-même ne sait pas compter mille** : accepterait-il autrement d'ajouter les poissons servant au compte, produisant ainsi des "milles" de 1 250 sardines ?

Les ouvrières en revanche, vers 1905, commencent à compter des milliers qui ne sont pas les "milles" de la pratique des pêcheurs : elles revendiquent d'être payées pour le nombre effectif de sardines qu'elles travaillent. Leur compte s'est séparé de la "technique" précédente qui s'inscrivait dans un ensemble de **gestes** commandé par un **dispositif** comprenant à la fois des objets - le système de la file des paniers - et des parties du corps - le système des mains qui attrapent le lance et le témoin (Schlanger, 1991). Nulle mathématique visible pour le pêcheur : **le compte est inscrit dans la tradition du geste qui le reproduit**. Mais l'école et l'enseignement du système métrique ont montré aux ouvrières des conserveries l'écart qui se creuse, du pêcheur qui utilise son corps comme outil pour produire des "milles", à l'industriel qui divise le travail et fait mettre en boîte des sardines par milliers.

**Le changement technique révèle les mathématiques cachées dans la pratique technique ordinaire.**

## **1.2. Le calcul par les épiciers du prix des légumes servis, jusque dans les années 1980**

Les épiciers ont utilisé jusque dans les années 1980 des **balances à abaque** qui leur permettaient de donner instantanément le prix à payer sans que le client n'arrive à le vérifier, et ils ont rendu la monnaie par un **surcomptage** qui donnait au client un excellent contrôle de l'opération, rétablissant par là la confiance nécessaire à l'instauration d'une relation durable.

La balance se composait d'une longue aiguille dont l'extrémité indiquait le poids en décigrammes sur une graduation d'un kilo. Cette aiguille se déplaçait devant un tableau gradué en cases par des rayons tracés tous les cinquante grammes et une série de cercles concentriques : les cases étaient colorées alternativement en vert et blanc et en quinconce, chaque ligne colorée ainsi définie correspondant à un "prix à payer", inscrit en petits caractères dans les cases. L'aiguille elle-même portait une graduation en "prix au kilo" allant de 10 centimes à 10 francs. Ainsi, 240 grammes de fraises à 7,30 francs au kilo valaient 1,70 franc (1,752 arrondis par défaut) ou 1,80 (en arrondissant par excès) : cela se lisait d'un seul coup d'œil. Point de mathématiques dans cette machine à montrer des produits !

Pour qui paie de cinq francs, le compte de la monnaie accompagne la manipulation des pièces : "Un soixante-dix et dix, un quatre vingts... et vingt, deux francs... et trois francs qui font cinq" ; nul besoin de dire combien lui a été rendu : le compte y est.

Mais les prix ont augmenté, et l'affaire s'est compliquée ; pour un prix de 23,50 francs le kilo de fraises, il faut lire la graduation en face de 3,50 francs au kilo : 0,84 franc, et il faut ajouter deux fois l'indication pour 10 francs au kilo ou mieux, dix fois l'indication pour 2 francs :  $2,40 \times 2$  ou  $0,48 \times 10$ , soit 4,80 francs. L'épicier traditionnel apprend progressivement à réaliser ce type de calcul, au fur et à mesure de l'augmentation des prix ; on peut le voir additionner directement les deux indications pertinentes de l'abaque : il les pointe du doigt. Il marmonne : " $4,80 + 0,84 = 5,64$ " ; et il écrit le prix à payer. Mais le nouveau venu doit apprendre d'un coup, de telle manière qu'il puisse se fier à son calcul, des stratégies de calcul qui ne s'enseignent pas à l'école et que personne ne peut expliciter comme "le savoir mathématique pertinent du métier d'épicier". Or, qui ne réalise pas ce calcul "de tête" doit écrire deux nombres sur la liste des prix, ne peut plus vérifier qu'il a tout compté en comparant le nombre d'écritures au nombre d'articles qu'il donne au client, ne dispose plus de l'information "prix des fraises achetées", qui intéresse son client. Enfin, le prix prohibitif d'une table de valeurs et d'une aiguille garanties par le service des poids et mesures emporteront la décision : les épiciers français s'équiperont tous ensemble de pesons électroniques réalisant le calcul du prix à payer aussitôt frappé le prix au kilo.

Ici encore, **le compte était inscrit dans l'articulation traditionnelle d'un geste du corps avec un dispositif technique**. Les conditions techniques ayant changé, il est devenu plus économique d'abandonner le procédé tout entier et d'apprendre l'usage du peson électronique. C'est **un outil technique incorporant plus de mathématiques, pour mieux démathématiser le geste pratique** : mais le compte est toujours inscrit dans l'articulation d'un geste démathématisé avec un dispositif cristallisant des mathématiques en un outil.

### 1.3. L'usage des tables de l'INRA pour l'alimentation des vaches laitières par les techniciens agricoles, aujourd'hui

Dans les écoles techniques agricoles, depuis les lycées où l'on prépare du CAPA au BTA<sup>1</sup>, jusqu'aux écoles qui recrutent sur concours des élèves venus de "Sup Bio", les enseignants en élevage emportent avec eux un petit livre rouge intitulé *Tables de l'alimentation des Bovins, Ovins et Caprins*. Cet ouvrage s'annonce comme un "Aide-Mémoire" de poche qui doit prolonger sur le terrain à la fois l'ouvrage de référence où la théorie de l'alimentation des ruminants est exposée et le logiciel de calcul correspondant. Ces trois éléments sont diffusés par l'INRA<sup>2</sup>, leur dernière mise à jour date de 1988. L'aide-mémoire nous intéresse seul, c'est aujourd'hui encore le dispositif dont l'usage signe la maîtrise des techniques de l'alimentation. Dans les formations initiales comme dans les formations continues, le calcul d'une alimentation équilibrée est le point d'achoppement essentiel ; il est décrit aussi bien par G. Frossard, chercheur à l'INRAP<sup>3</sup> de Dijon (Frossard, 1985), que manifesté dans l'aide-mémoire par l'insistance à montrer des exemples de calcul pratique.

Les principes de l'alimentation des vaches laitières sont exposés dans les pages 7 à 12, les tables pages 13 à 23 : on trouve alors page 16, tableau 1.4, "*exemple de rationnement*" pour un troupeau de vaches adultes en milieu de lactation ; page 19, tableau 1.7, "*exemples de calcul de complémentation minérale de quelques rations de base usuelles pour des vaches laitières en production*"; pages 22 et 23, tableau 1.12, "*exemple de rationnement en début de lactation (12 premières semaines)*" pour un troupeau de vaches adultes de 650 kg produisant dix kg de lait au pic de production, où l'on expose une conduite d'alimentation semaine par semaine ; ce qui fait quatre pages d'exemples, mais pas une seule formule générale ! Quatre-vingt-dix pages, en fin d'ouvrage, sont occupées par une table de valeur nutritive de 714 types de végétation fourragère (fraîches, ensilées, sèches), tubercules, céréales, graines, etc. : c'est l'information essentielle.

Pour sa part, l'ouvrage de zootechnie à usage didactique, édité chez Foucher-INRAP (Gadoud et al., 1992) à l'attention des techniciens supérieurs, n'est pas moins embarrasé : sur quarante pages d'exposé, un encadré en petits caractères (les nombreux "*approfondissements*" proposés sont ainsi présentés) pour une "*méthode générale*" où l'on apprend que le problème relève d'un système de plusieurs équations à plusieurs inconnues dont le cas le plus simple est seul exposé :

$$\begin{aligned}x \text{ VEF} + y \text{ VEC} &= \text{CI} \\x \text{ UFF} + y \text{ UFC} &= \text{ARUF}\end{aligned}$$

où  $x$  et  $y$  sont les quantités de fourrage et de concentré mesurées en MS (kg de matière sèche), CI est la capacité d'ingestion, VEF est la valeur d'encombrement du fourrage, VEC est la valeur d'encombrement du concentré ( $\text{VEC} = \text{Sg} \cdot \text{VEF}$ ), Sg est le taux de substitution global, UFF est la valeur UFL<sup>4</sup> du

1. CAPA : Certificat d'Aptitude Professionnelle Agricole, BTA : Brevet de Technicien Agricole.
2. Institut National de Recherche Agronomique.
3. Institut National de Recherches et d'Applications Pédagogiques.
4. UFL : unité de mesure de la valeur nutritive d'un fourrage donné, dans le cas de vaches laitières en période de lactation.

fourrage par kg de MS, UFC est la valeur UFL du concentré par kg de MS, ARUF est l'apport recommandé en UFL ( $ARUF = BES + I$ ), BES sont les besoins énergétiques pour l'entretien de l'animal et la production de lait envisagée par l'éleveur, I est un facteur de correction des besoins tenant compte de l'effet dépressif sur la consommation de MS dû à l'interaction fourrage-concentré. La difficulté vient de ce qu'en fait, Sg et I sont des fonctions de x et de y... d'où les "tableaux de correction" pour qui utilise les "équations simplifiées" où I et Sg sont supposés constants. Deux organigrammes proposent enfin "la marche à suivre pour le calcul des rations" et "le calcul des rations" dans les cinq cas de figure courants, avec exposé d'un exemple... puis, discussion de la méthode et exposé d'une méthode pratique de conduite approchée du rationnement d'un troupeau. Comment pratique-t-on ce calcul : quels sont les gestes réalisés, à quels dispositifs sont-ils associés et pourquoi les "tables de calcul" suscitent-elles l'embarras général ? L'ouvrage didactique n'en montre pas grand'chose.

Explorons les organisations de gestes possibles et les aides que l'on peut produire pour leur stabilisation telles que l'aide-mémoire professionnel en rend compte (pour prendre le point de vue de la pratique professionnelle, nous ne considérerons pas les descriptions à usage didactique).

Le premier tableau, intitulé 1.1, donne les besoins alimentaires totaux (entretien et production) des laitières adultes de 600 kg, en énergie (UFL), azote (PDI) et minéraux (Ca et P). Des formules rendraient compte du calcul :

$$UFL = 1,4 + 0,006 PV + 0,44 (1 + 0,015 (t - 0,040)) L$$

$$PDI = 0,095 + 0,0005 PV + 0,048 (1 + 0,015 (t - 0,040)) L$$

$$P = 0,000045 PV + 0,0017 (1 + 0,015 (t - 0,040)) L$$

$$Ca = 0,00006 PV + 0,0035 (1 + 0,015 (t - 0,040)) L$$

Les mesures de poids sont en kg. PV est le poids vif de l'animal, L sa production quotidienne de lait, t le taux butyreux du lait produit. Les différents besoins sont donnés en fonction de la production laitière observée. Le tableau 1.2 donne une évaluation de la production de lait permise par un fourrage d'encombrement et de valeur énergétique connus. Le calcul effectif se réalise sur la base des données de cette table pour le fourrage dominant, mais ici encore une formule dépendant d'un paramètre nous aurait tout aussi bien renseignés.

Le tableau 1.3 donne les valeurs des variables de la table 1.2 sur les différents types de fourrages dont les vaches peuvent disposer ; il donne à nouveau les quantités ingérées et le lait permis par ces fourrages, rendant le tableau précédent inutile dans le cas où l'on ne proposerait que ce seul aliment.

Le tableau 1.4 donne un exemple du calcul standard du rationnement, mené pas à pas et commenté en chacun des quatre points qu'il comporte, suivi de la vérification indispensable au professionnel.

Le procédé didactique est connu, il consiste à montrer le geste professionnel quotidien, autant de fois qu'il est nécessaire puisque le temps de l'apprentissage n'est pas compté lorsqu'il s'agit d'un apprentissage par frayage. Il n'y a donc pas de leçon, mais un commentaire du geste. Ainsi, les

calculs ne sont ni indiqués ni présentés ; leur résultat est donné, puis la réponse que le résultat apporte est commentée : ce tableau commenterait tout aussi bien les écrans successifs de l'ordinateur.

On en déduit que ce qui n'est pas dans l'aide-mémoire, c'est l'instrument de production du résultat : que ce soit une machine, son logiciel et les entrées qu'elle nécessite ou que ce soit un opérateur, ses décisions et ce qu'il écrit d'une série de calculs. *"Le corps humain est le premier et le plus naturel instrument de l'homme. Ou plus exactement, sans parler d'instrument, le premier et le plus naturel objet technique -et en même temps moyen technique- de l'homme, c'est son corps"*, écrit M. Mauss (1936). Avec Vygotsky (1930), P. Moumoud (1970), P. Rabardel et P. Vérillon (1985), nous dirons que l'instrument est *"l'ensemble des gestes d'usage"* d'un dispositif technique. Avec Chevallard (1991), nous insisterons sur le fait que l'instrument est socialement déterminé, qu'il ne trouve de lieu où naître que dans une institution où il se stabilise, comme *"rapport institutionnel à un objet technique complexe"*. Les tableaux sont la partie visible d'un dispositif qui comprend par exemple des moyens de mémorisation et de traitement de données : dispositifs et gestes d'écriture et de calcul.

Nous n'irons pas plus loin dans la description de l'instrument traditionnel des techniciens agricoles, dans la mesure où ce que nous en avons montré suffit à notre propos. L'enseignement de l'usage de ces tableaux fait problème, c'est ce type de problème que nous cherchons à poser. Peut-on faire une théorie de cet usage - ce sera ici dans le sens étymologique, une suite discursive organisée selon une raison interne<sup>1</sup> - c'est-à-dire organiser l'usage en une suite de gestes qui font sens chacun pour soi, exercer des élèves à ces gestes partiels ? Doit-on organiser dans l'école même les conditions du frayage, organiser l'enseignement du savoir opératoire d'un métier sur le modèle de la transmission traditionnelle des instruments de la profession ?

## **2. QUELLE FORMATION MATHÉMATIQUE ENSEIGNER POUR SATISFAIRE DES BESOINS PROFESSIONNELS ?**

### **2.1. Savoirs disciplinaires et activités instrumentées : la croix des mélanges, un problème de transposition didactique**

L'embaras constaté des ouvrages d'enseignement à l'intention des techniciens agricoles peut trouver une explication dans le fait que *"les pratiques professionnelles de référence"* (Martinand, 1984, 1985) du rationnement des vaches laitières ne sont pas visiblement des pratiques nécessitant des savoirs mathématiques : les mathématiques utilisées relèvent de la culture de l'école primaire traditionnelle, qui va de soi pour tout technicien de cinquante ans et plus : c'est la sienne et celle de ses parents. L'exemple général est celui d'une résolution de problème par étapes, correspondant à des unités de sens produites par la connaissance préalable du domaine de réalité dans lequel le problème se pose ; cette pratique de résolution s'est perdue avec la dispari-

---

1. Rey A. (Dir.) (1992). *Dictionnaire historique de la langue française*. Paris, Le Robert.



tion de l'enseignement systématique des "problèmes d'arithmétique pratique". Les ingénieurs et techniciens de l'INRA ont pourtant choisi de s'appuyer sur ce type de pratique, qui aurait pu être remplacée par la mise en équation du problème et son traitement algébrique dans le cadre d'un modèle global.

Seulement, là où la culture mathématique du Certificat d'Études Primaires pouvait suffire à donner du sens à l'usage des tables tel qu'il est présenté dans le tableau 1.4 de l'aide-mémoire professionnel, la culture mathématique que donne un Baccalauréat Scientifique, ou celle que les enseignements disciplinaires des BTS<sup>1</sup> agricoles se proposent de produire, suffit à peine à donner du sens aux pratiques algébriques substitutives. Le hiatus fait que "la profession", c'est-à-dire les techniciens installés, n'y reconnaissent plus les instruments professionnels qu'ils animent traditionnellement.

On trouve alors dans la noosphère des didacticiens pour négocier des instruments intermédiaires, c'est ainsi qu'une équipe d'enseignants de mathématiques et de zootechnie se réunit pour remettre au goût du jour un dispositif arithmétique antique, mais enseignable à des élèves de CAP ou de BEP<sup>2</sup> agricoles sans culture arithmétique : "la croix des mélanges" (Frossard, 1991).

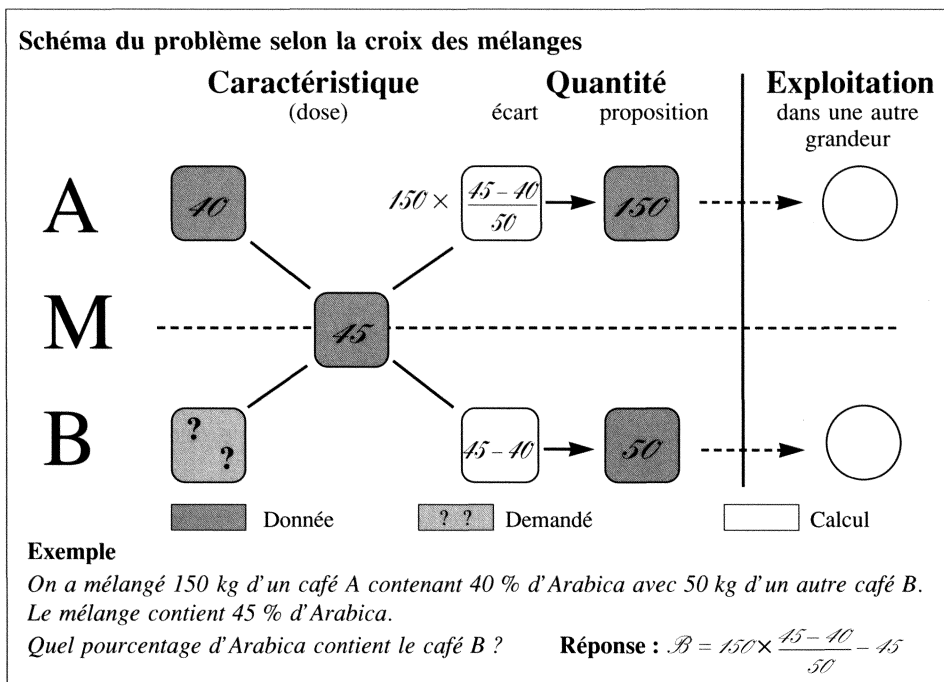


Figure 1 : La croix des mélanges présentée dans l'ouvrage de l'INRAP pour les enseignants de BEPA (Frossard, 1991).

1. Brevet de Technicien Supérieur.  
 2. Brevet d'Études Professionnelles.

Ce dispositif (voir figure 1) permet d'enseigner ce que les mathématiciens appellent un instrument de calcul barycentrique dans le cas de deux points ; les physiciens, un instrument de calcul des centres de gravité en statique ; les chimistes, un instrument de calcul des mélanges ; les économistes, un instrument de calcul des moyennes pondérées, etc.

L'instrument "utilisation de la croix des mélanges" permet en effet l'algorithme d'une pratique sociale qui était transparente aux auteurs du tableau 1.4 : les résultats de l'usage de cette croix sur les éléments du tableau sont en effet donnés sans plus de commentaires dans le tableau 1.5 ! Seul, le traitement complet d'un exemple, en encadré, montre au futur professionnel le geste de calcul qu'il devra réaliser et permet de comprendre l'emploi nécessaire de cet artefact.

Cette observation confirme notre interprétation première : la croix des mélanges est une production didactique, dont le but principal est de rendre visibles les mathématiques cristallisées dans l'instrument traditionnel. Ce geste peut alors être enseigné. La promotion de la croix des mélanges est donc le premier temps d'une "mise en théorie" à visée didactique qui isole un des gestes élémentaires de l'instrument professionnel global : les éléments d'une théorie peuvent en effet être présentés en un texte d'enseignement. La correction proposée dans le quatrième temps relève encore d'un calcul de mélange et du même dispositif technique. Ce dispositif apparaît alors comme "un outil théorique" adéquat au projet d'enseignement qui l'a produit : le terme heureux d'un processus de transposition didactique sous contrôle. Il est temps de remarquer, pour confirmer notre interprétation, que le document où cet outil se présente est un document qui, disent ses auteurs, "*... a été conçu pour contribuer à la formation continue des enseignants. [...] il ne peut en aucun cas être considéré comme un manuel. [...] il présente le résultat d'une action de formation-recherche qui visait à traiter d'une querelle traditionnelle entre les enseignants de mathématiques, et les enseignants de zootechnie qui enseignent 'la croix'*". La croix des mélanges outille l'usage de la "feuille de calcul" de rationnement éditée par l'INRA. Pour le rendre enseignable, elle transforme l'instrument présenté dans le tableau 1.4 en algorithme de comportement : à l'examen du BEPA Zootechnie, il faut "savoir remplir la feuille".

La transposition didactique, on le voit, a produit à la fois un objet mathématique scolaire, la croix des mélanges, et un instrument scolaire, le calcul des mélanges, dans une transaction entre deux nécessités : celle de rendre visibles les savoirs mathématiques à l'œuvre dans l'instrument professionnel (des savoirs qui étaient transparents, invisibles aux acteurs professionnels, non identifiables donc inenseignables), et la nécessité de rendre instrumentaux les savoirs mathématiques disponibles aux professionnels en formation que sont les élèves de l'enseignement secondaire agricole. Le risque encouru par une telle production à usage didactique (qui est le fait de la noosphère de l'enseignement agricole) est qu'elle pourrait très bien ne satisfaire que trop localement les besoins en mathématiques de la profession, parce qu'elle ne proposerait qu'une sous-culture scolaire, tout en ne satisfaisant que trop ponctuellement les besoins de l'école en instruments professionnels enseignables, parce qu'elle ne proposerait qu'une formation étroite ou techniquement dépassée. C'est ce que tend à montrer une enquête épistémologique et technique même rapide, comme celle que nous avons réalisée.

## 2.2. Savoir opératoire et savoirs fondamentaux : l'instrumental dans les enseignements techniques

Les tables de l'INRA ont été établies par l'observation expérimentale systématique des troupeaux de vaches laitières de l'Institut. Certes, les systèmes d'unités utilisés pour rendre compte des observations forment une première approche théorique des techniques du rationnement des ruminants ; la pratique d'une succession de corrections par l'usage d'une suite de tableaux donne une bonne approximation de la ration. Mais les savoirs mis en jeu ne sont encore que des savoirs technologiques : ils rendent compte des actions raisonnables, pas de l'espace des contraintes où mener des actions raisonnées ; ils énoncent des lois expérimentales, mais ces lois ne constituent pas une explication des phénomènes sur lesquels le technicien prétend agir, parce qu'elles n'en rendent pas raison dans un système articulé - par exemple, avec une théorie chimique ou biologique de la digestion chez les ruminants.

Déjà pourtant, la notion de PDI (protéines digestibles intestinales) permet au technicien de ne pas ignorer un phénomène essentiel de l'alimentation des ruminants : la production de protéines animales dans le rumen (des bactéries s'y développent rapidement, décomposant les végétaux ingérés). Ces protéines sont en effet digestibles, elles sont digérées par la suite. Cette première connaissance permet une économie importante d'apport en compléments coûteux (tourteaux de soja importés, par exemple). Mais la nécessité d'ajuster à la fois UFL et PDI par le mélange de deux aliments impose le recours à un instrument du calcul barycentrique (quel qu'en soit le dispositif instrumental).

Aujourd'hui, les possibilités offertes par l'informatisation des calculs sont telles, que le modèle du PDI paraît bien pauvre aux chercheurs en alimentation animale. On peut bien sûr affiner l'approche, calculer la ration de chaque animal selon son âge, son poids, son état physique et le prix comparé des différents compléments du marché : l'emblème de chacun de ces calculs reste le calcul des mélanges ; les mathématiques utilisées restent relatives au calcul des approximations linéaires dans un espace à plusieurs dimensions, et simplement, l'instrument jusqu'ici incorporé dans la personne d'un technicien en zootechnie, se trouve cristallisé en une machine à calculer et un logiciel qu'il suffit de nourrir en informations, à la demande. La croix des mélanges devient une pratique scolaire, obsolète dans le domaine professionnel : c'est un emblème qui date déjà.

D'autre part, notre connaissance de l'alimentation ne progresse pas tant que nous ne disposons pas d'une théorie explicative quantifiée des observables. Un "bon modèle" ne doit pas seulement prendre en compte l'équilibre entre les entrées (fourrages, complément concentré, apports minéraux et vitaminiques) et les sorties (lait, déchets) ; il doit au moins être mécaniste (permettre des prévisions au-delà du domaine expérimenté empiriquement) et sans doute, dynamique (décrire l'évolution du système des relations qui le composent), s'il doit permettre de contrôler la production globale en quantité, la qualité du produit, la charge polluante de la production et augmenter le bien-être de l'éleveur et de l'animal. On peut alors par

exemple, tenter de suivre les PDI, qui se composent des PDIA, d'origine alimentaire directe, et des PDIM, d'origine microbienne fabriquées dans le rumen, composées elles-mêmes des PDIMN, permises par l'azote dégradé dans le rumen, et des PDIME, permises par l'énergie fermentescible présente dans le rumen et réalisées dans l'intestin. Les réactions biologiques et chimiques d'équilibration entre ces variables de mesure de l'énergie nutritive de la ration alimentaire fondent alors un modèle complexe de la digestion, à partir duquel il est possible d'établir un rationnement raisonné... à la condition de savoir calculer les solutions d'un système d'équations différentielles non linéaires. La formation mathématique nécessaire à la compréhension du modèle croît rapidement : la cristallisation des procédés du calcul dans un ordinateur va être la clé de la pratique professionnelle à venir. Le laboratoire de recherche sur la modélisation mathématique de l'alimentation des ruminants de l'Institut National d'Agronomie, où sont formés des ingénieurs agronomes (et non des techniciens, comme dans les cas précédemment présentés) travaille actuellement sur le projet d'une telle mathématisation, qui dépasserait le stade actuel de la formalisation algébrique des tables expérimentales.

Quelle devra être la formation des techniciens dont l'activité professionnelle sera instrumentée à l'aide de ce dispositif – où les mathématiques ne seront plus visibles ? Ou plutôt, quelle devra être la formation mathématique, mais aussi bien biologique ou chimique, qui donnera à ces techniciens la possibilité de suivre l'évolution prévisible des dispositifs ?

## CONCLUSION

L'analyse menée et l'expérience de la manière dont les évolutions précédentes se sont produites, montrent que c'est principalement l'évolution des techniques qui, par l'introduction de dispositifs économes en instrumentation mathématique, produit les changements rapides des pratiques sociales : ceux que nous avons observés en première partie en témoignent. Il est révolu, le temps où le changement était produit, d'une génération à la suivante, par une augmentation de la culture commune qui autorisait l'émergence de nouveaux instruments.

Aujourd'hui, les gestes anciens se perdent lorsque les dispositifs qui les appelaient restent dans les remises. L'enseignement tente alors d'oublier le plus rapidement possible les transpositions de gestes anciens qui ne sont plus les emblèmes scolaires de la profession. L'adéquation de la formation aux pratiques professionnelles trouve à se montrer par l'instrumentation de dispositifs d'apparence plus moderne.

Ainsi, dans l'évolution actuelle de l'enseignement des mathématiques pour l'élevage, la croix des mélanges signe la réalisation humaine du calcul informatisé. La croix des mélanges est déjà remplacée par des "familles de courbes" : les courbes intégrales des équations différentielles du nouveau modèle, plus mathématique. Ces courbes montrent les mathématiques à l'œuvre dans les nouvelles modélisations, sans pouvoir instrumenter une pratique professionnelle : l'instrumentalité est officiellement laissée aux

ordinateurs. Ces familles de courbes signifient la compréhension supérieure des techniciens, elles sont présentes dans un ouvrage à l'usage des BTS agricoles et accompagnent les équations dans les articles techniques de haut niveau à l'usage des ingénieurs, tandis que la croix des mélanges est encore présentée aux CAP de la spécialité.

Le partage du travail fait son chemin avec la différenciation institutionnelle. Du côté de la sphère de production savante, quelques chercheurs en mathématiques ou en biologie des ruminants et quelques ingénieurs en zootechnie produiront du savoir opératoire<sup>1</sup> relatif à la construction des outils pour le rationnement des vaches laitières (il en est déjà ainsi avec les machines à compter les poissons, les prix, la monnaie à rendre, etc.). Du côté de la sphère de production laitière, les techniciens instrumenteront l'usage des outils et des dispositifs dans lesquels les outils nouveaux s'inséreront ; ils rendront compte des effets de leurs instruments à l'aide d'un savoir opératoire, le génie zootechnique. Du côté des écoles techniques, il s'agira d'assurer la formation nécessaire à la création de ces instruments, en proposant un premier rapport aux outils qui serviront d'emblème à la profession de producteur de lait.

Pour que les écoles professionnelles enseignent des instruments robustes et forment des techniciens reconnus, l'étude de la transposition didactique des instruments professionnels devra définir le milieu des situations didactiques relatives aux problèmes que résolvent ces instruments. Il faudra que l'étude de la transposition didactique définisse ce que peuvent être des "*contextualisations fondamentales*"<sup>2</sup> pour un savoir opératoire. Faute de quoi, les savoirs scolaires apparaîtront formels, obsolètes, modernistes, qu'importe : ils sembleront le signe réitéré de l'inadaptation toujours renaissante de l'école aux besoins de la profession.

Nous avons montré comment des analyses didactiques pouvaient aider à comprendre ces processus, et éventuellement à contrôler les évolutions que les transformations techniques rendront nécessaires, pour que les enseignements disciplinaires dans les écoles professionnelles n'apparaissent plus comme des objets de consommation culturelle superflue, mais comme des éléments essentiels de la formation : des objets de la culture technique d'une profession.

---

1. Sur les notions de savoirs fondamentaux pour un savoir opératoire relatif à une pratique sociale, voir Artaud (1993).

2. On se réfère sous ce nom à la notion de "*situation fondamentale pour un savoir*" proposée par G. Brousseau (1986), dans le cadre de la théorie des situations didactiques.

## BIBLIOGRAPHIE

ARTAUD M. (1993). *La mathématisation en économie comme problème didactique, une étude exploratoire*. Thèse de mathématiques et logique informatique, mention didactique, Université Aix-Marseille II, Luminy.

BIZET J. (1991). Le rôle de l'école et de la formation des enseignants dans la promotion d'une nouvelle culture technique. In D. Morali, M.-C. Dauvisis & B. Sicard (Eds), *Culture technique et formation*. Nancy, Presses Universitaires de Nancy, pp. 396-398.

DE BONNAULT-CORNU P., CORNU R. (1991). Savoir-faire, savoir-mesurer. La conserverie nantaise. In *Terrains*, n° 16, spécial "Savoir-faire". Paris, Ministère de la Culture et de la Communication, pp. 50-61.

BOSCH i CASABÒ M. (1991). *El semiòtic i l'instrumental en el tractament clàssic de les situacions de proporcionalitat*. Treball de Recerca, Departament de matemàtiques, Universitat Autònoma de Barcelona.

BROUSSEAU G. (1973). Peut-on améliorer le calcul des produits de nombres naturels ? Actes du Congrès International des Sciences de l'Éducation. In *La théorisation des phénomènes d'enseignement des mathématiques*, Thèse, Volume annexe, pp. 98-111.

BROUSSEAU G. (1983). Étude de questions d'enseignement : la géométrie. Actes du séminaire de didactique des mathématiques et de l'informatique. In *La théorisation des phénomènes d'enseignement des mathématiques*, Thèse, Volume annexe, pp. 447-481.

BROUSSEAU G. (1986). *La théorisation des phénomènes d'enseignement des mathématiques*. Thèse, Université Bordeaux I.

CHAIX M.-L. (1991). Le statut de la technique dans la recherche pédagogique et la question de la maîtrise de l'action. In D. Morali, M.-C. Dauvisis & B. Sicard (Eds), *Culture technique et formation*. Nancy, Presses Universitaires de Nancy, pp. 372-374.

CHARLOT B. (1991). Culture du pauvre ou humanités modernes ? Le concept de culture technique à travers deux siècles de formation des ouvriers et des techniciens. In D. Morali, M.-C. Dauvisis & B. Sicard (Eds), *Culture technique et formation*. Nancy, Presses Universitaires de Nancy, pp. 225-247.

CHEVALLARD Y. (1980). *La transposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble, La Pensée Sauvage.

CHEVALLARD Y. (1989). *Arithmétique, algèbre, modélisation*. Marseille, IREM d'Aix-Marseille.

CHEVALLARD Y. (1991). Dimension instrumentale, dimension sémiotique de l'activité mathématique. In *Séminaire de didactique des mathématiques et de l'informatique 1990-1991*. Grenoble, Université Joseph Fourier, pp. 103-117.

GUIMPEL J. (1975). *La révolution industrielle du Moyen Age*. Paris, Seuil.

KERLAN A. (1991). Culture technique, culture scientifique et culture pédagogique. In D. Morali, M.-C. Dauvisis & B. Sicard (Eds), *Culture technique et formation*. Nancy, Presses Universitaires de Nancy, pp. 285-292.

MARTINAND J.-L. (1984). La référence et le possible dans les activités scientifiques scolaires. In *Recherches en didactique de la physique, Actes du Premier Atelier International*. Paris, Éditions du CNRS, pp. 227-249.

MARTINAND J.-L. (1985). Présentation du thème des Journées (sciences, techniques, culture et profession). In A. Giordan & J.-L. Martinand (Eds), *Actes des VII<sup>es</sup> Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique*. Paris, Université Paris VII, pp. 27-35.

MAUSS M. (1966). *Anthropologie et sociologie* (chapitre 7). Paris, PUF.

MOUMOUD P. (1970). *La structuration de l'instrument chez l'enfant*. Neuchâtel, Delachaux et Niestlé.

RABARDEL P. (1993). *Activités avec instruments*. Habilitation, Université Paris 8.

RABARDEL P. & VÉRILLON P. (1985). Relations aux objets et développement cognitif. In A. Giordan & J.-L. Martinand (Eds), *Actes des VII<sup>es</sup> Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique*. Paris, Université Paris VII, pp. 189-196.

REY A. (Dir.) (1992). *Dictionnaire historique de la langue française*. Paris, Le Robert.

SCHLANGER N. (1991). Le fait technique total. La raison pratique et les raisons de la pratique dans l'œuvre de Marcel Mauss. In *Terrains*, n° 16, spécial "Savoir-faire". Paris, Ministère de la Culture et de la Communication, pp. 114-130.

VERGNAUD G. (1972). Calcul relationnel et représentation calculable. *Bulletin de Psychologie*, n° 28, pp. 378-387.

VERGNAUD G. (1977). Activité et connaissance opératoire. *Bulletin de l'Association des Professeurs de Mathématiques*, vol. 307, n° 2, pp. 52-65.

VÉRILLON P. & RABARDEL P. (à paraître). *Cognition and artefacts : a contribution to the study of thought in relation to instrumented activity*.

VYGOTSKY L.-S. (1930). Instrumental'ny metod in psikhology. (Traduction française de Catherine Haus, La méthode instrumentale en psychologie). In B. Schneuwly & J.-P. Bronckart (Eds), *Vygotsky aujourd'hui*. Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, pp. 39-47.


## Ouvrages objets de l'étude

FROSSARD G. (1985). Approche didactique de la notion de mélange et des procédures de résolution, ou lorsqu'on mélange c'est la croix et la manière. In A. Giordan & J.-L. Martinand (Eds), *Actes des VII<sup>es</sup> Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique*. Paris, Université Paris VII, pp.145-154.

FROSSARD G. (1991). *Mathématiques et techniques - Les mélanges*. Document INRAP n° 101. Dijon, Ministère de l'agriculture et de la forêt.

GADOUD R., JOSEPH M.-M., JUSSIAU R., LISBERNEY M.-J., MANGEOL B., MONTMÉAS L. & TARRIT A. (1992). *Nutrition et alimentation des animaux d'élevage*, 2. Paris, Foucher-INRAP.

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE AGRONOMIQUE (1988). *Tables de l'alimentation des bovins, ovins et caprins*. Paris, INRA.



