





# MODÈLES PÉDAGOGIQUES ET RECHERCHE EN DIDACTIQUE

Mirtha Bazan

du modèle  
d'apprentissage  
au modèle  
d'enseignement

Il y a souvent ambiguïté entre modèle d'apprentissage et modèle d'enseignement. Si un accord semble se dégager aujourd'hui pour décrire le processus d'apprentissage en termes constructivistes, il n'en résulte pas une traduction immédiate en termes d'enseignement. Celle-ci reste à élaborer. En particulier, la nécessité de prendre en compte les représentations des apprenants et d'ancrer les apprentissages sur les savoirs antérieurs est généralement admise, mais les modèles pédagogiques de cette prise en compte commencent seulement à faire largement l'objet de recherches.

un modèle  
pédagogique  
théorique

Ce numéro d'Aster est centré autour de l'idée de modèle pédagogique. Parler de modèle n'est pas parler de méthode ; si une méthode pédagogique décrit un type de pratiques, une façon de travailler en classe, le modèle, lui, constitue une construction théorique, qui donne sens en profondeur à une diversité de pratiques.

est intégrateur

Ainsi la typologie des séquences d'apprentissage proposée par Host pour l'initiation scientifique à l'école élémentaire, et adaptée avec des modifications à l'enseignement secondaire, met en relation :

- la forme des apprentissages (spontanés, heuristiques ou systématiques) ;
- le style pédagogique de l'enseignant (incitatif, interactif ou normatif) ;
- les modes d'activité didactique (activités fonctionnelles, activités de résolution de problèmes, activités de structuration).

et composite

Chacun de ces modes d'activité didactique intervient de façon spécifique pour résoudre ou plutôt négocier la "tension inévitable entre une part d'autostructuration, nécessaire à l'appropriation personnelle, et une part d'hétérostructuration, liée à la distance qui sépare la connaissance scientifique des données empiriques. Cette tension résulte des difficultés (mais pourtant de la nécessité) du croisement entre l'hypothèse constructiviste utile quand on se place du point de vue du sujet apprenant, et les ruptures épistémologiques indispensables pour fonder un savoir contre la "pensée commune". Ceci conduit à un modèle pédagogique capable d'associer de façon cohérente plusieurs modes d'activité didactique" (1).

---

(1) ASTOLFI J.-P. et al. *Procédures d'apprentissage en sciences expérimentales*. Paris : INRP. 1985, page 8.

des modèles pour décrire, pour comprendre, pour construire des dispositifs didactiques

Les articles réunis ici définissent et examinent divers modèles, dont plusieurs types de modèles pédagogiques constructivistes. Chacun d'entre eux nécessite la mise en place de modes d'activités didactiques différents et complémentaires, dont sont examinées les conditions d'emploi et les possibilités de combinaison. Les modèles permettent de décrire de façon comparative des pratiques observées, de les interpréter, ou d'élaborer des dispositifs.

### **La comparaison de plusieurs modèles appliqués à des situations scolaires**

Quatre articles sont plus particulièrement centrés sur la comparaison de plusieurs modèles appliqués à des situations scolaires. Ce sont ceux de D. Favre et Y. Rancoule, de A.-M. Pierrard, de Goffard et A. Dumas-Carré et enfin celui de A. Laugier et R. Lefèvre.

épistémologie des enseignants

Le travail de Daniel Favre et Yves Rancoule, "Peut-on décontextualiser la démarche scientifique", analyse les formulations employées par les enseignants pendant leur cours. Le va-et-vient constaté entre un traitement dogmatique et un traitement scientifique des informations dispensées aux élèves peut être interprété en rapport avec le contexte épistémologique dans lequel l'enseignant situe ses propos. La modélisation de la démarche scientifique permet de caractériser les attitudes cognitives des enseignants à cet égard et de rendre compte de la façon dont elles se manifestent par une alternance entre le registre dogmatique et le registre scientifique d'un discours.

et type de traitement des informations données aux élèves

Cet article montre que la sensibilisation des enseignants au langage qu'ils utilisent dans la classe ainsi qu'une réflexion distanciée sur celui-ci, ont des répercussions positives chez les élèves.

un modèle centré sur la construction du concept

Marie-Anne Pierrard se place plus particulièrement dans l'analyse des situations d'apprentissage à la lumière de deux modèles : le modèle pédagogique d'investigation-structuration et le modèle de Britt-Mari Barth. Quelles sont les limites de l'application de chacun d'entre eux dans les activités de classes de sciences à l'école élémentaire ?

un modèle centré sur l'évolution des représentations par investigation et structuration

L'auteur montre que le modèle de Britt-Mari Barth est intéressant comme grille d'analyse a posteriori de l'activité, dans la mesure où il apporte un éclairage particulier sur l'état d'avancement d'un concept. Mais le modèle pédagogique d'investigation-structuration apparaît plus approprié pour construire des activités dans la classe, car il insiste sur la prise en compte des représentations, éléments indispensables dans le contexte de l'enseignement de sciences.

L'analyse sera prolongée chez Monique Goffard et Andrée Dumas-Carré, qui, dans l'article intitulé "le problème de physique et sa pédagogie", tentent de définir les modèles utilisables en situation scolaire.

modes de travail  
pédagogique  
transmissif et  
appropriatif

Trois situations d'enseignement, dans des contextes différents de l'apprentissage de la résolution de problèmes en physique au niveau du lycée, sont décrites. Les rapports que les enseignants et les élèves entretiennent avec le savoir et le pouvoir, les obstacles qu'ils rencontrent avant de commencer à agir, les changements de relation dans la classe, sont caractérisés.

pour  
l'apprentissage  
de la résolution  
de problème

Les auteurs retrouvent deux des types de modes de travail pédagogique en situation scolaire définis par Lesne dans un contexte différent, le type transmissif et le type appropriatif. Le mode de travail pédagogique de type transmissif s'intéresse principalement à l'enseignement et non à l'apprentissage, tandis que le mode de travail pédagogique du type appropriatif s'intéresse davantage aux démarches d'apprentissage des élèves.

une modalité  
avec débat  
scientifique  
comparée à une  
modalité sans  
débat

Différentes modalités d'organisation des interactions sociales dans la classe sont comparées dans la recherche d'André Laugier et Richard Lefèvre.

À partir d'une même situation de classe centrée sur l'observation dans la démarche expérimentale des élèves, les auteurs font varier les modalités d'intervention de l'enseignant et les activités des élèves, et analysent le rôle des conceptions initiales et leur évolution selon que l'on organise ou non un débat scientifique dans la classe. Ils montrent en particulier comment les interactions entre pairs favorisent l'interprétation du fait expérimental, à travers des formes de coopération actives et le développement de l'explicitation des arguments contradictoires.

### **Un modèle ou plusieurs modèles pour construire des situations didactiques**

L'élaboration de modèles théoriques en relation avec la construction des situations didactiques est abordée dans les articles de J.-P. Astolfi et B. Peterfalvi et ainsi que celui de I. Nizet, R. Brien, L.-P. Leclerc et J. Besançon.

caractériser  
obstacles ou  
difficultés

Dans "Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales", Jean-Pierre Astolfi et Brigitte Peterfalvi font une analyse des obstacles épistémologiques que rencontrent les élèves et de la mise en place de dispositifs pour les dépasser.

gestion partagée  
du savoir à  
travers un  
ensemble de  
démarches  
pédagogiques

L'analyse des difficultés, chez les élèves qui suivent une formation agrotechnique, occupe également une place privilégiée dans l'article d'Isabelle Nizet, Robert Brien, Louis-Philippe Leclerc et Jacques Besançon. En réponse, ils élaborent un modèle construit en référence au constructivisme et à la psychologie cognitive, pour les trois composantes d'une situation d'enseignement, l'apprentissage, l'aspect didactique et l'enseignement.

La stratégie d'enseignement définie articule un ensemble de démarches pédagogiques : évocation, confrontation, investigation, structuration, intégration, vérification et activation

(moment indispensable au transfert des connaissances). Le modèle a été utilisé pour élaborer une formation sur la protection des cultures en agrotechnique et sa mise en œuvre est évaluée.

organiser des dispositifs pour réussir le franchissement d'obstacles

Jean-Pierre Astolfi et Brigitte Peterfalvi analysent les conditions nécessaires à l'installation de conflits cognitifs dans les séquences construites, les différentes modalités pédagogiques de prise en compte des représentations dans l'enseignement, et en particulier celle du choix du dépassement d'obstacles pour en faire des objectifs d'apprentissage.

S'il est vrai que des séquences organisées autour d'objectifs-obstacles ne sont qu'un mode d'activité didactique parmi les autres, elles peuvent jouer un rôle-clé en donnant un sens différent à l'ensemble des apprentissages.

Les auteurs concluent leur article en signalant que *"le problème est de trouver un coût didactique optimum : suffisant pour initier une dynamique de changement, sans être excessif pour n'être pas dissuasif"*.

### **Une étude théorique et critique sur le éconstructivisme**

Partant de l'étude des origines du modèle constructiviste, Maria Arcà et Silvia Caravita analysent ses limites de validité et les conditions dans lesquelles il peut être appliqué à l'enseignement.

le modèle d'apprentissage constructiviste et les conditions de son application didactique

Le fait que le constructivisme occupe une place de référence comme théorie de la connaissance dans le domaine de l'enseignement ne suffit pas pour dire que tous les problèmes sont résolus. Des questions comme la place et l'importance de conflits cognitifs, le langage et sa signification, le temps dont on dispose à l'école pour l'élaboration successive des connaissances sont posées dans ce travail.

À l'heure actuelle, de nombreux enseignants sont soucieux de placer leurs pratiques didactiques dans un contexte constructiviste. Cependant si l'institution scolaire n'est pas modifiée en conséquence, cela risque de rendre illusoire les innovations : les changements nécessaires sont caractérisés.

### **Un point de vue philosophique sur l'idée de modèle pédagogique**

Anne-Marie Drouin dans son article : "L'utopie créative ou la pensée modèle" apporte un éclairage philosophique avec son point de vue sur l'idée de modèle pédagogique.

modèle pédagogique : outil pour comprendre, outil pour agir ?

Existe-t-il vraiment une opposition entre l'idée de modèle pédagogique et le mode de pensée utopique ? Si le modèle est une interprétation de la réalité, il est aussi une hypothèse de travail, un guide d'analyse mais il est surtout une référence pour une didactique possible. Comme le dit l'auteur : *"plus qu'un modèle pour expliquer c'est un modèle pour*

*agir, ou plus exactement, c'est un modèle pour agir en comprenant comment on agit".*

L'utopie, elle, est éloignée de la réalité. On peut cependant lui donner plusieurs sens : *"en tant que rêve, ou œuvre d'imagination, (elle) peut aussi traduire une critique et une distance à l'égard de la réalité, signe d'un pouvoir créatif".*

L'utopie est en mesure de nous donner divers possibles de l'éducation mais elle est au-delà des problèmes du réel. Le modèle, pour sa part, est contraint de prendre en charge la réalité concrète, de lui garder son caractère vivant et de traiter l'inattendu. *"Il se consacre à des êtres réels, donc partiellement imprévisibles".*

des questions  
déterminantes  
pour l'éducation  
scientifique

Plusieurs questions traversent l'ensemble de ces articles. La formation à la démarche scientifique peut-elle s'appuyer sur une transposition de la démarche d'investigation scientifique dans le contexte scolaire ? À quelles conditions et avec quelle articulation avec les autres modes d'activité didactique ? Comment les représentations et leur évolution peuvent-elles être prises en compte dans les activités de classe ? Quels dispositifs didactiques définir pour insérer l'acquisition de connaissances individuelles dans une activité collective ?