# Conceptions des opérateurs de bas niveau de qualification du secteur agro-alimentaire en matière de micro-organismes Incidences sur la formation professionnelle à l'hygiène et à la qualité des produits

**Joëlle BAZILE**

Établissement National d'Enseignement Supérieur Agronomique  
de Dijon

26, boulevard du Docteur Petitjean

BP 1607

21036 Dijon cedex, France.

## **Résumé**

*Le concept de micro-organisme occupe une place centrale dans les formations à l'hygiène et à la qualité microbiologique des produits. Les personnes concernées par ces formations ont déjà leurs propres conceptions des "microbes", mot couramment employé tant dans leur activité professionnelle qu'à l'extérieur de l'entreprise. Nous avons réalisé une étude exploratoire visant à cerner ces différentes conceptions. L'analyse d'entretiens conduits avec des opérateurs de bas niveau de qualification du secteur viande a permis de cerner l'incidence qu'ils attribuent à la présence de "microbes" dans leur activité professionnelle et de préciser un certain nombre d'obstacles à la construction du concept de micro-organisme à prendre en compte en formation.*

**Mots clés** : formation professionnelle, conceptions, micro-organismes, hygiène, qualité microbiologique.



### **Abstract**

*The concept of the micro-organism is vital for training in hygiene and for the microbiological quality of products. Unskilled workers, for whom this kind of training course is intended, already have their own conceptions of the word "germ" which they use freely at their place of work as well as in their social life.*

*We have carried out an exploratory study aiming to pinpoint these different conceptions. An analysis of interviews with workers in the meat industry has enabled us to bring to light a certain number of obstacles which we believe should be taken into account in the training.*

**Key words:** *vocational training, conceptions, micro-organisms, hygiene, microbiological quality.*

### **Resumen**

*El concepto de microorganismo es fundamental para la formación tanto en higiene como en control de la calidad microbiológica de productos. Las personas que siguen dicha formación poseen sus propias pre-concepciones sobre los "microbios", una palabra corrientemente utilizada tanto en sus actividades profesionales como en la vida común. Este artículo presenta el resultado de un estudio exploratorio cuyo objetivo era la identificación de dichas concepciones. El análisis de entrevistas con operadores de bajo nivel del sector de carnes nos permitió determinar las situaciones que los sujetos atribuyen a la presencia de "microbios" en su actividad profesional, así como la identificación de ciertos obstáculos a la construcción del concepto de microorganismo.*

**Palabras claves :** *formación profesional, concepciones, microorganismos, higiene, calidad microbiológica.*

## **INTRODUCTION**

Dans le contexte actuel de restructuration, de modernisation et de recherche de la qualité qui prévaut dans le secteur des Industries Agro-Alimentaires, les formations à l'hygiène et à la qualité microbiologique des produits sont essentielles. Compte tenu, d'une part, des difficultés rencontrées dans les entreprises du fait de l'impact souvent limité des formations à l'hygiène telles qu'elles sont conduites actuellement, et d'autre part des interrogations des formateurs confrontés à ces problèmes, nous avons été amenés à nous interroger sur les modalités d'introduction d'un concept central, le concept de micro-organisme.

Cette recherche a pour finalité de fournir des éléments de réflexion pour la mise en place de formations nouvelles, tant par les domaines concernés (domaine agro-alimentaire de type industriel), que par les populations cibles (public de bas niveau de qualification professionnelle).

## 1. PROBLÉMATIQUE

L'étude des conceptions, ou représentations, des publics cibles des formations à propos des "microbes" s'est avérée indispensable : le mot "microbe" est employé dans les consignes très strictes diffusées oralement par l'encadrement, il apparaît dans des affiches sur le lieu de travail (affiches qui rappellent les consignes), et il est utilisé dans le langage courant.

Ces conceptions peuvent être opératoires dans le cas des situations habituelles mais se révéler limitantes en cas de changement d'activité, de poste, de nature du produit travaillé, ou dans la perspective de la mise en place d'une politique-qualité plus exigeante.

Il nous a donc semblé nécessaire d'en conduire une approche exploratoire. Les formateurs concernés pourront y trouver des éléments de réflexion leur permettant de prendre en compte cette dimension au cours de l'organisation des formations.

L'étude entreprise doit contribuer à répondre aux questions suivantes :

- quelles sont les conceptions mises en place par les apprenants concernés par la formation ?
- en quoi peuvent-elles être limitantes dans les situations professionnelles actuelles ou futures ?

Ces questions se situent, pour nous, non seulement dans le cadre d'actions de formation bien individualisées, finalisées par l'acquisition d'un diplôme (Certificat d'Aptitude Professionnelle "Ouvrier Polyvalent du Travail Industriel des Viandes"), mais aussi dans le cadre d'actions de formation plus "informelles" sur le lieu de travail. Ces actions de formation sont les préalables essentiels à la mise en place de nouvelles méthodes industrielles de gestion des ressources humaines, notamment dans le cadre de politiques de qualité devant nécessairement prendre en compte l'enjeu humain (Meignant, 1992).

## 2. MÉTHODOLOGIE DE RECUEIL ET D'ANALYSE DES DONNÉES

### 2.1. Méthodologie de recueil des données auprès de la population concernée

L'entretien nous a semblé la méthode la plus adaptée dans cette première phase de recueil d'informations de la part des opérateurs pour deux raisons : la visée exploratoire de cette étude et les caractéristiques du public souvent en échec scolaire.

L'entretien a été conduit en trois temps :

- un premier temps était consacré à l'analyse de situations vécues en tant que consommateur ou en tant qu'opérateur du secteur viande : de la viande avariée était présentée dans son conditionnement. Les questions posées étaient les suivantes : "Comment expliquez-vous les transformations subies par cette viande ? Quel est le rôle de la chaleur dans cette transformation, de l'air... (suivant les facteurs évoqués) ? La consommeriez-vous ?". Ensuite

une affiche, de type professionnel, insistant sur l'importance du nettoyage des mains, était proposée et les questions suivantes posées : "Pourquoi doit-on, dans une entreprise comme la vôtre, prendre de telles précautions ? Quelles sont les conséquences de leur non-respect ? Quelles autres précautions par rapport à l'hygiène prenez-vous ?". Enfin, le cas d'un abattoir où certaines personnes travaillaient avec des plaies rouges, gonflées, était évoqué dans un texte très court, les interrogations étaient du type : "Vous est-il arrivé de travailler ainsi ? Quelles peuvent être les conséquences de cette situation ?" Il s'agissait de déterminer quelles étaient les modalités de l'introduction de l'agent microbien dans le discours : à propos de quels problèmes il était évoqué ou au contraire absent du discours, quelles formulations étaient utilisées, quelles confusions ou zones d'ombre subsistaient ;

– au cours du deuxième temps de l'entretien, les questions suivantes étaient posées : "Qu'est-ce qu'un microbe, un staphylocoque, une salmonelle ?" ;

– enfin, pendant le troisième temps de l'entretien, il était demandé, si toutefois le mot "microbe" évoquait une certaine réalité, d'en faire un dessin.

L'entretien était présenté comme une demande d'aide à la mise en place de formations à propos du travail des viandes, formations destinées à des personnes exerçant des métiers semblables à ceux des personnes interviewées.

## 2.2. Les personnes interrogées

Quinze opérateurs ont été interviewés, ils intervenaient à différents niveaux de la chaîne d'abattage, de l'atelier de découpe, ou de l'atelier "steak haché", et avaient des pratiques professionnelles communes en matière d'hygiène.

Dix d'entre eux n'avaient aucun diplôme (lettres A à J), cinq avaient obtenu, plus de sept années auparavant, un Certificat d'Aptitude Professionnelle "Ouvrier Charcutier" correspondant à un emploi de type artisanal (lettres K à O). Aucune formation à l'hygiène en milieu industriel n'avait eu lieu dans les entreprises où ces quinze personnes travaillaient.

## 2.3. Analyse des données

L'analyse a été conduite en trois temps.

– Premier temps de l'analyse : différents corpus ont été constitués en rassemblant les réponses correspondant à chaque situation. Une catégorisation des réponses a été effectuée en fonction des différents thèmes abordés par les opérateurs.

– Deuxième temps de l'analyse : analyse du discours dans son ensemble.

Les rapports entre les réponses fournies dans les différents temps de l'entretien ont été analysés, ce qui nous a permis de dégager trois types de réponses et d'évoquer la possibilité d'une référence, pour ces personnes, à

des modèles différents de ce qu'est un micro-organisme. Nous retenons comme définition d'un modèle, une des propositions d'Anne-Marie Drouin (1988) : *“Construction de l'esprit visant à rendre compte de phénomènes, à les prévoir, à les mesurer”*. Nous avons tenté de dégager l'opérationnalité et les limites en situation professionnelle de chacun des modèles retenus.

– Troisième temps de l'analyse : analyse des problèmes d'ordre didactique.

En analysant les différents discours et les réponses fournies à l'occasion de la réflexion autour du mot “microbe”, nous avons recherché différents problèmes qui peuvent être rencontrés au cours de la mise en place du concept de micro-organisme en formation.

### 3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

#### 3.1. Les “microbes” : quelle incidence dans la vie professionnelle ?

Il semble important, avant d'aller plus loin, de revenir sur la pertinence de l'emploi du mot “microbe” par rapport à cette population. Ce mot est bien couramment employé dans les entreprises et utilisé par les opérateurs, et il semble recouvrir des réalités différentes, ce qui nous a amenés à distinguer trois types de réponses. Dans le premier type, les “microbes” sont responsables de maladies, hors du domaine professionnel. Dans le deuxième type, ce sont des agents de maladies, présents en milieu professionnel et susceptibles d'être transmis. Et enfin, dans le troisième type, au-delà de leur pouvoir pathogène, ils possèdent le pouvoir de transformer les produits. Dans chaque cas, nous avons tenté de dégager le sens attribué par les opérateurs à certains de leurs gestes professionnels.

##### 3.1.1. Les “microbes” : *responsables de maladies hors du domaine professionnel*

Pour trois personnes (E, G, I), les “microbes” sont responsables de maladies, les références se situant en dehors du domaine professionnel. Voici quelques-unes des réponses obtenues à la question “Qu'est-ce qu'un microbe ?” :

E : *“C'est quelque chose qu'on mange et qui tient pas bien.”*

G : *“Ça se balade pas à tous les niveaux. Déjà quand vous attrapez la grippe c'est un microbe ! Dans les champs, dans l'air qu'on respire, moi je suis sûr qu'il y en a, on est pollué à cent pour cent !”*

I : *“Un microbe c'est... comme dans un café, je bois un truc, c'est sale !”*

Le mot “microbe” n'est pas mentionné tout au long de l'entretien à partir des situations professionnelles. Pour expliquer la transformation de la viande avariée, les réponses obtenues ne font pas appel aux “microbes”, nous citerons quelques exemples :

– la viande a subi des remaniements physiques :

G : *“C’est peut être le sang qui ressort, un peu le sang, la graisse, alors là, pas évident !”*

– l’animal était malade :

G : *“Ou alors elle est malade, il y a eu peut être un abcès dans la viande à la rigueur, et ça a pu provoquer...”*

E : *“C’est la bête qui était malade.”*

– la chaleur détermine la transformation :

G : *“Quand on emballe chaud au bout de deux jours c’est vert. Apparemment le produit et la chaleur de la viande ça doit pas se marier ensemble... La chaleur ça vous rend l’article poisseux... ; le froid c’est pour la conserver, elle durcit un peu.”*

– la viande se transforme sous l’action de l’air :

G : *“Elle a peut-être pris un coup d’air !”*

– la viande a été conservée trop longtemps :

E : *“On l’a laissée quinze jours comme ça, longtemps.”*

Pour ces personnes, ces facteurs (temps, température, air) interviennent directement sur les qualités organoleptiques de la viande (ils noircissent ou durcissent, ou sont à l’origine de migrations des constituants).

Pour expliquer la nécessité des précautions par rapport à l’hygiène, les explications sont diverses :

– les problèmes par rapport à l’autorité sont omniprésents :

*“Quel est le risque si on n’est pas propre ?”*

I : *“Ben on peut, de vous mettre à la porte. On peut se faire engueuler par les chefs.”*

Il est inutile de commenter la suite de l’entretien très longuement :

*“Est-ce que votre chef a les moyens de savoir si vous vous êtes lavé les mains ?”*

I (rire) : *“Il en a pas, si on se lave pas les mains c’est pas normal, on est obligé de le faire, c’est normal !”*

– les personnes désirent éviter les taches colorées, les odeurs, sur elles-mêmes ou sur leurs vêtements :

E : *“Moi c’est pour rester propre, propre dans mon travail !”*

G : *“Le sang de bœuf, je sais pas si ça vous fait ça mais le sang de bœuf ça vous marque la peau incroyable, moi je sais qu’à chaque niveau on se lave et tout y passe.”*

G : *“L’odeur du sang, ça sent pas, tandis que les tripes ça sent, les boyaux, les panses, ça sent. J’ai horreur de sentir mauvais.”*

– l’aspect de la viande, sa propreté doivent être préservés grâce aux mesures d’hygiène :

G : *“Si elle est sale c’est pas appétissant non plus.”*

– les précautions par rapport à l'hygiène garantissent, pour tous, une bonne santé personnelle :

“Un masque, pourquoi c'est important ?”

I: *“Pour le gaz ! Ça nous vient pas à la bouche, ça nous vient pas... [se montre le torse]”*

– les problèmes de conservation de la viande ne se présentent que comme une éventualité (G: *“Si vous avez les mains aussi crasseuses que la marchandise... les clients auront de la marchandise sale, c'est pas dit qu'elle se conserve longtemps !”*) ou sont niés :

“Est ce que ça peut avoir des conséquences sur la viande que vous touchez de ne pas vous laver les mains ?”

E: *“Oh non, moi c'est pour rester propre, propre dans mon travail.”*

Aucun transfert n'est réalisé de la vie sociale (le “microbe” responsable de maladies) vers la vie professionnelle. Le concept de micro-organisme n'est pas utilisé pour raisonner les pratiques professionnelles.

### **3.1.2. Les “microbes” : agents de maladies, transmissibles au cours des actes professionnels**

Six personnes (A-C-H-J-K-L) font appel aux “microbes” uniquement pour expliquer les précautions à prendre par rapport à l'hygiène (lavage des mains, précautions à prendre en cas de plaie infectée) et n'y font pas appel pour expliquer la transformation de la viande avariée.

Deux de ces personnes ont un CAP “Ouvrier charcutier” (K-L).

Les précautions à prendre par rapport à l'hygiène sont justifiées ainsi (seules quelques réponses sont reprises) :

C: *“Les personnes qui travaillent avec des plaies infectées risquent de donner les microbes aux consommateurs.”*

L: *“Ben vous, vous amenez certains microbes qu'on ne voit pas, qu'on n'aperçoit pas, n'importe quel microbe que ça peut être. On les transmet à la viande.”*

K: *“Pour la viande surtout, on va mettre des microbes, c'est pas bon quand on les mange surtout ! On les voit pas les microbes quand ils sont sur les mains sales.”*

K: *“Microbe, c'est quand on parle, ça passe sur la viande.”*

Seul l'aspect négatif du monde microbien est évoqué.

L'origine de la transformation de la viande avariée se situe ailleurs, les réponses sont semblables à celles obtenues dans le cas du premier type de réponse : la viande a été conservée trop longtemps (L-K-H), la chaleur détermine la transformation (L-K-H-A-J-C), la viande se transforme sous l'action de l'air (L-H-C), l'animal était malade (A), l'animal a été stressé (H), le manque de propreté est responsable (C).

Pour ces personnes le mode d'action des "microbes" est simple, il peut être résumé ainsi :

- les "microbes" sont responsables de maladies ;
- les "microbes" sont partout, ils peuvent éventuellement se développer sur les viandes (le développement est malgré tout limité, et il n'entraîne pas de transformations de celles-ci) ;
- ils ne doivent pas être déposés sur la viande, car ils risquent d'être transportés jusqu'au consommateur, ils risquent alors de provoquer l'apparition de maladies s'ils sont ingérés.

Les problèmes rencontrés au niveau professionnel, si ce modèle est utilisé, sont de plusieurs types.

L'analyse des situations professionnelles est souvent la suivante : je ne suis pas malade moi-même (constatation), les bêtes ne sont pas malades (intervention du vétérinaire), je ne risque pas de transmettre à la viande des "microbes" source de maladies. Les précautions à observer en matière d'hygiène ne me concernent pas vraiment.

Autre type de réponse rencontré (quatre fois) : des "microbes" ont peut-être été déposés sur la viande, mais ils vont être tués par la suite, sous l'action du froid, sous l'action des différents traitements que subira la viande (sous-entendu, les précautions en matière d'hygiène ne sont donc pas aussi importantes que l'on pourrait nous le faire croire).

Nous ne citerons qu'un exemple de discours de ce type :

J : *"Tant que c'est à température fraîche, en dessous, ça risque rien parce que les microbes eux ils sont carrément morts donc, s'ils sont déposés sur la viande et que la viande est bien entreposée, pas de problème !"*

### **3.1.3. Les "microbes" : agents de maladies et de transformation des produits**

Six personnes (B-D-F-M-N-O) se réfèrent aux "microbes" d'une part pour expliquer la transformation de la viande avariée, et d'autre part pour expliquer les précautions à prendre par rapport à l'hygiène (lavage des mains, précautions à prendre en cas de plaie infectée).

Trois de ces personnes ont un CAP "Ouvrier charcutier" (M-N-O).

Pour expliquer la transformation de la viande avariée, les réponses sont les suivantes :

- l'air est présenté comme vecteur de "microbes" ou comme facteur de développement des "microbes" (B-F-M-N-O) :

F : *"Il y a eu une prise d'air à l'intérieur, il y a eu une prise d'air donc ça la fait verdir, noircir, voilà."*

F : *"Ben le rôle de l'air je peux pas trop, je sais que, il y a des microbes dans l'air."*

M : *“Les microbes sont rentrés dans l'emballage, transportés par l'air.”*

O : *“Ah oui, s'il y a de l'air les microbes se développent de plus en plus vite !”*

– la chaleur est présentée comme facteur de développement microbien (O-D-F-M) :

O : *“Ah oui si par exemple on laisse de la viande par exemple au chaud, tout de suite des microbes se forment.”*

M : *“Quand elle a chaud, ben elle verdit, les microbes rentrent, ça verdit la viande.”*

Le facteur temps de conservation est évoqué (B-D-N), mais on peut remarquer que contrairement aux autres facteurs cités, le facteur temps n'est pas relié, au niveau du discours, au développement microbien.

L'hygiène au travail, en relation avec le facteur microbien, est évoquée par une personne (N) :

N : *“Les microbes au début, il y en a toujours un peu, même quand on travaille... moi c'est pareil sur la viande on peut pas éviter.”*

Cependant, la simple lecture des réponses ayant trait aux problèmes d'hygiène ne nous permet pas le plus souvent de différencier les personnes qui font partie de ce groupe de celles qui font partie du groupe précédent.

N : *“L'autre bout il va être sale et puis c'est celui-là qui va le consommer qui...”*

“Les microbes vont être déposés sur la viande ?”

N : *“Voilà et puis ça suit tout le long, ça va jusqu'au consommateur.”*

“Que risque-t-il de se passer si vous ne vous lavez pas les mains ?”

D : *“Toujours le même problème, les microbes sur les mains sales ; ça continue son chemin, ça va jusque dans l'assiette.”*

D : *“Arrêt de travail immédiat à cause des microbes qui contaminent la viande on en revient toujours...”*

D : *“Et qui vont directement chez la personne qui la consomme !”*

Les exemples pourraient être multipliés.

Ces personnes sont celles qui, en réponse à la première question, avaient évoqué les “microbes” comme agent de transformation de la viande avariée. Cependant, en examinant les réponses de façon précise, seules deux des personnes interrogées envisagent, avec des degrés de certitude différents, l'existence d'une répercussion sur la qualité de la viande de l'introduction de micro-organismes par manque de précautions vis-à-vis des problèmes d'hygiène (F-N).

F : *“Oui, celui qui se lave pas les mains il apporte des microbes, et puis quand on travaille de la viande les microbes se posent vite dessus et la viande se garde moins longtemps.”*

“Les microbes se posent dessus, quelles sont les conséquences ?”



F: *“Ben ça fait le même système que ça quoi, trois jours après, la viande a verdi, a noirci, donc l’hygiène est importante quand même !”*

F: *“Ben parce que si elles ont des plaies infectées, ben c’est porteur de microbes donc il faut qu’ils soient arrêtés parce que la viande en prend un coup, c’est toujours le même système, c’est toujours les microbes qui se posent sur la viande et puis la viande elle est plus bonne, les microbes se développent, et puis, la viande ça la fait tourner, ça fait de la denrée périssable, c’est pas bon et puis après c’est impropre à la consommation.”*

“Est-ce qu’ils [les microbes] transforment la viande ?”

N: *“Ça risque de noircir un peu mais c’est tout, mais ça ! [viande avariée]...”*

Pour la majorité de ces personnes, deux systèmes d’explications semblent fonctionner en parallèle. Il existerait d’une part des “microbes” pathogènes bien identifiés, dont la présence justifierait la mise en place de règles en matière d’hygiène, d’autre part des “microbes” responsables de la transformation de la viande. Nous retrouvons pour ces personnes les réserves émises dans l’analyse des réponses du deuxième type.

### ***3.1.4. Conséquences au niveau de l’organisation du travail de l’utilisation de différents modèles de micro-organismes***

Les différents types de réponses semblent ainsi faire appel à trois modèles différents en ce qui concerne les “microbes”, modèles qui ont des incidences différentes sur les pratiques professionnelles.

Modèle 1 : “Les microbes responsables de maladies dans la vie quotidienne, hors des situations professionnelles”. Ce modèle ne débouche pas sur la nécessité de pratiques professionnelles par rapport à l’hygiène.

Modèle 2 : “Les microbes, agents de maladies, déposés sur la viande et transportés par elle jusqu’au consommateur”. Ce modèle n’a qu’une incidence limitée sur les pratiques professionnelles, dans la mesure où les opérateurs jugent qu’il n’y a pas vraiment de maladies autour d’eux, et que les “microbes”, au cas où ils auraient été malencontreusement déposés sur le produit, disparaissent sous l’action de facteurs extérieurs (réfrigération, cuisson) sans laisser de traces.

Modèle 3 : “Les microbes responsables de l’altération de la viande, et/ou de maladies chez le consommateur”. Ce modèle, le plus élaboré, peut permettre réellement de raisonner les pratiques. Il n’est vraiment opérationnel que dans la mesure où il ne résulte pas de la simple coexistence du modèle 2 et de connaissances peu investies au niveau professionnel, de type “la transformation des produits est due à la présence de microbes”.

C’est sur l’articulation entre ces trois types de modèles que doit porter l’effort de formation, la difficulté la plus importante, à notre avis, consistant en l’application du concept de micro-organisme à deux domaines *a priori* fondamentalement différents : le domaine des fermentations et celui des maladies.

Dans quelles situations peuvent se constituer de tels modèles ?

Une personne a acquis, sur son lieu de travail, un modèle opératoire (modèle 3), ceci, d'après elle, en participant au Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail, au cours de réunions diverses, et au cours de discussions avec son médecin à la suite d'accidents du travail.

Les consignes justifiées par le "chef" et comportant le mot "microbe" semblent aboutir à la mise en place du modèle 2, modèle qui est lui aussi souvent renforcé par les apports d'informations effectués par les médecins.

En ce qui concerne trois personnes (G, E, I), elles ne semblent pas avoir "entendu" le mot "microbe" dans leur situation professionnelle.

Nous signalerons simplement ici que le mot "salmonelle" n'évoque rien chez treize personnes interrogées, qu'il évoque un problème relatif aux œufs pour une personne (L : *"On trouve ça dans les œufs, dans les œufs d'oie et de canard, c'est à cause de l'élevage, c'est plus difficile que les poules, j'avais entendu ça, mais dans la viande je connais pas, je pense pas qu'il y en ait, je peux pas dire !"*), et un problème relatif à une maladie des bœufs pour une personne. Le mot "staphylocoque" est lui aussi très peu connu : pour douze personnes il n'évoque rien, pour deux personnes il évoque un "microbe responsable de maladies", sans précisions possibles, et pour une personne, un "microbe" présent dans la viande.

### **3.2. Le concept de micro-organisme : quelques problèmes d'ordre didactique liés à sa construction**

Nous avons recherché quelques-unes des difficultés qui peuvent être rencontrées en formation à partir de l'évocation, tout au long de l'entretien, des "microbes". Leurs origines sont multiples, elles peuvent être reliées à l'existence :

- de conceptions de type représentations sociales (Herzlich, 1969) ;
- de confusions liées à certaines pratiques de formation formelles ou informelles ;
- de problèmes d'interprétation personnelle de faits observés au cours de la vie professionnelle ;
- de problèmes de nature épistémologique liés à la nature même du concept de micro-organisme.

Nous nous contenterons ici de préciser quelques-unes de ces difficultés au vu des réponses des personnes interviewées.

#### **3.2.1. Problèmes liés à certaines conceptions**

- **Conception uniquement négative des "microbes"** : dix personnes ne font allusion qu'au caractère pathogène des micro-organismes. Si ces personnes ne voient rien d'anormal autour d'elles, elles peuvent en déduire

logiquement que la source du danger (microbes) n'est pas présente, et qu'il n'y a pas vraiment lieu d'appliquer des consignes qui visent à les éliminer.

– **Identification du “microscopique” au “microbe”** : tout ce qui est connu pour être microscopique, invisible et de plus source de problèmes importants de santé est considéré comme microbien.

L : *“Microbe, je peux pas vous dire, c'est comme qui dirait la maladie du ténia, le ver solitaire, non c'est un ver, je sais pas !”*

La différenciation entre les stades microscopiques de certains parasites, responsables de maladies chez le consommateur, sensibles à certaines températures, formes microscopiques n'évoluant pas dans les produits, et les micro-organismes dotés, eux, d'une faculté de reproduction et de transformation des produits avec lesquels ils sont en contact semble donc intéressante.

– **Conception au sujet de l'origine des êtres vivants** : pour ces personnes qui ne maîtrisent pas toujours les notions de base de la biologie, la portée de l'affirmation “microbe = être vivant” n'est pas immédiate. On ne peut que s'interroger sur le sens de certaines phrases :

I : *“Les microbes, ça bouge, à l'œil nu on ne les voit pas, sauf si par exemple, on a du mal à expliquer ça, mais lorsque vous voyez par exemple un morceau de viande de porc qui reste par exemple trois semaines sous une porte, on voit des vers ou des trucs comme ça qui sortent eh ben c'est, en fin de compte, c'est de la pourriture, sinon, à la limite, on peut pas... ce sont des microbes qui...”*

Sans revenir sur la controverse passée autour de la génération spontanée, on ne peut que noter le parallélisme avec les affirmations de John Needham (1750) : *“Les animaux et les végétaux se décomposent en particules organiques douées d'un certain degré de vitalité et constituant des animalcules très simples, lesquels sont susceptibles de se développer comme des germes par l'adjonction d'autres particules, ou de concourir eux-mêmes au développement de quelque autre animal.”*

### **3.2.2. Problèmes liés à certaines analogies : l'analogie “microbes - petites bêtes”**

Au départ, l'analogie “microbe - petite bête” n'est introduite que dans le but immédiat de favoriser l'émergence d'une représentation simplifiée de la réalité par l'utilisation d'une image ; elle n'est utilisée comme le signale Guy Rumelhard (1988) que pour permettre une représentation du non visible.

Huit personnes définissent les “microbes” comme étant des “petites bêtes”.

H : *“Des petites bêtes qu'on a en soi.”*

G : *“Une puce ? Non, c'est un insecte, un pou ?”*

O : *“Petite bête qu'on voit au microscope, qu'on ne peut pas détecter à l'œil nu.”*

K : *"On voit un petit microbe qui va dans tous les sens, comme un pou, un truc comme ça."*

L : *"C'est des petites bêtes, c'est très minuscule."*

Les dessins fournis (trois personnes) montrent l'existence d'un corps, de pattes, et même d'une tête.

Mais ce qui n'était employé qu'à titre d'image ne risque-t-il pas de devenir un modèle de la réalité ? La petite bête en question transforme-t-elle le produit sur lequel elle est déposée, ou se contente-t-elle d'être déposée, puis d'être transportée éventuellement jusqu'à des consommateurs chez qui elle risque de produire des maladies ? Quant à sa multiplication, si elle a lieu, ne consiste-t-elle pas en un processus lent et aléatoire comme l'est la multiplication de "petites bêtes" ? Face à un froid intense et prolongé, quelles seront ses possibilités de survie ? (cf réponses 3.1.2.)

L'utilisation de cette comparaison a des limites : la référence au monde animal est-elle indispensable ? Peut-elle être remplacée par une référence à d'autres êtres vivants ?

### **3.2.3. Problèmes d'échelle**

Il existe souvent une confusion entre les colonies bactériennes observées à différentes occasions, colonies qui sont souvent de petite taille puis qui se développent pour devenir visibles à l'œil nu, et les micro-organismes eux mêmes.

N : *"Ça fait des tas de ronds, c'est pour ça qu'on désinfecte, ça fait une différence au centimètre carré [de désinfecter], je sais plus quelle différence ça fait..."*

La démonstration, en entreprise, de l'existence de "microbes" et de l'existence de zones plus ou moins contaminées par l'utilisation de boîtes de contact peut prêter à confusion. Si la préoccupation par rapport aux problèmes d'échelle n'est pas permanente, les colonies observées peuvent être assimilées à des "microbes" (les dessins fournis et leurs commentaires sont significatifs).

De même, les observations microscopiques demandent à être soigneusement introduites. L'utilisation de microscope, de photographies de préparations microscopiques n'est pas immédiate et demande un investissement en temps et un travail de réflexion préalable qui permette réellement de passer du monde "visible" au monde "invisible".

### **3.2.4. Difficultés de l'application du concept de micro-organisme à la fois dans le domaine des maladies et dans le domaine des fermentations**

En formation, les micro-organismes sont souvent présentés à l'occasion d'études de cas de toxi-infections alimentaires, à la fois comme "agents d'altération des aliments" et "agents de maladies". Du fait de leur passé scien-

tifique, les formateurs n'ont plus de difficulté à effectuer cette assimilation et la considèrent souvent comme immédiate.

Dans la population enquêtée, la méconnaissance de certains problèmes relatifs à la santé est flagrante : une information rapide sur différents thèmes (infection des plaies ; vaccinations ; allergies souvent évoquées, notamment à l'occasion de l'évolution des plaies infectées) pourrait éviter des réactions du type :

L : *"Je pense pas qu'il y ait de truc important au niveau de l'abcès, c'est esthétique... vous voyez ça à quatre heures du matin, ça vous coupe l'appétit, mais moi je ne pense pas que ce soit ennuyeux, d'abord parce que la viande elle est saisie quelque part, à mon avis si elle a un problème, c'est physique, c'est... je pense pas que c'est ennuyeux."*

C : *"Moi, je me suis déjà piqué avec une longe de porc, et comme je suis allergique à ça ! Bon ben, sans plus, j'avais un cordon rouge qui montait jusque par là, c'était un début de septicémie... j'ai continué à travailler... l'allergie ! il y en a qui sont allergiques à la poussière, il y en a qui sont allergiques à des tas de choses !"*

M : *"Staphylocoque : je sais que c'est une maladie, peut-être il y a longtemps, maintenant c'est fini on est vacciné contre tout ça !"*

#### 4. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les conclusions que nous pouvons avancer devront être validées par des études portant sur un échantillon plus large. Cette recherche à caractère exploratoire nous permet cependant de repérer des tendances qui serviront d'hypothèses aux études ultérieures.

L'étude des conceptions des opérateurs en matière de micro-organismes montre les limites de l'opérationnalité de ces conceptions en situation professionnelle, mais aussi leur relative cohérence en tant que modèles explicatifs de ces situations professionnelles. Elle met en évidence certaines difficultés susceptibles d'être rencontrées dans les formations : une formation des personnels à l'hygiène devrait reprendre des éléments fondamentaux de biologie, de médecine, qui, sans être approfondis, ne peuvent pas être laissés de côté sous prétexte d'efficacité à court terme.

Il nous semble plus important d'insister sur ces aspects, en s'appuyant sur des situations professionnelles de façon à justifier leur nécessité par rapport au public, plutôt que sur des aspects plus précis de microbiologie. La constitution d'un véritable réseau conceptuel associé au concept de micro-organisme, et donnant véritablement sens à celui-ci mérite donc d'être privilégiée.

Au-delà de l'étude des conceptions à propos du concept précis de micro-organisme, le travail réalisé nous a permis de décrypter le sens attribué par les opérateurs à certains de leurs gestes professionnels, sens résultant d'un questionnement et construit à partir des données de terrain, des forma-

tions suivies, mais aussi à partir de références liées à la vie quotidienne. Il nous paraît important de noter combien ce questionnement semble peu alimenté par une réflexion collective au niveau de l'entreprise.

Les fruits de ce questionnement ne gagneraient-ils pas à être intégrés dans le processus de formation, qu'il s'agisse de formation continue ou de formation initiale ?

Les concepts auxquels les opérateurs font souvent appel et qui ne font actuellement jamais partie des formations (nous ne citerons que l'exemple des allergies) ne pourraient-ils pas être introduits ?

Les textes relatant l'évocation, par les opérateurs, de situations professionnelles particulières, contextualisées, et le sens qu'ils attribuent à ces situations ne pourraient-ils pas constituer un point de départ pour une réflexion au cours des formations ?

D'autres questions émergent à la lecture des entretiens : quelles articulations peut-on envisager entre le travail des formateurs et celui du personnel d'encadrement ?

Quelles actions de formation mettre en place pour ce personnel d'encadrement (y compris en formation initiale), afin que celui-ci soit mieux à même d'assurer l'implication des opérateurs dans une politique de recherche de la qualité, par une référence à des modèles opératoires des micro-organismes susceptibles d'être "entendus" par les opérateurs, et permettant à ceux-ci d'effectuer un réel autocontrôle de leurs pratiques ?

## BIBLIOGRAPHIE

DROUIN A.-M. (1988). Le modèle en questions. *ASTER*, n° 7, pp. 1-20.

HERZLICH C. (1969). *Santé et maladie. Analyse d'une représentation sociale*. La Haye, Mouton.

MEIGNANT A. (1992). Assurance qualité, audit et fonction ressources humaines : Une opportunité de progrès ? *Personnel*, n° 332, pp. 42-44.

NEEDHAM J. (1970). *Nouvelles observations microscopiques avec des découvertes*. Paris, Le Ganeau.

RUMELHARD G. (1988). Statut et rôle des modèles dans le travail scientifique et dans l'enseignement de la biologie. *ASTER*, n° 7, pp. 21-48.



# Analyse de conceptions d'éleveurs concernant des pratiques sanitaires

**Patricia MARZIN**

IUFM de Grenoble  
30, Avenue Marcelin Berthelot  
38100 Grenoble, France

## **Résumé**

*Cet article rend compte d'une recherche dont l'objet est l'analyse des conceptions d'éleveurs en santé animale. Le savoir de référence est de type systémique, il provient de l'écopathologie. Nous montrons comment un raisonnement systémique est reconstruit par les éleveurs à partir d'un raisonnement de type causal, et plus généralement que les éleveurs ont des conceptions différentes de celles des vétérinaires ; ceci ne les empêche cependant pas d'intégrer en partie le modèle écopathologique.*

**Mots clés :** *conceptions, conseil vétérinaire, pratique professionnelle, écopathologie, maladies d'élevage.*

## **Abstract**

*This paper describes research on pig breeders conceptions of animal health. The reference knowledge is systemic, originating from ecopathology. We show how systemic reasoning is reconstructed by pig breeders from causal reasoning, and in general that breeders have different conceptions from those of veterinary surgeons. Nevertheless, this does not prevent breeders from integrating, in part, the ecopathological model.*

**Key words :** *conceptions, veterinary advice, professional practice, ecopathology, pig breeding diseases.*

## **Resumen**

*Este artículo reseña una investigación cuyo objeto es el análisis de las concepciones sustentadas por ganaderos en materia de salud animal. Los conocimientos implicados provienen del campo de la ecopatología. Se demuestra cómo, a partir de un razonamiento causal, los ganaderos reconstruyen un razonamiento sistémico y, de forma más general, que éstos sustentan concepciones diferentes de las de los veterinarios, lo cual no les impide, sin embargo, de integrar parcialmente el modelo ecopatológico.*

**Palabras claves :** *concepciones, veterinaria, práctica profesional, ecopatología, enfermedades del ganado.*

## **INTRODUCTION**

Ce travail est préalable à une étude sur les échanges de savoirs dans des situations de conseil vétérinaire (Marzin et al., 1994). Nous avons travaillé avec un groupe de vétérinaires qui se réfère à un modèle systémique, appelé écopathologique, pour comprendre les causes et enrayer les pathologies dans les élevages industriels. À partir du modèle écopathologique les vétérinaires ont un message à faire passer auprès des éleveurs dans le conseil, en intégrant le problème pathologique à résoudre et en s'appuyant sur les pratiques des éleveurs. Nous nous sommes intéressés plus particulièrement aux élevages porcins.

Notre travail se situe dans un contexte d'évolution des professions de vétérinaire et d'éleveur, ceci sous l'influence de plusieurs facteurs. Les progrès scientifiques en médecine humaine et animale (vaccination, antibiothérapie) ont permis d'enrayer les grandes maladies épidémiques, comme la peste porcine par exemple, qui causaient de fortes mortalités dans les élevages. Le tableau sanitaire des élevages porcins a évolué vers des pathologies dites d'élevage (exemples : diarrhée du porcelet, rhinite...) à mortalité faible mais pouvant créer des préjudices économiques importants : ces maladies augmentent les coûts d'élevage en raison des soins médicamenteux à donner aux animaux, la croissance plus faible des porcelets entraînant aussi une augmentation de la quantité d'aliments à leur fournir.