Ces questions seront reprises et élargies dans le numéro suivant de la revue : Modèles pédagogiques, 2.

Mirtha BAZAN  
Enseignante associée  
Équipe de didactique des sciences expérimentales, INRP





# LE PROBLÈME DE PHYSIQUE ET SA PÉDAGOGIE

Monique Goffard  
Andrée Dumas-Carré

*Dans cet article, nous essayons de définir des modèles pédagogiques utilisables en situation scolaire. Pour ce faire, nous nous sommes inspirées des travaux de M. Lesne concernant la formation d'adultes, que nous rappellerons dans une première partie ; nous décrivons ensuite trois cas d'enseignement/apprentissage de la résolution de problèmes en physique. Ces trois cas se situent dans des contextes différents et sont analysés en dégagant les rapports qu'enseignant et enseignés entretiennent avec le savoir et le pouvoir. Les modèles élaborés à partir de là peuvent constituer une grille de lecture des activités menées dans une classe.*

Le problème de physique joue, dans l'enseignement, un rôle important. Élément d'évaluation, il est aussi utilisé pour l'apprentissage des concepts. Or, s'il est fréquent que les enseignants consacrent des heures de cours à corriger ou à faire faire des problèmes à leurs élèves il est rare qu'un enseignement de la résolution de problèmes soit mis en place. Par ailleurs, quel est l'enseignant qui, après avoir travaillé avec ses élèves ne s'est jamais posé la question suivante : quel est le type de pédagogie que j'utilise ? Directive ou non ? Comment analyser ce que je fais en classe ?

Nous avons tenté, à travers diverses expériences, de mettre en place dans nos classes un enseignement de la résolution de problèmes ; nous essayerons de décrire les différents cas et de les étudier en dégagant des pistes d'analyse des situations pédagogiques. Nous avons utilisé comme grille de lecture, des modèles élaborés en sociologie de l'éducation. Ces modèles s'intéressent aux rapports que formateur et personnes en formation entretiennent avec le savoir et le pouvoir, au cours d'un acte de formation. Nous commencerons par rappeler les éléments essentiels des modèles utilisés.

une tentative  
d'enseignement  
de la résolution  
de problème

## **1. LES MODES DE TRAVAIL PÉDAGOGIQUE DE M. LESNE**

Nous avons emprunté ce terme et différentes notions à M. Lesne (1977) mais nous avons dû en adapter un certain nombre dans la mesure où M. Lesne s'intéresse à la formation d'adultes et non à celle d'adolescents.

### 1.1. La formation : pratique sociale

Le terme de travail pédagogique est rarement employé lorsqu'il s'agit de la formation d'enfants ou d'adolescents. Il semble que le terme de travail soit dégradant et l'on parle plus volontiers de vocation. Le "bon enseignant" est bien sûr celui qui possède une bonne formation dans sa discipline, mais aussi un certain charisme pour communiquer des informations à son public, et cela il l'a dès sa naissance... La pédagogie serait donc, une fois franchi le seuil de la classe, du domaine privé.

Nous avons pourtant cherché à appliquer, à la formation d'adolescents, les hypothèses que M. Lesne a formulées concernant la formation d'adultes. Il considère celle-ci comme une pratique sociale de transformation et son analyse part des éléments qui constituent cette pratique à savoir :

- l'objet du travail, c'est-à-dire la transformation des compétences et des capacités des individus, adultes en formation ou adolescents en situation scolaire,
- les moyens du travail qui sont les instruments que le formateur utilise et les tâches proposées au cours des séances de formation, ces instruments et ces tâches constituant la méthode pédagogique,
- l'activité déployée qui est essentiellement intellectuelle,
- le résultat des transformations opérées.

Par ailleurs, M. Lesne analyse sous l'angle du savoir et du pouvoir les rapports qu'entretiennent formateur et personnes en formation. A partir de là plusieurs modes de travail pédagogique sont définis dont nous rappellerons quelques traits.

### 1.2. Le mode de travail pédagogique de type transmissif à orientation normative

Dans ce mode de travail :

- *"le lieu du savoir et du pouvoir se situe essentiellement chez le formateur,*
- *la relation formateur/personnes en formation est perçue, vécue, conçue comme une relation dissymétrique," il y a savoir et pouvoir de l'un, non savoir et non pouvoir des autres ;*
- *la transmission des connaissances se fait en référence à un savoir présenté comme neutre et cumulatif et le formateur cherche à "réduire l'écart entre le modèle de savoir dont il est dépositaire et les savoirs des personnes en formation" ;*
- *"le formateur assure pleinement le pouvoir" (initiative des interactions, régulation de l'écart par rapport au modèle, évaluation).*

éléments pour  
définir une  
pratique sociale

savoir et pouvoir  
du formateur

### **1.3. Le mode de travail pédagogique de type incitatif à orientation personnelle**

- Le sujet de la formation est la personne, et sa motivation est une condition nécessaire ;
- *"l'utilisation du groupe caractérise ce mode de travail"* et les personnes en formation éprouvent la satisfaction d'avoir trouvé une solution au problème avec l'ensemble du groupe ;
- *"le formateur n'est plus le seul intermédiaire entre le savoir et les personnes en formation"* qui sont amenées à s'organiser pour accéder directement au savoir ;
- le pouvoir revient aussi bien au formateur qu'aux personnes en formation et peut prendre une forme coopérative ou autogestionnaire.

la formation par le groupe

### **1.4. Le mode de travail pédagogique de type appropiatif centré sur l'insertion sociale**

Les traits dominants de ce mode peuvent être résumés ainsi :

- *"l'insertion sociale réelle est un point de départ et un point d'arrivée, mais aussi un référent constant, théorique et pratique du travail pédagogique"* ;
- l'individu est agent de sa formation en même temps qu'il agit socialement ;
- l'objectif est d'aider à l'appropriation cognitive du réel par une action pédagogique reliée étroitement aux activités réelles des personnes en formation ;
- le savoir possède un double statut, scientifique et social ;
- *"le pouvoir démocratique est exercé dans un travail en commun des personnes en formation et du formateur"*.

théorie en formation et pratique professionnelle sont étroitement liées

A partir d'exemples choisis en sciences physiques, nous serons conduites à adapter de tels modèles ; en effet, la formation d'adultes s'adresse à des agents sociaux qui ont une activité professionnelle et l'insertion sociale est une donnée qui transforme la formation. Le va-et-vient entre théorie en formation et pratique professionnelle est non seulement possible mais enrichit formateur et personnes en formation. Les adolescents ne sont que de futurs agents sociaux, en situation d'apprentissage, c'est-à-dire que le rapport enseignant/enseigné est obligatoirement dissymétrique. Le terme de pouvoir notamment doit être entendu avec ses deux acceptions : aussi bien pouvoir de décider, de réguler l'action, d'évaluer, mais aussi possibilités d'action et si, en dernier ressort, dans l'enseignement, le professeur évalue le travail de l'élève, une certaine délégation du pouvoir est à envisager. Par ailleurs, il s'agit de former des élèves dans une discipline scientifique et les questions qui se posent en physique ne font pas partie du quotidien de l'élève si bien

que les termes de pratique et d'appropriatif ne peuvent pas être entendus de la même façon. Ces modèles nous ont servi de guide pour analyser les situations d'enseignement/apprentissage et élaborer une grille de lecture, c'est pourquoi nous conserverons les termes employés par Lesne.

## 2. LE PROBLÈME POUR APPRENDRE

### 2.1. Le cadre de la recherche

Le premier cas d'enseignement que nous décrivons se situe dans l'ensemble des recherches menées en résolution de problèmes et qui choisissent de comparer les comportements des experts et ceux des novices pour amener ceux-ci aux performances de ceux-là.

Nous sommes restées dans le cadre des programmes français de 1982 et 1987 ; ceux-ci présentent les connaissances à acquérir comme le font Reif & Heller (1982) lorsqu'ils décrivent les connaissances de l'expert en physique dans le domaine de la mécanique. Le savoir à transmettre est organisé en :

le savoir organisé  
de l'expert

- connaissances fondamentales ou premières comme les formules qui définissent les concepts et les lois,
- connaissances auxiliaires qui sont des procédures d'application des lois et des cas particulièrement importants, prototypes de catégories de problèmes, par exemple, le mouvement circulaire uniforme comme cas particulier lors de l'étude de l'accélération.

La transmission de ce savoir, suggérée par les Instructions Officielles qui accompagnent les programmes, reprise par les manuels, est assez standardisée : à partir d'une expérience suffisamment démonstrative et bien exploitée, la formule mathématique est introduite et sert de définition du concept. Autant que possible, la même expérience permet d'énoncer une loi dans laquelle le concept intervient. Par exemple, une expérience au cours de laquelle deux mobiles se séparent, appelée expérience d'éclatement, sert à introduire la formule associée à la quantité de mouvement d'un solide :  $p = mv_G$ , et à énoncer la loi de conservation de cette quantité pour un système isolé de deux solides, dans un référentiel déterminé. Ceci étant fait, divers exemples permettent d'utiliser la formule et la loi dans des situations plus ou moins variées. Les problèmes servent alors à donner du sens au concept introduit, à le mettre en scène. Ce sont des problèmes d'application.

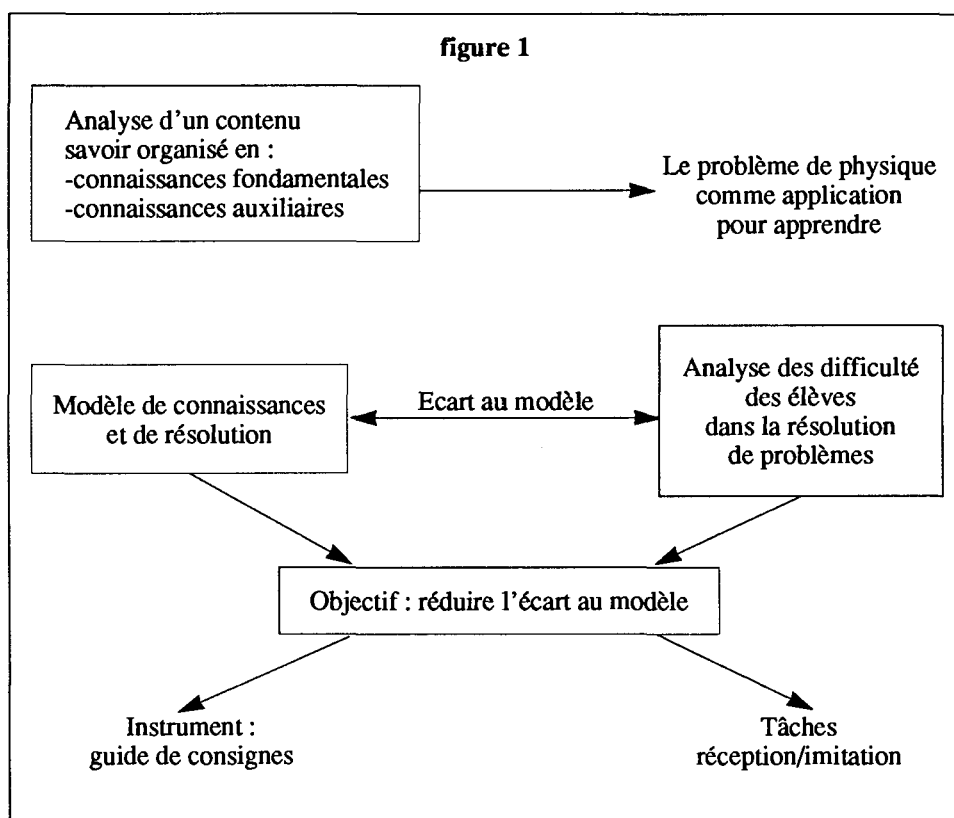
le problème  
d'application et  
les difficultés des  
élèves

Les élèves disent ne pas toujours voir le rapport entre les expériences qui leur sont présentées ou qu'ils font en classe et celles décrites dans les problèmes ; ils rencontrent, face à ces exercices, de sérieuses difficultés ; nous avons étudié celles-ci lors d'entretiens que nous avons réalisés avec les

élèves de Seconde et Première (élèves de 16-17 ans) et constaté qu'ils n'arrivent pas à résoudre faute d'une représentation efficace de la situation décrite dans l'énoncé. Nous nous sommes intéressées à la mécanique.

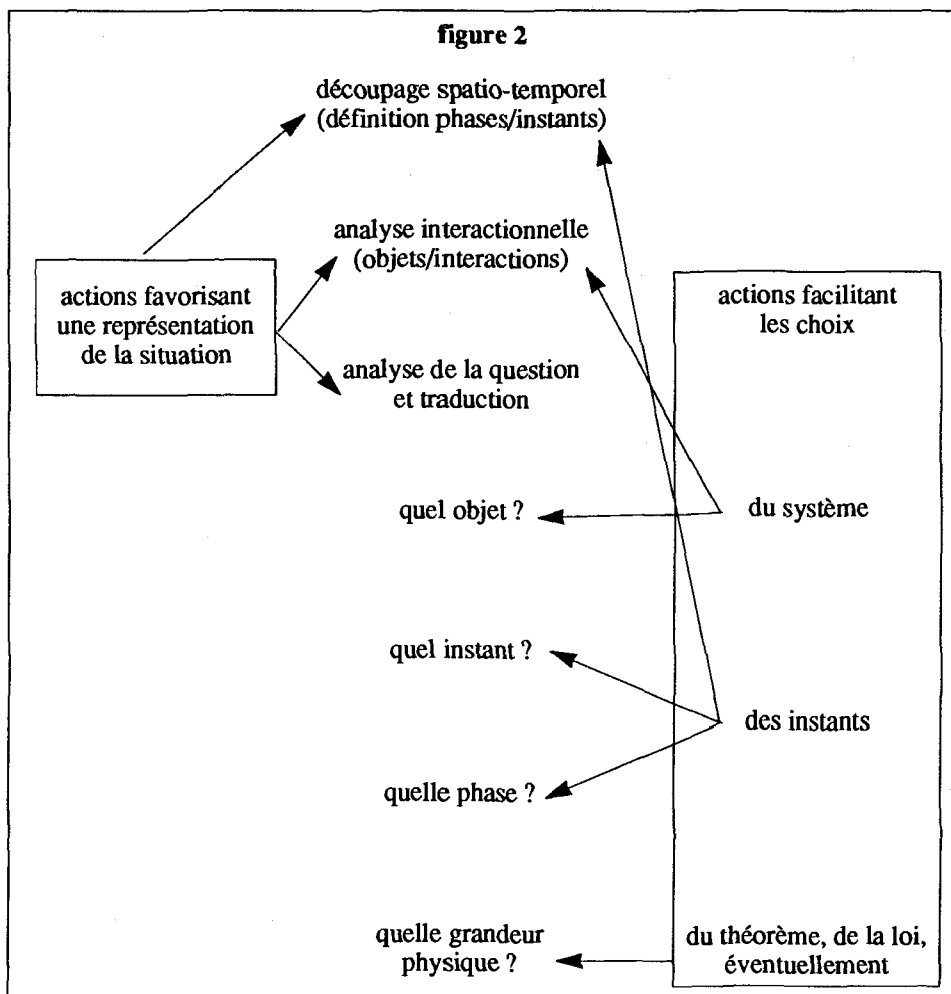
Caillot et Dumas-Carré (1987) ont construit un modèle prescriptif de résolution qui a servi de base aux travaux du groupe de recherche Prophy, celui-ci a élaboré la méthode de résolution de problèmes que nous avons utilisée.

Notre objectif est alors de réduire l'écart entre la résolution de l'élève et celle construite comme référence. La figure 1 résume l'ensemble de notre démarche.



un guide de  
consignes

Nous avons construit un instrument : le guide de consignes et fixé des tâches aux élèves qui sont une suite d'actions à réaliser. Celles-ci peuvent permettre une bonne représentation de la situation et faciliter les choix ultérieurs nécessaires à la résolution du problème. Ceci est précisé dans la figure 2.



Nous avons expérimenté dans quatre classes différentes ; l'utilisation du guide a été pratiquement toujours la même.

Au cours des situations d'enseignement, l'enseignant montre, sur un exemple, comment il utilise le guide, espère que l'élève a compris et l'élève, sur un autre exemple, essaye de faire comme l'enseignant. Par la suite, les élèves sont invités à réaliser seuls, sur des problèmes plus ou moins nouveaux, l'ensemble des actions du guide.

## 2.2. Résultats

Nous avons réalisé des entretiens dans les quatre classes concernées, avec et sans guide de consignes : classes de lycées polyvalents ou d'enseignement général, public ou

privé, de Paris ou sa banlieue ; nous avons analysé des copies d'élèves. Les résultats sont identiques.

Lorsque les élèves doivent utiliser le guide pour résoudre le problème :

- le rapport n'est pas toujours établi entre les analyses qui permettent une représentation du problème et sa mise en équation,
- des actions du guide ne sont pas réalisées ou le sont avec difficulté notamment les analyses spatio-temporelles et interactionnelles ainsi que l'analyse des travaux des forces qui s'exercent sur un système.

comment les  
élèves utilisent-ils  
le guide ?

Si les élèves résolvent le problème sans guide, ils manifestent deux attitudes :

- ceux qui résolvent le problème comme si l'apprentissage n'avait pas eu lieu,
- ceux qui réinvestissent des éléments du guide au moment jugé opportun. L'organisation de la résolution correspond alors, en partie, au guide et comprend une longue phase de compréhension au cours de laquelle l'élève construit sa représentation en utilisant des aides fournies par le guide et une planification de la résolution avant l'écriture d'une relation mathématique qui est tardive.

Nous tenterons une analyse de cette expérience menée en précisant les rapports au savoir et au pouvoir qu'établissent enseignants et élèves.

### **2.3. Le rapport au savoir et au pouvoir est dissymétrique**

Nous dirons que, dans le cadre de la pédagogie coutumière, le savoir est celui du professeur. Les connaissances préalables des élèves ne sont pas prises en compte. Le pouvoir de l'élève est peu utile ; en effet, la construction d'un concept résulte d'un processus d'abstraction, personne n'ayant jamais vu une force, une énergie ou une tension électrique, dans le mode d'exposition décrit, qui prend en charge l'abstraction. Est-il possible, à partir d'une expérience, de parvenir à la formule mathématique qui serait en quelque sorte inscrite dans l'expérience et qui est censée décrire les propriétés d'un système physique ? Le lent processus qui, à travers diverses situations expérimentales, par des comparaisons, des analogies, des différenciations, conduirait l'élève à prendre conscience de la possibilité de décrire ces situations à l'aide d'un invariant qui est constitutif du concept à définir, n'est pas possible avec le modèle d'enseignement proposé traditionnellement. La formule mathématique ne peut pas être première car, en elle-même, cette formule n'a pas de sens physique. Si elle en a un pour l'enseignant dont les connaissances sont plus vastes et mieux structurées, elle ne représente, pour l'élève, que des symboles.

savoir du  
professeur

non pouvoir de  
l'élève

Le guide que nous avons construit ne change pas ce rapport au savoir ; il est construit par des enseignants et chercheurs, leur structuration des connaissances n'est pas la même que celle des élèves ; l'élève en apprentissage, ne se pose pas encore toutes les questions auxquelles il devrait répondre pour faire un découpage spatio-temporel ou une analyse des travaux des forces, ce qui entraîne notamment une non réalisation de ces actions.

Il y a donc savoir de l'enseignant et non savoir de l'élève.

Le rapport dissymétrique au savoir s'accompagne d'un rapport dissymétrique au pouvoir. Les discussions qui s'instaurent dans la classe, aussi bien durant le cours que durant les séances de résolution de problèmes, se situent essentiellement entre l'enseignant et un élève, exceptionnellement entre plusieurs élèves. C'est l'enseignant qui décide, organise, régule toute l'action pédagogique. Les élèves peuvent poser des questions mais dans un champ bien déterminé. L'élève n'est pas autonome dans sa résolution, et les tâches qui lui sont fixées accentuent cette dissymétrie ; les difficultés conceptuelles d'apprentissage des aides introduites, les représentations des élèves sont ignorées.

Nous dirons qu'il y a cohérence entre le cadre de la recherche, les instruments construits et les tâches fixées aux élèves ; mais les élèves n'acceptent pas le guide. Il y a incohérence entre l'objectif : rendre l'élève autonome face à la résolution de problème et le moyen choisi.

Cette cohérence dans le dispositif et son dysfonctionnement nous interrogent.

Même si l'on admet que le savoir du physicien est découpé en formules, lois et procédures, l'enseignement et l'apprentissage doivent-ils suivre le même schéma ? Les procédures de résolution sont-elles des connaissances auxiliaires et indépendantes ? Peut-on, en apprentissage, faire l'économie des possibilités préalables des élèves ? Les analyses spatio-temporelles et interactionnelles, par exemple, sont des constructions abstraites qui introduisent des modélisations et nécessitent un apprentissage non seulement de l'utilisation de ces outils mais surtout des concepts sous-jacents.

Notre recherche met ainsi le doigt sur un manque à combler : l'enseignement de la résolution de problèmes n'est pas habituellement pris en compte et les élèves rencontrent des difficultés dans cette importante activité.