Les pratiques sanitaires ont encore évolué récemment grâce à une plus grande maîtrise des facteurs d'élevage et à la mise en place de plans de vaccination systématique. L'objectif des vétérinaires est maintenant de réduire l'antibiothérapie par une épidémiologie-surveillance dans les élevages et les abattoirs, par une action sur les facteurs de risque et par des pratiques préventives. Le rôle du vétérinaire évolue vers un rôle de conseiller n'intervenant pratiquement plus directement sur les animaux, et celui de l'éleveur est plus technique.

Afin de cerner dans quelle mesure les éleveurs étaient prêts à entendre le discours écopathologique des vétérinaires, et de comprendre certains dysfonctionnements du conseil que nous avons pu déceler, il était nécessaire de



réaliser une étude des conceptions des éleveurs concernant leurs pratiques : c'est cette partie du travail que nous allons développer ici.

## Le savoir de référence

L'écopathologie a sa source dans l'épidémiologie, comme elle, elle s'appuie sur un savoir médical issu de la recherche et des pratiques professionnelles des vétérinaires. Des enquêtes sont menées sur le terrain afin de faire un relevé systématique d'indices aussi bien sur les animaux que sur leur environnement (voir figure 1). Des indicateurs observables sont objectivés en indicateurs mesurables. Ces indices sont corrélés avec les performances de l'élevage et la santé du troupeau. Les méthodes informatiques et statistiques formalisent et quantifient en terme de probabilité les observations effectuées sur le terrain.

À la suite de ces enquêtes, des facteurs de risque sont mis en évidence et des normes sont produites ; les vétérinaires indiquent des conduites à tenir aux éleveurs et construisent des programmes sanitaires adaptables à chaque situation particulière d'élevage. Les écopathologistes ont fait le pari qu'il sera possible de maîtriser le problème pathologique sans qu'il soit nécessaire d'en comprendre l'ensemble des mécanismes physiopathologiques. Pour expliquer la nature de ce pari revenons au contexte historique du concept de maladie.

Les découvertes de Pasteur sur le rôle du microbe dans la maladie ont induit un raisonnement causal : un microbe égale une maladie. Ce modèle reste très prégnant dans les représentations sociales (René & Guilbert, 1994).

Depuis, les travaux de Laborit (1976) et les travaux récents en immunologie ont permis de construire une explication de l'influence du stress sur le système immunitaire. Le stress agit sur le système immunitaire en le déprimant, celui-ci devient alors moins "efficace" et l'attaque microbienne est facilitée. D'autres chercheurs (Levieux, 1981) ont mis en évidence le lien entre des facteurs de risque et des troubles pathologiques chez l'animal.

Le modèle écopathologique repose sur un raisonnement systémique, multicausal, où le microbe est un des facteurs de risque de la maladie. L'interaction entre animaux, par exemple (trop forte densité, comportements de dominance...), est un autre facteur de risque de certaines pathologies d'élevage.

Cette approche postule que pour maintenir un troupeau en état sanitaire satisfaisant, il faut tendre vers un équilibre entre différents facteurs d'élevage et les animaux. L'éleveur et le vétérinaire peuvent agir sur ces équilibres de plusieurs façons : en régulant le flux d'animaux, de l'extérieur de l'élevage vers l'intérieur, ou à l'intérieur de l'élevage en réalisant des allotements, ce qui consiste à regrouper les porcelets après le sevrage par poids et par sexe ; en agissant sur les microbes et les animaux par des vaccinations, des traitements divers (antibiotiques, hormones, suppléments, soins de blessures diverses...). Il est possible de faire varier l'équilibre de l'écosystème en changeant des facteurs **d'ambiance** (température, ventilation) dans les **bâtiments**, en régulant la densité des **animaux**, le confort, **l'hygiène**, **l'alimentation**, la gestion des naissances et la génétique du troupeau.

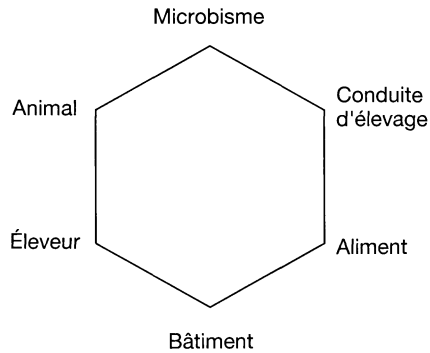


Figure 1 : Les six pôles de l'élevage à observer durant les enquêtes écopathologiques : hexagone de Tillon (Ganière et al., 1991).

Le savoir de référence est donc avant tout un savoir de terrain, un savoir d'expert "hybride" entre savoir théorique et pratique. Il a été formalisé dans un système expert appelé *Porcidact* qui a donné lieu à d'autres travaux en didactique, et dont l'utilisation sur le terrain pour la formation de technicien a été testée par J. Forestier et P. Sabatier (Forestier et al., 1993). C'est à partir du savoir formalisé dans le système expert que nous avons identifié les caractéristiques du savoir écopathologique :

- la priorité de l'action préventive sur l'action curative,
- la mise en relation entre performance et santé,
- l'assimilation d'un élevage à un système ouvert avec les aspects suivants :
  - conjonction de plusieurs facteurs pour une pathologie donnée,
  - interaction entre les facteurs avec boucles de rétroaction,
  - perception globale de l'élevage,
  - non linéarité des interactions,
  - irréversibilité des phénomènes (le système élevage évolue au cours du temps et sa complexité, due à la multiplicité des facteurs en jeu, implique que la situation présente n'est pas identique à la situation passée ou future),
  - absence d'explication physiopathologique causale, présence de liens statistiques entre les facteurs d'élevage et la pathologie.

## Représentations sociales et conceptions des éleveurs

Notre étude consiste à analyser d'une part comment l'**individu** éleveur construit ses conceptions à partir des données scientifiques et techniques émanant de son vétérinaire conseil, et d'autre part comment le **groupe social** éleveur reconstruit une représentation sociale de l'écopathologie. L'hypothèse formulée est qu'il existe une relation entre les conceptions des éleveurs, les représentations sociales d'un groupe d'éleveurs et la résolution de problèmes en élevage.

Le point de départ de notre analyse est le problème d'élevage, face auquel nous analysons les actions des éleveurs et le raisonnement qu'ils mettent en œuvre pour agir. À partir de l'observation des actes sur le terrain et l'analyse du discours des éleveurs, nous inférons leurs conceptions. Le raisonnement est reconstruit à partir de ce que dit l'éleveur à propos de la cause du problème d'élevage, les référents et les références cités, les contraintes explicitées, les normes utilisées et les écarts constatés, les indicateurs employés pour déceler le problème, les règles d'action mises en œuvre quand il y a un problème. Nous entendons par référence une personne ou un texte auquel les éleveurs vont se reporter, et par référent un système d'élevage qui sert de modèle.

Nous nous appuyons sur les travaux de Jean-Pierre Darré qui a appelé "concept d'intérêt local" un concept ayant une fonction précise et une pertinence par rapport à des problèmes précis à résoudre. Il a analysé les conceptions d'éleveurs de vaches laitières, et plus précisément la relation qu'ils font entre la nutrition des animaux et la production de lait. Pour lui "*dans les limites de leur expérience, et dans les limites d'un certain niveau de maîtrise, la notion d'aliments "pour le lait" utilisée de fait par ces éleveurs, apparaît donc comme pertinente. Mais l'on ne peut reconnaître la pertinence de cette notion que si l'on n'en exige pas les qualités d'un concept ou d'une assertion ayant valeur universelle, si l'on accepte d'y voir ce qu'elle est sans le dire, un concept d'intérêt local*". (Darré, 1985, p. 127)

La notion de pratique sociale de référence élaborée par Martinand (1987) peut aussi nous aider à identifier *a priori* ce qui est du domaine social et ce qui est du domaine individuel. La notion de pratique de référence fonctionne comme un guide pour l'analyse des contenus dans le but de les critiquer. L'idée de référence exprime qu'il ne s'agit pas de copier une pratique, des compétences, mais qu'il s'agit de comparer deux situations – dans notre cas une situation idéale élaborée par les écopathologistes, et une situation réelle, l'élevage –, d'en analyser les différences et d'envisager une transposition des savoirs en intégrant des contraintes. L'aspect social est implicite à la notion de métier, et l'étude d'un savoir professionnel ne peut se faire sans la prise en compte de l'environnement social.

Moscovici (1986) a étudié les représentations sociales en tant qu'obstacles à l'acquisition de concepts plus scientifiques. Notre but est d'étudier dans quelle mesure les représentations sociales constituent un facteur facilitant les rapports inter-professionnels, et en quoi elles peuvent contrôler l'assimilation des connaissances.

## 1. CADRE MÉTHODOLOGIQUE

### 1.1. Les éleveurs interrogés

Nous avons interrogé trois éleveurs différents. Chacun est représentatif d'une façon particulière de gérer l'élevage. Celui que nous avons appelé l'éleveur n° 1 fait partie d'un groupement de producteurs de porcs du département de la Loire qui a un contrat avec un groupe de vétérinaires ; celui-ci

assure aux éleveurs un suivi sanitaire régulier. Le contrat stipule que les vétérinaires font au moins deux visites par an dans chaque élevage et interviennent à la demande des éleveurs chaque fois que c'est nécessaire. Les vétérinaires assurent par ailleurs des formations et produisent des documents en direction des éleveurs. L'éleveur n° 2 appartient à un groupement de producteurs de l'Ain suivi par un vétérinaire ayant un statut libéral. L'éleveur n° 3 est indépendant, le suivi sanitaire de son élevage est également assuré par un vétérinaire libéral.

Les trois éleveurs sont chacun associés en GAEC (Groupement Agricole d'Économie Collective), soit avec des membres de leur famille, soit avec d'autres personnes. Ces éleveurs appartiennent à la filière porc ; en cela nous pouvons dire qu'ils appartiennent à un groupe homogène pour un certain nombre de critères. Ils nous ont été désignés par leurs pairs comme étant représentatifs de la profession. Ils utilisent le même matériel d'élevage, la taille des élevages est similaire (environ cent truies reproductrices). Ils suivent les mêmes objectifs de production qui sont fixés au niveau national par les instituts techniques. Ils sont d'âge moyen et issus du même milieu social (milieu rural).

## **1.2. L'observation des tâches et les entretiens**

Nous avons interrogé les éleveurs en plusieurs étapes. Dans un premier temps nous leur avons demandé de se présenter et de nous présenter leur exploitation agricole. Des informations générales sur l'origine sociale de l'éleveur, son niveau d'étude, la structure administrative de l'élevage et sa taille ont été recueillies ; des questions ont été posées sur les principaux problèmes sanitaires présents dans l'élevage. Dans un deuxième temps, nous avons observé l'éleveur en situation de travail. Enfin, nous avons demandé aux éleveurs des explications sur leurs pratiques, sur des choix, des façons de faire, et des précisions par rapport à ce que nous avons pu recueillir dans les précédentes interviews. Chaque interview a été enregistrée, le délai entre deux interviews est d'un mois environ.

## **1.3. La résolution de problèmes**

Il est impossible de construire une situation générale comprenant un problème concret à faire résoudre par les éleveurs. Le problème traité est inhérent à l'élevage, c'est avant tout une situation qui pose problème à l'éleveur. Pour traiter les données spécifiques liées à la résolution de problèmes nous nous sommes appuyés sur les travaux de Viallaneix (1991).

## **1.4. La décomposition de la tâche**

Nous définissons la tâche comme l'ensemble des actions et procédures cognitives que le sujet met en œuvre pour atteindre un but dans un domaine de contraintes données (Marzin, 1993). Les tâches que nous avons observées sont celles effectuées par les éleveurs dans le but d'enrayer ou de prévenir un type de pathologie du porcelet sous la mère.

## 1.5. L'analyse de contenu

L'analyse des données obtenues est qualitative. Le discours de l'éleveur est décomposé, et catégorisé selon la méthode décrite par Bardin (1986). La catégorisation comporte deux étapes : l'inventaire qui consiste à isoler les éléments, la classification où les éléments sont répartis en rubriques.

## 1.6. Construction de la grille d'analyse

La procédure de catégorisation du discours se déroule selon plusieurs étapes.

Dans un premier temps une recherche des verbes utilisés par l'éleveur est effectuée, ces verbes traduisent dans le discours les actes effectués en situation de résolution de problèmes.

Sont conservés les verbes correspondant à des **actions** ou des **intentions d'action** relatives à une maladie ou un problème sanitaire (un défaut d'hygiène n'entraîne pas forcément immédiatement une pathologie, mais il peut être à l'origine de réflexions et d'actions pour améliorer la situation). Ces actes sont mis en relation avec une ou plusieurs pathologies sur lesquelles l'éleveur entend agir. Autour du verbe sont sélectionnés les mots et les expressions qui informent sur l'analyse de la pathologie (les causes, les explications biologiques) dans le but de connaître les conceptions de l'éleveur sur la **maladie**.

Nous montrons plus loin (cf 2.2.) un exemple de réseau sémantique qui formalise la reconstruction d'un raisonnement à partir de la décomposition du discours selon la méthode décrite.

## 2. RÉSULTATS

### 2.1. Application des normes et écarts aux normes

#### *Les éleveurs interrogés connaissent-ils les normes d'élevage ?*

Comme nous l'avons dit plus haut, les centres d'écopathologie porcine et différents instituts techniques et de recherches ont produit des normes, à la suite de travaux s'appuyant sur des enquêtes de terrain. Ces normes ont été produites dans un souci d'objectivation de la pratique des professionnels de l'élevage, elles ont une visée opérationnelle, elles sont la mise en application de résultats de la recherche. Ce sont aussi des objectifs sanitaires ou technico-économiques à atteindre pour les éleveurs, ou des facteurs de risque auxquels les vétérinaires vont se référer.

Par exemple, il a été observé une corrélation statistiquement significative entre des écarts trop importants de température dans un bâtiment pendant vingt-quatre heures et des diarrhées de porcelets. Les conclusions de

cette étude statistique sont qu'une variation trop importante de température est un facteur de risque de diarrhée pour les porcelets. La norme qui en découle est qu'il ne faut pas dépasser six degrés entre la température minimale et la température maximale durant vingt-quatre heures. La mise en application de cette norme a pour conséquences l'isolation des bâtiments d'élevage et l'installation d'une régulation thermique automatisée.

Nous avons retrouvé dans les discours des éleveurs un grand nombre d'actions en référence à des normes, concernant toutes les parties de l'élevage. Nous distinguons plusieurs niveaux d'intégration de ces normes.

• **Ce que les éleveurs font en référence à des normes.** L'éleveur n° 1 a "installé des sondes dans les nids des porcelets afin de contrôler les variations de température" (int. 1, 151)<sup>1</sup> ; a "installé un pédiluve" à l'entrée des bâtiments (int. 1, 257) ; a "mis en place un vide sanitaire après le sevrage" (int. 3, 90). L'éleveur n° 2 effectue "des prises de température après les mises bas" (62), il a "changé le mode de ventilation" (165). L'éleveur n° 3 "a rénové ses bâtiments" (23, 65, 67) en référence à des normes, afin d'améliorer le confort de ses animaux, il "pèse les porcelets à la naissance, au sevrage à l'entrée et à la sortie de l'engraissement" (37), il effectue un "renouvellement systématique du troupeau" (112), il effectue un "lavage des truies" comme il lui a été préconisé mais il critique cette action (193), il "augmente les rations en fin de gestation" (211), il "surveille les mises bas" (251), il "prend systématiquement la température des truies" après la mise bas (287), il a "rallongé le vide sanitaire de 5 jours et rentre les truies 2 ou 3 jours avant les mises bas" (412). La référence à ces normes induit des contrôles systématiques de certains paramètres de l'élevage afin de déceler un dysfonctionnement et de pouvoir agir le plus rapidement possible avant qu'une pathologie ne se déclare. Ces actions sont en grande majorité préventives, leur but est de créer les meilleures conditions pour éviter différentes pathologies. Nous pourrions utiliser la métaphore du tableau de bord, l'éleveur contrôlant un certain nombre d'indicateurs afin de s'assurer que son élevage est sur la bonne route et qu'il ne risque pas l'accident.

• **Ce que les éleveurs devraient faire mais qu'ils ne font pas à cause de contraintes** de temps, d'argent, comme nous le montrerons plus loin. Ces intentions d'action traduisent aussi une intégration des normes mais cette fois comme objectif à atteindre, comme but. L'éleveur n° 1 pense qu'il devrait "peser les porcelets à la sortie des maternités, en sortie du post-sevrage, à la sortie de l'engraissement" mais il "ne le note pas" (int. 1, 272). L'éleveur n° 3 dit qu'il n'est pas dans des "conditions idéales d'élevage" (41), et "qu'un petit abreuvoir pour les porcelets c'est mieux" (81), sous-entendu c'est mieux que ce qu'il fait lui, mais il n'a pas les moyens économiques de changer d'abreuvoir.

• **Ce que les éleveurs devraient faire mais qu'ils ne font pas car leurs propres référents ne permettent pas la mise en œuvre de cette pra-**

---

1. Nous avons effectué trois interviews différentes avec l'éleveur n° 1, alors qu'avec les éleveurs n° 2 et 3 nous n'en avons effectué qu'une seule, ce qui explique un codage différent pour le premier éleveur.

**tique.** Nous faisons l'hypothèse que les référents théoriques utilisés pour l'élaboration de certaines normes ne sont pas compatibles avec le système de références des éleveurs. Nous avons par exemple montré (Marzin, 1993) comment **l'éleveur n° 1** avait construit une gestion du temps et de l'espace dans son élevage différente de celle préconisée par les instituts techniques, en s'appuyant sur des indices visuels globaux pris ponctuellement (l'estimation "à l'œil nu" de la conformation des porcelets à des moments précis), plutôt que sur des indicateurs plus "objectifs" et évolutifs comme le poids des animaux (le gain moyen quotidien, GMQ, qui permet de surveiller l'évolution du poids journalier, sur une période donnée).

Nous voyons donc au moins deux types d'écarts aux normes sanitaires en élevage porcin : un écart effectué par les éleveurs parce que la norme fait référence à un modèle qu'ils ne connaissent pas, ou un écart aux normes effectué en raison de contraintes particulières, économiques le plus souvent, qui vont empêcher leur mise en application. Les deux cas de figure seront analysés plus loin.

Les éleveurs interrogés connaissent la plupart des normes sanitaires élaborées par les instituts techniques et issues des enquêtes écopathologiques. Ils connaissent l'origine des normes (**éleveur n° 3** : "suite à l'enquête écopathologique" : 412), ils évaluent leur pertinence par rapport à leurs propres conceptions et aux contraintes de l'élevage. Les normes ne sont pas toujours intégrées telles quelles, elles sont parfois critiquées, contestées et remaniées.

### ***Quels sont les références, les référents et les contraintes des éleveurs ?***

Si les normes sont élaborées à partir d'un système idéal d'un élevage dépourvu de pathologie, chaque élevage possède des contraintes, un système de références particulier à partir duquel les éleveurs vont ou non mettre en œuvre les normes et les solutions curatives ou préventives qui leur sont proposées.

#### **Les références techniques, scientifiques et sociales et les systèmes de production de références**

Les vétérinaires et les techniciens constituent des références scientifiques et techniques. Ils vont verbaliser les normes sous forme de conseil ou de solutions particulières en direction des éleveurs. Le vétérinaire est cité par les trois éleveurs : **l'éleveur n° 1** cite le vétérinaire comme référence pour rénover ses bâtiments (int. 1, 16) ; pour **l'éleveur n° 3**, "*c'est un vétérinaire qui a pas mal d'expérience, il a beaucoup d'élevages, c'est avec lui qu'on a surtout amélioré*" (71), il le considère comme personne ressource quand il a un problème (430). Les éleveurs interrogés citent aussi des productions écrites émanant des vétérinaires ou des formations organisées par eux (éleveur n° 1 int. 2 : 19 ; 25 ; 94). **L'éleveur n° 2** cite également les techniciens parmi ses références (97). Comme autres références extérieures au groupe des éleveurs, il y a les techniciens ou les commerciaux des firmes d'aliments (éleveur n° 2 : 97 ; éleveur n° 3 : 430).

Les références peuvent être internes au groupe social éleveur. Il peut s'agir des associés (cités une fois par **l'éleveur n° 2**), des parents (cités une fois par **l'éleveur n° 1**), des voisins ou des amis éleveurs (cités quatre fois par **l'éleveur n° 1**), ou l'éleveur lui-même au travers de sa pratique confrontée au réel (cité une fois par **l'éleveur n° 3**).

Certains référents cités ont une influence indirecte sur les pratiques des éleveurs, ils sont des modèles d'élevage reconnus au plan national ou international, ils servent de système de production de référence. Il s'agit du modèle breton, et des modèles nordiques (danois et hollandais). Les éleveurs préfèrent acheter du matériel provenant de ces différentes régions. La Bretagne est citée par les trois éleveurs, le modèle danois par **l'éleveur n° 3**, et le modèle hollandais par les **éleveurs 2 et 3**.

### Les contraintes

Les contraintes évoquées pour ne pas mettre en œuvre un changement dans l'élevage ou pour expliquer qu'ils ne font pas quelque chose sont en majorité d'ordre économique : **éleveur n° 1** "*ça coûtait beaucoup trop cher*" (16) ; **éleveur n° 3** "*il y a les banques on fait attention*" (15), "*ça revient cher*" (65/67), "*économiquement c'est pas évident*" (249), "*il n'y avait plus d'argent*" (450).

Des contraintes liées au marché sont aussi évoquées : par exemple **l'éleveur n° 3** évoque cette contrainte et dit qu'il n'en tient pas compte. "*Que les cours soient hauts ou bas*" (112), il renouvelle son troupeau, c'est-à-dire qu'il achète de nouveaux animaux et en réforme d'autres comme le préconisent les vétérinaires.

Une charge de travail supplémentaire trop importante est évoquée (**éleveur n° 1**). Enfin une situation transitoire peut être vécue comme un gêne : par exemple des travaux de rénovation induisent selon **l'éleveur n° 3** des perturbations qui empêchent un fonctionnement normal "idéal".

Le fait que la grande majorité des contraintes évoquées soit d'ordre économique introduit une différence notable entre les éleveurs et l'encadrement, pour qui les contraintes sont plutôt d'ordre sanitaire ou technique. L'éleveur doit intégrer toutes ces contraintes d'opérationnalité sanitaire dans un contexte de rentabilité économique.

## 2.2. Comparaison entre le modèle proposé par les écopathologistes et les conceptions des éleveurs interrogés

Nous venons de voir dans quelle mesure les résultats des enquêtes écopathologiques étaient connus des éleveurs, et les conditions de leur application ou de leur non-application sur le terrain. Nous avons montré que des écarts aux normes peuvent exister à cause de contraintes particulières à chaque élevage, alors que les résultats des enquêtes font référence à un élevage idéal, théorique, basé sur des relations statistiques entre des pathologies d'élevage et des faits d'élevage. Une autre explication possible pour comprendre cet écart aux normes est une inadéquation entre le modèle écopa-



thologique et les conceptions des éleveurs. Dans ce cas les solutions ne seraient pas appliquées car elles ne pourraient être entendues par les éleveurs et n'apparaîtraient pas pertinentes. Pour tester cette inadéquation nous parlons des caractéristiques du modèle proposé par l'écopathologie qui ont été explicitées plus haut (cf introduction).

Prenons l'exemple d'un problème d'arthrite intervenu chez l'éleveur n° 1. Nous avons construit le réseau sémantique suivant (fig. 2) à partir de son discours. Nous avons distingué et représenté par des symbolismes différents les actions, le problème pathologique en cause et les explications données.

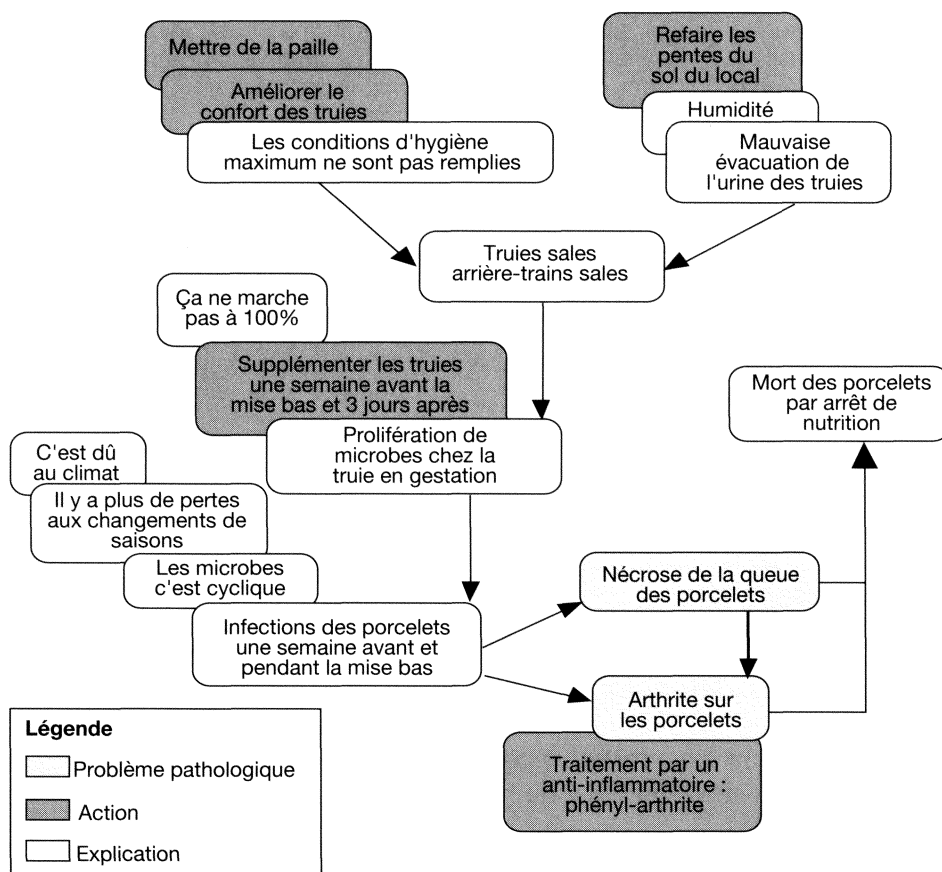


Figure 2 : Réseau sémantique de l'éleveur n° 1 à propos de l'arthrite des porcelets.

La figure ci-dessus montre que l'éleveur associe plusieurs facteurs à ce problème d'élevage. Les différents facteurs cités sont : le confort des truies, la propreté des truies, les microbes, les saisons, le climat. Il y a interaction entre différents facteurs, par exemple entre la virulence des microbes et le climat ;

entre la truie et le porcelet. L'éleveur procède par une approche globale de l'élevage pour résoudre un problème pathologique précis. Il fait intervenir des actes curatifs et préventifs ("*traitement par un anti-inflammatoire*"; "*améliorer le confort des truies*"). C'est un exemple de conception globale de la maladie, avec interactions entre plusieurs facteurs d'élevage.

Par ailleurs les éleveurs interrogés ont intégré l'idée que le stress était néfaste pour les performances de l'élevage. Par exemple, **l'éleveur n° 3** associe stress des truies et poids des porcelets à la naissance. Selon lui, si les truies gestantes sont stressées, elles se nourrissent moins et donc les porcelets naissent plus petits. Il associe aussi nombre de portées des truies et poids des porcelets à la naissance, il l'explique ainsi : les truies primipares sont plus stressées que les truies multipares car elles ne sont pas habituées à être attachées. Les truies primipares ont naturellement des porcelets petits, de plus les truies stressées produisent des porcelets petits, le fait d'attacher les truies est donc pour lui un facteur aggravant (378). Il attache donc ses truies quand elles ont déjà eu une portée.

**L'éleveur n° 1** fait le lien entre environnement, microbe et maladie de la façon suivante : "*enfin ce que je voulais dire au départ c'est qu'on est environné de microbes, de virus, de n'importe quoi, simplement si le milieu est favorable ils se développeront et ils créeront la maladie, sinon ils ne créeront pas*" (int. 2, 95). Ce que nous interprétons ainsi : les facteurs d'environnement agissent sur le développement des microbes qui vont favoriser l'apparition d'une pathologie en infectant un animal, si les facteurs d'environnement sont favorables il n'y a pas de pathologie.

Ces résultats montrent que l'on retrouve les formes du discours écopathologique dans le discours de ces éleveurs. Les éleveurs ont sur le mode d'action des microbes une conception différente de celle des vétérinaires, mais cela ne les empêche pas d'intégrer une partie du modèle écopathologique, en particulier certains facteurs de risque et la plupart des normes.

### 3. INTERPRÉTATION ET DISCUSSION

#### 3.1. Intégration du modèle écopathologique dans la pratique et le discours des éleveurs de porcs

Les éleveurs connaissent les normes produites concernant tous les stades de l'élevage, et ils en ont intégré un grand nombre dans leur pratique. Ces normes permettent aux éleveurs d'objectiver leur pratique et d'anticiper sur d'éventuelles pathologies à venir. Par exemple **l'éleveur n° 3** qui utilise un grand nombre d'indicateurs objectifs, des relevés et des actes systématiques a de meilleurs résultats sanitaires que les deux autres éleveurs. L'équilibre pour les éleveurs se situe entre la gestion des contraintes qu'ils doivent prendre en compte, la systématisation et l'objectivation de la pratique, et l'intervention des sens qui peuvent mettre en alerte à propos de données non objectivables par la mesure.

De nombreux facteurs de risque de pathologies d'élevage porcin sont cités par les éleveurs. Nous ne pouvons dire si certains facteurs sont privilégiés car cette étude est qualitative, mais la notion de facteur de risque est comprise et adoptée par les éleveurs. Les six pôles élaborés par les écopathologistes (cf fig. 1) afin d'évaluer les élevages sont présents, sous d'autres termes, dans le discours des éleveurs (animal, hygiène, bâtiment, aliment, conduite d'élevage). Ils ont bien entendu du mal à se considérer eux-mêmes comme des facteurs de risque <sup>1</sup>.

Certaines normes ne sont pas appliquées en raison des contraintes économiques fortes qui pèsent sur les éleveurs de porcs. C'est encore plus vrai aujourd'hui alors que les cours du porc se sont effondrés. Ces contraintes vont peser surtout sur la mise en œuvre de gros travaux de rénovation et d'isolation des bâtiments d'élevage et pour l'achat de gros matériel (abreuvoirs, cages de contention...).

### *Différences de logiques*

Plusieurs obstacles cognitifs empêchent la mise en œuvre de pratiques préconisées par les écopathologistes. Nous avons par exemple montré par ailleurs que certains éleveurs ont une gestion ponctuelle du temps et parcellaire de l'espace, alors que le modèle écopathologique s'appuie sur un modèle évolutif et global (Marzin & Sabatier, 1994). Cette gestion ponctuelle des événements peut s'illustrer par le fait que certains éleveurs interrogés notent uniquement les animaux malades, sans les replacer dans un contexte global qui consisterait à prendre des notes sur tous les animaux, y compris ceux qui n'ont pas de problème sanitaire. Cette gestion partielle empêche toute étude comparative et tout calcul de moyenne. Nous retrouvons cette façon de raisonner dans l'exemple cité plus haut à propos de la gestion du temps et de l'espace de **l'éleveur n° 1**.

Ces différences de conceptions ne sont pas de même nature que le problème de l'intégration des contraintes, elles induisent de véritables obstacles.

### *Différences de modèles explicatifs*

Dans le discours des éleveurs, l'influence du stress est expliquée à partir d'un modèle pasteurien causal de la maladie. C'est ainsi par exemple que **l'éleveur n° 1** (cf 2.2.) parle de microbes ayant une virulence variable en fonction des facteurs d'environnement. Pour lui ce n'est pas le système immunitaire de l'organisme qui est déprimé, mais les microbes qui deviennent plus ou moins virulents.

Ces résultats montrent que deux conceptions de la maladie cohabitent : une conception causale pasteurienne où le microbe est le principal agent

---

1. L'idée d'assimiler l'éleveur à un facteur de risque ne paraît pas une idée très pertinente, c'est en tout cas très maladroit si les chercheurs écopathologistes veulent communiquer leurs résultats aux éleveurs.

de la maladie, et une conception causale environnementale où les éleveurs relient de façon causale des facteurs de risque aux pathologies d'élevage. Cette façon de raisonner leur permet d'entendre ce que disent les vétérinaires et de construire dans le dialogue un savoir partagé sur les pathologies d'élevage.

André Giordan (1994), en utilisant la métaphore de la protéine, a décrit un modèle allostérique d'intégration des nouvelles connaissances. Il a montré qu'une nouvelle connaissance est intégrée dans une structure conceptuelle déjà fonctionnelle. Pour lui, *"la nouvelle conception se substitue à l'ancienne en remplaçant les structures conceptuelles antérieures"* (Giordan, 1994). Ce n'est pas tout à fait ce que nous observons : le nouveau modèle écopathologique proposé par les vétérinaires ne remplace pas l'ancien modèle pasteurien des éleveurs. Il semble plutôt qu'un nouveau modèle "hybride" est construit par les éleveurs à partir de leurs conceptions causales initiales. Par exemple la notion de facteur de risque est acquise par les éleveurs, mais ces facteurs sont reliés de façon causale à la maladie, comme le microbe était l'agent causal du modèle pasteurien de la maladie.

Ainsi, du fait qu'ils attribuent un coefficient de certitude à tous les facteurs de risque, les éleveurs s'attendent à ce que leur action sur les facteurs de risque ait un effet certain. Comme ce n'est pas le cas ils peuvent douter de l'efficacité de la solution proposée, et remettre en cause la compétence du vétérinaire qui propose cette solution.

D'autre part les vétérinaires écopathologistes ne sont pas les seules références utilisées par les éleveurs, même s'ils sont les principaux conseillers ; les éleveurs construisent aussi leurs conceptions à partir du discours d'autres intervenants, qui n'est pas forcément le même que celui des vétérinaires. Ils construisent aussi leurs conceptions de la santé animale à partir de leurs propres conceptions antérieures validées par leur expérience.

Nous reprendrons la terminologie de Darré pour dire que la construction de concepts d'intérêt local par les éleveurs est pertinente, car ces concepts permettent aux éleveurs de mettre en application la plupart des conseils des vétérinaires, et d'intégrer avec une certaine adaptation les facteurs de risque et les normes à leurs conceptions.

### **3.2. Modèle écopathologique et groupe social**

Il est difficile de conclure à partir de trois études de cas sur la reconstruction d'un savoir social de type écopathologique chez les éleveurs. Mais nous avons mis en évidence une unité sociale qui passe par l'appartenance à la filière porcine, le partage des modèles technico-économiques et des références, la similitude des objets professionnels, des contraintes générales, et bien entendu le partage de la même fonction sociale.

Nous faisons l'hypothèse qu'une partie du modèle écopathologique a aussi subi une transformation et une réappropriation par un groupe social d'éleveurs. En effet nous avons assisté, au cours de réunions professionnelles,

à de nombreux échanges verbaux entre éleveurs, à propos de leurs pratiques, où des arguments de type explicatif étaient utilisés afin de justifier telle ou telle pratique. Ces observations nous font penser que les résultats obtenus à partir d'individus sont transférables à des groupes sociaux, tels que des groupements de professionnels. Une analyse de corpus obtenu à partir d'enregistrements d'échanges verbaux entre éleveurs permettrait d'affiner cette proposition.

Pour Fastinger (1954), *“les individus évaluent leurs opinions et aptitudes en les comparant à celles d'autres individus. L'évaluation de soi s'effectue de préférence à partir d'une comparaison entre individus qui se ressemblent. L'identité sociale positive est donc toujours relative et les sujets sont prêts à payer un prix pour accéder à cette image sociale”* (cité par Ghiglione et al., 1990). Nous retrouvons cette affirmation dans la référence aux systèmes breton et hollandais qui servent de modèles aux éleveurs interrogés.

D'autre part les éleveurs citent souvent dans leurs références d'autres éleveurs qui sont des voisins, des amis ou leurs associés. Pour Ghiglione et al., *“il s'agit en effet chaque fois de savoirs sociaux qui sont étudiés pour autant qu'ils interviennent dans la manière dont des acteurs sociaux se réfèrent à d'autres acteurs.”*

Enfin nous retrouvons dans les logiques et les conceptions des éleveurs interrogés des similitudes concernant notamment la gestion du temps et de l'espace, et l'utilisation d'un raisonnement explicatif causal pour lier facteurs de risque et pathologies.

Cette étude de cas ne permet pas de conclure à propos de la diffusion de toutes les particularités du modèle écopathologique qui est lui-même sans cesse remanié. La population n'est pas hétérogène, elle est représentative du type d'éleveur (suivi et formé) qui va survivre aux différentes lois économiques qui se sont mises en place récemment dans les pays “développés”.

Nous avons montré comment un savoir savant, ici le modèle écopathologique de la maladie, élaboré par des chercheurs, était utilisé et adapté par les vétérinaires en fonction de contraintes particulières d'élevages, et intégré par les éleveurs à partir d'un modèle explicatif préexistant. Il s'agit d'une transposition “en acte”, où le savoir prend une forme différente en fonction de ses utilisateurs.