Ces interrogations nous ont conduites à un nouvel essai.



### **3. LE PROBLÈME POUR APPRENDRE ET ÉLABORER UNE MÉTHODE DE RÉOLUTION**

#### **3.1. Le rapport au pouvoir évolue**

Nous ne décrivons pas la totalité de la séquence didactique qui a duré tout un trimestre. Nous sommes restées dans le cadre des programmes et des Instructions Officielles, mais sans distinguer l'apprentissage des concepts de celui des procédures.

Nous avons cherché à modifier le rapport au pouvoir ; cela sous-entend :

- s'intéresser aux difficultés des élèves et à leur progression,
- abandonner le guide de consignes pour
- conduire l'élève à construire sa propre méthode de résolution.

comment  
changer le  
rapport au  
pouvoir ?

Changer le rapport au pouvoir c'est changer les instruments et les tâches proposées aux élèves. C'est lui proposer des tâches qu'il peut réaliser et lui faire acquérir les outils dont il peut avoir besoin.

Changer le rapport au pouvoir c'est aussi changer les relations dans la classe, c'est apprendre aux élèves à écouter l'autre, à ne pas considérer l'enseignant comme le seul interlocuteur.

Mais changer le rapport au pouvoir n'est-ce pas changer le rapport au savoir ? Conduire l'élève à construire sa méthode de résolution, c'est s'intéresser à ce que l'élève sait faire et peut faire, donc à ses connaissances, c'est repérer les acquis et les obstacles.

#### **3.2. Une séquence d'apprentissage : exemple**

Nous avons utilisé aussi bien des expériences que des exercices papier-crayon ou, chaque fois que cela était possible, des situations-problèmes.

En mécanique, en classe de Première Scientifique, les obstacles à surmonter sont nombreux, nous prendrons un exemple : celui de l'apprentissage du découpage spatio-temporel. Savoir réaliser ce découpage facilite la représentation des situations décrites dans les problèmes. L'application du théorème de l'énergie cinétique nécessite une maîtrise de cette réalisation.

des obstacles à  
surmonter

Les notions d'instant et de phase, rarement abordées dans l'enseignement, sont difficilement distinguées par les élèves ; en effet, un instant est, au niveau des phénomènes, une phase de courte durée alors qu'en physique un instant est de durée nulle. Il s'agit de conduire l'élève du niveau descriptif phénoménologique à celui de l'abstraction. Par ailleurs, il n'est pas possible d'ignorer le fait que les élèves ont rencontré le principe d'inertie en classe de Seconde et qu'ils ne l'ont pas accepté, dans leur majorité ; celui-ci concerne des phases de mouvement uniforme. Nos objectifs

sont donc, en nous appuyant sur ce que les élèves connaissent, de différencier les phases de mouvement rectiligne uniforme ou varié ; de relier ces phases aux forces extérieures s'exerçant sur le mobile en mouvement.

La première question qui se pose à l'enseignant est de faire émerger le problème, de faire en sorte que la connaissance à acquérir soit problématique pour l'élève afin que ce dernier s'empare du problème pour chercher à le résoudre, l'enseignant l'aidant au cours des différentes étapes : la séquence en comprend plusieurs.

• *Première étape*

Il est tout d'abord, pour l'enseignant, nécessaire de repérer les acquis, les obstacles. Pour l'élève, il est souhaitable qu'il apprenne à discuter.

repérer les acquis

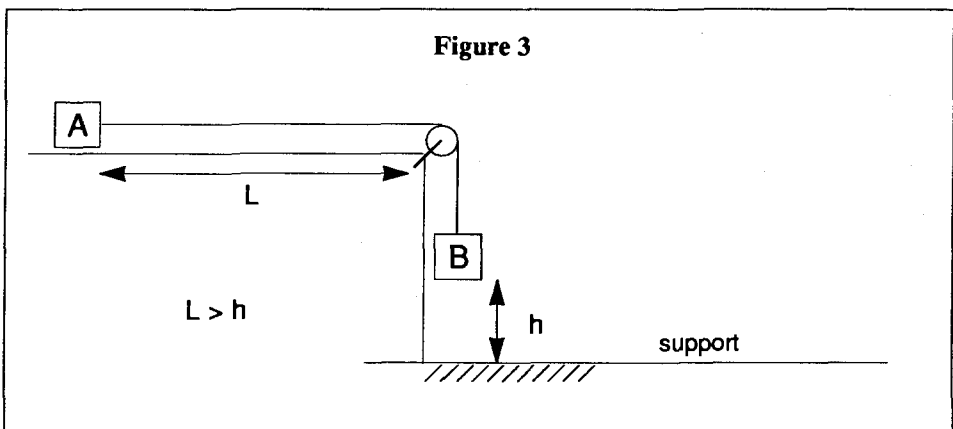
Un questionnaire anonyme est posé, il porte sur diverses situations faisant appel au principe d'inertie, une discussion de classe suit ce questionnement. Il apparaît, au cours de la discussion et en réponse au questionnaire, que le principe d'inertie est mal maîtrisé par 85% des élèves.

Les rôles changent : l'enseignant intervient dans la discussion pour aider les élèves à s'exprimer ou, dans la correction du questionnaire, il ne fait que donner les résultats bruts, sans aucun jugement ; les élèves s'expriment, apprennent à discuter, s'écouter, confrontent leurs opinions.

Il y a insatisfaction, malaise de certains parce que désaccord et parce que l'enseignant n'apporte pas la bonne réponse.

• *Deuxième étape*

L'enseignant propose une expérience : elle est schématisée à la figure 3.



Le mouvement de l'objet A, mobile sur coussin d'air, comporte deux phases, l'une uniformément accélérée lorsque l'objet est tiré par le fil tendu, l'autre rectiligne et uniforme

quand l'objet B repose sur le support et que A est encore en mouvement sur la table.

les élèves voient  
l'expérience  
avec les  
connaissances  
qu'ils possèdent

Le mouvement du mobile A est enregistré. Les élèves réalisent l'expérience. Une représentation de la situation sous forme de schémas annotés est alors demandée à chaque élève ; les représentations sont ramassées et classées au cours de la séance. Trois cas se présentent : ceux qui n'ont pas vu le support où B repose et ne décrivent qu'une phase, ceux qui, ayant vu le support, font cesser le mouvement de A en même temps que celui de B, et ceux (15%) qui ont vu les deux phases. Les élèves sont informés des résultats.

Les élèves soulèvent alors plusieurs questions : ils ont tous réalisé la même expérience et ne la décrivent pas de la même façon. Quelle est donc la situation ? Comment la représenter ? Y a-t-il deux phases et pourquoi ? Que permet de dire le document enregistré ? C'est l'ensemble du groupe classe qui propose des solutions pour chercher à répondre aux questions posées.

le problème  
émerge et les  
élèves le  
résolvent

L'expérience est alors reprise, le document enregistré est analysé par les groupes et met nettement en évidence les deux phases du mouvement, la réalisation des représentations interactionnelles et spatio-temporelles est introduite par l'enseignant, comme moyen d'analyser les phases d'un mouvement ; cet outil sera nommé "bande dessinée" ; cette introduction se fait en s'appuyant sur les travaux et les réflexions des élèves.

Une seule expérience ne suffira pas à surmonter les obstacles que représentent à la fois le principe d'inertie et le découpage spatio-temporel ; la suite du cours de mécanique de Première permet de revenir sur ces questions et d'étendre la définition des phases aux mouvements oscillatoires.

### 3.3. Le rapport au savoir évolue aussi

Nous essaierons d'analyser, avec cet exemple, l'évolution des rôles de l'enseignant et de l'élève liée à l'évolution des tâches et à une réduction de la dissymétrie enseignant/enseigné.

Les situations d'apprentissages mises en place sont variées et permettent de tenir compte des connaissances des élèves.

Dans la phase exploratoire, la tâche de l'enseignant ne consiste pas à contrôler la justesse de ce qui est dit. Il ne s'agit pas d'évaluer, mais de mettre en place un apprentissage. Le questionnaire rendu aux élèves ne comporte aucune remarque, car à cette étape, que la réponse soit juste ou fautive, n'a qu'une importance secondaire. L'enseignant observe la manière dont l'élève s'exprime, perçoit les choses et, dans cette situation, il apprend autant de l'élève que l'élève apprend de lui ; sa tâche, durant la discussion, est d'être l'organisateur des prises de paroles ; il facilite l'expression des élèves en leur demandant de préciser, autant que possible leurs assertions, quelles qu'elles soient, d'utiliser, au besoin, des exemples ; lorsque ces justifica-

l'enseignant est  
attentif et  
enregistre

tions sont apportées, il est possible que des contradictions apparaissent dans le raisonnement, il ne les soulève pas si elles échappent à la classe (ce qui est rare). Il peut y avoir conflit de points de vue, le professeur alors ne tranche pas, il essaye d'être neutre ; il organise la discussion en proposant, sur le mode interrogatif, des convergences entre les idées émises, il fait en sorte que les élèves prennent l'habitude de s'écouter les uns les autres ; il renvoie les questions qui lui sont posées à la classe. Il s'agit de faire admettre aux élèves que leurs pairs sont aussi leurs interlocuteurs.

L'objectif après cette étape, est de faire naître une interrogation pour essayer de conduire les élèves à remettre en question ce qu'ils disent. L'enseignant a, en effet, au cours de la phase exploratoire, pu repérer un obstacle qu'une seule séance de travaux pratiques ne permettra pas de lever : quelle relation existe entre les forces qui s'exercent sur un système et la variation de la vitesse de ce système ? Il met en place une situation qui permet cette remise en question. La première discussion a permis aux élèves de confronter leurs arguments ; mais tant que les élèves manipulent, réalisent des schémas il n'y a pas d'interrogation pour eux, ils obéissent à la demande du professeur. Pourquoi exiger d'eux une "bande dessinée" alors qu'ils ne pourront la faire correctement que s'ils analysent les forces qui s'exercent sur le solide en mouvement ; ils ne feront pas cette analyse spontanément lors de la réalisation de l'expérience. Le problème va naître des divergences, du conflit entre les connaissances des élèves, l'expérience "vue" et l'expérience réalisée. La situation créée entraîne pour beaucoup des questions et une motivation pour résoudre l'énigme. L'enseignant fixe ensuite des tâches aux élèves pour organiser leur recherche : analyse des interactions, mesures précises, exploitation des mesures. Les notions de phase et d'instants, présentes dans les productions d'un grand nombre d'élèves, deviennent explicites lorsque le professeur les fait apparaître au tableau, dans une "bande dessinée".

un moyen pour  
faire naître un  
problème

La situation créée permet à l'élève de confronter son expérience à celle des autres, ses connaissances préalables avec celles en cours d'élaboration dans la classe. Les discussions ont lieu entre les groupes et entre groupes et enseignant.