Un travail didactique, tel que nous l'avons mené, sur les pratiques professionnelles, peut contribuer à améliorer une situation de communication comme le conseil, dans la mesure où il peut aider les protagonistes à prendre conscience des différents niveaux de savoir de chacun, et des obstacles que cela peut entraîner.

## BIBLIOGRAPHIE

- BARDIN L. (1986). *L'analyse de contenu* (4<sup>e</sup> édition). Paris, PUF.
- DARRÉ J.-P. (1985). *La parole et la technique*. Paris, L'Harmattan.
- DARTOIS C. (1992). La didactique peut-elle casser des briques ? *Éducation permanente*, n° 111, "Approches didactiques en formation d'adultes", pp. 175-188.
- FORESTIER J., SABATIER P. & MARZIN P. (1993). *Une pédagogie de terrain, des outils informatiques, des savoirs en santé animale*. Bulletin de l'ANEAP, n° 95, pp. 37-47.
- GANIÈRE J.-P., ANDRÉ-FONTAINE G., DROUIN P., FAYE B., MADEC F., ROSNER G., FOURRICHON C., WANG B. & TILLON J.-P. (1991). L'écopathologie : une méthode d'approche de la santé en élevage. *Production Animale*, INRA, vol. 4, n° 3, pp. 247-256.
- GHIGLIONE R., BONNET C. & RICHARD J.-F. (1990). *Traité de psychologie cognitive* 3. Paris, Dunod.
- GIORDAN A. (1994). Le modèle allostérique d'apprentissage. In A. Giordan, Y. Girault & P. Clément (Eds), *Conceptions et connaissances*. Berne, Peter Lang, pp. 289-315.
- GRÉA J., SABATIER P. & TIBERGHIE A. (1990). *Le rôle des utilisateurs dans les environnements d'apprentissage*. Lyon, Rapport à la région Rhône-Alpes.
- HOC J.-M. (1987). *Psychologie cognitive de la planification*. Grenoble, Presses Universitaires de Grenoble.
- LABORIT H. (1976). *Éloge de la fuite*. Paris, Robert Laffont.
- LECLERC L.-P., BESANÇON J. & NIZET I. (1993). Élaboration de modèles conceptuels adaptés au contexte de l'enseignement professionnel : une application en agrotechnique. *ASTER*, n° 15, pp. 101-119.
- LEVIEUX D. (1981). Milieu et immunité. In *Milieu, pathologie et prévention chez les ruminants*. Versailles, INRA publication, pp. 123-129.
- MARTINAND J.-L. (1983). Questions pour la recherche : La référence et le possible dans les activités scientifiques scolaires. In *Atelier international d'été : Recherche en didactique de la physique*, La Londe les Maures. Paris, CNRS, pp. 227-249.
- MARTINAND J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière*. Berne, Peter Lang.
- MARZIN P. (1993). *Approche didactique de la communication des savoirs dans une situation de conseil vétérinaire. Analyse des conceptions dans le dialogue*. Thèse de doctorat, Université Lyon 1.
- MARZIN P. & SABATIER P. (1994). Conceptions en santé animale et tutorat assisté par ordinateur. In A. Giordan, Y. Girault & P. Clément (Eds), *Conceptions et connaissances*. Berne, Peter Lang, pp. 117-131.

MARZIN P. & SABATIER P. & FORESTIER J. (à paraître). Constitution d'un accord dans le dialogue entre vétérinaire et éleveur. *Technologies, Idéologies, Pratiques*, Vol. 11.

MOSCOVICI S. (1986). L'ère des représentations sociales. In W. Doise & A. Palmonari (Eds.), *L'étude des représentations sociales*. Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, pp. 34-80.

PAPY F. & MOUSSET J. (1992). Vers une communication entre savoirs théorique et pratique. In *4<sup>e</sup> Congrès International d'Informatique Agricole : L'informatique agricole en quête d'utilisateurs ?* Versailles, pp. 177-180.

PATEYRON B. & CLAVEL J. (1990). *Expertise et extraction des connaissances : rôle de l'apprenant. Cas du traitement du signal par un technicien en physique nucléaire*. Expertise du technicien : B. Pateyron, Stratégies cognitives, activités de diagnostic : J. Clavel. Mémoire de DEA, Université Lyon 1.

RENÉ É. & GUILBERT L. (1994). Les représentations du concept de microbe : un construit social contournable ? *Didaskalia*, n° 3, pp. 43-60.

RICHARD J.-F., BONNET C. & GHIGLIONE R. (1990). *Traité de psychologie cognitive 2*. Paris, Dunod.

ROGALSKI J. & SAMURÇAY R. (1989). Analysing verbal protocols to infer strategies in the control of dynamic environment with distributed decision making. In L. Bainbridge & S. Reinartz (Eds), *Cognitive processes in complex tasks, proceeding of the workshop wilgersdorf*. TUV, pp. 46-69.

VIALLANEIX J. (1991). *Les systèmes experts et leurs utilisateurs. Comment les utilisateurs mettent-ils à profit les systèmes experts et comment améliorer ces systèmes experts en conséquence ?* Thèse de Doctorat, INSA, Lyon.



# La place de la technologie dans l'enseignement général et les recherches actuelles sur son enseignement

**René AMIGUES, Jacques GINESTIÉ  
et Samuel JOHSUA**

Université de Provence  
Centre Interuniversitaire de Recherche :  
Apprentissage, Didactique, Evaluation.  
Chemin de la Frescoule  
Route Nationale 113  
13127 Vitrolles, France.

## **Résumé**

*Selon les pays, la technologie est considérée comme une discipline à part entière, un élément d'un ensemble disciplinaire, ou une activité d'éveil. Mais partout, les recherches mettent en évidence les difficultés d'introduire la technologie dans l'enseignement général.*

*La spécificité de la recherche conduite en France est de tenter de comprendre cette situation à l'aide d'une réflexion sur les mécanismes de la transposition didactique qui mènent des pratiques technologiques de référence aux pratiques de classe.*

**Mots clés :** *technologie, enseignement général, didactique, transposition didactique.*



### **Abstract**

*Depending on the countries, technology may be considered as a separate discipline, as an element of a set of disciplines, or else just as "activities". However, everywhere, research has shown how difficult it is to introduce technology within general education.*

*The specific feature of French research in this field is to try to understand this situation by reflecting on the mechanisms of "didactic transposition", which leads from technological to classroom practices.*

**Key Words :** *technology, general education, didactic, didactic transposition.*

### **Resumen**

*Distintos países consideran a la tecnología como una disciplina in sí misma, como parte de un conjunto disciplinario, o bien como una actividad de iniciación. En todas partes, sin embargo, los estudios han hecho resaltar lo difícil que es introducir la tecnología como materia en la enseñanza general.*

*La particularidad de la investigación que se lleva a cabo en Francia es que intenta comprender esta situación a través de una reflexión sobre los mecanismos de transposición didáctica que llevan de la práctica tecnológica a la práctica de clase.*

**Palabras claves :** *tecnología, educación general, didáctica, transposición didáctica.*

L'enseignement de la technologie dans l'enseignement général pose d'entrée de jeu la question : qu'est-ce que la technologie ? Il convient de remarquer que cette question se pose différemment à propos de l'enseignement des mathématiques, ou de la physique, par exemple. Dans ces cas, en effet, la discipline scolaire dispose d'une référence "savante" socialement reconnue, avec des communautés scientifiques marquées par des traditions bien établies. Tout au plus est-on amené à préciser de quelle mathématique ou de quelle physique il s'agit. On pourrait très caricaturalement dire que physique et technologie sont dans des situations opposées. En effet, la physique bénéficie d'une image forte liée au savoir savant et très floue dans les pratiques liées à l'environnement quotidien. Paradoxalement l'image sociale de la technologie provenant de l'utilisation quotidienne d'objets "micro..." ou "électro..." qui peuplent notre environnement familier est forte, alors que celle des savoirs et des pratiques technologiques spécifiques relevant du savoir savant est confuse. La technologie semble souffrir du "misonéisme" (la phobie des machines), se prolongeant en "xénophobie" évoquée par Simondon (1958) à propos de la technique, qui demeure "étrangère". Du fait de cette situation, les enseignements

technologiques sont dans une situation particulière, cet article vise à en faire l'analyse.

On présentera, dans un premier temps, comment sont conçus les enseignements technologiques dans divers pays. Puis on évoquera les thèmes de recherche qui y sont développés. Enfin on donnera un aperçu de l'enseignement de la technologie et de la recherche en France.

## **1. L'ENSEIGNEMENT DE LA TECHNOLOGIE : COMPARAISON INTERNATIONALE**

L'introduction de la technologie dans l'enseignement général est une préoccupation relativement récente datant d'une dizaine d'années au plus. L'officialisation de nouveaux curriculums ne doit pas faire perdre de vue que les orientations sous-jacentes font l'objet de débats permanents, dans chaque pays (Smithers & Robinson, 1992 ; Hendricks, 1991). Ces débats témoignent des enjeux politiques, économiques et culturels de cet enseignement. Ils comportent généralement un discours prônant ce qu'est ou devrait être la technologie, ou proposant des définitions curriculaires ou des conditions de mise en œuvre d'un tel enseignement. Mais ils sont rarement nourris d'une réflexion fondée sur des observations et des analyses de situations de classe. De fait cette réflexion est rare et le plus souvent d'ordre philosophique. En effet, de nombreux textes d'orientation reprennent des thèmes explicitement empruntés à la philosophie de la "culture technique" développée par Simonon (1958), auteur français dont l'influence est désormais bien plus large. La problématique de la co-évolution de l'homme et de la technique est d'ailleurs toujours actuelle, à preuve le colloque international organisé autour de son œuvre à la Cité des Sciences et de l'Industrie (à Paris), en 1992. Au-delà de cette référence commune à une œuvre désormais "classique", l'enseignement de la technologie s'inscrit dans des traditions nationales d'éducation.

Dans les pays industrialisés, la technologie est conçue comme un élément constitutif de l'enseignement général à l'école primaire et au collège, du moins à partir du début des années 80 (grades 1 à 9, soit environ de six à quinze ans). Ces cursus sont en général obligatoires dans les premières années, et sont parfois optionnels dans la dernière partie. Après cet âge moyen, cet enseignement devient partout optionnel.

### **1.1. Le statut de la technologie dans l'enseignement général**

Le statut de la technologie varie en fonction des systèmes politiques (états centralisés ou fédéraux) et des systèmes scolaires (écoles publiques nationales ou régionales, écoles privées confessionnelles ou non). Elle peut apparaître comme :

- une discipline à part entière (Danemark, Pays-Bas, Allemagne, France),
- une activité d'éveil (certains états des États-Unis, Italie, Suède),

– une éducation scientifique et technique sans distinction très nette entre sciences et technologie (Japon, Kenya).

Selon le statut accordé à la technologie dans le système scolaire, cet enseignement va prendre des formes radicalement différentes suivant les pays ou les États. On peut distinguer deux grands types de finalités : culturelles ou professionnelles. Dans le premier cas, il s'agit de faciliter la compréhension de l'environnement technologique contemporain du futur citoyen alors que dans le second cas, il s'agit de faciliter l'intégration sociale et professionnelle du futur travailleur. On notera, toutefois, que les systèmes entièrement orientés vers une seule de ces deux finalités sont assez rares.

L'intégration sociale et professionnelle apparaît sous deux formes différentes. Dans les pays tels que Chine, Vietnam, Corée du Nord, la technologie est avant tout une éducation au travail collectif. Dans d'autres pays comme Turquie, Kenya, Philippines, San Salvador, il s'agit de faciliter l'intégration dans le tissu social local et, ainsi, de tenter de contrôler le développement.

Une orientation à la fois culturelle et visant une intégration professionnelle apparaît notamment en Allemagne, aux Pays-Bas et au Danemark, où sont proposées d'une part une connaissance des métiers, des gestes professionnels et des techniques, et d'autre part l'étude des relations entre la société et les techniques à partir de l'étude de l'influence des techniques sur la culture et l'évolution sociale. Certains états des États-Unis, du Canada et la Grande-Bretagne insistent particulièrement sur cette dernière orientation.

Une orientation plus culturelle présente une démarche polytechnicienne qui privilégie la connaissance des objets techniques et de leur mode de production (c'est le cas, d'une certaine manière, en France).

Lorsque les enseignements scientifiques et techniques ne sont pas différenciés, la technologie n'a pas d'identité disciplinaire (c'est le cas notamment au Japon). Les activités proposées aux élèves portent essentiellement sur la connaissance des objets au travers de grands thèmes ("energy, power and transportation", "material and processing"). La distinction disciplinaire n'intervient qu'au niveau des formations professionnelles.

L'éducation technologique actuelle dépend, bien entendu, de l'orientation choisie pour cette discipline dans le cadre de l'enseignement général, celle-ci étant étroitement liée à "l'histoire scolaire" de la technologie dans chaque pays. Nous allons montrer que, selon ces orientations, les pratiques seront radicalement différentes.

## **1.2. Des pratiques différentes liées à l'influence des traditions nationales**

Nous présentons ci-dessous les pratiques correspondant aux deux grandes orientations introduites précédemment : l'une visant une meilleure connaissance des professions, voire une intégration professionnelle, et l'autre une meilleure connaissance du monde technique, que nous avons appelée "culturelle".

### ***Vers une connaissance des professions***

Les pratiques liées à des finalités d'intégration professionnelle sont essentiellement centrées sur la maîtrise de gestes professionnels. Il s'agit de donner à l'élève les compétences nécessaires pour s'intégrer rapidement dans le contexte socioprofessionnel local. Les pratiques de référence sont empruntées au tissu artisanal local (c'est le cas notamment en Turquie, Mauritanie, Philippines ou San Salvador) ou déterminées dans le cadre des plans pour les économies collectivistes (comme c'était le cas dans l'ex-URSS ou comme, encore actuellement, en Chine ou au Vietnam) (Hörner, 1987). L'enseignement prend la forme d'un apprentissage professionnalisé privilégiant les activités manuelles. En Europe de l'Est (Hörner, 1987), ainsi qu'en Finlande par exemple (Kananoja, 1989), les finalités de l'enseignement technologique sont marquées par une double référence : le "polytechnisme" (cf ci-dessus) et "l'initiation à la vie du travail" ("*Arbeitslehre*") : l'enseignement technologique s'inscrit dans un processus d'information et d'orientation pré-professionnelle.

La connaissance des métiers doit permettre à l'élève de situer sa propre formation en fonction des secteurs professionnels, de la réalité des métiers et des parcours scolaires nécessaires pour arriver à les exercer. L'enseignement de la technologie se réfère, dans ce cas-là, aux fonctions exercées par les hommes, aux compétences nécessaires à cet exercice. Une distinction très nette est introduite entre les gestes professionnels, "la pratique", et les connaissances nécessaires pour la maîtrise de ces gestes, "la théorie". L'enseignement se fait sous forme d'alternance entre l'école, lieu d'acquisition de "la théorie", et l'entreprise, lieu d'acquisition de "la pratique". En Allemagne et aux Pays-Bas, par exemple, domine de longue date la préoccupation de l'intégration future des élèves dans la structure productive, et cet objectif de familiarisation est jugé souhaitable pour l'ensemble des filières d'enseignement. Les contenus d'enseignement, quant à eux, permettent d'approcher l'entreprise à travers l'analyse des activités professionnelles. Il s'agit de mettre l'élève dans des conditions sociales jugées proches de l'emploi auquel il se destine. Les modalités de formation mises en œuvre reposent sur l'alternance entre des temps scolaires et des temps en milieu industriel. Les entreprises, de leur côté, disposent d'employés chargés de suivre, de former et d'encadrer les élèves (Hörner, 1987).

Dans le cas où la tradition privilégie comme but de l'enseignement technologique la réalisation d'objets techniques (pas nécessairement matériels), la découverte de l'organisation des entreprises se fait de proche en proche à partir de cette réalisation. Par exemple, en France, les élèves passent par différents postes de travail correspondant à l'organisation sociale du travail (voir la démarche de projet ci-après). Il convient de noter ici que l'approche par "postes de travail", proposée par la tradition française, diffère de la tradition germanique centrée sur un secteur professionnel ou un "atelier" (qui regroupe plusieurs postes de travail). C'est ainsi qu'en Allemagne, les élèves travaillent à l'école sur les études d'objets techniques et vont dans les entreprises pour réaliser les aspects pratiques de leur curriculum. L'école apparaît comme le lieu où les élèves "apprennent des éléments théoriques", l'entreprise comme le contexte social de réalisation et de mise en œuvre réelle de ces apprentissages (Hörner, 1987).

## ***Vers une connaissance du monde technique***

La connaissance du monde des objets techniques et de leur mode de production s'intéresse aux processus d'élaboration de ces objets. Cette approche est centrée sur la démarche de projet industriel qui doit permettre à l'élève de vivre les différentes phases de ces processus et cela sous différentes facettes. L'angle privilégié repose généralement sur une architecture empruntée à l'économie d'entreprise avec des références industrielles. C'est, par exemple en France, le choix de présenter la technologie en référence aux secteurs de l'industrie électromécanique et de considérer la démarche d'une entreprise depuis la conception d'un objet technique jusqu'à sa mise sur le marché. L'enseignement, dans ce cas, prend la forme d'activités repérées par rapport à la pratique industrielle, les élèves allant d'un poste d'activité à un autre. Nous développerons les choix français un peu plus loin.

Les relations entre techniques et culture sont fortement développées dans les pays anglo-saxons. Aux États-Unis, les premiers buts de l'enseignement de la technologie visaient la connaissance du système de production ("*Industrial Arts*"). Actuellement, ces buts sont réactualisés dans les termes de la "théorie de l'information" (chaque situation technologique est analysée à l'aide d'un découpage moyens/buts), et les contenus sont pensés en termes de "résolution de problèmes technologiques" (voir Savage & Sterry, 1990), pour laquelle la méthode proposée est connue en France sous la forme de "système d'analyse descendante hiérarchisée". Plus généralement, il s'agit de privilégier cette influence au travers de l'étude des systèmes de production (Grande-Bretagne et États-Unis). Les contenus présentent l'entreprise comme une organisation sociale de fonctions propres à un domaine de production. Ainsi, les activités proposées aux élèves résident essentiellement dans la manipulation de maquettes (maquette d'un système de production automatisé, par exemple), la simulation d'organisation d'entreprise (simulation informatique), ou encore la découverte ludique (jeux de rôle). Dans le système scolaire britannique ou américain, la finalité visée par l'enseignement technologique consiste essentiellement à amener les élèves à comprendre comment marchent les objets familiers qui les entourent, à en questionner l'impact sur leur mode de vie.

## ***Le cas de la France***

En France, le statut de la technologie varie selon le niveau d'enseignement. Dans l'enseignement primaire, les professeurs des écoles disposent de fait d'une grande initiative dans l'application du programme officiel. Dans l'enseignement secondaire, l'enseignement technologique est obligatoire au collège (de onze à quinze ans), et optionnel au lycée : option Technologie des Systèmes Automatisés en seconde (grade 10 ; seize ans environ), option Technologie Industrielle, en première et terminale.

Les objectifs de cet enseignement privilégient une approche économique de la production d'objets techniques. Les contenus de formation présentent ainsi les objets techniques comme résultat d'une démarche volontaire de production socialement organisée. La définition de ces contenus repose sur

deux éléments fondamentaux : la démarche de projet technique et la différenciation des points de vue.

La démarche de projet technique se présente comme une rationalisation de la démarche industrielle suivie par une entreprise (ou plusieurs) qui veut concevoir, produire et commercialiser un produit. Bien qu'élaborée au sein des instances éducatives, elle se présente comme s'inspirant prioritairement de la rationalisation des savoirs professionnels. Cette démarche est à la fois holistique (tous les aspects de la vie d'un produit sont envisagés), et spécifique (l'étude ne porte que sur des cas particuliers, adaptés à l'école).

L'autre démarche consiste à présenter les objets techniques en adoptant des points de vue différents et à donner un sens particulier au point de vue considéré. Quatre points de vue sont privilégiés : d'une part celui de l'utilisateur, du fabricant, du commercial, et d'autre part celui de l'ergonomie des objets entre eux (sont reprises, dans ce dernier point de vue, les idées de lignée de produits, de reconnaissance sociale, etc.). Dans le cas de l'ergonomie, l'ambition est assez grande, puisqu'il s'agit de tenir compte à la fois des points de vue de l'utilisateur, du fabricant, voire du design industriel.

L'association de ces deux démarches pour organiser les contenus d'enseignement de la technologie en France présente une originalité qu'on ne trouve pas dans d'autres systèmes scolaires.

### **1.3. L'enseignement technologique et les organisations scolaires et parascolaires**

Les spécificités locales favorisent aux États-Unis, en Grande-Bretagne, dans les pays de l'Europe du Nord, des "associations", des sociétés de productions de "packages de formation". Ces produits résultent bien souvent de la collaboration entre des laboratoires (universitaires ou industriels), des professionnels et des enseignants. De véritables enseignements clés en main sont ainsi proposés aux professeurs, avec le matériel nécessaire (maquettes, dossiers, cassettes vidéo...), mais également les dispositifs pédagogiques, avec articulation des séquences, des fiches-guides pour la conduite des séances, des travaux à proposer aux élèves. Ces ensembles sont généralement très "High Tech" dans leur présentation et font l'objet d'une industrie importante : par exemple, Mission 21 aux États-Unis qui propose une étude technique de la conquête spatiale, ensemble réalisé en collaboration avec la NASA ; ou encore le National Curriculum Council (Grande-Bretagne) qui propose un ensemble pour l'école primaire autour du "design industriel". Ces contributions véhiculent, à travers des scénarii ou des groupes de résolution de problèmes, une image très futuriste d'un monde où les techniques jouent un rôle central dans la société et dans le rapport société-environnement.

Ces sociétés de production de matériel pédagogique participent à des associations internationales qui regroupent également des responsables du secteur économique et industriel, des universitaires. Parmi ces associations, les plus connues sont : International Technology Education Association (ITEA), aux États-Unis ; Design and Technology Association (DATA), en Grande-

Bretagne; European Association for Technology Education (EATE), en Allemagne (création franco-germanique); Pupils' Attitude Towards Technology (PATT). Cette dernière association internationale a organisé sept congrès depuis 1986 et a favorisé, en 1992, la création de la World Council Association for Technology Education (WOCASTE). On remarquera que ces associations attirent de nombreux participants anglo-saxons et germaniques. La France et les pays francophones sont absents de ces manifestations ou peu représentés. En revanche, on note une présence importante des pays d'Europe du Nord et d'Amérique du Nord, ainsi que des pays en voie de développement et plus récemment des pays de l'Est.

## 2. LES THÈMES DE RECHERCHE

Les recherches développées par ces associations internationales le sont généralement avec le soutien de l'UNESCO ou d'organismes européens tels que COMETT. Les thèmes de recherche sont développés dans le prolongement des conceptions qui orientent l'enseignement de la technologie et doivent fournir, autant que possible, des propositions de mise en œuvre.

Il faut tout de suite préciser que ces recherches sont relativement récentes, en comparaison de ce qui peut exister dans d'autres disciplines. En outre, elles se présentent communément comme des recherches qui accompagnent ou éclairent la mise en place de l'enseignement technologique et non pas comme des recherches "fondamentales" (quelle que soit la problématique choisie dans ce cadre). Les attitudes des élèves face à la technologie, les conceptions des enseignants et l'analyse des curriculums constituent les principales orientations de ces recherches. Les méthodes d'investigation utilisent généralement des enquêtes sociologiques (questionnaires, échelles d'attitude...). On trouvera dans Mottier, Raat et De Vries (1991) et dans Blandow et Dyrenfurth (1992) les présentations détaillées des recherches présentées thématiquement ci-après.

### 2.1. Les attitudes des élèves face à la technologie

Ces études portent sur les différences d'attitude entre les filles et les garçons face à la technologie. Une hypothèse sous-jacente pose que ces différences correspondent à la division sociale du travail et les résultats mettent en évidence l'existence d'une représentation d'activités "marquées sexuellement". En effet, l'ensemble des études conduites dans différents pays atteste de l'existence de cette représentation, et la plupart mettent plus précisément en évidence une forte corrélation entre le rejet des disciplines techniques (plus important chez les filles que chez les garçons) et la "prédestination sociale" en fonction du sexe.

Par ailleurs, ces études montrent les difficultés à faire entrer l'enseignement technologique dans la formation générale des élèves. Cet enseignement est souvent ressenti comme un agrégat d'activités qui ne présentent pas d'intérêt du point de vue de l'acquisition de connaissances. L'enseignement

technologique est perçu par les élèves comme d'importance très relative et sans réelle influence sur leur avenir professionnel, et ceci y compris dans les pays germaniques.

À la suite de ces recherches deux questions principales ont marqué l'évolution des thèmes de PATT (Pupils' Attitude Towards Technology) par exemple. La première concerne la contribution qu'apportent ces enseignements à l'élaboration d'une culture technique chez les élèves. La seconde s'intéresse plus particulièrement au rôle et à l'influence que peuvent avoir les enseignants de ces disciplines dans le développement de l'image de la technologie. Une série d'études porte actuellement sur les représentations des enseignants et sur leur conception de l'enseignement de la technologie.

## **2.2. Les attitudes des enseignants de technologie à l'égard de leur discipline**

Ces études montrent, à quelques variantes près, que les enseignants de technologie ont du mal à situer leur enseignement dans le cadre scolaire général et, par là même, à se situer parmi les autres enseignants. Il ressort très nettement une dévalorisation sensible de ces disciplines et des professeurs qui les enseignent. Il semble que, sous des formes diverses, l'enseignement technologique est bien le parent pauvre de l'enseignement général et que la place qu'il occupe est une place subalterne. Ces aspects rendent la tâche des enseignants de technologie particulièrement délicate. Par ailleurs, il ressort de ces études que les contenus de formation sont vagues et fluctuants. Ceci ne va pas dans le sens d'une stabilisation du métier d'enseignant de technologie et ne fait qu'accroître le malaise existant.

## **2.3. Les curriculums de formation en technologie**

L'approche curriculaire contribue à proposer, non seulement des contenus, mais aussi des méthodes d'enseignement (que faut-il enseigner et comment). Cette dernière préoccupation rencontre un écho important dans l'enseignement des disciplines technologiques où, justement, les connaissances demeurent difficiles à cerner et sont évolutives.

Ce thème est surtout abordé en France, en Allemagne (par exemple dans les travaux présentés dans le cadre de l'Association Européenne pour l'Enseignement de la Technologie), en Grande-Bretagne. Pour les anglosaxons particulièrement, les propositions essentielles suggèrent que la formation, outre les connaissances spécifiques, intègre les savoir-faire contenus dans les pratiques techniques. Dans de nombreux cas, les prescriptions proposées dans les curriculums vont jusqu'à proposer une organisation matérielle et pédagogique de la classe, en relation avec les "packages" proposés par les sociétés de production (voir 1.3.).

Ce rapide tour d'horizon permet de montrer qu'en dépit des efforts et des moyens déployés pour promouvoir l'enseignement de la technologie, ce dernier se heurte, quel que soit le pays, à des difficultés considérables. En



second lieu, on remarquera que les associations qui s'intéressent spécifiquement à l'enseignement de la technologie regroupent des "spécialistes" de différentes disciplines ou du domaine économique et social, préoccupés par la recherche de solutions pragmatiques. En d'autres termes, ces associations n'assurent pas le rôle d'une communauté scientifique, au sens classique, qui favoriserait une réflexion sur les recherches et leur objet. Enfin, on notera des sensibilités différentes dans les recherches, et notamment une absence d'intérêt pour ce qui est appelé en France la recherche en didactique des disciplines.

### 3. LE CAS DE LA FRANCE : APERÇU DE LA RECHERCHE

Les études sur l'enseignement de la technologie sont essentiellement orientées dans trois directions. La première s'intéresse à l'orientation scolaire et professionnelle des élèves parvenus en fin de scolarité, à différents paliers (quatorze, puis seize ans). Les approches sont aussi bien psychologiques que sociologiques (voir par exemple Grignon, 1971). La seconde poursuit des objectifs psychopédagogiques ; elle est souvent de type prescriptif. Elle se donne pour but d'étudier les effets de dispositifs pédagogiques sur les performances cognitives des élèves, ou ceux qui sont susceptibles de "compenser des inégalités de développement entre enfants" ou de "donner aux élèves en difficulté les outils intellectuels qui leur manquent". Par exemple, des conseils pratiques sont associés à des programmations de tâches pour que les élèves développent des capacités de planification, d'anticipation, etc. La troisième, s'appuyant pour l'essentiel sur l'épistémologie génétique, s'intéresse à la construction de concepts relatifs à l'espace. La recherche coopérative sur programme (RCP) de l'Institut National de Recherche Pédagogique intitulée "Objets matériels fabriqués et développement cognitif" en 1984 (voir Vérillon, 1991), se donnait pour but d'étudier le rôle instrumental que jouent ces objets dans la construction d'outils cognitifs relatifs à l'espace (relations spatiales, topologie, mesure, plans, "vues").

Mais ces recherches restent en amont des recherches didactiques *stricto sensu*, dès lors que ces dernières accordent une importance particulière à l'épistémologie du domaine de connaissance. En effet, rares sont les travaux, tant en France qu'à l'étranger, qui s'intéressent à l'étude du processus de transmission-appropriation d'un nouvel objet de connaissance et qui tentent de rendre compte des rapports existant entre les processus d'enseignement et d'apprentissage d'un contenu spécifique. Il faut peut-être voir ici, comme le note Martinand (1991), "*l'inquiétude de certains à s'engager dans des recherches dont la nature implique une durée supérieure à celle que leur laisseraient les changements de l'objet d'étude*", étant donné le manque de stabilité des curriculums.

Une autre difficulté rencontrée dans la recherche sur l'enseignement de la technologie consiste à caractériser le "savoir enseigné" dans la classe.

D'une part les systèmes techniques étudiés en classe, comme par exemple un système de store automatique, mettent en jeu des savoirs appartenant à divers domaines de connaissances (électronique, mécanique, auto-

matisme, informatique, économie et gestion). Or les recherches, jusqu'à présent, n'ont pas pu prendre en compte entièrement la complexité de ces systèmes. Elles ont surtout étudié l'impact de situations techniques particulières sur les activités cognitives des élèves. Par exemple l'apprentissage d'un langage de commande sur les stratégies de résolution de problèmes d'automatisme, en relation avec différents types d'enseignement (Amigues & Ginestié, 1991 ; Ginestié, 1992) ; les stratégies des élèves dans la conduite de machines-outils (Mercier, 1984) ; la construction de savoirs spatiaux et techniques liée à des activités graphiques (Rabardel & Weil-Fassina, 1987 ; Bessot & Vérillon, 1992).

D'autre part chacun de ces domaines de connaissances (électronique, automatisme, mécanique...) évolue rapidement. Dès lors, à défaut d'une référence suffisamment stable, la construction des faits et des phénomènes didactiques ne peut se réaliser. Cette dernière, comme nous le verrons dans la prochaine partie, est cependant nécessaire pour la réalisation d'un projet qui tenterait de modéliser les savoirs didactifiables dans une situation déterminée. Le choix de cette référence est décisif car il détermine le contenu d'enseignement.

### **3.1. Transposition didactique et savoirs de référence**

Définir les références de l'enseignement technologique s'avère être une entreprise nécessaire et malaisée. La question de fond concerne le processus de transposition didactique (Chevallard, 1985) qui traite dans sa version originale du rapport entre le "savoir savant" et le "savoir enseigné". Plus précisément, dans le cas de la technologie, où les références ne sont pas toutes "savantes", c'est la question de la "légitimité" des savoirs enseignés qui se trouve principalement posée, comme nous le montrons ci-dessous.

La question est ainsi d'abord de savoir ce qu'on entend par "savoir savant de la technologie". En mathématiques ou en sciences, les sphères d'élaboration du savoir sont repérables dès lors qu'il existe des communautés scientifiques. En technologie, une part peu importante des savoirs enseignés provient de la sphère de recherche institutionnellement établie. En revanche, la grande majorité de ce qui est enseigné s'inspire de la pratique industrielle et de l'organisation sociale des entreprises. Ainsi la question de la pertinence épistémologique – qui conditionne largement la nécessaire légitimation sociale des savoirs enseignés dans l'enseignement général – se pose en d'autres termes que ceux utilisés en mathématiques ou en sciences ; on pourrait dire que l'enseignement de la technologie met en avant comme argument de légitimité sociale la référence à des pratiques professionnelles. C'est le point de vue proposé par Martinand (1986, 1989) qui considère que les activités scolaires technologiques veulent être des "images" d'activités sociales réelles. Pour cet auteur, la question de la référence se pose par rapport à toutes les composantes d'une pratique : objets de travail, instruments matériels et intellectuels, problèmes, savoirs, attitudes, rôles sociaux.

Il convient de noter que la question de la référence se pose essentiellement dans la recherche en didactique des sciences, en France et dans les

pays francophones. Cette préoccupation est rarement présentée sous cette forme dans d'autres pays, confrontés pourtant aux mêmes difficultés. Il n'est donc pas étonnant que ce soit en France que l'étude du processus de transmission-appropriation d'un contenu de savoir tel que la technologie commence à être coordonnée<sup>1</sup> (voir, entre autres, Amigues et al., 1992). En outre, cette question de la référence et des savoirs qui y sont associés devient actuellement une question vive pour la formation professionnelle, dans laquelle la recherche en "didactique professionnelle" représente un enjeu social important (voir par exemple, Ginsburger, 1992 ; Vergnaud, 1992 ; Samurçay & Rogalski, 1992).

### 3.2. Les objets organisateurs de l'enseignement de la technologie

La "démarche de projet technique" forme, avec les notions de "système" et de "bloc fonctionnel" le cœur de la problématique proposée par les "textes officiels".

La référence à la "démarche de projet technique" qui balaie le cycle de vie d'un objet technique (de la conception au recyclage) est présentée comme un moyen d'organiser temporellement les activités en classe : activités de conception puis de fabrication, etc., d'un objet technique. La figure 1 montre comment elle est explicitement présentée dans les documents officiels et les principaux manuels.

Cette démarche est inspirée du taylorisme, même si, actuellement, de plus en plus d'entreprises tentent de rompre avec ce type d'organisation. Or, en dépit de ce décalage manifeste, la démarche est utilisée dans l'enseignement pour présenter une entreprise novatrice qui fabrique non seulement des produits nouveaux mais aussi produit de nouveaux processus.

Indépendamment de ces limites, la démarche de projet, conçue initialement comme un décalque des activités industrielles aménagé à des fins d'enseignement, oriente des choix didactiques (découpage en séquences d'enseignement, dispositifs productifs particuliers, supports d'activité...). Elle constitue, de fait, un moyen pour créer des situations didactiques, des lieux pour contextualiser des connaissances, qui peuvent, dans ces conditions, s'enseigner comme des savoirs constitués. La démarche de projet assure, dans ce cas, une fonction organisatrice, aussi bien à l'école élémentaire qu'au collège, qui tend à instituer les connaissances technologiques. Au lycée, par le jeu des options, les domaines de connaissances mentionnés (électronique, automatisme...) sont séparés dans des enseignements disciplinaires plus centrés sur la technique.

Deux autres notions assurent cette fonction d'organisation de l'enseignement : celle de "système" et celle de "bloc fonctionnel". La première permet d'analyser un système donné en termes de fonction d'usage (à quoi il sert)

---

1. C'est dans cette direction que s'inscrit le "Séminaire de didactique des disciplines technologiques" (souligné par nous) organisé dès 1989 à l'École Normale Supérieure de Cachan, à l'initiative de J.-L. Martinand et de C. Bertolussi (voir Martinand, 1991).

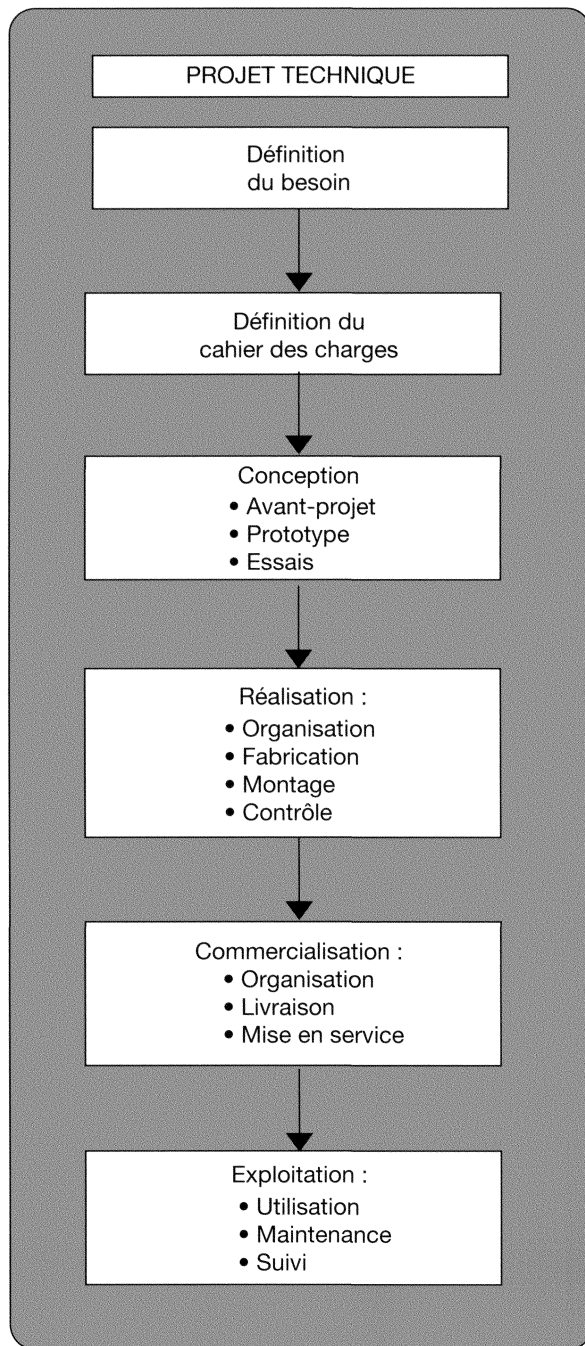


Figure 1 : La démarche de projet technique.

et de fonction d'estime (pourquoi j'achète cette marque plutôt qu'une autre). Par exemple la fonction d'usage d'une automobile est de transporter des personnes ; le choix de la marque, du modèle... relève des fonctions d'estime. Relèvent également de ces fonctions la notion de lignée et de famille de produits (voir Deforge, 1985). L'analyse fonctionnelle d'un système, qui repose sur la notion de bloc fonctionnel, permet de s'intéresser à des niveaux de compréhension ou d'explication différents. Par exemple, l'utilisateur d'une automobile aura une représentation fonctionnelle restreinte aux commandes du véhicule. Alors que, de son côté, un ingénieur motoriste aura une analyse fonctionnelle du moteur très détaillée. Ainsi, un objet technique peut être conçu et représenté comme un ensemble de "boîtes noires" interconnectées, remplissant des fonctions caractérisables par l'analyse des "entrées" et des "sorties". Notons ici qu'on retrouve les traces de cet objet organisateur chaque fois que des systèmes complexes sont en jeu comme, par exemple, dans l'enseignement de la géographie pour traiter de "l'environnement".

La question cruciale posée par l'introduction de la technologie, dans l'enseignement général, est de pouvoir trouver des objets de savoirs d'une certaine généralité (pertinents par exemple pour plusieurs domaines technologiques), et d'une certaine stabilité. Ces objets constituent autant de points d'ancrage pour les enseignants et les élèves à travers les différents cycles d'enseignement. Comme on l'a déjà signalé ci-dessus, ces contraintes institutionnelles sont particulièrement vives dans le cas de la technologie, qui ne dispose pas d'une référence "savante", permettant à la fois de définir ces objets et de leur garantir une certaine légitimité. Dans quelle mesure les "mécanismes" de réduction-recomposition des références extérieures aboutissent-elles ainsi à des situations de classe suffisamment "représentatives" de ces références pour asseoir une nécessaire légitimité ? Ces questions sont au cœur de l'étude des processus de didactification des disciplines technologiques. Ces derniers permettraient d'approcher, dans le cas d'espèce, le processus par lequel une institution donne corps, à un moment donné, à un savoir à enseigner.

Cet angle d'attaque, qui s'inscrit dans une approche d'anthropologie cognitive, récemment introduite par Chevallard (1992) dans le domaine de la recherche en didactique, permettrait de dégager les mécanismes à l'œuvre dans les relations qu'entretiennent le savoir en jeu dans une situation professionnelle et le savoir enseigné. Dans un secteur comme l'enseignement technologique, toujours peu sûr de lui-même et souvent dévalorisé, ces connaissances s'avèrent sans doute encore plus urgentes à produire que dans d'autres domaines.

## BIBLIOGRAPHIE

AMIGUES R. & GINESTIÉ J. (1991). Représentations et stratégies des élèves dans l'apprentissage d'un langage de commande. *Le Travail Humain*, vol. 54, n° 1, pp. 1-19.

AMIGUES R., GINESTIÉ J. & GONET A. (1992). Teaching technology : an old idea in crisis ? In D. Blandow et M. Dyrenfurth (Eds), *Proceedings of the First International Conference on Technology education, 26-30 April*. Weimar, Germany, pp. 304-305.

BESSOT A. & VÉRILLON P. (1992). *Espaces graphiques et graphismes d'espaces*. Grenoble, La Pensée Sauvage.

BLANDOW D. & DYRENFURTH M. (1992). Technology literacy, competence and innovation in human resource development. In D. Blandow et M. Dyrenfurth (Eds), *Proceedings of the First International Conference on Technology education, 26-30 April*. Weimar, Germany, pp. 26-30.

CHEVALLARD Y. (1985). *La transposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble, La Pensée Sauvage.

CHEVALLARD Y. (1991). *La transposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné*. 2<sup>e</sup> édition. Grenoble, La Pensée Sauvage.

CHEVALLARD Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par une approche anthropologique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Vol. 12, n° 1, pp. 73-112.

DEFORGE Y. (1970). *L'éducation technologique*. Paris, Casterman.

DEFORGE Y. (1985). *Technologie et génétique de l'objet technique*. Paris, Maloine.

GINESTIÉ J. (1992). *Contribution à la didactique des disciplines technologiques : acquisition et utilisation d'un langage d'automatisme*. Thèse de doctorat, Université de Provence.

GINSBURGER F. (1992). La recherche en didactique professionnelle, un enjeu social. *Éducation Permanente*, n° 111, pp. 11-17.

GRIGNON C. (1971). *L'ordre des choses*. Paris, Seuil.

HENDRICKS W. (1991). *Informations und Kommunikationstechnologien in der allgemeinbildenden Schule. Der Entwicklungsstand in der Bundesrepublik Deutschland*. Berlin, Technische Universität Berlin Publicationen.

HÖRNER W. (1987). *École et culture technique : expériences européennes*. Paris, INRP.

KANANOJA T. (1989). *Work, skill and technology : about activity education and education for work in general education*. Annales Turku University.

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

MARTINAND J.-L. (1989). Pratiques de référence, transposition didactique et savoirs professionnels. *Les Sciences de l'Éducation*, n° 2, pp. 23-29.

MARTINAND J.-L. (1991). Vers une didactique des disciplines technologiques. In M. Méheut (Ed.), *Actes du séminaire de didactique des disciplines technologiques de Cachan*. Cachan, CFPET, pp. 3-4.

MERCIER D. (1984). Étude différentielle d'un apprentissage technologique : la conduite de la machine-outil en Lycée d'enseignement professionnel et en Lycée technique. *Le Travail Humain*, vol. 47, n°4, pp. 31-50.

Ministère de l'Éducation nationale (1989). *Programme de la technologie au collège*.

MOTTIER I., RAAT J.H. & DE VRIES M.J. (1991). *Technology Education and Industry. Pupils' Attitude Towards Technology, 5th Conference*. Eindhoven, The Netherlands.

RABARDEL P. & WEIL-FASSINA A. (1987). *Le Dessin Technique*. Paris, Hermès.

SAMURÇAY R. & ROGALSKI J. (1992). Formations aux activités de gestion d'environnements dynamiques : concepts et méthodes. *Éducation Permanente*, n° 111, pp. 227-242.

SAVAGE E. & STERRY L. (1990). *A conceptual framework for technology education*. Reston, VA, International Technology Education Association.

SIMONDON G. (1958). *Du mode d'existence de l'objet technique*. Paris, Aubier.

SMITHERS A. & ROBINSON P. (1992). *Technology in the National Curriculum : Getting it right*. London, Engineering Council.

VERGNAUD D. (1992). Qu'est ce que la didactique ? En quoi peut-elle intéresser la formation d'adultes peu qualifiés ? *Éducation Permanente*, n° 111, pp. 19-31.

VÉRILLON P. (1991). Objets matériels fabriqués et développement cognitif : approches psychogénétiques de l'instrumentation de l'action. In M. Méheut (Ed.), *Actes du séminaire de didactique des disciplines technologiques de Cachan*. Cachan, CFPET, pp. 158-174.

# POINT DE VUE de responsables industriels

## La formation continue dans une usine d'un grand groupe industriel

Article rédigé par la rédaction à partir d'un entretien avec

**Yves OCELLO et Roger HELLIET**

Usine de Gardanne de la Société Aluminium Pechiney,  
filiale du groupe Pechiney

9, avenue Hoche

13120 Gardanne, France

Le texte ci-dessous est le résultat d'un entretien avec Monsieur OCELLO, directeur de l'usine de Gardanne (groupe Pechiney) et avec Monsieur HELLIET, chargé de mission auprès du groupe Pechiney. L'entretien a porté sur la formation menée depuis 1983 à Gardanne.

En 1982, ce groupe a fait un premier choix en ce qui concerne sa politique de formation ; il considère que la formation est un des outils essentiels de l'amélioration des performances du groupe.

### COMMENT EST POSÉE LA QUESTION DE LA FORMATION

La façon dont se pose la question de la formation sera illustrée en prenant le cas de l'usine depuis 1986, car c'est à ce moment-là qu'un choix de politique industrielle s'est présenté.

Il existait déjà à cette époque un outil de formation. En effet, des expérimentations de formation aux métiers de cette société avaient été réalisées de 1975 à 1982, d'abord à Gardanne, puis dans une autre usine des Alpes. Celles-ci, menées avec le concours de l'Éducation nationale (lycées d'Istres et



de Gap), avaient conduit la direction d'Aluminium Pechiney à signer un protocole d'accord avec le directeur des lycées au ministère de l'Éducation nationale, Monsieur Pair, et à développer dans ses établissements industriels une politique de qualification.

La situation se présentait succinctement ainsi : un choix de politique industrielle avait conduit à décider que l'usine devait améliorer sa rentabilité dans la perspective d'élargir la palette des produits, afin que la production ne se limite pas à des produits de base dont les prix sont extrêmement sensibles à la concurrence internationale, très forte dans ce cas. Il s'agissait de réaliser également des produits plus sophistiqués permettant des applications spécifiques adaptées aux clients. Ces deux directions de développement devaient permettre de diminuer le poids de la concurrence et de générer des activités supplémentaires.

Pour cela il était exclu de réaliser de nouvelles installations, car cela aurait nécessité des investissements inaccessibles pour le groupe. Les progrès devaient permettre de diminuer les coûts, grâce à de meilleurs rendements des installations et à des procédés plus fiables. Il fallait donc une meilleure maîtrise des procédés et des installations, et partant une plus grande compétence du personnel (au niveau individuel et collectif).

Cette évolution devait se faire avec comme contrainte de **garder le personnel et donc le former en conséquence**. De fait cette usine a intégré du personnel provenant d'une usine voisine du même groupe avec un nombre d'ouvriers très important. En complément, augmentant la difficulté par perte d'expérience, des départs FNE (Fonds National de l'Emploi) des salariés ayant plus de 56 ans ont eu lieu.

Ce choix de politique industrielle, consistant à considérer la formation comme un facteur essentiel de la réussite de l'entreprise, est à différencier nettement de celui où le point de départ est l'individu auquel on propose une formation qualifiante sans au préalable avoir décidé de l'emploi qu'il aura ensuite. Ici, c'est l'évolution de l'unité de production qui est considérée, elle est définie à partir d'un choix de politique industrielle (l'unité de production est un domaine identifié d'activités, elle comprend environ 40 à 70 personnes).

Ce choix conduit également à une décision concernant le lieu de la formation : *a priori* et sauf cas tout à fait exceptionnel, **le lieu de la formation est le lieu de travail**, à savoir l'usine, et le plus souvent l'unité où le formé travaille.

## MISE EN PLACE DE LA FORMATION

Les objectifs de développement de la production sont définis par le département au siège social du groupe. L'usine a la responsabilité de la réalisation des objectifs en dynamisant les moyens qu'elle possède. Ces objectifs sont assignés à l'unité de production, c'est à son niveau que sont prises les décisions de formation. Compte tenu de l'objectif d'amélioration de sa production, et de l'analyse de son état initial, l'unité identifie les nouvelles compé-

tences nécessaires, puis propose une formation aux personnes et décide des compétences que chacune d'entre elles devrait acquérir. On arrive là à un choix : les compétences acquises doivent-elles correspondre à une certification officielle de l'Éducation nationale reconnue par les conventions collectives, ou simplement correspondre à une évolution de carrière ?

## **L'explicitation des compétences au sein de l'unité**

Alors que l'engagement des personnes sur les parcours de formation se décide au niveau de la direction, la définition des compétences se fait à des niveaux proches de la production. Une personne de l'entreprise (un agent de maîtrise par exemple) a en charge l'harmonisation entre les unités des compétences à acquérir.

La définition de ces compétences se fera au sein de l'unité, en lien avec les techniciens ou agents de maîtrise. Par exemple, à un endroit où il y a des pannes fréquentes, il faut améliorer la gestion de cette partie de la production donc acquérir une compétence. Déjà à ce stade il est possible de reconnaître que cette acquisition peut en même temps donner lieu à un Brevet Professionnel.

On voit que l'encadrement (avec le concours des enseignants de l'Éducation nationale) doit être capable d'analyser la situation de panne, ou plus généralement d'insuffisance dans la production, en termes de compétence et donc de savoir et savoir-faire. Notons que cette activité de définition des compétences fait partie du métier de responsable, y compris au niveau agent de maîtrise et technicien (nouvelles conventions collectives de la chimie de 1983). Il faut également remarquer, et c'est important pour considérer ensuite l'évaluation de cette formation, que l'analyse de la situation de l'unité n'est pas faite pour répondre à la politique de formation, mais pour voir comment améliorer les performances de l'unité. De cette analyse peuvent découler des décisions de différents types : amélioration des installations, modification de l'organisation, amélioration des compétences des acteurs. Ce temps d'analyse, bien qu'essentiel pour la formation, ne pourra pas être comptabilisé dans le coût de la formation.

Cette politique de formation s'applique aux ouvriers et agents de maîtrise.

Depuis 1982, les plans de formation de l'usine n'ont pas été sanctionnés par la majorité au Comité d'Entreprise. L'évolution de carrière a fait l'objet d'un accord avec les organisations syndicales.

## **Lien entre l'acquisition des compétences et l'évolution de carrière avec ou sans diplôme de l'Éducation nationale**

Cette politique de formation conduit à deux parcours possibles, dont les approches pédagogiques sont identiques, mais dont les conséquences sur

la qualification du salarié ne sont pas de même nature. Ces deux parcours sont :

- la préparation d'un diplôme de l'Éducation nationale, permettant un "saut" de qualification dans la grille des conventions collectives ;
- la préparation d'une progression de qualification par échelons dans le cadre d'une "évolution de carrière" (EdC) dont les modalités ont fait l'objet d'un accord syndical.

Ainsi, depuis 1990, les ouvriers empruntent les deux parcours. Ils préparent des CAP (certificats d'aptitude professionnelle), des BP (brevets professionnels) ou des bac pro (baccalauréats professionnels), des BTS (brevets de technicien supérieur) ou un DU (calqué sur un DUT, diplôme universitaire de technologie). Ils préparent des certifications internes d'évolution de carrière. Les agents de maîtrise en règle générale se situent dans le cadre de l'évolution de carrière. Le passage technicien supérieur-ingénieur n'est pas concerné, ni la formation des ingénieurs. On peut cependant signaler qu'un agent de maîtrise prépare actuellement un diplôme d'ingénieur par l'application des mêmes pratiques (école d'ingénieurs de Lille).

Ainsi un ouvrier dans le cadre de l'EdC peut passer du coefficient 190 à 220, un ouvrier obtenant un BTS peut passer de 190 à 250 ; un agent de maîtrise dans le cadre de l'EdC peut passer du coefficient 250 à 275.

De fait, dans la majorité des cas, les compétences ont été explicitées de telle façon qu'elles correspondent à un niveau de formation officiel de l'Éducation nationale, CAP, BP, BTS.

L'Éducation nationale participe d'une part à la relation entre la compétence demandée dans l'unité opérationnelle et les référentiels du ministère pour la préparation des diplômes professionnels, et d'autre part à **toute** définition de certification interne proposée dans le cadre de l'évolution de carrière.

Les enseignants de l'Éducation nationale sont présents dans l'usine en fonction d'un accord académique déduit d'un accord national, dont les conditions financières sont négociées au cours du mois de juin de chaque année scolaire. L'usine est en fait un établissement d'enseignement public ! Hors l'existence d'un proviseur, les autres fonctions sont assurées : corps d'inspection, chef de travaux, professeur d'enseignement général et technique.

Par contre, on peut exprimer ainsi les deux différences fondamentales entre diplômes et évolution de coefficient de qualification (EdC) :

- d'une part les professeurs de l'Éducation nationale ne participent pas à l'évaluation des performances exprimées dans le cadre de l'EdC,
- d'autre part les savoirs associés sont strictement liés à la maîtrise des situations professionnelles visées dans l'évolution de carrière.

Par exemple dans le cas de la chaudronnerie, les salariés, au départ, ne voulaient pas entendre parler de diplômes. Depuis lors, les positions ont évolué et trois personnes sont actuellement dans le parcours d'acquisition d'unités capitalisables du BP de métallier.

Ainsi, les décisions ont porté sur les compétences et ont amené à choisir les référentiels des diplômes correspondants. À ce stade les acteurs de la formation (formés et formateurs) disposent des verbes d'action du référentiel et des compétences à acquérir. En revanche le contenu de la formation, et *a fortiori* son organisation dans le temps, ne sont pas définis ; ne sont pas non plus précisés quels formateurs (Éducation nationale ou entreprise) prendront en charge tel ou tel aspect de la formation.

La durée de la formation est en moyenne de :

- 400 heures pour un CAP,
- 600 heures pour un BP,
- 800 heures pour un BTS.

De fait l'écart par rapport à cette moyenne peut être considérable : pour un CAP, suivant les personnes, on peut passer de 150 à 1 200 heures.

## Un exemple d'organisation d'une formation

Avant la prise de décision de préparer un BP de pilote d'installation, il y a eu au départ l'établissement d'un référentiel métier par un groupe de travail. Ce groupe était constitué d'une dizaine de personnes comprenant l'ingénieur de l'unité opérationnelle "Produit", un ou deux agents de maîtrise, des ouvriers et un professeur de l'Éducation nationale. En 50 heures de réunions réparties sur au moins trois mois, le référentiel métier a été construit.

Ensuite, pendant six mois (mais parfois ce temps est de trois ans), chaque "travailleur" peut, s'il le désire, s'approprier la relation entre ce qu'il fait et le référentiel métier. Il est aidé pour cela soit d'un agent de maîtrise, soit d'un collègue ayant participé à l'élaboration du référentiel métier, soit d'un professeur de l'Éducation nationale.

Certains salariés se portent volontaires pour entreprendre des démarches incluses dans le référentiel métier, comme par exemple l'amélioration des conditions de sécurité.

La hiérarchie de l'unité opérationnelle se pose alors le problème de l'éventuelle préparation du BP et établit un partenariat avec l'Éducation nationale.

Une équipe pédagogique est formée ; elle comprend : les professeurs de français, sciences, mathématiques, technique de l'Éducation nationale, et un agent de maîtrise de l'usine. En fonction du nombre de volontaires ouvriers désirant présenter un BP, un nombre d'heures de présence de l'équipe pédagogique est défini. Pendant ces heures, elle sera à la disposition des apprenants, dans l'unité opérationnelle.

Le dispositif de formation est en principe lancé en septembre. L'aventure de formation des salariés de l'unité opérationnelle "Produit" prendra fin à l'obtention du diplôme pour 80% des volontaires, au plus tard trente mois après son lancement.

## PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS DANS LES DIX DERNIÈRES ANNÉES

Ainsi en dix ans, de 1983 à 1993, il y a eu au total 470 personnes concernées par cette formation, dont 265 ouvriers et employés, 180 agents de maîtrise.

En ce qui concerne les diplômes, 258 ont été obtenus, touchant à 65% des ouvriers (voir Figure 1). L'âge moyen est d'environ 49 ans. On peut noter que pendant cette même période, 25 personnes ont obtenu le niveau ingénieur dans le cadre d'une formation continue traditionnelle (suivi du cursus dans une école).

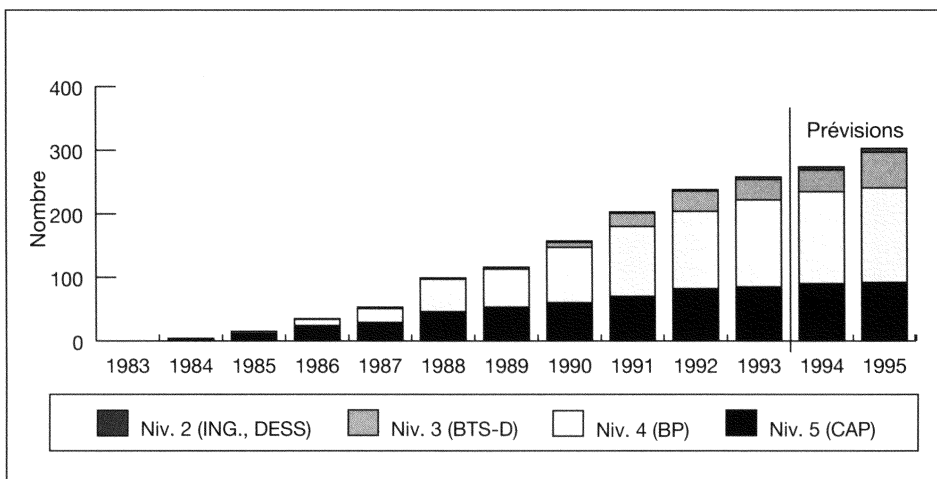


Figure 1 : Nombre de diplômes en cumulé.

En ce qui concerne l'EdC, depuis 1990, 216 personnes se sont engagées et il y a eu 104 coefficients modifiés. Actuellement 13 jeunes titulaires d'un contrat de qualification préparent depuis six mois et pour deux ans des CAP (conduites d'installation), des BP (pilote d'installation), des bac pro de maintenance.

### La production, la sécurité, l'organisation

Actuellement, la palette des produits est incomparable à celle d'il y a dix ans. Elle est passée de deux à trente produits qui, avec les différents conditionnements, sont présentés sous la forme de 250 articles ; il y a donc eu adaptation des applications de ces produits à la demande des clients (le nombre de ces derniers est passé de quelques unités à 350 actuellement).

Le nombre d'accidents de travail avec arrêt est passé d'une moyenne de trente-deux entre 1980 et 1985, à quatre entre 1988 et 1993.

Une très nette différence apparaît dans la prise de responsabilité à tous les niveaux, en particulier celui des opérateurs.

## SUCCÈS ET DIFFICULTÉS

Avec ce point de vue sur la formation, celle-ci devient un élément intégré à l'activité de production. Ainsi, elle n'est pas très bien différenciée de l'organisation de l'unité, de la répartition et du type de tâche qui sont d'autres facteurs tout aussi importants dans la production. En ce sens l'analyse des succès et difficultés ne peut pas être réellement différenciée d'autres, comme l'organisation, la qualité...

On a affaire à un système complexe dont l'évolution dépend de variables qu'on ne peut pas nécessairement isoler.

Ceci pose à nouveau la question de la différenciation nette entre travail et formation. Ainsi il y a :

- identité des lieux, même lieu de formation et de production ; et partiellement
- identité d'acteurs : les formateurs sont en partie des membres du personnel de l'usine, identifiés en tant que tels (par exemple agents de maîtrise) ;
- identité d'action : par exemple dans le cas de l'analyse d'une panne, la résolution du problème en collaboration peut amener à un apprentissage qui est simultané à la résolution du problème. C'est là un point caractéristique de ce type de formation. Ceci n'exclut pas qu'en revanche, il y ait des moments, jugés indispensables, où le formé et le formateur "se retirent du monde", ce temps étant explicitement dédié à la formation. Le formateur peut être soit une personne de l'Éducation nationale, soit un membre du personnel de l'usine.

Ce processus de formation dans l'usine, considéré comme essentiel, permet de ne pas déstabiliser le formé et de lui donner un rôle plus symétrique par rapport au formateur. Il doit par exemple expliquer au formateur de l'Éducation nationale les situations sur lesquelles il travaille. Cela peut être une des raisons des quasi 100% de succès pour les CAP et les BP (voir ci-dessous).

### En ce qui concerne les formés

Le bilan de ces dernières années montre qu'en ce qui concerne les CAP et les BP, la réussite est quasiment de 100% sous les réserves suivantes : une maîtrise de la langue française courante, une motivation de la personne.

Il faut bien sûr remarquer que dans ce type de formation, le principe d'identité entre le temps d'enseignement et le temps d'apprentissage sous-jacent à l'enseignement habituel n'est plus posé (voir par exemple l'écart des durées de formation, un facteur 8 environ pour les CAP).

Le cas du BTS est différent : il y a plus d'échecs même si les conditions données ci-dessus sont remplies.

### En ce qui concerne la production

Rappelons qu'en dix ans l'usine est passée de quelques clients à 350 et de quelques produits à 250. De plus, l'usine a obtenu l'agrément de la

norme ISO 9002. On peut aussi noter que l'atelier de chaudronnerie a économisé 500 000 F/an, le bureau d'études concernant les groupes de pompage économise 1 100 KF/an<sup>1</sup>.

## En ce qui concerne l'évaluation des coûts

La question du calcul des coûts, avec cette organisation, se pose différemment de celle où l'individu est envoyé en formation à l'extérieur. Seules sont facilement calculables les heures des intervenants extérieurs et les heures passées entre les personnels de l'usine quand ceux-ci "se retirent du monde" pour les besoins explicites de formation non liée à l'activité de production.

Ici se pose une question difficile à propos des coûts, déjà évoquée précédemment : est-il pertinent d'isoler la formation continue et l'activité de travail ? Déjà, dans les conventions collectives des années 1983, on a vu apparaître la fonction de formation dans l'activité des agents de maîtrise.

La question d'une meilleure gestion de ce système de formation, bien sûr, est encore d'actualité.

## De manière générale

Il faut que l'ensemble de l'encadrement soit convaincu que la formation est un outil fantastique pour améliorer les résultats de l'entreprise, ce qui n'est pas complètement le cas actuellement.

Il est très difficile d'évaluer cette formation dans la mesure où elle n'est pas isolée d'autres activités intervenant simultanément. En effet, ces choix ont pour conséquence que le contrôle global de la formation porte sur l'obtention des résultats industriels par les unités de production.

## CONCLUSION

Actuellement, après une expérience de plus de dix ans, il apparaît que les choix faits sur les ressources humaines sont encore plus nécessaires. Les résultats obtenus, même s'il est difficile de les affecter à la seule formation, sont assez convaincants pour continuer et même renforcer une telle politique de formation.

---

1. Le bureau d'études a mis deux ans pour obtenir cette économie. Depuis lors, chaque année, l'économie est de 1 100 KF.

## COMMENTAIRES DU POINT DE VUE DE LA DIDACTIQUE

**Andrée TIBERGHIE**

CNRS - IRPEACS - Équipe COAST

École Normale Supérieure de Lyon

46, allée d'Italie

69364 Lyon cedex 07, France

Cette expérience de formation amène à poser des questions ou émettre des commentaires du point de vue de la didactique. Il s'agit d'une première esquisse d'une problématique de recherche dans un domaine encore peu abordé par les didacticiens<sup>1</sup>.

Nous suggérons quelques remarques ou questions relatives au fonctionnement des savoirs et savoir-faire dans ce type de formation, en comparaison avec ce qui se passe dans la formation habituelle de l'Éducation nationale. Pour cela nous utilisons le concept de transposition didactique qui nous apparaît adapté à cette étude, en ce qu'il permet d'identifier les contraintes spécifiques sur les savoirs et savoir-faire quand ils sont mis en œuvre dans différents contextes (recherche, enseignement, production...).

Ce concept nous permet de sélectionner quelques points de comparaison. Par exemple, nous comparerons les procédures d'explicitation en jeu dans la mise en place d'une formation ou d'un enseignement, dont habituellement l'élaboration des programmes et des manuels scolaires fait partie. Plus précisément il s'agira de ce qui est explicité par écrit dans la mise en place des formations étudiées, ce que nous appellerons "mise en texte". Nous nous intéresserons également à une des contraintes majeures, la légitimation des contenus de formation. Les deux autres points sont relatifs, non pas à la mise en place des formations, mais à leur fonctionnement. À partir du fait, qui nous semble essentiel, que le lieu de production, une usine, est en même temps le lieu de formation, nous avons choisi d'aborder deux aspects relatifs aux savoirs : leurs statuts et les rapports que les formés peuvent avoir aux savoirs quand ils sont en situation de formation professionnelle.

Dans la suite du texte nous utiliserons le mot savoir au sens large, il désignera également les savoir-faire.

---

1. Remarquons qu'ici, de par le type d'expérience de formation qui est considéré, la question de l'alternance ne se pose pas et ne sera pas abordée.



## De la “mise en texte” du savoir à enseigner à celle des compétences

Dans l'expérience présentée précédemment, il apparaît que la phase d'explicitation des compétences nécessaires à l'amélioration de la productivité est très importante ; un temps relativement long y est consacré. Il y a une “mise en texte” des compétences à acquérir :

- l'une interne à l'entreprise : il s'agit des compétences nécessaires pour réaliser des productions données ;
- l'autre externe à l'entreprise puisqu'il s'agit de mettre en relation les compétences élaborées du point de vue de l'entreprise avec les référentiels de diplômes de l'Éducation nationale (institution extérieure à l'entreprise).

Ainsi ce type de formation conduit à des explicitations différentes de celles qui sont faites habituellement dans l'enseignement où la “mise en texte” essentielle porte sur les savoirs à enseigner : rédaction de programmes, de livres de l'élève, de livres du maître, d'Annales...

## La double légitimation des savoirs en jeu

Rappelons que dans la politique de formation choisie, deux parcours sont possibles : l'un se fait seulement dans le cadre de l'évolution de carrière alors que, dans l'autre, un des enjeux est un diplôme de l'Éducation nationale. La différence de rôle du système éducatif dans ces deux cas est intéressante du point de vue de la légitimation des savoirs en jeu dans ces formations. Dans le premier cas, celui-ci est un prestataire de service, il n'intervient pas dans l'évaluation ; la question est alors interne à l'entreprise. En revanche, le choix d'une formation diplômante rend nécessaire l'officialisation des relations entre l'entreprise et l'Éducation nationale ; par exemple un protocole d'accord a été signé avec la direction des lycées, où la comparaison entre compétences et référentiels a joué un rôle important. Ainsi, l'entreprise et l'Éducation nationale sont deux garants de la reconnaissance de l'acquisition de compétences. On peut s'interroger sur ce qui est en jeu dans cette légitimation : s'agit-il des savoirs enseignés en tant que tels, du seul respect des référentiels, ou d'un ensemble plus complexe ? Est-ce que le niveau de diplômes intervient dans le fonctionnement de la légitimation ?

Aux niveaux CAP et BP, la légitimation du savoir enseigné se fait à la fois par la profession et par l'Éducation nationale (les commissions paritaires comprennent les représentants de ces deux types d'institutions). La référence essentielle pour ces savoirs enseignés est une pratique professionnelle. On peut dire que les sociétés savantes des disciplines enseignées ne sont pas directement concernées ; contrairement au cas de l'enseignement général<sup>1</sup>, c'est seulement par l'intermédiaire des enseignants représentants de l'Éducation nationale que cette légitimation “savante” a lieu. Pour le BTS, la légitimation relève aussi de la profession mais les sociétés savantes, en particulier dans les domaines technologiques, peuvent jouer un rôle direct.

---

1. Je ne crois pas que ni l'Académie des Sciences, ni la Société Française de Physique ou de Chimie par exemple n'aient émis un avis sur les contenus d'enseignement de ces filières.

Au niveau ingénieur, la légitimation des savoirs enseignés fonctionne différemment. Les industriels ne sont pas les seuls concernés, les sociétés savantes le sont aussi. Les savoirs disciplinaires jouent un rôle important dans le contenu du savoir enseigné. Celui-ci a une certaine **autonomie** par rapport à son utilisation future dans une pratique professionnelle. La pratique de l'ingénieur au sein d'une usine n'est pas, et de loin, la seule référence pour cette formation. L'importance de la recherche, comme en témoigne le débat de la formation par la recherche et de l'installation de laboratoires de recherche dans les écoles d'ingénieurs, est aussi un signe du rôle des sociétés savantes.

Ainsi, il apparaît deux situations bien différentes du point de vue de la légitimation : d'une part les CAP, BP et BTS pour lesquels la référence du contenu de la formation est essentiellement une pratique professionnelle, et d'autre part le cas des ingénieurs où les références sont à la fois des savoirs "savants" et des pratiques de diverses natures : recherche, industrie (production, ingénierie...).

Le cas des DUT est intéressant car il est intermédiaire entre CAP, BP, BTS d'une part et ingénieur d'autre part. La question de cette formation qualifiante dans l'usine n'est pas résolue. Actuellement seul fonctionne un DU, qui correspond à un DUT sans le diplôme, car l'université considère les compétences et les savoirs associés à ce DU difficilement conciliables avec ceux d'un DUT. On peut interpréter cette difficulté en remarquant que le DUT est un diplôme délivré par l'université et que les enseignants sont en grande partie des universitaires, ce qui n'est pas le cas du BTS. Comme nous l'avons vu précédemment, deux grandes options sont possibles en ce qui concerne le savoir enseigné : sa légitimation se fait seulement par la compétence relative à des pratiques professionnelles ou, comme c'est le cas pour les ingénieurs, le savoir enseigné a une certaine autonomie, dans le sens où la cohérence du savoir disciplinaire de référence peut jouer un rôle relativement important dans l'élaboration du savoir à enseigner, il aura alors une légitimation par rapport au "savoir savant". On peut considérer que, pour le DUT, il peut y avoir conflit entre ces deux légitimations : celle liée aux pratiques professionnelles de référence ou celle liée aux savoirs savants de référence.

Il serait intéressant d'étudier les savoirs en jeu dans la formation en considérant les deux types de référence, pratiques professionnelles et "savoirs savants" : dans quelle mesure ces références sont-elles conciliables à ce niveau d'étude ?

## Le statut des savoirs en jeu dans la formation

Les choix faits pour cette formation supposent que les savoirs à l'œuvre au sein de l'entreprise sont, au moins dans une certaine mesure, pertinents à la fois pour la production et pour la formation<sup>1</sup>. C'est le cas des situations de discussions pour résoudre un problème de panne par exemple, qui

1. Cette formation va en sens inverse de "l'idéologie" qui était sous-jacente à l'école primaire du 19<sup>e</sup> siècle comme protection de l'enfant contre l'univers de travail, mais qui en même temps a conduit à priver les enfants des classes populaires de leurs référents quotidiens.

ne peuvent plus réellement être identifiées comme situation de formation ou situation de production. Pour les situations où les apprenants et formateurs “se retirent du monde du travail”, tout en restant dans l’usine, le contenu du savoir enseigné est relatif aux compétences du référentiel, on pourrait dire “au service” de l’acquisition de la compétence professionnelle.

Cette similarité, voire cette identité entre les savoirs en jeu dans la production et la formation, supposent qu’ils sont jugés pertinents non seulement de manière interne à la pratique professionnelle de l’usine ou même d’un atelier, mais aussi par des personnes extérieures, les représentants de l’Éducation nationale. Ces savoirs doivent donc être en partie décontextualisés de la situation professionnelle spécifique dans laquelle ils sont mis en œuvre.

On peut s’interroger sur les conditions de cette décontextualisation. Dans le cas d’un grand groupe industriel, les échanges mettant en jeu les savoirs sont très nombreux, il s’agit en particulier :

- d’échanges internes, au sein d’une usine et ou d’un groupe (dans le cas des grands groupes), entre différents services (ingénierie, bureau d’étude, usine...), entre personnes ayant des formations différentes. Ceci oblige à ce que les différents interlocuteurs aient des connaissances communes et donc décontextualisées ;

- d’échanges externes, même si c’est de manière indirecte, par exemple par l’intermédiaire des cadres<sup>1</sup>. Ce n’est pas un hasard si leur formation est traitée de manière différente : dans leur très grande majorité, ils ont acquis une formation initiale dans des institutions d’enseignement (écoles d’ingénieurs) extérieures à l’usine, et leur formation continue est assurée par des organismes souvent externes à l’entreprise. Ainsi, les savoirs qu’ils mettent en œuvre dans l’entreprise sont à l’origine “légitimés” et “décontextualisés”. Ils peuvent faire appel à différents registres de savoir ;

- d’échanges par le transfert de technologie où le savoir intervient comme objet de commercialisation ; dans ce cas les échanges se font quasiment à tous les niveaux hiérarchiques, mais ils mettent en jeu des savoirs contextualisés aux installations vendues.