Ce mode de travail pédagogique, à tendance appropriative, se situe dans un cadre limité : celui de l'apprentissage d'une méthode de résolution que l'élève est libre ou non d'utiliser pour résoudre des problèmes. Il a nécessité :

- une analyse des outils à introduire, pour déterminer les objectifs de l'enseignement,
- une prise en compte de la réflexion des élèves,
- une utilisation de leurs connaissances,
- un climat de classe favorable à l'expression de chacun pour déterminer les obstacles à surmonter.

### 3.4. Résultats

La suite du cours de mécanique de Première a permis de revenir sur les notions introduites ; différentes séquences ont eu lieu pour introduire les concepts et les aides à la résolution de problème élaborées par le groupe PROPHY. Nous avons cherché alors à savoir si les élèves s'étaient construits une méthode de résolution et s'ils utilisaient les outils introduits. Nous avons, pour cela, après enseignement, réalisé, à un mois d'intervalle, deux entretiens avec cinq élèves sur des problèmes nécessitant l'application du théorème de l'énergie cinétique et comportant plusieurs phases. Nous avons fait les constatations suivantes.

- Chaque élève a sa propre manière de résoudre. Le même élève, à un mois d'intervalle, effectue les mêmes actions dans le même ordre : soit un dessin pour voir puis une suite de schémas, soit un schéma et une description orale de la situation et de son évolution, soit aussi l'étude d'une phase (celle sur laquelle porte la question) totalement, jusqu'à sa mise en équation avant de passer à l'autre phase.
- Certains analysent les phases et décrivent l'évolution au moment où ils analysent les forces s'exerçant sur le système, reliant ainsi analyse spatio-temporelle et interactionnelle.
- Ils savent, en général, ce qu'ils ont à faire et le font. Ils connaissent les éléments de planification et l'énoncé du théorème sert de base à cette planification. La phase de compréhension de la situation est assez longue et a lieu avant toute mise en équation.
- Certains différencient encore mal le champ des concepts de force et travail d'une force.

Il y a donc, semble-t-il, dans ce deuxième essai une plus grande cohérence entre l'objectif (permettre à l'élève de construire sa méthode de résolution), les instruments (des aides utilisables enseignées en même temps que les concepts) et les tâches (résolution d'exercices utilisant ces aides). Le rapport au pouvoir évolue tout en restant dissymétrique et le rapport au savoir évolue aussi.

L'exemple que nous venons d'exposer se situe dans le cadre des Instructions Officielles existantes ; il montre qu'il est possible de faire évoluer la formation en s'intéressant davantage à l'apprentissage des élèves qu'à l'organisation de ce que dit l'enseignant ; mais **la manière dont est considérée la physique** est une limite importante fixée par le système. En effet la physique apparaît plus comme un ensemble de concepts construits, organisés de manière hiérarchisée que comme une science qui se pratique et qui possède ses modes de raisonnement spécifiques. La grille de capacités élaborée par l'Inspection Générale et qui sert de base à l'évaluation dans les classes et au baccalauréat en décrit une qui est la pratique d'une démarche scientifique,

les élèves possèdent leurs méthodes de résolution

le système institutionnel limite le mode de travail pédagogique

cela sous-entend que l'élève soit formé dans ce sens ; nous pensons que cela est difficile à réaliser dans les conditions actuelles ; les élèves ne savent pas penser comme des scientifiques et un apprentissage devrait être mis en place. Par exemple, se poser une question de physique n'est pas une activité spontanée de l'élève, cela s'apprend ; de même, les activités de modélisation d'une situation, de choix des conditions de son étude pourraient être enseignées.

#### **4. LE PROBLÈME COMME ACTIVITÉ DE RECHERCHE**

Dans un travail mené en commun avec une équipe de chercheurs espagnols (D. Gil Perez et ses collaborateurs), nous avons tenté en France une expérience pour développer le modèle déjà décrit dans cette revue (Dumas Carré et al., 1989 et Dumas Carré et al. 1992) et pour analyser le mode de travail pédagogique qui pouvait être utilisé.

##### **4.1. Le cadre de l'expérience**

Dans une classe de Première S, dans le cadre d'un projet d'établissement, les élèves et l'enseignant disposent de séances spécifiquement consacrées à la résolution de problèmes. Ces séances, d'une heure trente ont lieu en plus de l'horaire normal et la classe est partagée en deux groupes de 16 à 18 élèves. Les élèves ont bénéficié, au cours des heures habituelles, des aides cognitives élaborées par le groupe Prophy.

Une séance est ainsi organisée :

- les élèves constituent des groupes de 2 à 5 participants ;
- les activités fixées font alterner recherche en petit groupe, production au tableau des résultats des recherches et discussions de l'ensemble du demi-groupe classe autour des résultats affichés.

Nous avons enregistré, à chaque séance, en vidéo, le travail d'un groupe (rarement le même d'une séance à l'autre) et le travail du demi-groupe classe, lors des discussions d'ensemble.

##### **4.2. Schéma de déroulement d'une séance**

Au début d'une séance, l'enseignant propose un problème qui décrit de manière phénoménologique une situation ; celle-ci n'est jamais totalement précisée. Après un premier travail de groupe, une discussion menée par le professeur permet de s'entendre sur la situation à étudier par tous ; les décisions sont prises en fonction des propositions des élèves et de leurs connaissances. Par exemple, à partir de la question : un objet est lancé, jusqu'où monte-t-il ? Le problème

une autre gestion  
de la classe

problématiser  
une situation

deviendra : le lancer de l'objet est vertical (car les élèves ne sauraient pas, à ce niveau, traiter d'un lancer oblique), les frottements dus à l'air seront considérés comme négligeables (parce que les élèves préfèrent souvent commencer par un cas qui leur paraît plus simple). Il est possible, qu'à ce stade, tous les éléments de modélisation ne soient pas envisagés, l'enseignant ne les précise alors pas dans l'immédiat. (Ce problème est posé, dans les manuels, de la façon suivante : un objet considéré comme ponctuel est lancé verticalement vers le haut avec une vitesse initiale  $v$ , calculer l'altitude maximale qu'il atteindra ; on donne  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ ).

Un deuxième travail de groupe mettra les élèves en situation de :

émettre des hypothèses

- définir de quels facteurs dépend l'altitude atteinte par l'objet,
- d'envisager comment varie l'altitude atteinte lorsque l'on fait varier séparément chacun de ces facteurs,
- de considérer les cas limites ayant un sens physique.

Les groupes consignent leurs résultats au tableau et une discussion s'engage. L'enseignant demande à chacun de rechercher les points communs aux différentes productions et les divergences. Les élèves discutent alors essentiellement de leurs désaccords et justifient leurs points de vue ; le professeur n'intervient que pour faire préciser aux élèves leurs raisonnements. Par exemple, pour ce problème posé, certains groupes proposent, comme facteurs déterminants l'altitude atteinte, la masse de l'objet ou encore la force que la main exerce pour lancer l'objet, l'altitude étant d'autant plus grande que la force est plus grande. D'autres groupes, rétorquent que la force intervient lors de la phase de lancement pour communiquer une vitesse à l'objet et que le facteur déterminant est donc la vitesse initiale et non la force de la main. Les élèves ne sont pas toujours convaincus par les arguments de leurs pairs et le professeur n'utilisera pas l'autorité que lui confèrent ses connaissances pour les départager ; les facteurs ont été émis à titre d'hypothèses, le droit au désaccord, au tâtonnement et à l'erreur est une nécessité si l'on veut que l'élève ose s'exprimer.

planifier la résolution

Un autre travail de groupe permettra de choisir les théorèmes à utiliser pour résoudre le problème et de planifier le traitement de ce dernier. A ce niveau, avec le problème posé, les élèves peuvent appliquer le théorème de l'énergie cinétique ou le principe de conservation de l'énergie mécanique. Certains élèves étudieront la phase de lancement suivie de celle où l'objet est lâché, d'autres n'envisageront que la montée. L'affichage au tableau des résultats, la discussion et l'évaluation de la relation obtenue permettront de clarifier l'étude de la situation envisagée. L'exemple que nous avons pris semble, a priori, élémentaire ; mais il est, faute d'un découpage temporel cohérent, source de difficultés pour les élèves ; habituellement celles-ci sont esquivées car l'énoncé, en ne fournissant que les deux données nécessaires à

l'obtention d'un résultat, restreint l'étude à la seule phase de montée, rendant inutile une analyse temporelle et un repérage des deux phases.

### 4.3. Les rapports au savoir et au pouvoir sont modifiés

Nous chercherons à montrer que, avec cette façon de travailler, une séance se construit à partir des connaissances des élèves, mais il est difficile de déterminer si la modification du rapport au savoir entraîne celle du rapport au pouvoir ou si c'est l'inverse.

deux conceptions différentes entraînent des représentations différentes

Les élèves expriment leurs manières de concevoir la situation proposée par l'enseignant au cours de leurs discussions intra-groupes et, après affichage au tableau du résultat de leurs recherches, dans les discussions inter-groupes. Dès la première tâche fixée, il y a extériorisation des conceptions des élèves, de la façon dont ils se représentent la situation ; les élèves, ayant bénéficié des aides élaborées par le groupe PROPHY, sont en mesure d'explicitier, de communiquer cette représentation. Celle-ci porte aussi bien sur la description qu'ils font que sur les hypothèses qu'ils émettent concernant les facteurs pertinents pour le problème. Deux conceptions, ou deux analyses différentes entraînent des représentations différentes et la discussion s'engage alors entre les élèves. Par exemple, dans le problème donné, les élèves qui envisagent la force de la main comme facteur pertinent, considèrent la totalité de la situation alors que les autres ont déjà fait, implicitement, un découpage temporel et ne s'intéressent qu'à la phase où l'objet est déjà lancé.

Un autre exemple permet de reproduire une discussion entre élèves. Le problème posé est le suivant :

*"Un ressort horizontal fixé à un mur est retenu comprimé par une ficelle. Une bille est posée contre l'extrémité du ressort. On brûle la ficelle. Décrire la suite..."*

le ressort se détend instantanément

Élève 1 : *"On a la boule et puis c'est attaché ; ça c'est la première phase ; ensuite, la deuxième phase, le fil s'est consumé, la bille a un mouvement et donc le ressort il est détendu, et donc entre ces deux instants, on a la ficelle qui se consume... Dès que la ficelle aura fini de se casser, gtoc, la bille va partir. En un instant le ressort se détend, la bille part, quitte le ressort."*

Élève 2 : *"Il y a une phase d'accélération quand même, quand la bille est propulsée par le ressort... Pour que la bille passe d'une vitesse nulle à une vitesse non nulle... Il faut du temps."*

Élève 3 : *"Quand le ressort se détend, si on prend le bout du ressort, il va moins vite au début qu'à la fin donc... Le ressort se détend et ça, ça demande du temps..."*

La description donnée par l'élève 1 (détente instantanée) est très différente de celle donnée par les élèves 2 et 3. Ces



représentations différentes sont les indices de conceptions sous-jacentes différentes.