Ainsi, on peut supposer que cette formation interne à l’entreprise favorise d’autant plus la décontextualisation des savoirs qu’elle est un lieu important de “circulation” de savoirs. Cette circulation permet aussi une “dépersonnalisation” (ici la “personne” pouvant représenter un groupe, une usine ou une unité de production) du savoir. Il est vraisemblable que la décontextualisation soit d’autant plus nécessaire que le niveau de formation est plus élevé. La nécessité de cette décontextualisation des savoirs est probablement un phénomène de plus en plus important dans les activités actuelles ; et pourtant il semble bien, comme le montrent certains travaux, qu’un professionnel, technicien supérieur par exemple, se réfère à son unité de travail (ou encore unité de base) au sens où ce qu’il fait est conforme aux pratiques de sa propre unité et de ce fait est validé. Ce fonctionnement des savoirs est complexe et encore peu connu.

---

1. La gestion des ingénieurs est assurée au niveau du groupe industriel et non de l’usine, ce qui suppose qu’*a priori* les compétences des ingénieurs et leurs savoirs associés sont décontextualisés.

## Les rapports aux savoirs dans la production et dans la formation

À partir de cette hypothèse de double pertinence des savoirs pour les fonctions de production et de formation, plusieurs types de réflexion peuvent émerger.

*A priori* dans une usine, le rapport au savoir (recouvrant également le sens de savoir-faire) est un rapport "d'utilisation" (le savoir est utilisé pour produire). Or l'unité de lieu conduit à ce qu'une situation de production soit également situation de formation. Cela suppose :

- soit que la personne en formation et le formateur aient le même rapport au savoir quand ils l'utilisent pour produire, ou quand ils l'utilisent pour apprendre ou pour enseigner,

- soit que le formé prenne à sa charge la spécificité d'un rapport au savoir de "formation" (quand il l'apprend). On peut se demander si, suivant le niveau des formations (CAP à BTS), l'écart entre ces rapports au savoir de formation et d'utilisation est plus ou moins grand. On rejoint ici la question de la relation entre le fonctionnement du savoir et la pratique correspondant à ce fonctionnement (une personne peut-elle mettre en œuvre ce qu'elle sait dans un type de situation ou dans divers types : production, ingénierie, recherche, commercialisation...). On peut faire l'hypothèse que plus la cohérence du fonctionnement du savoir est relative au savoir lui-même et non à une pratique pour laquelle il est utilisé, plus une personne aura des difficultés à gérer ce savoir dans des situations différentes : pratique professionnelle ou situation de formation.

La formation sur le lieu de travail permet de ne pas changer radicalement le rapport au savoir du professionnel qui est un rapport de type "utilisation" dans un contexte donné. Ainsi, le savoir est peu décontextualisé ; c'est probablement une des raisons des succès des CAP et des BP. En revanche, dans le cas des BTS, le type de savoir nécessaire est sous une forme qui nécessite une "décontextualisation" <sup>1</sup> plus importante, c'est peut-être une des raisons de la plus grande difficulté des apprenants dans le cas du BTS . On a une distance plus grande entre la conceptualisation de la situation et la situation elle-même. Cette conceptualisation (ou encore le modèle construit de la situation) peut être traitée à certains moments pour elle-même, elle acquiert une indépendance. Il y a ainsi construction d'un ou souvent plusieurs modèles de la situation qui sont traités pour eux-mêmes et qui ensuite, après ces traitements, doivent être réinterprétés dans les termes de la situation réelle. On a des allers-retours entre les modèles et le réel.

Il serait intéressant d'étudier ces différences entre les rapports au savoir quand on l'apprend ou quand on l'utilise dans une situation professionnelle dans les divers cas de formation. On retrouve là une des questions étudiées dans le GDR "Didactique et acquisition des connaissances scientifiques", qui concerne la relation entre la réussite de l'apprentissage et la gestion par l'apprenant et l'enseignant de plusieurs savoirs, dont certains sont implicites et pourtant nécessaires à l'apprentissage. Ils sont alors laissés à la seule charge de l'apprenant.

---

1. Ce phénomène est à relier à l'abstraction, mais celle-ci n'est qu'une conséquence parmi d'autres de cette décontextualisation.

# COMPTES RENDUS D'INNOVATIONS

## La formation professionnelle agricole Tendances et perspectives

**Michel MÉAILLE, Éric MARSHALL**

ENESAD (Établissement national d'enseignement supérieur  
agronomique de Dijon)

BP 1607

21036 Dijon cedex, France.

Propos recueillis par **Philippe PRÉVOST**, Unité Didactique des savoirs professionnels du Département des sciences de la formation et de la communication de l'ENESAD, de :

– **Michel MÉAILLE**, Ingénieur Général d'Agronomie, ex-directeur de l'Institut National de Recherches et d'Applications Pédagogiques, Conseil Général de l'Agronomie, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche,

– **Éric MARSHALL**, Responsable du Département des Sciences de la Formation et de la Communication de l'ENESAD (ce département a une mission particulière d'appui au système éducatif agricole).

### **Résumé**

*Cet article résulte d'un entretien avec deux responsables de l'enseignement technique agricole associés à la recherche pédagogique. Il fait le point sur les tendances et les perspectives de cet enseignement, après dix années de rénovation pédagogique, et face au nouveau défi que représente l'évolution du secteur professionnel agricole, dans le contexte de la nouvelle politique agricole européenne.*

*Les auteurs rappellent les acquis de cette rénovation, en particulier la pluridisciplinarité et la pédagogie de l'action, et précisent les particularités de l'enseignement technique agricole, principalement dans les supports pédago-*

giques utilisés. Ils soulignent l'importance des recherches en didactique dans le nouveau contexte de cet enseignement.

**Mots clés :** enseignement agricole, savoirs professionnels, rénovation pédagogique, pluridisciplinarité, didactique professionnelle.

### **Abstract**

*This paper results from an interview with two persons in charge of the French agricultural teaching system and associated with pedagogical research. It sums up tendencies and prospects concerning agricultural teaching, after ten years of pedagogical reform, when agricultural activities change with the new European agricultural policy.*

*The authors describe what has been gained from this reform, in particular pluridisciplinarity and pedagogy for professional action ; they describe the specificity of the agricultural teaching system, mainly in terms of the pedagogical possibilities used. They emphasise that didactic research is very important within the new context of this teaching system.*

**Key words :** agricultural teaching system, professional knowledge, pedagogical reform, pluridisciplinarity, professional didactic research.

### **Resumen**

*Este artículo presenta el resultado de una entrevista con dos responsables de la enseñanza de técnicas agrícolas, asociados a la investigación educativa. Se hace un análisis de tendencias y perspectivas en el área, después de diez años de renovación pedagógica y frente al nuevo desafío que representa la evolución del sector profesional agrícola en el contexto de la nueva política europea en el sector agrícola.*

*Se mencionan los grandes logros de esta renovación, en particular la multidisciplinaridad y la pedagogía de la acción, y se identifican las peculiaridades de la enseñanza de técnicas agrícolas, principalmente en cuanto al uso de apoyos pedagógicos. Los autores hacen resaltar la importancia de la investigación educativa dado el nuevo contexto de este área de enseñanza.*

**Palabras claves :** enseñanza de técnicas agrícolas, conocimiento profesional, renovación pedagógica, multidisciplinaridad, didáctica de profesiones.

## **Les principes de la rénovation des formations agricoles depuis 1985**

- 1 - Les diplômes sont des diplômes professionnels fondés sur un référentiel professionnel.
- 2 - La formation est structurée par une organisation modulaire et pluridisciplinaire. À un module correspond un objectif général. Une ou plusieurs disciplines concourent à atteindre cet objectif.

3 - Des parcours de formation diversifiés sont offerts aux élèves. À un moment donné de la scolarité, plusieurs parcours sont possibles, selon les capacités et les motivations des élèves. Au sein d'une même classe, plusieurs spécialités dans une même option sont offertes à l'élève en fonction de ses motivations.

4 - Les voies d'accès à un diplôme peuvent être diverses : formation scolaire, formation par apprentissage, formation professionnelle continue, enseignement à distance, candidature libre.

5 - Le diplôme peut être délivré selon des modalités diverses : à travers des épreuves en fin de formation, pour partie par épreuves terminales et pour partie par contrôle en cours de formation, par unités capitalisables.

6 - Les méthodes pédagogiques sont diversifiées : travail en petits groupes, utilisation de situations concrètes de formation, soutien aux élèves en difficulté, travail personnel des élèves, intégration des stages dans la formation, pratique de l'évaluation formative.

7 - Les formateurs sont invités à travailler en équipe pédagogique : organiser un "ruban pédagogique" en incluant les stages et activités pluridisciplinaires, adapter la formation aux réalités de l'environnement de l'établissement en choisissant par exemple des supports professionnels comme situations de formation, se mobiliser sur les objectifs communs de formation, se concerter avec les professionnels et en particulier les maîtres de stage, prévoir et mettre en œuvre un plan d'évaluation certificative (dans le cas d'une délivrance du diplôme pour partie par contrôle en cours de formation) validé par un jury.

## QUELS SONT LES GRANDS ACQUIS DE LA RÉNOVATION DES FORMATIONS AGRICOLES ?

**M. Méaille :** Le principal acquis est d'avoir apporté la démonstration, par des pratiques, que d'autres démarches pédagogiques sont possibles et qu'elles ont leur pertinence pour un enseignement à supports professionnels.

Mais cet acquis a son corollaire : ces démarches demandent un long apprentissage, donc du temps, pour les enseignants certes, mais aussi pour tous les acteurs du système éducatif.

Le meilleur exemple est celui de l'approche pluridisciplinaire, qui est la seule qui puisse rendre compte de la complexité des supports du vivant sur lesquels s'appuie l'enseignement agricole. Par exemple, on ne peut analyser le fonctionnement de l'exploitation agricole et la prise de décision de son responsable par l'éclairage monodisciplinaire ou la juxtaposition d'éclairages monodisciplinaires. La pluridisciplinarité apprend à l'élève à faire la synthèse. Mais la démarche a souffert d'une faiblesse et d'un travers. Elle nécessite une très bonne maîtrise, par chaque enseignant, de sa discipline : contrairement à certaines affirmations, la pédagogie de la pluridisciplinarité n'est pas synonyme de polyvalence de l'enseignant ; elle nécessite aussi, de la part des enseignants, une très bonne connaissance de ce qu'est l'acte productif. Quant au travers, il résulte d'une récupération de la démarche qui devient le prétexte

à faire travailler des enseignants ensemble : ce qui était une conséquence devient une raison première, totalement artificielle. La pluridisciplinarité ne se décrète pas, elle n'a de raison d'être que si elle a un sens défini par rapport à l'objet d'étude.

Un autre exemple est celui de la délivrance du diplôme associant le contrôle en cours de formation et l'évaluation finale, les deux phases étant complémentaires. L'un vérifie et mesure la progressivité des acquis disciplinaires et des savoir-faire, l'autre teste la capacité à la synthèse. Bien entendu, cette procédure n'a de sens que si les épreuves sont adaptées aux objectifs visés. En cours de formation, se construisent les savoirs et les raisonnements. En fin de formation, savoirs et raisonnements doivent pouvoir être utilisés à des fins d'explications et de propositions, d'où la soutenance d'un rapport de stage et l'étude d'un cas concret. La procédure a souffert d'un travers alimenté par la suspicion : il ne peut y avoir contrôle en cours de formation que dans la confiance accordée aux équipes éducatives. À défaut, on invente des modalités lourdes de contrôle du contrôle et l'on organise les épreuves finales pour qu'elles vérifient surtout la possession de savoirs disciplinaires, seuls garants, semble-t-il, d'un niveau de formation !

**E. Marshall** : Il faut s'entendre sur le mot acquis. Pour ma part, il s'agit de résultats d'expérimentation testés dans les conditions réelles du système éducatif et faisant évoluer les pratiques pédagogiques ou institutionnelles. Je préfère parler de pratiques pédagogiques innovantes. Elles sont principalement au nombre de quatre :

- la pratique d'une pédagogie de l'action, c'est-à-dire l'entraînement des élèves à mobiliser des connaissances multiples (générales, techniques, scientifiques) et des savoir-faire au service d'une action raisonnée, complexe, qui se déroule dans un environnement aléatoire ;

- la définition d'une formation professionnelle à partir d'une analyse préalable des métiers et le passage d'un référentiel professionnel à un référentiel de formation. La démarche de concertation avec le monde professionnel qui est mise en place pour l'élaboration de tous les programmes de formation est opératoire. Certes, il existe toujours de grandes difficultés pour expliciter les objectifs de formation à partir de l'analyse des situations professionnelles. Il en est de même pour la définition des contenus de formation qui doivent prendre en compte le point de vue des professionnels, de l'administration et des formateurs. Mais la collaboration est réelle ;

- l'organisation du contrôle continu en cours de formation et l'intégration des systèmes d'évaluation aux systèmes de formation, par une plus grande responsabilité des équipes pédagogiques dans l'évaluation certificative ;

- la construction de projets d'établissement qui ne se réduisent pas à des projets de structure. Nos établissements doivent véritablement s'intégrer dans le contexte local.



## Que doit-on entendre par pluridisciplinarité et pédagogie de l'action ?

**M. Méaille** : Dans le cadre de la rénovation pédagogique, les modules de formation sont construits à partir d'objectifs à atteindre et, de fait, appellent le concours de plusieurs disciplines. Cela dit, tous les objets d'étude ne peuvent être le prétexte à un enseignement pluridisciplinaire et il est nécessaire de proposer des situations pédagogiques qui restent pertinentes par rapport aux capacités à atteindre de la part des élèves. Par contre, la tendance naturelle des enseignants, qui ont reçu une formation disciplinaire, est de récupérer le contenu du programme de formation qui concerne leur discipline pour le traiter de manière indépendante. Aussi, il faut éviter tout dogmatisme et, selon les capacités à atteindre chez les apprenants, selon le niveau de formation, selon les situations pédagogiques envisageables dans le contexte scolaire, la pluridisciplinarité doit pouvoir se mettre en œuvre à des degrés divers si elle présente un intérêt dans la formation.

**E. Marshall** : Prenons l'exemple de la formation initiale des agriculteurs. Chaque enseignant dans sa discipline énonce des règles de bonne conduite et les conditions optimales d'action. Or, l'agriculteur dans la pratique, s'il a besoin de références, s'il a besoin de connaître les conditions optimales de la mise en œuvre des techniques de production, a aussi besoin de stratégies d'action et d'estimation des risques encourus : c'est ainsi que ses contraintes, ses atouts, les aléas qu'il rencontre, ses moyens de production en quantité limitée, font qu'à un moment donné, il exécutera certains travaux dans des conditions défavorables. C'est-à-dire que la ligne d'action adoptée par l'agriculteur, faute de pouvoir satisfaire à toutes les règles de bonne conduite énoncées par les différentes disciplines, comporte nécessairement des points faibles et des points forts et donc une balance avantages / inconvénients, puis un arbitrage et une prise de décision.

Dès lors, la formation des agriculteurs ne peut pas se contenter d'être seulement l'énoncé d'une batterie de critères de bonne conduite propre à chaque discipline, en faisant l'hypothèse que le futur agriculteur sera capable de faire les liens nécessaires pour résoudre ses problèmes.

Dans la mesure où ces critères ne peuvent être satisfaits simultanément, la formation doit aussi avoir pour objectif d'aider le formé à appréhender globalement l'exploitation agricole, à identifier ses propres atouts et contraintes. Seule une intervention des disciplines, organisée dans le temps, favorisant la confrontation à la compréhension globale de l'exploitation, peut permettre une formation satisfaisante d'un agriculteur, c'est-à-dire une préparation à l'action.

La démarche pédagogique de l'approche globale et du diagnostic global de l'exploitation agricole, qui est proposée dans des modules de formation, représente un moyen privilégié pour des activités pluridisciplinaires, chaque discipline apportant sa contribution à l'éclairage d'un niveau particulier du fonctionnement de l'exploitation, sans pouvoir prétendre à elle seule apporter l'éclairage complet. Chaque discipline peut jouer alors sa partition dans le concert d'une activité finalisée par des objectifs de compréhension et de diagnostic d'un système complexe, par des objectifs d'action.

On peut en tirer une réflexion générale sur la pluridisciplinarité : une activité pluridisciplinaire doit avoir du sens, doit être justifiée, faute de quoi elle sera perçue par les formés (mais aussi par les formateurs) comme une activité molle, désordonnée et insécurisante... et finalement une perte de temps.

Une activité pluridisciplinaire trouve son sens lorsqu'elle est finalisée, soit par la compréhension et éventuellement le diagnostic du fonctionnement d'un système complexe, soit par la résolution d'un problème d'action. Dès lors, les articulations entre les disciplines deviennent nécessaires pour rendre compte précisément de tout ce qui fait la complexité d'un système et de l'action, c'est-à-dire ses interactions, son organisation pluri-niveaux et multi-dimensionnelle.

## QUE MANQUE-T-IL AUX FORMATIONS AGRICOLES AUJOURD'HUI ?

**M. Méaille :** La rénovation des formations agricoles engagée depuis une dizaine d'années a sa source dans une expérimentation pédagogique qui, de 1977 à 1981, a travaillé sur la formation des chefs d'exploitation agricole. Il a manqué aux formations agricoles une réflexion sérieuse sur le bien-fondé et les modalités de transfert des acquis de l'expérimentation à d'autres supports de formation et à d'autres finalités professionnelles. À moins qu'il ait manqué, parallèlement et simultanément à cette expérimentation, d'autres expérimentations sur les autres champs professionnels couverts par l'enseignement agricole. Toujours est-il qu'aujourd'hui, alors que cet enseignement diversifie ses créneaux d'intervention, il ne dispose pas des références à partir desquelles pourraient se raisonner, par exemple, une pédagogie des métiers de l'environnement ou une pédagogie des systèmes de production alternatifs.

Si le bilan de la rénovation est plutôt positif, l'on ressent un certain essoufflement lié pour partie aux nouvelles contraintes qu'elle a engendrées (lourdeur administrative de l'évaluation) et à la difficulté des enseignants à changer leurs pratiques pédagogiques (pluridisciplinarité, diversification des supports d'apprentissage, responsabilisation des élèves...). Pourtant, les nouvelles orientations de la politique agricole exigent que la rénovation pédagogique se poursuive.

Pour cela, l'enseignement technique agricole ne dispose pas de résultats d'expérimentation suffisants pour effectuer de nouveaux choix d'orientation.

En résumé, il lui manque une réflexion expérimentée en amont des décisions administratives.

**E. Marshall :** Le grand problème d'un enseignement technique c'est sa capacité d'adaptation aux évolutions des métiers et des connaissances scientifiques et techniques, et c'est sa capacité d'anticipation sur ces évolutions. Or le rythme des mutations affectant les connaissances scientifiques et technologiques, celui de l'évolution des métiers et celui des systèmes de formation agricole, ne sont pas *a priori* en phase car ces trois pôles ont une autonomie.

Ceci est particulièrement vrai pour l'enseignement technique agricole qui doit faire face à la fois à l'inflation des connaissances scientifiques (biotechnologies, sciences de l'information) et au nouveau contexte social, politique et économique que connaît aujourd'hui le monde agricole.

Il est donc nécessaire de gérer plusieurs types d'interfaces :

- l'interface entre l'analyse de l'évolution des qualifications professionnelles agricoles et la construction de parcours et de processus de formation adaptés à cette évolution ;

- l'interface entre l'évolution des connaissances scientifiques et technologiques et leur traduction en savoirs enseignables, notamment dans les domaines en rapide évolution (sciences et technologie du vivant, sciences de l'environnement, sciences de l'action, sciences de la cognition, sciences de la communication) ;

- l'interface entre les lieux formels de formation et la formation en entreprise autour de la question des processus d'apprentissage et de transfert de qualifications au sein de celle-ci (thème de l'entreprise "formatrice").

Or ces interfaces ne sont que faiblement organisées. Nous ne disposons, par exemple, ni d'instruments de veille scientifique (repérage de l'évolution des connaissances), ni d'observatoire de l'évolution des métiers. Les liens entre la recherche, les établissements et les formateurs sont insuffisants.

En outre, la gestion de ces interfaces implique de nombreux efforts. En premier, un effort de concertation est nécessaire pour améliorer la qualité scientifique des programmes d'enseignement. De même, la mise en place de groupes mixtes associant chercheurs et enseignants est indispensable pour l'élaboration d'outils pédagogiques, à la fois sectoriels et de synthèse, dont l'absence fait cruellement défaut parce qu'il n'est pas dans la tradition des chercheurs français, contrairement aux pays anglo-saxons, de considérer l'écriture de manuels comme valorisante pour leur carrière. Dans la même perspective, il me paraîtrait très utile d'associer davantage les enseignants et formateurs à des processus de recherche, à des discussions sur des concepts encore en débat. À titre d'exemple, l'introduction de l'approche systémique dans l'enseignement pose un certain nombre de problèmes lorsque les concepts et les méthodes ne sont pas suffisamment définis par rapport à un projet d'enseignement qui donne sens à cette approche. Peut-être est-ce poser là la question de l'introduction de l'épistémologie dans la formation des enseignants et des élèves, et l'introduction d'une histoire des sciences et des techniques, questions rarement abordées.

La formation doit également s'attacher à développer une capacité des élèves à inventer leur propre voie de développement, à développer leur capacité à analyser globalement les problèmes. Les mutations profondes dont l'agriculture est l'objet montrent l'amorce d'une période nouvelle en rupture avec la précédente. Le risque serait grand d'ajouter simplement de nouveaux sédiments de formation à un socle qui resterait identique, alors qu'il faut apprendre à penser autrement. L'objectif des programmes d'enseignement n'est plus l'apport de solution, mais un entraînement à poser et à résoudre des problèmes d'actions, à penser la complexité des situations.

Enfin, la rénovation pédagogique de l'enseignement agricole n'a pas concerné, avec le même poids, toutes les missions de cet enseignement. La mission de formation initiale et continue a été privilégiée et la mission de développement a été l'objet d'une réflexion moindre (exemples : le rôle des exploitations, le rôle des ingénieurs dans les établissements, l'insertion des établissements d'enseignement agricole dans le développement local, etc.). Il y a là des rééquilibres à faire en termes de chantiers d'expérimentation.

## LA FORMATION AGRICOLE A-T-ELLE DES SPÉCIFICITÉS PAR RAPPORT AUX AUTRES FORMATIONS PROFESSIONNELLES ?

**M. Méaille** : Pour ma part, je situerais les spécificités de la formation agricole dans deux supports pédagogiques qu'elle utilise : le vivant et les systèmes complexes.

Les établissements d'enseignement agricole ont, pour la plupart, des élevages et des cultures en vraie grandeur : il s'agit là de supports d'observations et de pratiques grâce auxquelles les formés, qu'ils se destinent ou non à l'activité agricole, confrontés au vivant, prendront la dimension du rythme des saisons et des cycles, éduqueront leur sens en touchant la terre humide, en sentant l'ensilage, en voyant naître un agneau, en goûtant un vin nouveau, en écoutant une respiration. Le tour de plaine et le tour de garde sont autant d'occasions de prendre la mesure de la réalité du vivant, animal ou végétal, dans ses richesses mais aussi dans sa fragilité et ses exigences. C'est aussi l'apprentissage de la sensibilité et de la maturité. Qui a prêté la main à un vêlage difficile, qui a donné les premiers soins à un agneau, qui a eu la charge de surveiller un animal malade se pénètre de la fragilité de la vie, de la brutalité de la mort. L'observation du monde vivant est une richesse de l'enseignement agricole.

De même, la compréhension du fonctionnement de systèmes complexes comme l'exploitation agricole représente un atout essentiel pour une formation à un métier. Étudier le fonctionnement d'une exploitation agricole est un exercice intellectuel avant d'être la préparation à un métier, au même titre que travailler en classe sur une pièce de théâtre ne vise pas à former des dramaturges. Mais alors que le professeur de lettres peut seul conduire l'étude de la pièce de théâtre, la compréhension du fonctionnement de l'exploitation agricole mobilise des connaissances et des compétences empruntées à plusieurs disciplines, dont rend compte la démarche pédagogique de l'approche globale de l'exploitation agricole. Cette démarche vise à faire comprendre aux élèves que les décisions d'un agriculteur ne sont pas le simple fait de connaissances agronomiques ou économiques, mais résultent d'une analyse complexe de sa situation où histoire, stratégie personnelle et tactique s'entremêlent. Cet apprentissage de la complexité à partir de situations professionnelles réelles est actuellement une spécificité de l'enseignement technique agricole.

**E. Marshall :** C'est en effet dans les supports pédagogiques que l'enseignement agricole présente une originalité, en particulier pour développer l'intelligence de la complexité. La complexité est la caractéristique des systèmes qui associent le biotechnique, l'économique et le social, qui nécessitent de raisonner en situation d'incertitude, de penser l'action à des échelles de temps et d'espace différentes. En Israël, les supports pédagogiques mis au point pour l'agriculture sont utilisés pour former les chefs d'entreprise de tous secteurs. L'enseignement agricole offre donc des supports modernes de formation qui contribuent à une véritable formation générale nécessaire pour raisonner les problèmes et qui peuvent préparer à de nombreux métiers, agricoles ou non.

Une autre particularité de l'enseignement technique agricole est son réseau d'établissements bien insérés dans un espace professionnel culturel, social, qui permettent d'établir des liens entre la théorie et les pratiques sociales des acteurs professionnels, qui permettent de contextualiser culturellement et professionnellement l'enseignement. Nous réalisons aujourd'hui la grande richesse que représente la répartition territoriale des établissements d'enseignement agricole à l'échelle des régions pour une revitalisation de l'espace rural. Il est clair que l'enseignement technique agricole ne peut plus se limiter à la formation des agriculteurs, de moins en moins nombreux. Cependant, son extension vers d'autres métiers du milieu rural ne doit pas lui faire perdre son identité, c'est-à-dire la prédominance biologique, la gestion de l'espace et des systèmes complexes.

## À QUELLES QUESTIONS DOIVENT RÉPONDRE LES CHERCHEURS EN DIDACTIQUE POUR UNE MEILLEURE FORMATION PROFESSIONNELLE AGRICOLE ?

**M. Méaille :** Si, comme l'a si bien montré Bertrand Gilles, il existe une culture technique, on peut se demander si les enseignements professionnels, industriel, commercial et agricole, ont jusqu'à présent participé à l'acquisition de cette culture. Contraints par l'impérialisme de la culture générale, synonyme abusif de formation générale, elle-même réduite à la littérature, aux mathématiques et aux sciences physiques, les enseignements professionnels ont rarement pu affirmer leur identité culturelle.

Pourtant ils utilisent des supports techniques pour enseigner des actes techniques qui n'ont de véritable sens que resitués dans un système technique. Or il n'y a pas d'explication monodisciplinaire d'un acte technique. Les savoirs professionnels sont, par nature, complexes. À de rares exceptions près, sait-on enseigner les savoirs professionnels autrement qu'en juxtaposant les apports disciplinaires, les lieux et les temps de formations ? Ce que l'on peut attendre de la recherche en didactique, c'est qu'elle explique ce que sont les savoirs professionnels, qu'elle éclaire le rôle complémentaire de toutes les disciplines dans la constitution de ces savoirs, qu'elle jette les bases d'une pédagogie de la complexité. Alors peut-être s'apercevra-t-on que l'abstraction

n'est pas réservée aux mathématiques, l'expérimentation aux sciences physiques et la réflexion à la philosophie !

Nous sommes entrés dans une civilisation dominée par la technique. Alors que la technique est partout, dans la vie quotidienne, familiale et professionnelle et dans l'expression artistique quelle qu'elle soit ; alors que du fait même de cette intrusion, une autre culture se forge, l'école, les médias font comme si les fondements culturels se limitaient à la formation générale.

Alors, je demanderais aux chercheurs : quels rôles pensez-vous pouvoir jouer pour que, avec le temps, la culture technique imprègne les esprits au point de modifier les comportements, substitue de nouvelles références aux actuelles au point de modifier les bases des raisonnements ?

**E. Marshall :** Les questions que l'on pose aujourd'hui aux chercheurs en didactique concerne en effet les savoirs professionnels. Ceux-ci sont des savoirs complexes combinant des connaissances, une expérience, des manières de résoudre les problèmes qui, de plus, sont évolutifs. Par exemple, les savoirs professionnels qui étaient nécessaires aux agriculteurs pour augmenter le rendement des productions dans un contexte productiviste, ne sont pas les mêmes que ceux qui doivent être mobilisés aujourd'hui pour raisonner des économies d'intrants ou pour concevoir des processus productifs favorables à l'environnement. Il est clair par exemple que la mise en place d'un processus productif favorable à la qualité des eaux nécessite le plus souvent une réorganisation conjointe du parcellaire, du calendrier de travail et de la gestion des bâtiments, donc la maîtrise de nouveaux savoirs professionnels liés à de nouvelles combinaisons productives exigeant à la fois une plus grande finesse de gestion et une plus grande vision globale. Une didactique des savoirs professionnels doit donc s'appuyer en amont sur une analyse des actes professionnels en termes d'identification de savoirs, pour ensuite construire des processus d'apprentissage à l'action. D'où la nécessité de développer une recherche pédagogique qui s'articule très fortement aux sciences de l'action, aux sciences des systèmes complexes, à la psychologie cognitive, à l'ergonomie... Ainsi, les premières questions que je poserais sont : quelles relations de travail faut-il développer avec les spécialistes des sciences de l'action, les ergonomes cogniticiens, les sociologues de l'organisation ? Comment faire émerger le savoirs professionnels en situation de travail ? Quelle méthode d'approche du monde de l'entreprise peut permettre de repérer des situations didactiques transférables dans la formation ?

Ensuite, d'autres points me paraissent également très importants à élucider. Par exemple, l'influence du niveau de formation générale sur la maîtrise des savoirs professionnels est une question qui se pose dans nos formations où plusieurs niveaux de formation peuvent permettre d'accéder à un même métier (en particulier, celui d'agriculteur). De même, l'influence du choix des processus, des supports et des environnements d'apprentissage (alternance, pluridisciplinarité, études de cas, stages...) sur la maîtrise des savoirs professionnels n'a été que très peu étudiée. Si nous savions un peu mieux quels processus, quels supports, quels environnements sont les plus efficaces, et pour quels types de savoirs, nous pourrions peut-être éviter certaines dérives comme cela a été le cas avec la pluridisciplinarité.

Enfin, un problème assez urgent concerne la formation des formateurs. Dans l'enseignement agricole, le corps enseignant est composé de professeurs certifiés et d'ingénieurs du Ministère de l'Agriculture qui manquent souvent d'une culture didactique minimale. Un enseignement de didactique des savoirs professionnels dans la formation de formateurs nous paraît indispensable mais il reste à construire. Là encore, nous avons besoin des chercheurs en didactique pour la conception d'un tel enseignement.

À l'ENESAD, une équipe de recherche s'est structurée autour de la didactique des savoirs professionnels au sein du département des sciences de la formation et de la communication. Elle prend racine dans les nombreux travaux scientifiques conduits de longue date par l'ex-INRAP sur les savoirs et les qualifications professionnelles des agriculteurs. Elle s'appuie sur une collaboration fructueuse qui a été construite entre la recherche pédagogique et la recherche agronomique. Cette équipe aborde bien sûr ces différentes questions mais l'ampleur du travail est telle qu'elle nécessiterait des équipes de recherche plus nombreuses. Mais la didactique des savoirs professionnels est un champ de recherches qui est en émergence et l'on peut espérer que d'autres équipes s'intéresseront à ce "*savoir vert*" qui caractérise l'enseignement technique agricole.



# Développement de la compétence à résoudre des problèmes sur les nouvelles technologies de l'automobile

**Jean-Claude VACHON, Marc FORTIN**

Université du Québec à Chicoutimi  
555, boulevard de l'Université  
Chicoutimi, Québec, Canada  
G7H 2B1

## **Résumé**

*Une équipe de chercheurs de l'Université du Québec à Chicoutimi, l'équipe IST (Intégration Sciences et Techniques), s'est fixé comme objectif de mettre au point des moyens didactiques capables de développer la capacité à résoudre des problèmes techniques chez les mécaniciens d'automobile.*

*Cet article rend compte des travaux réalisés jusqu'à ce jour. Après avoir fait état de la situation, on y précise les composantes cognitives de cette compétence qui servent d'appui aux instruments didactiques succinctement présentés. Enfin, cet article se termine par une description d'une démarche d'enseignement visant l'application de ces moyens didactiques.*

**Mots clés :** *compétence à résoudre des problèmes, démarche pédagogique, matériel didactique, méthode d'enseignement, nouvelles technologies.*



### **Abstract**

*The IST research team of University of Québec in Chicoutimi has worked on various projects related to teaching of vocational trades. Our goal is to develop the learner's ability to solve technical problems.*

*This article is a succinct overview of the work done up to the present. After presenting a survey of the situation, we specify the cognitive components of the ability to solve technical problems. Built on these are a set of didactic instruments developed by the team. Finally, we describe a teaching procedure that aims to apply the didactic instruments.*

**Key words :** *ability for problem solving, didactic instrument, teaching procedure, new technology.*

### **Resumen**

*El grupo IST (Integración de Ciencias y Técnicas), compuesto por investigadores de la Universidad del Québec en Chicoutimi, tiene como objetivo el perfeccionamiento de métodos didácticos destinados al desarrollo de la capacidad de solución de problemas técnicos en mecánica de automóviles.*

*Este artículo relata los trabajos realizados por el grupo. Después de analizar la situación actual se precisan las componentes cognoscitivas que fundamentan los instrumentos didácticos, los cuales son brevemente descritos. El artículo se termina con la descripción de una estrategia para la aplicación de estos instrumentos.*

**Palabras claves :** *solución de problemas, enfoque docente, material didáctico, método de enseñanza, nuevas tecnologías.*

## **INTRODUCTION**

De façon générale, que doit-on faire pour développer la compétence à résoudre des problèmes, et particulièrement les problèmes liés aux nouvelles technologies de l'automobile ? C'est à cette question que tente de répondre l'équipe de recherche IST (Intégration Sciences et Techniques) de l'Université du Québec à Chicoutimi depuis 1982, et plus intensivement depuis la parution, en 1988, du rapport Woods Gordon. Après avoir exposé brièvement l'état de la situation, cette communication traitera des aspects cognitifs que comporte la compétence à résoudre des problèmes, et présentera les moyens didactiques que l'équipe IST suggère comme contribution au développement de ces aspects cognitifs. Pour terminer, elle propose une démarche pédagogique dont les étapes représentent un enchaînement progressif des apprentissages.

## ÉTAT DE LA SITUATION

De 1982 à 1985, des enquêtes et des observations réalisées dans des entreprises et dans des milieux de formation québécois révèlent que *“les finissants manifestent des difficultés d'adaptation au travail”* (Laflamme, 1982), *“qu'ils ne maîtrisent pas les principes sur lesquels s'appuie le fonctionnement des objets à l'étude”* et que *“les conditions d'acquisition de la compétence à résoudre des problèmes sont presque inexistantes”* (St-Laurent et al., 1985).

En 1988, une étude canadienne réalisée à la demande de “Emploi et Immigration Canada” (Woods Gordon, 1988) vient confirmer les résultats de ces premières enquêtes. Selon ce rapport, les mécaniciens d'automobile éprouvent beaucoup de difficulté à diagnostiquer des problèmes sur les véhicules automobiles, particulièrement depuis que ceux-ci sont munis de nouvelles technologies telles que l'injection électronique, le système de freins antiblocage, etc. Les fabricants vont même jusqu'à prétendre que plus de 80% des pièces qui leur sont retournées sont encore en excellent état de fonctionnement.

Compte tenu de ces résultats, nous en sommes venus à la conclusion qu'il fallait accorder une attention particulière à la compétence à résoudre des problèmes. Bref, à nous interroger sur ce qu'elle comporte comme habiletés cognitives et, par la suite, à mettre en œuvre des solutions ou des moyens susceptibles d'assurer leur développement.

## COMPOSANTES COGNITIVES DE LA COMPÉTENCE À RÉSOUDRE DES PROBLÈMES

La résolution de problèmes techniques s'apparente, à bien des égards, à l'investigation scientifique. Selon Ennever et Harlem (1975), on reconnaît un spectre de neuf habiletés favorisant le développement de l'esprit d'investigation scientifique. De ces habiletés, nous en avons retenu six qui sont sollicitées en résolution de problèmes.

Pour Des Lierres et Demers (1984), la compétence à résoudre des problèmes serait tributaire du développement des capacités à conceptualiser, à observer, à interpréter, à planifier des investigations ou à établir des stratégies, à prendre des décisions et à manipuler des objets.