La discussion s'organise très vite entre les groupes, sans que le professeur ait à intervenir ; de fait, les résultats étant affichés au tableau, les informations sont à la disposition de tous, tout élève est en mesure de prendre la parole s'il la demande, l'enseignant n'a une place privilégiée que parce qu'il connaît un peu plus de physique que les élèves. L'affichage au tableau permet aussi de créer un climat d'écoute attentive dans la classe ; toutes les propositions des élèves prennent un intérêt, sont discutées, cela entraîne une motivation de leur part et les échanges verbaux se font dans le respect de chacun. Il est vrai que lorsque les élèves argumentent, les concepts physiques ne sont pas toujours explicites ; par exemple, dans le cas du ressort que nous avons cité, les élèves ne parlent pas de transfert d'énergie, ni même d'énergie cinétique, comme l'aurait probablement fait l'enseignant ; mais les élèves étant sur le même registre, il est possible qu'ils se comprennent mieux.

Quel est alors le rôle de l'enseignant ? Il est présent, lors du travail de groupe pour aider les élèves à orienter leurs recherches. Il essaye de répondre à une question par une autre mettant l'élève sur la voie, il ne donne que rarement une solution toute faite. Lors des discussions, il est organisateur ; mais il est surtout le point de référence et celui qui expliquera ce qui n'a pas été compris et que la discussion n'a pas permis d'éclaircir.

Si les conceptions des élèves sont discutées, les connaissances physiques qu'ils sont en train d'acquérir le sont aussi. Ils sont en apprentissage, les concepts ne sont pas encore bien différenciés les uns des autres ou la signification physique d'un théorème n'est pas totalement perçue. Par exemple, dans le problème de l'objet lancé, la masse de l'objet n'intervient pas dans l'expression de la relation donnant l'altitude atteinte par l'objet. Les élèves comprennent bien que mathématiquement il y a eu simplification, et que ce facteur disparaît ; mais physiquement ? Le travail du poids de l'objet est bien résistant au cours de la montée, le poids joue, donc la masse. C'est l'enseignant qui fera prendre en compte aux élèves le fait qu'au départ, à vitesse égale, un objet plus massif possède une énergie cinétique plus grande qu'un objet léger ; les deux corps montant finalement à la même altitude, à condition de négliger les frottements de l'air.

Le traitement littéral du problème ne permet pas toujours à tous d'aboutir à une expression juste ; là encore, c'est évidemment, en dernier recours, l'enseignant qui tranche. Les élèves attendent d'ailleurs de lui qu'il reprenne le pouvoir ; mais lorsqu'il le fait, les explications qu'il apporte s'appuient sur une recherche collective, sur des arguments échangés, sur un travail de chacun.

élèves et  
enseignant  
disposent des  
mêmes  
informations

les connaissances  
à acquérir sont  
discutées

## 5. CONCLUSION

Nous avons décrit et analysé différents exemples d'enseignement/apprentissage de la résolution de problèmes ; ils nous permettront de préciser deux types de modes de travail pédagogique en situation scolaire.

### 5.1. Le mode de travail pédagogique de type transmissif

Le premier cas s'intéresse essentiellement à l'enseignement et non à l'apprentissage. Si l'objectif d'aider les élèves à surmonter les difficultés rencontrées lors de la résolution de problèmes classiques a été, pour certains élèves, atteint, il a en partie été détourné ; en effet, l'utilisation du guide de consignes outil performant élaboré en référence à un modèle est devenu l'objectif ; par ailleurs, celle-ci a déterminé une certaine gestion de la classe. Nous dirons que, dans ce cas, le mode de travail pédagogique est de type transmissif, nous précisons ainsi ses caractéristiques :

- l'enseignement est centré sur le contenu des connaissances à acquérir,
- l'objectif de la formation est fixé en référence à un modèle jugé satisfaisant,
- le rôle du professeur est de réduire l'écart entre le modèle de savoir et le savoir de l'élève,
- la dissymétrie de la relation enseignant/enseigné est accentuée par une sous-utilisation du savoir et des possibilités de l'élève.

### 5.2. Le mode de travail pédagogique de type appropriatif

Le deuxième cas décrit une séquence d'apprentissage d'outils conceptuels pour élaborer une représentation d'un problème de mécanique. L'enseignant, avec cet objectif, a mis en place une situation problème en tenant compte des connaissances des élèves et des obstacles qu'ils devaient franchir pour acquérir des notions connues comme difficiles. Les rapports au savoir et au pouvoir s'en sont trouvés modifiés et ont évolué vers un mode de travail pédagogique de type appropriatif ; néanmoins, celui-ci s'est trouvé limité par le cadre institutionnel des programmes qui ne considèrent pas toujours la physique comme une science qui se pratique. Dans le troisième cas, la référence au travail de recherche scientifique est explicite ; un des objectifs est d'apprendre à l'élève à procéder comme un scientifique qui doit d'abord cerner son problème et faire un certain nombre d'hypothèses avant de se lancer dans un traitement quantitatif. Ces deux derniers exemples permettent de préciser ce que l'on peut entendre par mode de travail pédagogique de type appropriatif en situation scolaire :

non savoir/non  
pouvoir de  
l'élève

la référence à la  
recherche  
scientifique

- l'enseignement n'est pas uniquement centré sur le contenu des connaissances à acquérir mais s'intéresse aux relations que professeur et élèves entretiennent avec ce contenu,
- l'enseignant met en place des situations qui utilisent les possibilités des élèves et les conduisent vers un projet de résolution,
- les connaissances ne sont plus une barrière entre partenaires, mais une nécessité pour résoudre les problèmes posés,
- ces connaissances sont articulées sur une pratique des élèves organisée par le maître. Les activités sont choisies pour favoriser l'appropriation du savoir.

Pour être cohérent avec un tel mode de travail pédagogique il est nécessaire d'admettre que le professeur ne détient pas seul le savoir et le pouvoir ; mais qu'en déléguant le savoir, il délègue aussi le pouvoir. Cela sous-entend :

- favoriser l'expression en évitant que le dialogue ne s'établisse qu'entre enseignant et enseigné,
- prendre en compte toutes les questions et les conceptions des élèves pour les utiliser, les discuter, les faire fonctionner pour montrer leurs limites,
- organiser les tâches des élèves afin d'utiliser leurs possibilités, tâches qui ne sont pas gratuites.

Un certain nombre d'arguments militent en faveur de ce mode de travail pédagogique ; si, en tant que formateur, on se préoccupe plus des apprentissages de l'élève que de son activité propre d'enseignant, il n'est pas possible d'ignorer ce que les élèves savent et peuvent faire, il est nécessaire de cerner les obstacles avant de commencer à agir, faire l'économie de ces approches aboutit à travailler en aveugle.

Il n'est pas nécessaire que tout l'enseignement ait lieu sous les formes que nous avons décrites, mais l'introduction de quelques séances de ce type modifie le comportement des élèves et celui du professeur : le mode de travail pédagogique de type transmissif majoritairement dominant actuellement peut alors sensiblement évoluer.

Monique GOFFARD  
Andrée DUMAS-CARRÉ  
GDSEPT Paris 7

pour déléguer le  
savoir, déléguer  
le pouvoir

**RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

CAILLOT M. & DUMAS-CARRÉ A. (1987)- "PROPHY : un enseignement d'une méthodologie de résolution de problèmes de physique". *Collection Rapports de recherches n°12*, pp. 197-244, Paris : INRP.

DUMAS-CARRÉ A., CAILLOT M., MARTINEZ TORREGROSA J. & GIL D. (1989)- "Deux approches pour modifier les activités de résolution de problèmes dans l'enseignement secondaire : une tentative de synthèse". *ASTER n°8*, pp.135-160.

DUMAS-CARRÉ A., GOFFARD M. & GIL D. (1992)- "Difficultés des élèves liées aux différentes activités cognitives de la résolution de problèmes". *ASTER n°14*, pp.53-75.

LESNE M. (1977) - *Travail pédagogique et formation d'adultes, éléments d'analyse*. Paris : PUF.

REIF F. & HELLER J.I.(1982) - "Knowledge structure and problem solving in physics". *Educational psychologist*, 17, pp. 102-127.

# PEUT-ON DÉCONTEXTUALISER LA DÉMARCHE SCIENTIFIQUE ?

Daniel Favre  
Yves Rancoule

*Une étude en cours, basée sur l'observation des formulations employées par des enseignants de biologie dans leurs cours, a permis d'observer un déplacement de celles-ci qui passent sans transition et réversiblement d'un registre scientifique à un registre dogmatique. Ce glissement et ses effets paradoxaux sur l'apprentissage semblent échapper à l'attention de ceux qui, à la fois, les produisent et les subissent. La modélisation de quatre attitudes cognitives spécifiques de la démarche scientifique et son appropriation paraissent dans ces conditions un préalable nécessaire à l'enseignement d'une discipline scientifique comme la biologie.*

De nombreux travaux comme ceux de Giordan et De Vecchi (1987) ou d'Astolfi et Develay (1989) ont mis l'accent sur les représentations ou pré-conceptions que les apprenants possèdent antérieurement à l'acquisition d'un concept, d'un modèle ou d'une théorie. La carte conceptuelle préalable, la "connaissance locale" selon Brousseau, le "préconstruit" parce qu'il est non décontextualisable (Chevallard, 1985) d'un apprenant peuvent ainsi quelquefois constituer un obstacle d'ordre épistémologique à un apprentissage, dans la mesure où ils s'opposent à la nouvelle conception enseignée. Surmonter cet obstacle demande à l'apprenant d'être capable d'interroger la validité de ces deux types de représentation et de n'abandonner l'ancienne qu'après s'être convaincu qu'elle n'était plus "scientifiquement justifiable". Une telle procédure suppose chez l'apprenant une familiarisation avec les attitudes cognitives associées à la démarche scientifique afin de pouvoir faire la différence entre une énonciation scientifiquement valable et une autre qui ne le serait pas ou moins. Mais à l'inverse, le contexte épistémologique dans lequel l'enseignant situe ses propos pourrait-il influencer également sur l'acquisition de la démarche et des connaissances scientifiques par les apprenants ? En d'autres termes la forme de l'enseignement scientifique est-elle d'un point de vue épistémologique en cohérence avec le fond et l'objectif de l'enseignement ? C'est ce que nous avons essayé d'explorer dans une recherche en cours centrée principalement sur les représentations des enseignants.

De précédentes recherches épistémologiques et spéculatives (Favre, 1990a et 1991a) ont permis d'élaborer une modélisation de la démarche scientifique. Le terme de "démarche scientifique" utilisé ici désigne plus un "état d'esprit scientifique" tel que pouvait le concevoir Bachelard qu'une procé-

l'enseignement scientifique : le fond et la forme sont-ils en cohérence ?

ture ou une méthode. Ceci n'est sans doute pas conforme aux représentations sociales actuelles dominantes de la "Science" dans la mesure où, depuis un siècle, ces dernières témoignent de la réduction néo-positiviste et de celle induite par l'usage de la méthode expérimentale. La première réduit arbitrairement le traitement scientifique des informations à l'étude non plus des causes mais des relations entre les faits, ces relations devant être de préférence descriptibles sous forme de fonctions mathématiques. La seconde, qui s'ajoute d'ailleurs à la première, amène à ne nommer "fait scientifique" que les faits produits, construits, révélés ou reproductibles dans des conditions expérimentales. Cela signifierait-il qu'au delà des conditions expérimentales ou des possibilités de mettre une "mesure sur nos mots et les exprimer par un nombre", comme le suggérait le physicien Kelvin à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, un traitement scientifique des informations ne soit pas possible ? A notre avis non, mais pour que cela le devienne, il faut cesser d'assimiler la démarche scientifique à la recherche scientifique telle qu'elle est pratiquée actuellement à l'intérieur de champs et de contextes quelquefois très limités. Pour nous, la démarche scientifique est engendrée par des attitudes cognitives qu'on peut définir comme des **manières de disposer et de diriger son esprit dans l'acte de connaître**, et qui se manifestent à travers la façon dont nous accueillons et traitons les informations qui nous parviennent. Nos études précédentes nous ont ainsi amenés à modéliser et à repérer ces attitudes dans un cadre plus vaste situé entre deux paradigmes de traitement des informations épistémologiquement opposés : le **paradigme de traitement dogmatique des informations (PTDI)** et le **paradigme de traitement scientifique des informations (PTSI)**, le terme "scientifique" étant pris ici dans le sens de non-dogmatique.

Dans cet article (1) nous proposons de développer ce que nous entendons par démarche scientifique pour, à l'aide des critères que nous aurons ainsi dégagés, décrire en les repérant les attitudes dogmatiques ou non-dogmatiques observées chez des enseignants de biologie. Enfin, sera abordé et discuté l'intérêt sur le plan pédagogique et didactique, qu'enseignants et apprenants développent des capacités de repérage de leur pensée dans un contexte épistémologique plus large que celui qui a été majoritairement observé en classe de biologie.

## 1. MODÉLISATION DE LA DÉMARCHE SCIENTIFIQUE

Le paradigme de **traitement scientifique des informations**, dont la formulation emprunte en partie aux apports de Bachelard (1938) et de Popper (1965) se définit par

---

(1) Utilisant en partie les éléments de communications effectuées aux XIV<sup>o</sup> et XV<sup>o</sup> J.I.E.S. de Chamonix, 1992 et 93.

quatre attitudes cognitives caractéristiques et par opposition avec le paradigme de traitement dogmatique des informations.

Il a paru plus pédagogique, pour élaborer un dispositif d'apprentissage spécifique de la démarche scientifique, de présenter ces attitudes opposées sous forme de **différentiels**. La prise de conscience du déplacement du curseur sur l'axe du différentiel est une des conditions qui pourrait permettre de modifier notre activité de traitement de l'information. Dans un différentiel, il n'y a pas seulement deux positions diamétralement opposées mais un grand nombre d'intermédiaires possibles. L'intériorisation du différentiel et de son curseur mobile permet de devenir sensible, attentif, aux déplacements possibles, et ainsi **d'évaluer dans quel contexte épistémologique s'élabore notre pensée.**

Voici quelles sont, à notre sens, les **attitudes cognitives associées à la démarche scientifique.**

1°) Par rapport au **mode de formulation**, la démarche scientifique tend à nous faire nommer, formuler explicitement ce qui se présente ou est présenté implicitement. L'adoption d'une telle attitude implique le développement d'une sensibilité à la qualité plus ou moins explicite d'un énoncé permettant de le repérer entre deux extrêmes opposés :

100%  
utilisation d'énoncés  
implicites



100%  
explicitation  
des énoncés

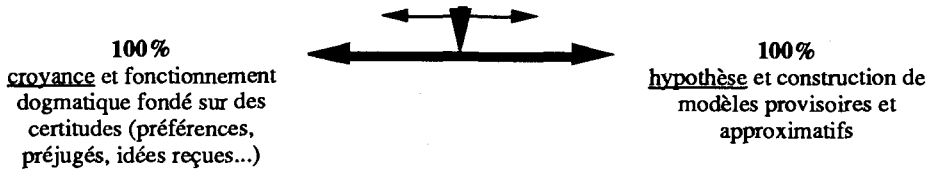
... au degré  
d'explicitation...

Dans certains cas, le recours à un registre implicite ne nous paraît cependant pas incompatible avec un traitement scientifique, s'il a pour objectif **explicite** par exemple, de gagner du temps, de permettre un conversation entre spécialistes, de faire exister un climat de connivence dans un groupe. Lorsque des individus se rencontrent, il est évident qu'il n'est pas nécessaire de définir et d'explicitier tous les termes employés. Cela n'exclut pas de se demander et de vérifier si les phrases et les termes utilisés qui ont un caractère évident pour soi le sont également pour autrui. Au contraire, le recours à l'implicite nous paraît plus dogmatique si l'objectif principal, conscient ou non, de l'énonciateur est de conserver un savoir ou de "manipuler" autrui afin de lui imposer un point de vue.

2°) En rapport avec le **mode de situation vis-à-vis des connaissances**, la démarche scientifique tend à nous faire énoncer **sous forme d'hypothèses** les propositions présentées **sous forme d'opinions**, de dogmes, de croyances, de préjugés... Cela suppose que nous puissions interroger un indicateur interne nous renseignant sur la qualité de l'énoncé :

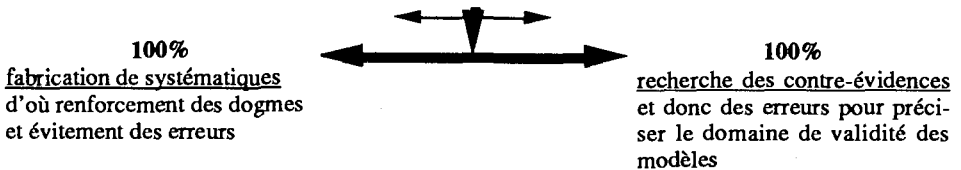
... à la distance  
par rapport aux  
connaissances...

des différentiels  
pour devenir  
sensible...



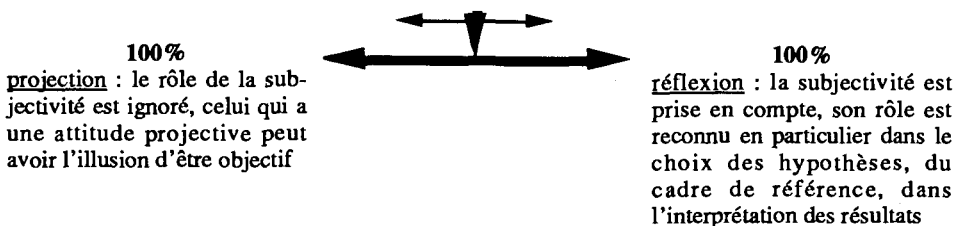
... à la qualité de la preuve...

3°) Par rapport au **mode d'établissement de la preuve**, la démarche scientifique tend à nous faire éviter la fabrication de systématiques (généralisations abusives) au profit de la recherche de contre-évidences, recherche qui permet de préciser le domaine de validité d'un énoncé. Dans ce cas encore, un indicateur interne est nécessaire ; sa "visualisation" et la perception de la modification de l'état intérieur qui accompagne son déplacement permet de nous sensibiliser à notre mode de fonctionnement cognitif, plutôt dogmatique lorsqu'on retient que ce qui confirme la règle ou plutôt scientifique lorsqu'on recherche des éléments qui ne "colent" pas avec elle :



... à la place de la subjectivité

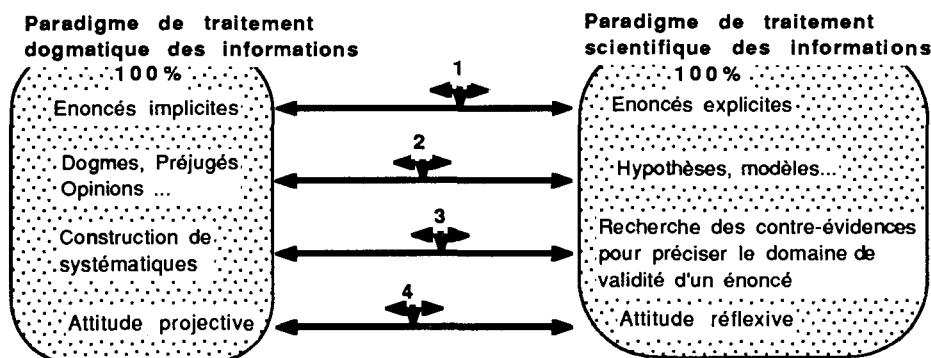
4°) Par rapport au **mode de relation avec la subjectivité**, la démarche scientifique tend à faire substituer la réflexion à la projection, au sens optique de ces deux termes. C'est lorsque nous nous rendons réflexifs, au sens du miroir, que nous pouvons accueillir de façon plus efficace, moins déformante, les informations. La démarche scientifique tend à faire prendre en compte, plutôt qu'à nier, notre propre subjectivité et à renoncer au mythe de "l'objectivité pure". Encore faut-il que nous puissions avoir accès à un indicateur interne qui nous renseigne quand nous nous déplaçons entre l'état projectif et l'état réflexif :





deux paradigmes  
radicalement  
différents...

En résumé, la possibilité d'explicitier des énoncés qui ont le statut d'hypothèse provisoire dont on précise progressivement le domaine de validité par la recherche de contre-exemples en utilisant une attitude réflexive définit un **paradigme de traitement scientifique des informations (PTSI)** et ce que nous entendons par "démarche scientifique". Par opposition, rester dans le domaine implicite en utilisant des énoncés qui ont statut de "vérité universelle", au contexte non précisé et soumis aux projections de leur auteurs définit un **paradigme de traitement dogmatique des informations (PTDI)**. Ces deux façons de considérer et de traiter les informations qui nous parviennent peuvent être schématisées de la manière suivante :



SENS DU DÉPLACEMENT FAVORISÉ PAR LA DÉMARCHE SCIENTIFIQUE



A l'aide de cette modélisation, on peut se représenter caricaturalement deux manières d'enseigner selon que l'on se situe dans un paradigme ou dans l'autre. Dans le PTDI, enseigner revient à être le détenteur de savoirs immuables, de vérités, dont il faut assurer la transmission à des élèves. Les erreurs, considérées comme des écarts avec la norme, doivent être "éradiquées", le "bon élève" étant celui qui restitue correctement la connaissance qu'il a reçu ... et rien d'autre. Dans le PTSI, au contraire, l'accent est plus mis par l'enseignant sur la procédure qui valide la connaissance que sur la connaissance elle-même ; cette procédure constitue le contexte de la connaissance scientifique qui est conçue comme relative et comme une façon approximative de se représenter la réalité. Adopter une attitude scientifique suppose d'avoir acquis la capacité à modifier ses représentations lorsqu'elles sont infirmées par le raisonnement ou par l'observation. Ces deux formes extrêmes d'enseignement n'existent qu'en théorie : chacun d'entre nous, selon les circonstances, le thème abordé, son état intérieur..., oscille entre ces deux paradigmes. Est-il possible que cette oscillation se produise alors même que la nature de l'enseignement est scientifique ? Si oui, quels peuvent être alors les

... entre lesquels  
notre pensée se  
déplace

effets d'un dispositif pédagogique aussi paradoxal sur l'acquisition par les élèves des concepts et des modèles biologiques ? Pour tenter d'apporter un début de réponse à la première question, nous sommes allés recueillir des informations en assistant à des cours de biologie.