L'habileté à conceptualiser concerne l'acquisition des concepts techniques et scientifiques puisque c'est de ces types de contenus dont il est question en formation professionnelle. La seconde habileté, l'observation, concerne les capacités à classer et à comparer alors que la troisième, l'interprétation, se traduit par les aptitudes à tirer des conclusions, à identifier des facteurs causant un changement et à extrapoler.

L'habileté à planifier consiste en la capacité à établir des stratégies algorithmiques et des stratégies heuristiques. Elle se développe par l'application de règles à suivre et par la découverte d'analogies entre des problèmes.

Par ailleurs, les habiletés motrices s'évaluent par les capacités à régler, ajuster, monter, démonter, etc. Enfin, l'habileté à prendre des décisions se développe, entre autres, lors de la sélection d'hypothèses et l'agencement ordonné de solutions.

## **INSTRUMENTS DE DÉVELOPPEMENT DE LA COMPÉTENCE À RÉSOUDRE DES PROBLÈMES**

Compte tenu de l'importance de développer chez l'étudiant du professionnel chacune des habiletés énumérées ci-haut, nous avons donc élaboré des instruments qui, tout en respectant les particularités cognitives et affectives de l'élève, répondent aux exigences des programmes de formation et aux caractéristiques du contexte d'apprentissage.

### **Développement de l'habileté à conceptualiser**

Pour favoriser le développement de l'habileté à conceptualiser, nous avons élaboré une méthode d'enseignement-apprentissage qui favorise l'acquisition des concepts techniques et principes scientifiques sur lesquels s'appuie le fonctionnement des objets techniques. Cette méthode a ensuite servi de cadre pour le développement de matériels didactiques informatisés et imprimés.

#### ***La méthode IST***

La méthode IST (Intégration de la Science à la Technique) est une façon inductive d'étudier le contenu technique et scientifique concernant un objet technique. En ce sens, elle structure le contenu de la manière dont l'étudiant du professionnel semble se le représenter.

Une fiche cible comprenant quatre cercles est le moyen que nous avons conçu pour faciliter cette structuration (voir figure 1). Au centre de la cible, nous trouvons le nom de l'objet ou du système technique à étudier. C'est le concept le plus inclusif dans les circonstances.

Autour de ce premier cercle, nous retrouvons les grandes parties constitutives de ce système. Dans le troisième cercle figurent les composants de chacune des grandes parties constitutives. Ces trois cercles comprennent donc des concepts liés entre eux par des relations d'inclusion, alors que les notions comprises dans le quatrième cercle sont liées aux cercles précédents par une relation causale ou explicative, car il comprend les principes scientifiques sur lesquels s'appuie le fonctionnement de ces composants. Ainsi, la structuration du contenu correspond à la façon dont l'étudiant du professionnel agencerait ses connaissances dans sa structure cognitive.

Le contenu étant structuré selon les particularités cognitives et affectives de l'étudiant, il s'agit, par la suite, de le lui présenter de manière à ce qu'il

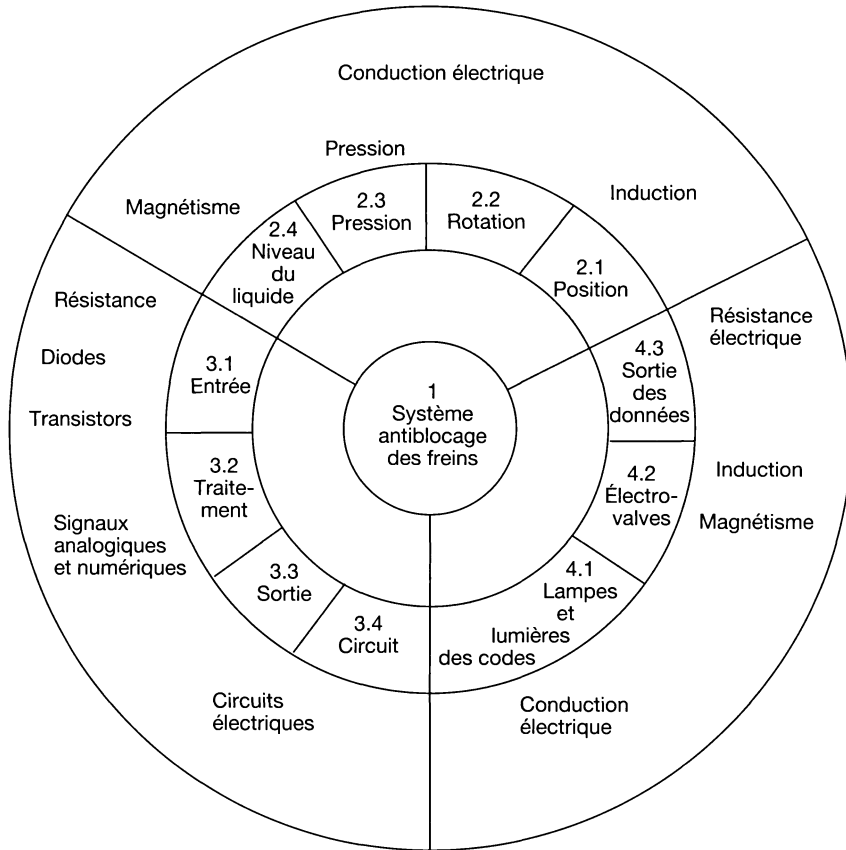


Figure 1 : Fiche cible concernant le système antiblocage des freins

l'intègre progressivement dans sa structure cognitive. Bref, que l'inconnu que constitue le nouveau contenu à apprendre, s'intègre progressivement au connu que constituent les connaissances dans la structure cognitive de l'étudiant.

La démarche d'intégration progressive de l'inconnu au connu comprend cinq étapes :

- 1) la préparation de la structure existante, qui s'effectue par la présentation d'un organisateur d'exposition tel que proposé par Ausubel (1977) ;
- 2) l'incorporation de l'inconnu au connu, qui se réalise en situant l'objet à apprendre dans le système et par rapport aux autres objets techniques, et en exposant la fonction, les propriétés, la composition... de l'objet à l'étude ;
- 3) la différenciation, qui s'effectue en dégagant les particularités de chacun des objets de chaque catégorie ;
- 4) la généralisation, qui se réalise en dégagant le principe sur lequel s'appuie le fonctionnement de l'objet ;
- 5) la consolidation, qui consiste à enrichir et à consolider les acquis, et qui se réalise par des activités de laboratoire.

## **Matériels didactiques**

La structure de cette méthode d'enseignement-apprentissage visant le développement de l'habileté à conceptualiser, a servi de cadre de référence à l'élaboration d'ensembles didactiques portant sur les nouvelles technologies de l'automobile, notamment l'injection électronique, le système de freins antiblocage et la transmission électronique. Chacun de ces ensembles comprend un tutoriel, un cahier technologique, un cahier de laboratoire et un guide pédagogique.

Les tutoriels développés opèrent à l'aide du logiciel "HyperCard" de MacIntosh. Chacun d'eux comprend environ 150 illustrations ou pages-écrans. Certaines de ces illustrations sont fixes et présentent des schémas et des dessins de pièces. D'autres sont animées et reproduisent soit le mouvement d'un objet technique, soit l'animation concrète du principe scientifique qui sous-tend le fonctionnement de l'objet, de sorte que l'apprentissage s'en trouve facilité. À cela s'ajoute un glossaire expliquant certains termes techniques et scientifiques reliés aux divers sujets d'études, ainsi que des textes explicatifs présentés sous forme d'aide-mémoire à l'enseignant. Il a accès à ces diverses données en "cliquant", à l'aide de la souris, sur des parties de dessin ou sur des boutons disponibles sur la page-écran. L'utilisateur peut ainsi naviguer à l'intérieur du tutoriel en toute liberté et en suivant la séquence de son choix.

Ces documents informatisés sont conçus pour aider l'enseignant à expliquer à son groupe d'étudiants les moindres détails de l'objet technique étudié. Afin de faciliter sa présentation en groupe, l'écran de l'ordinateur peut être projeté sur un grand écran par l'intermédiaire d'une tablette de projection à cristaux liquides reliée au micro-ordinateur.

Les contenus de chacun des tutoriels se retrouvent de façon plus élaborée dans un document écrit que nous appelons "le cahier technologique". En plus de contenir les textes et les illustrations des tutoriels, chacun des cahiers technologiques comporte des explications détaillées pour aider le lecteur à comprendre le fonctionnement des systèmes proposés. Ils sont subdivisés en chapitres selon le modèle des fiches cibles relatifs à chacun des sujets d'études.

Afin de respecter la démarche d'intégration progressive du nouveau contenu à la structure cognitive de l'étudiant, nous avons préparé des cahiers de laboratoire. Ces documents écrits présentent plusieurs activités de laboratoire axées sur la compréhension du fonctionnement des systèmes à l'étude, servant ainsi à consolider les apprentissages réalisés antérieurement à l'aide des tutoriels et des documents technologiques.

Enfin, des guides pédagogiques suggèrent une démarche d'utilisation des documents précédents afin de rendre les apprentissages les plus significatifs possibles.

## Développement des autres habiletés

Quant au développement des autres habiletés que comprend la compétence à résoudre des problèmes, soit les habiletés à observer et à interpréter, à planifier des investigations ou à établir des stratégies, à prendre des décisions et à manipuler des objets, nous proposons la réalisation de deux types d'activités, à savoir l'activité de laboratoire et l'étude de cas.

L'activité de laboratoire consiste en une étude ayant principalement pour but de favoriser le développement des habiletés d'observation et d'interprétation. Elle se réalise au moyen d'un simulateur contrôlé par un micro-ordinateur qui permet d'appliquer la démarche d'apprentissage suivante. Devant l'écran du micro-ordinateur, l'étudiant sélectionne un système, puis un composant. Il réalise l'étude de son fonctionnement normal et, par la suite, l'étude de son fonctionnement anormal en isolant une cause et en identifiant les symptômes ou les effets apparents liés à cette cause.

Par ailleurs, l'étude de cas a principalement pour but de favoriser le développement des habiletés à observer, à interpréter, à prendre des décisions et à planifier. Tout comme l'activité de laboratoire, elle se réalise avec le simulateur. Ainsi, devant l'écran du micro-ordinateur qui contrôle le fonctionnement du simulateur, l'étudiant sélectionne le niveau d'expertise qui lui convient, soit débutant, intermédiaire et expert, ce qui l'amène à choisir un problème présenté sous forme de carte de travail.

Par la suite, il est invité à planifier une stratégie d'intervention en ordonnant des étapes qui lui sont présentées, c'est-à-dire la cueillette de données, l'interprétation de données, l'identification du problème, l'énumération des causes possibles, l'identification de la cause la plus probable, la vérification de la cause la plus probable et la réparation. L'étudiant peut choisir l'ordre qu'il veut donner à cet ensemble de tâches à exécuter. Ainsi, au gré de ses décisions il planifiera selon une logique acceptable ou non dont le résultat lui sera immédiatement communiqué par l'ordinateur.

## DÉMARCHE PÉDAGOGIQUE

Les instruments et les moyens qui viennent d'être proposés doivent s'inscrire dans une démarche pédagogique dont les étapes et l'agencement concourent au développement de la compétence à résoudre des problèmes.

La démarche pédagogique proposée comprend sept étapes dans lesquelles s'insèrent les supports pédagogiques que nous avons développés. La première étape concerne l'intégration progressive des nouveaux concepts techniques et scientifiques, qui se réalise au moyen de la méthode IST. La seconde étape consiste à consolider les nouvelles acquisitions en faisant réaliser des activités de laboratoire qui favorisent le rappel et la généralisation des concepts étudiés. La troisième étape concerne le développement des habiletés motrices, qui est susceptible de se produire par la réalisation de travaux d'atelier. La quatrième et la cinquième étapes consistent à développer et à

consolider les habiletés d'observation et d'interprétation en proposant l'exécution d'activités de laboratoire et d'études de cas. La sixième étape consiste à assurer le développement des habiletés à prendre des décisions et à planifier des interventions en suggérant la réalisation d'études de cas. Cette démarche se termine par l'évaluation de la compétence à résoudre des problèmes qui devrait s'effectuer par la réalisation d'études de cas réels.

## CONCLUSION

Pour parvenir au but que nous nous sommes fixé au début de cette étude, soit de favoriser le développement de la compétence à résoudre des problèmes sur les nouvelles technologies, il nous reste encore des travaux de recherche-développement à réaliser. Toutefois, compte tenu de l'accueil de nos productions actuelles dans les milieux de formation, nous estimons que cet objectif sera atteint prochainement dans la mesure où nous profiterons des appuis financiers nécessaires à une telle démarche.

## BIBLIOGRAPHIE

AUSUBEL D.P. & NOVAK J.D. (1977). *Educational Psychology: A cognitive view*. New-York, Holt, Rinehart and Winston Inc.

DES LIERRES T. & DEMERS M. (1984). L'observation et l'interprétation chez les élèves du professionnel et du général au secondaire. *Canadian Journal of Education*, vol. 9, n° 3, pp. 321-328.

ENNEVER L. & HARLEN W. (1975). With objectives in mind. *Guide to Science*, Macdonald Educational, vol. 5, n° 13, pp. 59-68.

LABONTÉ T. (1986). *L'acquisition des concepts scientifiques sous-jacents à la formation technologique dans l'enseignement professionnel au secondaire*. Québec, Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Science.

LAFLAMME C. (1982). Les valeurs concernant le travail chez les élèves du secondaire professionnel. *Revue des Sciences de l'Éducation*, vol. 8, n° 3, pp. 449-516.

ST-LAURENT R., FORTIN M., VACHON J.-C. & SUQUET M. (1983). *Identification des besoins en sciences au secondaire professionnel*. Chicoutimi, Québec, Université du Québec à Chicoutimi.

VACHON J.-C., FORTIN M., ST-LAURENT R. & SUQUET M. (1988). *Méthode IST: Description et application*. Chicoutimi, Québec, Université du Québec à Chicoutimi.

WOODS GORDON (conseillers en administration) (1988). *Industrie des services d'entretien et de réparation d'automobiles: une étude sur les ressources humaines*. Ottawa, Emploi et immigration Canada.

# Devons-nous utiliser des phénomènes évolutifs en introduction à l'étude de l'électricité ?

## Le cas de la résistance

**P. KOUMARAS, P. KARIOTOGLOU,  
D. PSILLOS**

Aristotle University of Thessaloniki  
School of Education  
Thessaloniki 540 06, Greece  
(Traduit par la rédaction)

### **Résumé**

*La plupart des curricula traditionnels ou constructivistes proposés jusqu'à maintenant en électricité sont centrés sur des tâches liées à des états stationnaires de circuits en courant continu, impliquant le traitement d'un nombre limité de phénomènes. Ils ne s'intéressent qu'aux effets du courant à un instant déterminé, et non à leur évolution dans le temps. Dans le champ expérimental de l'introduction à l'électricité, nous proposons d'étudier des phénomènes évolutifs. Nous les utilisons dans le cadre de l'enseignement de la notion de résistance électrique. Nous pensons que la combinaison de situations mettant en œuvre des états stationnaires et des phénomènes évolutifs dans un enseignement sur la résistance peut aider les élèves à reconsidérer leur conception intuitive du transfert de l'énergie, et augmenter leur compréhension de faits expérimentaux liés à un modèle circulatoire du fonctionnement d'un circuit.*

**Mots clés :** didactique de la physique, conceptions des élèves, électricité, expériences, innovation, curriculum.



### **Abstract**

*Most traditional and constructivist curricula proposed until now focus on steady state tasks, which imply the treatment of a limited number of DC circuit phenomena. In essence they deal only with the intensity of the effects of current and not their duration over time. Our proposal about the experimental field of introductory electricity, consists of the introduction and study of phenomena extended over time which we call evolutionary ones. We apply our proposals on the teaching of resistance. We argue that the combination of steady state with evolutionary tasks in a unit of resistance may help pupils to reconsider their intuitive energy conception and enhance their understanding of the features of a flow model about circuit operation.*

**Key words :** *didactics of physics, pupils' conceptions, electricity, experiments, curriculum innovation.*

### **Resumen**

*La mayoría de los currículos tanto tradicionales como constructivistas propuestos hasta hoy en el área de la electricidad, se centran sobre problemas ligados a estados estacionarios en circuitos de corriente directa y que implican un número limitado de fenómenos. No se incluyen así más que los efectos de la corriente en un instante determinado sin mirar a su evolución temporal. En el campo experimental de la introducción a la electricidad, proponemos introducir el estudio de fenómenos evolutivos ; éstos son utilizados para enseñar la noción de resistencia eléctrica. Pensamos que la combinación de situaciones que implican estados estacionarios junto con fenómenos evolutivos para la enseñanza de la noción de resistencia, puede ayudar a que los estudiantes reconsideren sus concepciones intuitivas sobre la transferencia de energía y aumentando así la comprensión de hechos experimentales ligados a un modelo circulatorio del funcionamiento de un circuito.*

**Palabras claves :** *didáctica de la física, concepciones de alumnos, electricidad, experimentos, innovación, currículo.*

## **INTRODUCTION**

Les conceptions des élèves sur les circuits électriques ont été étudiées en général par le biais de problèmes concernant des états stationnaires. Plusieurs curricula constructivistes proposés en introduction à l'électricité sont centrés sur des phénomènes stationnaires, dans la lignée de curricula plus traditionnels. Des résultats de recherches montrent que les élèves sont capables d'interpréter un certain nombre de ces phénomènes stationnaires dans les circuits électriques dans les termes de leur conception intuitive du transfert de l'énergie. Nous proposons ici une approche alternative qui pourrait faciliter la construction d'un savoir scientifique acceptable au niveau de l'introduction à l'électricité : il s'agit de l'utilisation de phénomènes évolutifs. Notre proposition est relative à l'étude de la résistance. Nous pensons que la combinaison de phénomènes stationnaires et évolutifs dans un cours sur la résistance peut aider les élèves à reconsidérer leur conception intuitive du transfert de l'énergie et faciliter la construction d'un modèle circulaire.

## 1. LES CONCEPTIONS DES ÉLÈVES SUR LE FONCTIONNEMENT D'UN CIRCUIT ÉLECTRIQUE

Un grand nombre d'études sur les circuits électriques (Duit et al., 1985 ; Shipstone et al., 1988) ont montré que les idées intuitives des élèves sur le fonctionnement d'un circuit électrique simple se conforment à la conception suivante : "quelque chose", que les élèves appellent ordinairement "courant", "énergie" ou "électricité", est emmagasiné dans la pile au moment de sa fabrication. Ce "courant" est transféré d'une pile à une ampoule en passant par un ou deux fils. Pour briller l'ampoule consomme du "courant". Le "courant" fait référence à une sorte de fluide imaginaire qui peut être emmagasiné, transféré et consommé (Dupin & Johsua, 1985). D'un point de vue scientifique, plusieurs concepts de physique comme le courant, l'énergie et la tension sont réunis sous cette notion indifférenciée de "courant". Des résultats de recherche suggèrent que les conceptions naïves des élèves sont proches d'un modèle énergétique du fonctionnement du circuit. Des relations de causalité linéaire simple sont employées par les élèves pour rendre compte de phénomènes tels que les variations de luminosité d'une ampoule ; ce sont des règles semi-quantitatives telles que :

- plus il y a d'ampoules connectées à une pile dans un circuit donné, plus la luminosité de chacune est faible ;
- plus il y a de piles connectées à une ampoule dans un circuit donné, plus la luminosité est forte.

Dans un grand nombre d'études sur les circuits électriques, les idées des élèves sont inférées à partir de questions concernant des phénomènes stationnaires, par exemple : "Comparez la luminosité des ampoules" dans des circuits simples comprenant une ou deux ampoules en série, respectivement connectées à une pile. Dans ce modèle électrocinétique, les phénomènes sont traités comme s'ils étaient "gelés" dans le temps, tout comme la distribution des valeurs du courant dans le circuit.

Pendant, une telle démarche d'investigation des conceptions des élèves est bien loin de saisir toute la richesse de leur pensée. Considérons, par exemple, le cas de l'usure d'une pile. Par l'expérience qu'ils ont des lampes de poche ou des petites voitures électriques, les élèves savent que des piles neuves vont durer un certain temps. Dans les publicités, la durée de vie d'une pile est un argument important. De tels phénomènes s'étendent sur une période de temps et ont un caractère évolutif ; le système physique auquel ils réfèrent subit des changements fonctionnels dans le temps.

Dans d'autres recherches (Koumaras, 1989 ; Psillos & Koumaras, 1989), nous avons étudié les conceptions des élèves par le biais de questions relatives à des phénomènes évolutifs, jointes à des questions concernant des états stationnaires, comme : "Comparez la durée d'une pile connectée en série avec une ou deux ampoules". Nos résultats indiquent que les élèves interprètent également les phénomènes évolutifs en termes de structure causale simple. Ils appliquent des règles de causalité semi-quantitatives comme :

- plus il y a d'ampoules connectées à une pile dans un circuit donné, moins la durée d'une pile est longue ;

- plus il y a de piles connectées à une ampoule dans un circuit donné, plus la durée d'éclairement est longue.

Selon la plupart des chercheurs, un élément-clé dans les conceptions des élèves est que la pile a une capacité constante de fournir du courant (Licht, 1991). La conception selon laquelle une pile détermine la quantité de "courant" qui sera "fournie" au circuit est largement répandue. Ainsi, si dans un circuit pile-ampoule donné on ajoute des ampoules, alors plusieurs ampoules vont partager le débit constant fourni par la pile ; il en résulte donc une luminosité plus faible pour chaque ampoule.

Nous pensons que dans des phénomènes évolutifs, beaucoup d'élèves considèrent que l'ampoule détermine combien de "courant" elle va "prélever" à la pile. Une ampoule a une capacité constante à "prendre" ou "consommer du courant". Si on ajoute des ampoules dans un circuit donné, leur "consommation" va augmenter, et il en résultera une durée de vie plus courte pour la pile. Nous constatons donc une différence importante dans le raisonnement des élèves. Dans des états stationnaires, c'est la pile qui détermine combien de "courant" elle va "donner" à l'ampoule, et qui a une capacité d'approvisionnement constante. Dans les phénomènes évolutifs, c'est l'ampoule qui détermine combien de "courant" elle va "prélever" à la pile. Ici l'ampoule est considérée comme ayant un taux de consommation constant, ce qui n'est pas une idée souvent mentionnée dans la littérature. Nous pensons que le fait de transférer de la pile à l'ampoule la fonction de régulateur de flux de "courant" aide les élèves à maintenir leur approche linéaire causale, et ainsi évite des contradictions dans leur raisonnement sur le fonctionnement d'un circuit électrique (Psillos & Koumaras, 1989).

En résumé, nous pouvons dire que les élèves ne connaissent pas le mécanisme de transfert de l'énergie d'une pile à une ampoule, attendu que le savoir scientifique inclut le modèle de circulation de charge dans l'explication de ce transfert. De plus, les élèves déterminent la quantité d'énergie transférée d'une pile à une ampoule, à un instant donné ou pendant un intervalle de temps, en utilisant les règles de causalité linéaire mentionnées plus haut, tandis que le modèle scientifique emploie les concepts  $V$ ,  $I$ ,  $R$ ,  $t$  et leurs relations. Si notre objectif est de modifier les règles causales intuitives des élèves et de leur permettre de répondre correctement à des questions qualitatives et quantitatives, il faudrait donc enseigner aux élèves un modèle circulatoire, qui leur fournirait un mécanisme signifiant pour le fonctionnement d'un circuit.

## 2. LA NÉCESSITÉ D'INTRODUIRE LE CONCEPT DE RÉSISTANCE

Les curricula constructivistes ont pour but d'aider les élèves à comprendre que, en plus du flux d'énergie d'une pile à une ampoule, non matériel et unidirectionnel, il existe un autre flux matériel et circulaire, dont le débit est constant le long du circuit (Shipstone, 1988). Dans un certain nombre de ces programmes, les chercheurs essaient d'amener les élèves à une situation de conflit au sujet de la consommation du "courant", c'est-à-dire de leur fournir la preuve expérimentale que le courant n'est pas consommé. Prenons

l'exemple d'une démonstration importante, qui consiste à connecter à une pile plusieurs ampoules en série, de sorte qu'elles brillent toutes. On connecte des ampèremètres en série avec les ampoules, de façon à ce que les indications données par ces ampèremètres soient les mêmes avant, après et entre les ampoules. En utilisant cette expérience des "mesures identiques des ampèremètres" décrite ci-dessus, les chercheurs s'attendent à ce que les élèves, constatant l'inadéquation de leur conception sur la transmission de l'énergie, en éprouvent de l'insatisfaction, et partant abandonnent cette conception.

Cependant, il existe un certain scepticisme sur l'efficacité de cette expérience (Licht, 1987). De plus, notre recherche (Psillos et al., 1987 ; Psillos & Koumaras, 1989) a montré que beaucoup d'élèves pouvaient interpréter les mesures identiques des ampèremètres d'une façon compatible avec leur conception intuitive de la transmission de l'énergie. Ainsi, selon les élèves, les ampèremètres indiquent la même chose parce que "la pile complète le courant qui a été consommé dans l'ampoule". Une telle consommation diminuerait avec le temps : les élèves affirment qu'au bout d'un moment les ampèremètres indiqueront tous la même mesure, mais plus faible qu'avant.

Dans la lignée de Kuhn qui énonce, à propos des scientifiques, qu'une explication est délaissée quand elle est remplacée par une explication meilleure (Kuhn, 1979), nous suggérons que, dans le cas de l'enseignement, un(e) élève peut abandonner plus facilement sa conception quand il(elle) n'est pas satisfait(e) et qu'une autre conception plus fructueuse lui est fournie. Considérons par exemple le cas de l'éclairage d'une ampoule : un élève va typiquement utiliser sa conception de l'énergie pour répondre à la question : "Comment l'ampoule s'allume-t-elle ?" Si nous créons une insatisfaction et que nous lui expliquons simultanément le mécanisme de l'éclairage d'une ampoule sans consommation de courant, alors il(elle) acceptera plus volontiers que le courant n'est pas consommé. Selon nous, une façon d'y parvenir est de mettre l'accent sur l'enseignement de la résistance et, en même temps, des effets thermiques du courant. Ainsi avons-nous développé, dans un curriculum constructiviste, une unité spéciale sur la résistance qui est décrite dans le prochain paragraphe. Suivant les arguments précédents, les résistors et la résistance occupent une place centrale dans notre curriculum. Les objets et le concept sont introduits en même temps que les effets thermiques du courant. De plus, le nouveau savoir introduit concerne à la fois états stationnaires et phénomènes évolutifs.

Notre curriculum commence par une longue période de familiarisation avec les circuits fermés et les connections en série ou en parallèle de piles et d'ampoules. On aborde ensuite une séquence de quatre unités sur la tension, le courant, la résistance et l'énergie. Viennent enfin les unités sur l'électrostatique, les mécanismes microscopiques et les relations entre variables, comme la loi d'Ohm. Ce curriculum innovant est destiné à l'enseignement secondaire obligatoire en Grèce (14-15 ans). On pourra trouver par ailleurs de plus amples détails sur différents aspects de ce curriculum (Psillos & Koumaras, 1989).

### **3. RÉSISTANCE – EFFETS THERMIQUES DU COURANT ÉLECTRIQUE**

#### **3.1. La structure de l'unité**

En ce qui concerne l'unité sur la résistance, l'enseignement dure trois heures ; il comprend deux parties.

Dans la première partie les élèves, par groupes de deux, réalisent quatre expériences, complètent des feuilles de travail rendant compte de leurs observations et rédigent des comptes rendus. Cette partie dure deux heures.

Dans la deuxième partie est réalisée la démonstration expérimentale de l'expérience 5, suivie d'une discussion en classe entière. Ensuite le modèle circulaire du courant électrique est utilisé par l'enseignant dans le but d'interpréter les résultats de toutes les expériences. Enfin, l'enseignant fait des comparaisons entre le modèle scientifique et les conceptions des élèves. Nous pouvons mentionner ici que les données issues de nos recherches, ou d'autres recherches (Johnstone & Mughol, 1978 ; von Rhöneck, 1984), indiquent que les résistors (objets) et la résistance (concept) ne font pas partie des conceptions des élèves avant enseignement.

#### **3.2. Les activités relatives à des états stationnaires**

La figure 1 montre la première expérience. Les deux séries d'activités sont spécifiquement destinées à familiariser les élèves avec des objets inconnus, à savoir des résistors, et le concept de résistance qu'ils ne connaissent pas encore. Le résistor a la fonction de contrôleur de débit dans le modèle circulaire, il est introduit en présentant sélectivement ce rôle. L'unité comprend des expériences reliant les intensités du courant dans des circuits à la longueur et au type de conducteurs résistants, dont les effets vont dans le sens des intuitions des élèves. Le concept de résistance est introduit qualitativement comme étant la grandeur physique liée aux effets des résistors mentionnés ci-dessus. Elle indique la difficulté (ou la facilité) de passage du courant, qui détermine la valeur de l'intensité du courant dans un circuit donné.

Le fait que la résistance dépende de la surface de la section transversale du conducteur n'est pas abordé dans cette phase. D'après nos données et celles d'autres recherches, ce facteur va à l'encontre des intuitions des élèves. Même après enseignement, les élèves considèrent que la résistance d'un conducteur est proportionnelle à sa section transversale (Johnstone & Mughol, 1978). La question des sections transversales et la relation quantitative entre les facteurs affectant la résistance sont enseignées dans une étape ultérieure de notre curriculum. En effet nous pensons qu'à un stade initial d'enseignement, la modélisation des phénomènes doit être qualitative (Psillos & Koumaras, 1991).

Dans de nombreux curricula d'introduction à l'électricité, les résistors sont présentés principalement comme des régulateurs de courant. Cependant,

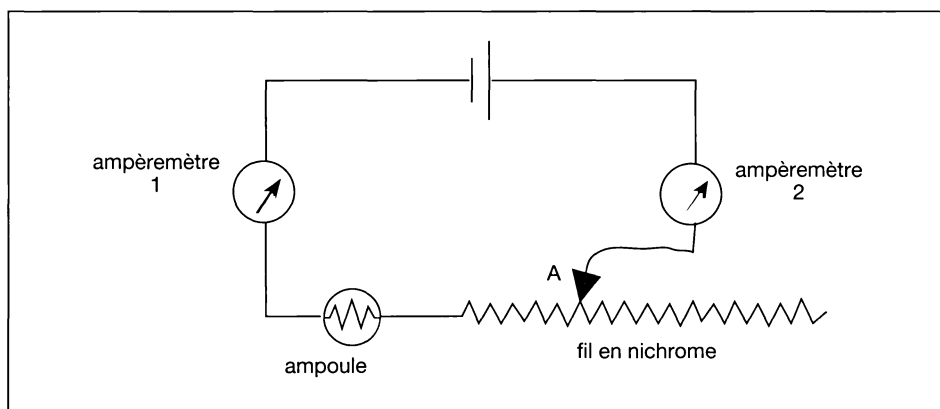


Figure 1 : EXPÉRIENCE 1

- ACTIVITÉ 1.1**
- ↳ Réalisez le circuit indiqué à la **figure 1**.
  - ↳ Déplacez l'extrémité libre du **fil A** le long du fil en nichrome.
  - 🔧 Observez et notez la luminosité de l'ampoule et les mesures des ampèremètres.
  - 🔧 Pouvez-vous expliquer ces observations ?
- ACTIVITÉ 1.2**
- ↳ Remplacez le fil en nichrome par un fil de cuivre et réalisez les mêmes activités qu'en **1.1**.
  - 🔧 Pouvez-vous expliquer les différences entre vos observations dans le cas du fil en nichrome et le cas du fil de cuivre ?

les résistors sont aussi des transformateurs d'énergie et chauffent quand le courant les traverse. Nous pensons qu'il est plus efficace de présenter simultanément ces deux fonctions des résistors, dès leur introduction. Dans la présente unité, les effets thermiques du courant électrique sont traités conjointement avec les résistors. Ainsi, dans l'expérience 2, un fil court en nichrome est connecté initialement à une pile, on demande ensuite aux élèves de le remplacer par un fil de cuivre. Les élèves vont manipuler ces fils, noter leurs observations et essayer d'expliquer les différences. Ensuite ils vont combiner et expliquer les résultats des deux expériences. Ces activités sont destinées à focaliser l'attention des élèves sur la fonction de transformateurs d'énergie des résistors.

L'étape suivante consiste à établir des liens entre les deux sortes d'objets, c'est-à-dire les résistors et les ampoules, de façon à convertir l'ampoule de consommateur d'énergie en résistor. Ainsi, dans l'expérience 3 qui est présentée à la figure 2, nous mettons l'accent sur les similarités entre les deux fonctions électriques, à savoir la régulation du courant et la transformation d'énergie.

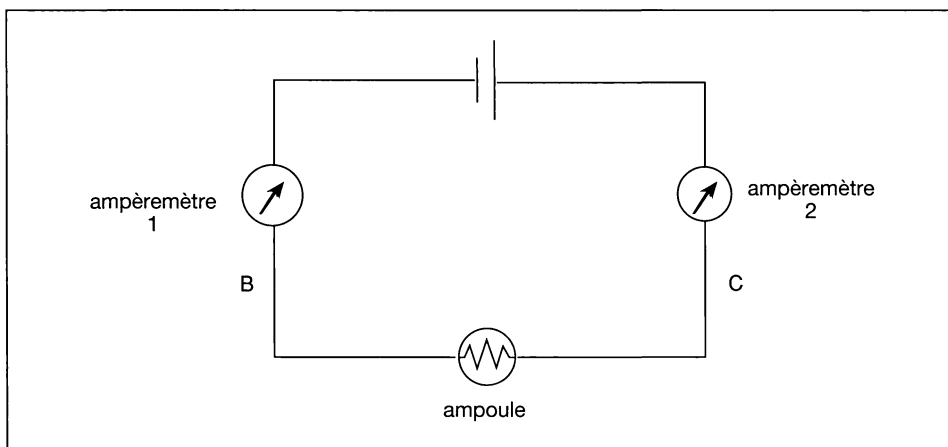


Figure 2 : EXPÉRIENCE 3

- ACTIVITÉ 3.1** ⇨ Réalisez le circuit indiqué à la **figure 2**.
- ☞ Notez qu'aux points **B** et **C** l'isolation plastique des fils est enlevée.
  - ⇨ Touchez l'ampoule quelques instants après.
  - ☞ Que sentez-vous ? Pourquoi ?
  - ⇨ Demandez une ampoule sans verre. Connectez-la à la pile.
  - ☞ Que se passe-t-il ? Pourquoi ?
- ACTIVITÉ 3.2** ⇨ Connectez un fil qui relie les points **B** et **C**.
- ☞ Observez la luminosité de l'ampoule et les mesures des ampèremètres.
  - ☞ Pouvez-vous expliquer vos observations ?

Antérieurement à l'enseignement sur la résistance, la tension a déjà été définie comme la "prédisposition d'une pile à établir du courant" (Psillos et al., 1988). L'expérience 4 a pour objectif spécifique de relier tension et résistance, ce qui à un premier niveau qualitatif représente les conditions pour la circulation du courant. Le montage pour l'expérience 4 est le même que celui schématisé à la figure 1, mais on demande maintenant aux élèves de régler la longueur du fil de nichrome de façon à éteindre l'ampoule. Puis ils doivent remplacer la pile de 4,5 V par une pile de 9 V, noter et interpréter les différences de luminosité.

### 3.3. Les réponses des élèves

L'unité sur la résistance a été mise en œuvre à plusieurs reprises en classe.

Nous rendons compte ici de certains aspects de l'évolution des réponses d'élèves après la réalisation des activités décrites précédemment ; il

s'agit de deux classes, comprenant 56 élèves de capacité moyenne, en niveau trois de lycée, établissement d'enseignement secondaire obligatoire en Grèce. Pour être brefs, nous nous centrons sur les points de vue dominants partagés par la majorité des élèves. Nous rapportons aussi des idées minoritaires proches du point de vue dominant.

Les réponses caractéristiques sont présentées ci-dessous :

### **Après l'expérience 1**

**S1** : (Se rapportant à l'activité 1.1. – Réponse typique de 30 élèves sur 56)

*“La luminosité de l'ampoule et l'indication de l'ampèremètre sont plus faibles. Ceci se produit parce que le fil de nichrome consomme le courant de telle façon que plus le fil est long, plus il consomme de courant, et donc moins il en laisse pour l'ampoule.”*

**S2** : (Se rapportant aussi à l'activité 1.1. – Réponse de 5 élèves sur 56)

*“... le courant devient plus faible. À mon avis, il ne peut pas passer facilement par le fil en nichrome. C'est encore plus difficile quand le fil est plus long, donc il y a moins de courant qui peut le traverser.”*

### **Après l'expérience 2**

**S3** : (Réponse typique de 28 élèves sur 56)

*“Dans l'expérience avec le fil en nichrome, le courant faiblit parce qu'il est consommé pour chauffer le fil, donc il y a moins de courant qui arrive à l'ampoule, qui est moins lumineuse. Dans l'expérience avec le fil de cuivre, la luminosité de l'ampoule et la mesure de l'ampèremètre restent les mêmes, tandis que le fil de cuivre ne chauffe pas. Le fil [de cuivre] ne consomme pas de courant et tout le courant va à l'ampoule qui brille beaucoup.”*

**S4** : (Réponse de 4 élèves sur 56)

*“Le fil en nichrome gêne le passage du courant, donc il y a moins de courant qui le traverse. Le fil chauffe parce qu'il présente une résistance au passage du courant. Le fil de cuivre ne présente aucune difficulté au passage du courant, donc le fil ne chauffe pas.”*

### **Après l'expérience 3**

**S5** : (Se rapportant à l'activité 3.2. – Réponse typique de 32 élèves sur 56)

*“L'ampoule est éteinte, la mesure de l'ampèremètre est plus forte. Ceci se produit parce que maintenant le courant ne traverse pas l'ampoule, donc il n'est pas consommé là et tout le courant passe par l'ampèremètre.”*



**S6 :** (Se rapportant aussi à l'activité 3.2. - Réponse de 6 élèves sur 56)  
*"... quand le circuit est court, il y a plus de courant."*

#### **Après l'expérience 4**

**S7 :** (Réponse typique de 38 élèves sur 56)

*"La pile a maintenant un voltage plus fort et donc il y a plus de courant qui quitte la pile. Ainsi il y en a assez [du courant] pour chauffer le fil et éclairer l'ampoule."*

Les réponses ci-dessus suggèrent que, pour un certain nombre d'élèves, le "courant" diminue dans le circuit, mais ceci se produit selon eux parce que la résistance en consomme quand elle chauffe (S1, S3). Le fil de cuivre ne consomme pas de courant et donc ne chauffe pas (S3). La mesure de l'ampèremètre est plus forte parce que l'ampoule est éteinte, il a donc tout le courant venant de la pile (S5). Ainsi, le changement de la valeur du courant est attribué par ces élèves à la consommation du courant, et non à la régulation du courant par la résistance. Il semble que les résultats expérimentaux ne leur prouvent pas de façon convaincante que leur conception du transfert de l'énergie est inadaptée pour expliquer les nouveaux phénomènes.

Notons que de telles expériences sont courantes pour introduire l'électricité ; elles se rapportent à des états stationnaires du circuit. Nous pensons qu'un certain nombre d'élèves développent un modèle compatible avec leur conception du transfert de l'énergie en intégrant à leur savoir antérieur le nouveau savoir sur la résistance. L'efficacité de ce modèle est remarquable pour rendre compte des expériences proposées se rapportant à un état stationnaire du circuit.

Nous résumons ci-dessous les caractéristiques de ce modèle de transfert d'énergie envisagé par la majorité des élèves :

*"La pile fournit un courant constant au circuit. Les résistors du circuit consomment du courant pour chauffer. L'ampoule prend le courant restant, c'est pourquoi elle brille plus faiblement. S'il y a plus de résistors, il en résulte une plus grande consommation de courant, et donc l'ampèremètre indique une valeur plus faible."*

Un modèle circulatoire acceptable à cette étape pourrait être formulé comme suit :

*"La résistance est la propriété des matériaux qui indique le degré de difficulté qu'ils présentent à la circulation du courant. La valeur du courant dans un circuit donné est déterminée par la tension et la résistance. Pour une tension donnée, une plus grande résistance entraîne un courant plus faible. Un résistor chauffe quand il est traversé par le courant. Quand un résistor chauffe beaucoup, il devient lumineux. Le filament d'une ampoule est un résistor."*

Nous pouvons noter ici que très peu d'élèves (S2, S4, S6) utilisent des éléments d'un modèle circulatoire pour interpréter les résultats expérimentaux.

### 3.4. Une activité se rapportant à des phénomènes évolutifs

De telles réponses étaient prédictibles d'après notre recherche préliminaire. Aussi l'expérience 5 a-t-elle été mise en place spécialement pour créer une insatisfaction chez les élèves à propos de leur conception de l'énergie et, potentiellement, pour les aider à percevoir la double fonction des ampoules et des résistors. Dans des versions plus récentes de cette expérience, on a utilisé des joulemètres modifiés afin d'interrompre le courant quand ils mesurent une valeur prédéterminée.

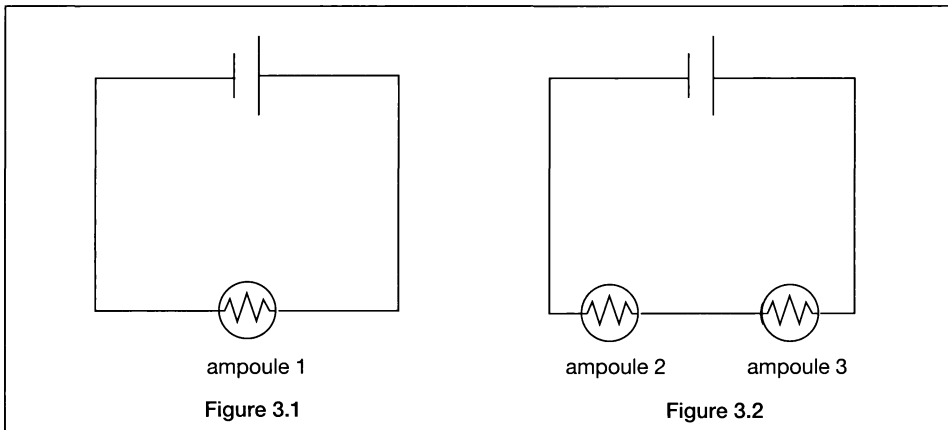


Figure 3 : EXPÉRIENCE 5

- ◇ (L'enseignant réalise les circuits indiqués en **figures 3.1 et 3.2.** Toutes les ampoules et toutes les piles sont identiques.)
- ✍ La pile de la **figure 3.2** va-t-elle durer plus, moins ou aussi longtemps que celle de la **figure 3.1** ?
- ◇ (L'enseignant réalise l'expérience.)
- ✍ Pouvez-vous expliquer ces résultats ?

Cette cinquième expérience a été réalisée devant les élèves au cours de la troisième heure d'enseignement. Les élèves n'ont pu ni prévoir ni interpréter le résultat expérimental. La majorité d'entre eux prévoyaient que la pile de la figure 3.2 aurait une durée de vie inférieure, ou au moins égale, à celle de la pile de la figure 3.1, parce que deux ampoules-receveuses auraient un effet plus grand qu'une seule sur la pile-donneuse. Le résultat de l'expérience 5 a surpris les élèves : comment est-il possible que la pile approvisionnant une seule ampoule s'épuise la première ? Un petit nombre d'élèves sont restés silencieux, tandis que les autres donnaient des réponses telles que celle-ci :

**S8 :** "On ne peut pas expliquer [ce résultat]. Normalement, l'autre pile (figure 3.2) devrait s'épuiser la première, ou au moins en même temps."

À notre avis, les élèves ne peuvent ni prédire ni interpréter l'expérience 5 dans les termes de leur modèle pré-existant sur le transfert d'énergie. Selon les règles causales mentionnées dans le paragraphe 1, cette expérience va à l'encontre des intuitions des élèves et est donc appropriée pour créer l'insatisfaction des élèves par rapport à leur conception du transfert d'énergie.

Pendant la discussion de classe qui a suivi la démonstration de l'expérience 5, en réponse au besoin d'explication des élèves, l'enseignant a utilisé le concept de résistance en le reliant au modèle circulatoire. Il les a utilisés tous deux pour interpréter les résultats de toutes les expériences précédentes. Cela vaut la peine de noter qu'ici le concept de résistance a commencé à prendre du sens pour un certain nombre d'élèves. Pendant la discussion, les élèves ont changé le niveau de leurs arguments et employé des termes comme "électrons" :

*"Les électrons s'accumulent en attendant de traverser l'ampoule. Après l'ampoule, le courant est plus faible parce qu'il y a moins d'électrons qui ont traversé."*

Une telle réponse suggère un transfert de quantités macroscopiques à des entités microscopiques. Bien que de telles idées ne soient pas valides d'un point de vue scientifique, nous considérons qu'elles indiquent un déplacement de la conception des élèves sur le transfert d'énergie vers une nouvelle conception circulatoire. Le fil en nichrome change progressivement de statut : de consommateur, il devient obstacle. La même chose se produit pour les autres objets, comme les ampoules.

À ce niveau, les élèves semblent rechercher un mécanisme efficace concernant le transfert d'énergie. C'est pourquoi la troisième partie de notre curriculum est centrée sur les mécanismes de fonctionnement de la pile et la circulation du courant au niveau microscopique (Psillos et al., 1988).

#### 4. CONCLUSIONS – IMPLICATIONS POUR L'ENSEIGNEMENT

L'évolution conceptuelle des élèves au cours de cet enseignement sur la résistance laisse penser qu'ils ont été capables de répondre à des questions liées à des états stationnaires concernant les résistors et le concept de résistance, dans les termes de leur conception sur le transfert d'énergie. Cela signifie qu'ils ont intégré un nouveau savoir à leur savoir antérieur. Cependant, les élèves n'ont pas pu appliquer leurs conceptions intuitives pour interpréter des phénomènes évolutifs, dans la mesure où les résultats expérimentaux allaient à l'encontre de leurs intuitions au niveau des règles causales de base. De telles questions sur des phénomènes évolutifs semblent aider les élèves à délaisser leur conception naïve du transfert d'énergie.

Dans leur majorité, les curricula traditionnels ou constructivistes n'ont proposé à ce jour que des questions portant sur des états stationnaires, ce qui implique le traitement d'un nombre limité de phénomènes concernant les circuits en courant continu. Par essence, ces curricula ne s'occupent que de

l'intensité des effets du courant et non de leur durée dans le temps. Notre proposition, concernant le champ expérimental de l'introduction à l'électricité, consiste à étudier des phénomènes étendus dans le temps. La combinaison d'expériences sur des états stationnaires et des phénomènes évolutifs pourraient ainsi élargir le champ expérimental et permettre l'adaptation du savoir à enseigner au raisonnement des élèves.

## BIBLIOGRAPHIE

DUIT R., JUNG W. & von RHÖNECK C. (Eds). (1985). *Aspects of Understanding Electricity: The proceedings of an International Workshop*. Kiel, IPN.

DUPIN J.-J. & JOHSUA S. (1985). Teaching Electricity: Interactive evolution of representation, models and experiments in a class situation. In R. Duit, W. Jung & C. von Rhöneck (Eds), *Aspects of Understanding Electricity: The proceedings of an International Workshop*. Kiel, IPN, pp. 331-341.

JOHNSTONE A.H. & MUGHOL A.R. (1978). The concept of electrical resistance. *Physics Education*, vol. 13, n° 1, pp. 46-49.

KOUMARAS P. (1989). *A study on a constructivist approach to the experimental teaching of electricity*. Unpublished PhD thesis, Physics Dept, University of Thessaloniki, Greece.

KUHN T.S. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago, Chicago University Press.

LICHT P. (1987). A strategy to deal with conceptual and reasoning problems in introductory electricity education. In Novac (Ed.), *Proceedings of the 2nd International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*, Volume 2. Cornell University, Ithaca, New York, pp. 403-416.

LICHT P. (1991). Teaching electrical Energy, Voltage and Current: an alternative approach. *Physics Education*, n° 26, pp. 272-277.

PSILLOS D., KOUMARAS P. & VALASSIADES O. (1987). Pupils' representations of electric current before, during and after instruction on DC circuits. *Journal of Research in Science and Technological Education*, n° 5, pp. 185-189.

PSILLOS D., KOUMARAS P. & TIBERGHIE A. (1988). Voltage presented as a primary concept in an introductory teaching on DC circuits. *International Journal of Science Education*, n° 10, pp. 29-43.

PSILLOS D. & KOUMARAS P. (1989). The use of the concept of time by pupils approaching electrical circuits and the implications for modelling teaching content. Paper presented at the EARLI Conference, Madrid.

PSILLOS D. & KOUMARAS P. (1991). Transforming knowledge into learnable content. In S. Dijkstra, H.P.M. Krammer & J.J.G. Van Marriënboer (Eds), *Instructional Models in Computer-Based Learning Environments*, NATO ASI Series F, vol. 104. Berlin, Springer-Verlag, pp. 83-96.

von RHÖNECK C. (1984). Semantic structures describing the electric circuit before and after instruction. In *Research on Physics Education : Proceedings of the First International Workshop*. Paris, CNRS, pp. 109-123.

SHIPSTONE D.M., von RHÖNECK C., JUNG W., KÄRRQVIST C., DUPIN J.-J., JOHSUA S. & LICHT P. (1988). A study of pupils' understanding of electricity in five European countries. *International Journal of Science Education*, n° 10, pp. 303-316.

SHIPSTONE D.M. (1988). Pupils' understanding of simple electrical circuits. *Physics Education*, n° 23, pp. 92-96.

# NOTES DE LECTURE

BARON G.-L., BAUDÉ J. & DE LA PASSARDIÈRE B. (Eds) (1993). *Hypermédias et apprentissages. Actes des deuxièmes journées scientifiques de Lille, 24-25 mars 1993*. Paris, EPI, CUEEP, INRP.

La communauté de chercheurs essentiellement francophones qui s'était constituée en 1991, lors d'une première rencontre à Chateaufort-Malabry autour des travaux sur les hypermédias appliqués à la formation et à l'éducation<sup>1</sup> (informaticiens, psychologues, spécialistes des sciences de l'éducation) s'est retrouvée deux années plus tard et vient de publier les Actes de ses deuxièmes journées scientifiques.

On y retrouve à peu près les mêmes problématiques de recherche et les mêmes rubriques : une première partie à travers six articles s'intéresse aux enjeux pédagogiques et plus spécialement cognitifs des hypermédias ; une seconde envisage des applications concrètes, depuis une utilisation d'outils multimédias à l'école élémentaire jusqu'à un cours à l'université (Laval au Québec) sur les hypermédias pédagogiques, en passant par la présentation d'un environnement de documents hypermédias pour une démonstration mathématique et un texte argumentatif (dissertation, discussion) réalisé par une équipe pluridisciplinaire au titre de la Direction des Lycées et des Collèges du Ministère de l'Éducation nationale français, ou la réalisation, dans le laboratoire ARCADE de Grenoble, de deux types d'environnement de production pour favoriser l'intégration de l'EAO dans les pratiques pédagogiques des enseignants. La troisième partie, plus courte – car on semble s'intéresser plus aux usages qu'aux produits – est consacrée à la production des hyper-

médias, et la dernière reprend les textes et interventions des ateliers et démonstrations.

Outre ce léger déplacement du produit à son intégration effective dans des pratiques éducatives, cette deuxième livraison fait apparaître un recentrage sur une conception plus "constructiviste", d'autres diraient plus "active" de l'apprentissage, et surtout, preuve manifeste de maturité, on voit apparaître des questionnements, voire des remises en question, des effets si généralement et si hâtivement considérés comme positifs des hypermédias, comme de toute innovation technologique, dans la tradition déjà ancienne de l'utilisation des médias dans l'éducation et la formation : mise en évidence de la "surcharge cognitive" que représentent beaucoup d'outils d'aide à la navigation (comme autrefois ces divers codes graphiques dans les méthodes audiovisuelles d'apprentissage des langues, censés aider la lecture des images) ; redécouverte de l'importance du talent dans la conception d'un logiciel comme dans celle d'un film, le "*savoir programmer ne donnant pas plus de capacité à créer un logiciel que savoir taper à la machine ne donne du talent pour écrire de la poésie*" (p. 24) (et, là encore, on pense à tous ces "mauvais films" pédagogiques où l'image et le son sont utilisés contre nature, pour "illustrer" le message didactique essentiellement pris en charge par le commentaire verbal, substitut du discours professoral) ; explicitation d'un des problèmes fondamentaux de l'utilisation des Interfaces Intelligentes, à savoir que "*la structure logicielle du système informatique est forcément logique alors que la structure cognitive est souvent peu logique chez l'utilisateur*" (p. 29) et qu'il faut pourtant établir une communication entre les deux (quel embarras que cette fameuse intelligence humaine "à quatre pattes" dont nous parlait Monique Linard<sup>2</sup>) ; observation du décalage dans le bénéfice tiré au plan de l'expérience didac-

1. DE LA PASSARDIÈRE B. & BARON G.-L. (Eds) (1992). *Actes des premières journées scientifiques, 24-25 septembre*. Paris, INRP-MASI, 274 p.

2. LINARD M. (1990). *Des Machines et des Hommes, Apprendre avec les nouvelles technologies*. Paris, Editions Universitaires.

tique entre les créateurs de matériels d'enseignement par hypermédiats et les étudiants qui sont censés en tirer profit (le meilleur moyen d'apprendre quelque chose, on le sait depuis longtemps, est de l'enseigner) ; rappel, à juste titre (p. 49) que, contrairement à une idée généralement répandue dans les milieux pédagogiques, les systèmes hypertextes ne sont pas "par nature" des systèmes d'apprentissage (qu'on se souvienne de Bush et de son Memex, ou de Nelson et de son hypertexte comme "literary medium" ou bibliothèque à consultation rapide automatisée) ; que la liberté n'est pas la clef de l'apprentissage pour tous et dans toutes les situations, qu'il n'est pas évident que "brouter dans une domaine inconnu apparaisse comme une stratégie principale d'apprentissage" et qu'il est grand temps de se demander sérieusement ce qu'il y a "au juste dans l'interactivité qui réussisse à mieux faire apprendre" (p. 41).

Bref, l'interactivité en soi n'est pas un gage d'efficacité pour l'apprentissage et les nouvelles machines à représenter et à apprendre ont un degré d'interactivité "fonctionnelle" dont il faut bien se garder d'établir une corrélation directe avec leur qualité d'interaction signifiante, la seule qui soit porteuse d'un véritable apprentissage. C'est le message qui traverse cette deuxième livraison et témoigne de la nécessité de travaux de recherche approfondis sur les nouvelles technologies... présentes et à venir.

G. Jacquinet

**CHÂTELET G. (1993). *Les enjeux du mobile. Mathématique, physique, philosophie*. Paris, Seuil, 288 p.**

Le livre de G. Châtelet bouleverse les idées reçues, il dérange, agace, fascine, mais il ne peut laisser indifférent avec son style parfois cinglant, mais aussi très vivant et plein de verve. L'auteur, mathématicien et philosophe, pose d'emblée la question des rapports entre physique et mathématique, balayant les lieux communs et mettant en avant le rôle de la métaphysique, que les débats contemporains ont, à son goût, un peu rapidement enterrée. Ainsi cherche-t-il à éclairer les zones d'ombre de la création mathématique et en ce sens, il s'intéresse moins au produit mathématique qu'au processus de sa production, il veut tra-

quer les gestes qui sont la source de la création. Or ceux-ci sont voilés par ce qui est visible de la science officielle, pourtant ces gestes ont souvent une "exemplarité historique" et leur réactivation est un moteur indispensable qui "inaugure des dynasties de problèmes". Châtelet va les débusquer dans les diagrammes qui les immobilisent, ou dans les expériences de pensées. Ce faisant il dévoile des liens que nous ne soupçonnions plus entre la Nature, le monde physique et les objets mathématiques devenus trop familiers, figés. Nous nous retrouvons ainsi physiquement transportés dans un univers où l'intuition est reine et multiple et où les virtualités s'associent au mouvement pour nous faire appréhender, toucher des aspects nouveaux de choses qui nous semblaient si définitivement comprises.

La position originale de l'auteur ouvre des horizons nouveaux, elle est aussi souvent extrême et on peut avoir de la réticence à le suivre. Mais son discours ne reste pas abstrait, ainsi après une introduction, il organise autour de cinq grands thèmes, une exploration experte de : Oresme et son utilisation du diagramme, Argand et le déploiement du plan complexe, Kant et la "naturalité des grandeurs négatives", Faraday et la géométrie des champs magnétiques, Grassmann et la théorie de l'extension, Hamilton et les quaternions, Schelling et l'idéalisme romantique. Le lecteur se trouve ainsi plongé dans un univers de virtualités et de mouvement et peut s'imaginer au côté des créateurs et partager un peu de ces moments furtifs où l'on touche à la nature des choses, avant qu'elles ne s'usent dans le quotidien pour devenir des objets inertes.

Je terminerai cette présentation par une citation d'André Weyl décrivant l'activité de recherche scientifique, que rappelle Châtelet, et qui donne une assez bonne idée de la teneur de ce livre : "Rien n'est plus fécond, tous les mathématiciens le savent, que ces obscures analogies, ces troubles reflets d'une théorie à une autre, ces furtives caresses, ces brouilleries inexplicables ; rien aussi ne donne plus de plaisir au chercheur. Un jour vient où l'illusion se dissipe ; le pressentiment se change en certitude [...] Heureusement pour les chercheurs, à mesure que les brouillards se dissipent sur un point, c'est pour se former sur un autre."

J.-L. Dorier

**DE KETELE J.-M., ROEGIERS X. (1993). *Méthodologie du recueil d'informations*. Bruxelles, De Boeck Université, 226 p.**

Ce livre s'adresse aussi bien à des étudiants et des étudiantes poursuivant des études supérieures qu'à des spécialistes en éducation ou en évaluation. Le contenu constitue une très bonne introduction à un cours d'analyse qualitative ou de méthodologie de la recherche. Les divers thèmes traités concernent entre autres le recueil d'informations au service du processus d'évaluation et de recherche, ainsi que ses fonctions et ses divers champs d'application. Un chapitre aborde de façon détaillée et originale les typologies possibles et ce, sous divers angles : acteurs de l'investigation, objet et degré de guidage, référentiel de l'investigateur, procédures de mises en œuvre et dimension temporelle. Finalement, le dernier chapitre décrit de façon plus spécifique certains aspects méthodologiques, c'est-à-dire la validation du processus de recueil et de traitement des informations.

L'effort de précision et de classification des auteurs, face aux terminologies technique et conceptuelle du champ de l'éducation, de la recherche et de l'évaluation, est tel que ce volume peut être utilisé comme un ouvrage de référence à consulter régulièrement. De plus, par son souci de clarification et de vulgarisation des divers aspects traités, cet ouvrage s'avère particulièrement utile pour les néophytes. Un souci didactique est constant tant par les exemples donnés, que par les caractères d'impression et les nombreuses représentations visuelles qu'on y retrouve. L'utilisation de ces dernières pour illustrer certains concepts (schémas, réseaux conceptuels, représentations analogiques, tableaux à doubles entrées) est exceptionnelle tant par sa diversité que par le souci d'illustration à divers niveaux d'abstraction. Les références nombreuses et variées en font un outil de départ tant pour l'enseignant qui veut se maintenir à jour que pour les chercheurs débutants ou chevronnés.

La grande force de cet ouvrage réside principalement dans la description minutieuse de concepts utilisés couramment en éducation mais sujets à controverse, soit par dérive sé-

mantique, confusion de sens, manque de compréhension des postulats et des positions épistémologiques des utilisateurs. Ces auteurs ont donc pris le risque et le temps de faire des distinctions sémantiques et des tentatives de regroupement. Même si quelques-uns peuvent être en désaccord avec certaines définitions ou modes de classification, c'est à tout le moins une mise à plat d'idées et un point d'ancrage clair devant générer des discussions fructueuses et de là, faire progresser un champ d'expertise qui s'enlise parfois par manque de clarté et de consensus à propos des significations à donner à toute une panoplie terminologique.

Malgré ses grandes qualités, deux petits détails agacent parfois l'esprit et le regard dans ce volume. Le premier, c'est la non-féminisation des termes ou le non-emploi de termes neutres. En Amérique, cela fait sursauter ; par exemple, des expressions comme homme de décision, homme de la rue, homme d'action, homme de science, homme d'affaires n'ont plus cours ici et sont remplacées par personnes de décision, scientifiques, l'homme et la femme de la rue, etc. Le deuxième point concerne l'aspect graphique ; malgré la conception originale et très didactique, la reproduction technique laisse parfois à désirer. En effet, le fond ombré peut empêcher une lecture rapide et facile.

La pertinence scientifique et didactique de ce volume réside donc, non pas tant par la nouveauté des concepts qui y sont traités mais par l'organisation conceptuelle qui, à certains égards, est très novatrice. Pour n'en citer que quelques-uns, relevons que l'évaluation diagnostique et l'évaluation formative sont classées dans des catégories plus englobantes comme l'évaluation prédictive et l'évaluation de régulation, ce qui en amène une compréhension élargie et plus précise. L'apport le plus fondamental de ces deux auteurs réside dans leurs efforts à clarifier les fondements épistémologiques sous-jacents aux processus de recueil d'informations, et surtout au traitement et aux décisions qui en découlent. Mettre à plat ces postulats n'est pas toujours facile et prête à la critique ; les auteurs de cet ouvrage ont su démontrer ce courage, ce qui est tout à leur honneur puisque l'initiative et le résultat nous semblent des plus fructueux.

L. Guilbert



---

**LEMEIGNAN G., WEIL-BARAI A. (1993).** *Construire des concepts en physique.* Paris, Hachette Education, 224 p.

---

Cet ouvrage est une source de réflexion et d'exemples pour l'enseignement de trois concepts de la mécanique classique à des débutants : la quantité de mouvement, la force et l'énergie. Les auteurs appuient leurs affirmations sur des expérimentations auprès d'élèves dans des classes ordinaires et auprès d'élèves volontaires en dehors des heures scolaires.

L'ouvrage se présente en huit parties alternant la présentation de stratégies didactiques et pédagogiques, ainsi que des considérations d'ordre épistémologique et psychologique. S'y trouvent enfin des fiches illustrant des représentations figuratives de situations expérimentales, des réactions d'élèves et des montages réalisés par des élèves.

C'est à notre avis un livre intéressant pour celui qui planifie une expérimentation en enseignement des sciences. Il y est proposé *"de concevoir de nouvelles manières d'enseigner la mécanique en considérant, d'une part, que la physique est une construction de l'esprit obéissant à des règles particulières, d'autre part, que ce qui est fondamental dans l'apprentissage, c'est l'activité de l'élève"*. Le livre traite abondamment de la rupture entre les modes d'interprétation forgés par les élèves depuis leur naissance et les modèles de la physique. Il s'agit d'assurer chez l'élève des transitions acceptables tant au plan psychologique qu'au plan épistémologique.

Nous recommandons également la lecture de cet ouvrage aux responsables des programmes. Les auteurs argumentent qu'il ne suffit pas de changer le programme d'enseignement ou de l'alléger pour rendre la mécanique assimilable aux élèves. Son enseignement aurait intérêt à être programmé dans toute la durée de l'école, de l'élémentaire au collège. Reculer l'enseignement de la physique, sous le prétexte que les élèves n'ont pas acquis les outils mathématiques nécessaires, conduit à repousser l'initiation à certaines démarches intellectuelles qui n'ont pas besoin de mathématiques pour commencer à fonctionner.

Enfin, les formateurs des futurs enseignants en sciences auraient avantage à lire cet ouvrage. Ils y trouveront de nombreuses occasions de réflexion et des conseils pratiques qu'ils pourront communiquer à leurs étudiants.

P.-A. Simard

---

**ROBARDET G., GUILLAUD J.-C. (1993).** *Éléments d'épistémologie et de didactique des sciences physiques.* Grenoble, Publications de l'IUFM, 218 p.

---

Il faut reconnaître que les didacticiens des sciences physiques écrivent essentiellement des articles de recherche et très peu de manuels qui permettent à des enseignants, non chercheurs, de se faire une idée de ce qu'est la didactique des sciences physiques : quels sont ses objets d'études, quels types d'informations peut-elle fournir et comment peut-on utiliser les résultats de recherche dans l'enseignement ? G. Robardet et J.-C. Guillaud ont eu le mérite de se mettre au travail. Ils ont écrit un premier fascicule, un deuxième étant en cours d'élaboration. Ce fascicule, édité par l'IUFM de Grenoble et intitulé *"Éléments d'épistémologie et de didactique des sciences physiques"*, est en fait un "polycopié". Le produit fini est très bien présenté : la typographie, la mise en page et l'iconographie sont excellentes.

Il comporte trois parties distinctes. Je ne parlerai ici que des deux dernières parties : modèles et modélisation ; conceptions et raisonnements naturels en sciences physiques. Ces deux parties sont très différentes l'une de l'autre tant par la nature du sujet abordé que par le style.

Dans la partie "modèles et modélisation", les auteurs insistent sur le fait qu'il est extrêmement important pour un enseignant de prendre conscience de la différence entre ce qui relève de l'expérience, du fait expérimental et de ce qui relève de la théorie et du modèle, et donc de la représentation que l'on donne des situations physiques, ce qui est tout à fait légitime. Pour bien expliciter ces différences, les auteurs introduisent des concepts qui sont, en moyenne, clairement définis (un glossaire serait cependant très utile en fin de livre car le lecteur non spécia-

liste a tendance à oublier ce que signifient les termes introduits, comme par exemple le terme praxéologique). Cependant leur utilisation au travers des exemples choisis ne semble pas toujours pertinente et convaincante.

Dans l'exemple du modèle géométrique de la visibilité directe d'un objet, la structure praxéologique ("*structure que possède la réalité de la situation physique étudiée*") correspondant à cette situation est déclarée être décrite par la relation suivante : "*Un "point" A d'un objet visé est masqué par un "point" B d'un deuxième objet si l'œil de l'observateur est placé en un "point" C de telle sorte que les "points" A, B et C soient alignés dans cet ordre sur une même droite*". Cette "*relation*" qui doit traduire "*une réalité de la situation physique*" me paraît très théorique et très éloignée de cette réalité. Le lecteur pourrait penser qu'une autre relation répond mieux aux objectifs annoncés, comme, par exemple : "un point source est vu par l'œil si et seulement si la lumière issue de ce point arrive en ligne droite dans l'œil et sans rencontrer d'obstacle". Rien ne permet de savoir et de comprendre ce qui fait que l'une est plus pertinente que l'autre.

En résumé cette partie comporte des définitions claires, en moyenne, mais l'ensemble est peu convaincant.

La troisième partie est beaucoup moins théorique que la seconde et, de ce fait, beaucoup plus accessible. Les auteurs expliquent au lecteur qu'il existe des conceptions et pourquoi il est extrêmement important que les enseignants les connaissent. Les résultats de nombreuses recherches sont en moyenne bien résumés et explicités, ce qui est très agréable. Bien sûr, rien n'est parfait : les caractéristiques énoncées du raisonnement naturel, par exemple, sont très éloignées de celles que la communauté des didacticiens englobe sous ce terme et le statut des différentes conceptions décrites diffère d'un paragraphe à l'autre ; mais ceci n'est pas très important car l'essentiel des résultats est là.

Un dernier point : il manque un certain nombre de références. Les sources indiquées sont très souvent "locales", oubliant ainsi les auteurs plus "nordistes". Ceci est sans doute dû au fait que ce livre est un polycopié : c'est dommage.

É. Saltiel

Ce livre se divise en trois parties consacrées respectivement au statut des théories physiques, aux modèles et à la modélisation, et enfin aux conceptions et raisonnements naturels en sciences physiques ; cette dernière partie étant aux dires mêmes des auteurs, "*indépendantes des deux premières*". En fait, ces parties sont également indépendantes l'une de l'autre et je limiterai mes commentaires à la partie épistémologique.

L'espace étant limité, allons droit au but : l'objectif des auteurs est de montrer que l'inductivisme et le "réalisme naïf" sont rejetés par l'épistémologie contemporaine et que, l'enseignement des sciences étant toujours imprégné de ces conceptions erronées, il doit en conséquence être repensé à la lumière des théories épistémologiques plus récentes (Popper, Kuhn, Feyerabend). Malheureusement, la présentation du débat épistémologique sur la nature de l'activité scientifique souffre de plusieurs lacunes qui à mon avis rendent problématiques l'utilisation, à titre de manuel, de ces "éléments". Tout d'abord, les auteurs confondent "réalisme" et "empirisme" (p. 7, section 1.2), termes qui renvoient à des niveaux différents : le premier relève de l'ontologie (**nature des objets**) et le second de l'épistémologie (mode de **connaissance** des objets). Loin d'aller de pair, réalisme et empirisme sont le plus souvent opposés comme le montre l'exemple classique de Berkeley : c'est en radicalisant l'épistémologie empiriste de Locke qu'il en vient à nier l'existence d'une substance réelle indépendante de nos connaissances ; il fonde ainsi sa position idéaliste sur le précepte : *esse est percipi*. Ontologie et épistémologie étant en quelque sorte deux axes orthogonaux, toutes les combinaisons sont possibles entre les positions extrêmes du réalisme et de l'idéalisme d'un côté et du rationalisme et de l'empirisme de l'autre. Le positivisme discuté à la page 8 (section 1.3) ne peut être associé directement au réalisme car il consiste précisément à ne pas vouloir se prononcer sur la nature des objets non observables. Rappelons simplement qu'en bon positiviste, Ernst Mach niait la réalité des atomes alors qu'un réaliste comme Boltzmann croyait en leur existence même s'ils étaient invisibles. Morale : les positivistes sont rarement des réalistes alors que les rationalistes sont souvent réalistes (pas "naïfs" !).

La discussion des modèles me semble égale-

ment trop rapide. En rejetant en une phrase l'usage des modèles descriptifs et des modèles images sous prétexte qu'ils "présentent plus d'inconvénients que d'avantages" (p. 63), les auteurs vont un peu vite et reprennent à leur compte sans discussion sérieuse la position de Pierre Duhem (*La théorie physique : son objet, sa structure*) qui s'opposait aux modèles réalistes des physiciens britanniques et privilégiait une approche plus formelle. Il aurait fallu discuter plus sérieusement la richesse heuristique de plusieurs de ces modèles qui ont dominé la pratique de la physique en Angleterre tout au long du 19<sup>e</sup> siècle et même jusqu'à Rutherford.

En conclusion, il faudrait se demander plus sérieusement pourquoi le réalisme, même naïf, est à éviter dans l'enseignement primaire ou secondaire. Après tout, l'épistémologie contemporaine (d'ailleurs très diversifiée quant à ses positions) et la pédagogie ne font pas **nécessairement** bon ménage. En bons bachelardiens n'oublions pas que ce grand philosophe et pédagogue avait justement inventé le concept de **profil épistémologique** pour tenir compte du fait qu'au cours de leur développement, les concepts scientifiques passent par des phases réaliste, rationaliste et surrationaliste et que chaque agent a un profil épistémologique particulier pour chacun des concepts. Cela suggère **qu'à un certain moment** de la recherche (et de l'apprentissage), même le réalisme naïf peut être scientifiquement productif !

Y. Gingras

**VISINET-FORESTIER J. (1993). *Étude didactique d'une innovation liée à l'utilisation d'un système-expert d'aide au diagnostic en formation initiale et continue dans l'enseignement agricole*. Thèse de doctorat, Université Claude Bernard-Lyon 1.**

L'innovation analysée dans cette thèse a pour support une application informatique, de type système-expert, le logiciel Porciodact. Cet outil professionnel d'aide au diagnostic des troubles techniques et sanitaires rencontrés

dans les élevages de porcelets a été introduit dans l'enseignement professionnel agricole. Il est intégré dans des situations d'apprentissage caractérisées par une mise en rapport des élèves avec des savoirs professionnels, lors de visites d'élevage, et par une confrontation avec des raisonnements multifactoriels et pluridisciplinaires.

L'objet de ce travail est l'analyse des conditions de pérennisation de la démarche d'enseignement intégrant cette innovation pédagogique. Pour cela, cette étude mobilise les concepts-clés de la didactique :

- ceux de transposition didactique et de pratique sociale de référence, puisque les savoirs en jeu ne sont plus ceux des traditionnelles monographies scolaires. Le fonctionnement de ces savoirs, leur références épistémologiques et leur légitimation au sein de la noosphère sont abordés par l'auteur ;
- celui de contrat didactique, étant donné que le rôle de l'enseignant se trouve modifié dans ses interactions conceptuelles avec la classe. La présence d'un professionnel, qui peut remettre en cause la légitimité de l'enseignant, d'une part, et la mise en situation de résolution de problème avec le système-expert, d'autre part, nécessitent des compétences nouvelles chez l'enseignant.

Après une analyse *a priori* de l'innovation pédagogique, l'auteur décrit les conditions préalables, le déroulement et les conséquences de l'introduction de cette innovation dans deux niveaux d'enseignement (terminale et technicien supérieur).

L'intérêt de ce travail réside dans l'originalité de la recherche qui, concernant l'enseignement professionnel, interroge les concepts et les méthodes de la didactique des disciplines, en particulier les mécanismes de la transposition didactique. En effet, si l'auteur a peut-être un peu négligé dans son expérimentation l'évaluation de l'innovation pédagogique, son analyse prédictive sur la pérennisation de la démarche innovante étudiée apporte des informations très intéressantes quant au rapport entre savoir savant et savoir enseigné. Cette étude offre ainsi aux recherches en didactique qui s'intéressent au domaine professionnel de nouvelles perspectives.

D. Jacobi et Ph. Prévost