## 2. OBSERVATIONS ET ANALYSE DU DISCOURS DE L'ENSEIGNANT

La démarche scientifique produisant du "discours", c'est sur le langage qu'a porté notre analyse pour repérer un énoncé entre les deux paradigmes épistémologiques précédemment décrits. Si le problème posé en particulier par Vigotski (1934) et Morange (1985) et concernant le degré d'interaction entre le langage et la pensée n'est toujours pas complètement résolu, on peut cependant postuler que cette interaction n'est pas nulle et que, par conséquent, le discours reflète et organise en partie les modes de pensée sous-jacents. Rechercher au niveau des termes et des formes syntaxiques utilisés par un enseignant les **traces** d'un mode d'accueil et de traitement des informations qui vise la permanence des représentations ou des conceptions (PTDI) et celles d'un autre mode dont la finalité et de les rendre évolutives (PTSI), nous a paru alors pertinent.

L'idée d'analyser le discours d'enseignants de disciplines scientifiques nous est venue de notre expérience en formation continue d'enseignants de toutes disciplines ; celle-ci nous a laissé supposer de leur part un faible recul épistémologique alors qu'ils étaient en position de stagiaires. Nous avons choisi la biologie parce que c'est notre discipline d'origine et que nous sommes parallèlement engagés dans une recherche en didactique en ce domaine. Six classes réparties en trois niveaux (sixième, troisième et terminale) ont pour le moment fait l'objet de cette observation. Le choix des deux établissements (un collège et un lycée) a été fortuit. Tous les enseignants de cette matière dans les deux établissements, au nombre de quatre, se sont déclarés favorables à la présence dans leurs cours d'un observateur-didacticien dont ils espéraient des conseils. Chacun d'entre eux a plus ou moins fortement le sentiment d'innover sur le plan pédagogique et souhaite poursuivre dans cette voie. La mission de l'observateur n'a pas été complètement dévoilée aux enseignants, il leur a seulement été précisé que cette recherche concernait les représentations des élèves en relation avec la démarche scientifique, ce qui était également le cas. Mais l'objectif était d'abord d'observer les déplacements éventuels des propos de l'enseignant entre les paradigmes dogmatique et scientifique.

Des observations menées sur le terrain par Yves Rancoule, il ressort que le "discours pédagogique scientifique" est entrecoupé d'"irruptions dogmatiques", cela à des degrés divers chez les quatre enseignants et sans apparemment qu'ils s'en rendent compte. Quelques exemples de ces enclaves de trai-

observations de  
classes de  
sixième, troisième  
et terminale

des exemples du  
traitement  
dogmatique des  
informations...

tement dogmatique des informations sont évoquées ci-dessous.

Exemples d'énoncés implicites :

... à propos de la 1<sup>ère</sup> attitude...

Le professeur : "Vous voyez la trace laissée par la patte postérieure...?" Un élève : "du lapin !" Le professeur : "...postérieure droite !". Question de contrôle : "Comment appelle-t-on un animal qui se déplace sur deux pattes ?" Réponses de certains élèves : "un kangourou, un homme, une poule..." Cinq sur trente-sept ont deviné la réponse attendue : "un bipède". Une question plus explicite aurait été : "Comment appelle-t-on la capacité à se déplacer avec les membres postérieurs ?".

Exemples de dogmatismes :

... de la 2<sup>ème</sup> attitude...

Une histoire d'amidon, un élève : "j'ai une coloration bleu-marine" le professeur : "non, c'est une coloration violette !". Au microscope, un élève : "Madame moi j'ai un truc bizarre !" le professeur : "normalement, tu ne dois pas avoir de truc bizarre !"

A propos du rôle des nerfs, un élève : "mais on ne le sent pas tout de suite quand on se brûle !" le professeur : "c'est plus compliqué, on le verra après !" À une question fondamentale d'un élève de terminale : "Qu'est-ce qui dit à une cellule qu'elle doit se diviser ?" le professeur, après un long détour ne relevant pas de la question posée, ajoute : "la levée des dormances dans les racines sera vue en cours plus tard..."

Exemples de systématiques :

... de la 3<sup>ème</sup> attitude...

"Seuls les rapaces régurgitent ce qu'ils ne peuvent digérer" et une autre : "Ça n'a pas marché avec vos collègues, je ne vois pas pourquoi ça marcherait avec vous!"

Exemples de projection :

Un professeur : "Le bois secondaire vous devez le repérer (au microscope) sinon c'est grave !" et un autre professeur à propos de la transmission génétique : "Et c'est comme ça jusqu'à Adam et Eve !"

On observe des attitudes contradictoires, un même enseignant peut ainsi dire à un moment : "Je vous mettrai tout à l'heure des petites croix sur ce qu'il faut regarder !" et à un autre moment, laisser ses élèves de terminale, sans aucune indication ou question-problème à résoudre pendant quinze minutes, "observer" une goutte de lait au microscope. Certains élèves ont ainsi vu des microbes, des molécules, des granules, des trucs qui bougent... Voici un extrait des échanges verbaux ayant eu lieu pendant "cette séance d'observation" :

- un élève : "Je vois quelque chose, je sais pas si c'est ça !"
- un autre élève : "J'en vois de plus gros !"
- un autre élève : "Je suis tout au fond et je vois rien !"
- un autre élève : "Pas grand-chose !"
- un autre élève : "Ah ! ça y est, ça bouge ! Ça va vite !"
- un autre élève : "Qui est-ce qui a réussi à choper quelque chose de jaune ?"
- un autre élève : "C'est trop clair, on voit rien !"
- un autre élève : "Je la vois la bulle d'air !"

... de la 4<sup>ème</sup> attitude

- un autre élève : "C'est ça ? Ça bouge pas !"
- le professeur : "Passez au grossissement 20 !"
- un élève : "Ça bouge madame !"
- un autre élève : "Tout bouge !"
- un autre élève : "Je vois des granulés !"
- un autre élève : "Si on veut le faire bouger, il faut appuyer dessus !"
- un autre élève : "Ça bouge par plaques !"
- un autre élève : "Je vois la bulle d'eau !"
- un autre élève : "Des trucs qui bougent, des microbes !"
- le professeur : "Il est UHT !"
- un élève : "Tu as trouvé quelque chose ?"
- le professeur : "Vous avez trouvé quelque chose ?"
- un élève : "Moi, oui !"
- un autre élève : "Qu'est-ce qu'il faut regarder ?"
- le professeur : "Du lait !"
- un élève : "on voit des grains !"
- un autre élève : "Ça bouge parce que c'est liquide !"
- un autre élève : "Des molécules !"
- le professeur : "Trop petit !"

L'enseignant a alors interrompu la séance d'observation au microscope, **personne** n'avait vu **ce** qu'il fallait voir : des gouttelettes de lipides. Dans de telles situations où les propositions des apprenants ne sont pas prises en compte, il arrive que les élèves se découragent et se taisent ou alors quelquefois qu'ils protestent : "Qu'est-ce qu'on veut mettre en évidence ?".

recherche des  
indicateurs  
révélateurs du  
traitement  
dogmatique

Ces diverses inclusions de pensée dogmatique ne sont pas rares mais ne sont pas non plus majoritaires dans le discours des enseignants ; actuellement nous tentons d'évaluer la fréquence. Ce travail nous amène maintenant, à travers une étude qui emprunte à la linguistique certains de ses outils, à tenter d'identifier des indicateurs révélateurs d'un traitement dogmatique ou non-dogmatique, sachant qu'il n'y a pas de frontière nette mais une graduation entre deux extrêmes. De cette étude portant sur des tranches de cinquante minutes de discours pédagogique scientifique (Rancoule et Favre, 1993, cf le tableau ci-après), nous avons pu remarquer qu'en dehors des irrptions dogmatiques précédemment évoquées, il existait également un emploi massif du **verbe être au présent de l'indicatif**. Parallèlement, l'emploi du mode conditionnel qui relativise la pensée et des formules qui retiennent le jugement ("il semble, peut-être, pour le moment, à ma connaissance, certains chercheurs pensent que...") était presque inexistant. Le dogmatisme du discours pédagogique se trouve également renforcé par le **recours à la troisième personne du singulier** : "la non-personne" (Benveniste, 1966), l'absence du "je", des marques de l'énonciateur, ayant pour effet d'imposer davantage le propos énoncé.

Nous estimons que ces pratiques langagières peuvent entraîner chez les apprenants une tendance à penser que

## Localisation schématique des caractéristiques des documents oraux

**Paradigme de traitement dogmatique  
des informations**

**Paradigme de traitement scientifique  
des informations**



**Énoncés implicites**

**Énoncés explicites**

Blocs d'informations "clos".	Connexions avec le discours passé et futur et avec celui d'autres disciplines.
Juxtaposition d'énoncés.	Conjonctions de coordination liant les énoncés.
Emploi de "ON".	Repérage de qui "on" désigne.
Lacunes...	Explicitation, formulation, reformulation distinction, classification.

**Dogmes et opinions**

**Énoncés sous formes  
d'hypothèses et de modé-  
lisations provisoires**

Verbes au présent et importance du verbe être.	Emploi d'autres modes, en particulier le conditionnel.
Questions dont on connaît la réponse.	Questions dont on ignore la réponse.
Idees reçues, opinions atemporelles.	Identification du caractère temporaire de l'énoncé.
Présentations ou demandes d'affirmations.	Présentation de formulations d'hypothèses.
"Vertus" de l'observation.	Relativité de l'observation.

**Généralisations abusives**

**Domaine de validité  
repéré**

Usage direct de conventions.	Présentation de conventions.
Définitions sans domaine de validité ; lois de portées universelles ; amalgames.	Domaine de validité ; contre exemple et différenciations. Cas de figures prévisibles. Liste de propriétés. Descriptions de conditions.
"Double - bind" non formulés.	Distinction des niveaux des "paradoxes".
Généralisation systématique.	Généralisation contextualisée.

**Attitudes projectives**

**Attitudes réflexive**

Polarisation en référence externe.	Polarisation en référence interne.
Valeurs morales non exposées.	Positionnement éthique.
"Tu" de catégorisation ( "tu es..." ).	"Tu" de prise en compte réflexive de la réalité d'autrui ( distinction entre la personne et sa production ).
Projections, jugements affectifs, esthétiques.	Emploi de "je". Introduction du sujet dans le discours.
Attribution d'intentions à autrui.	

les remarques  
non attendues  
des élèves  
semblent  
écartées

risque de  
transmettre aux  
apprenants un  
message  
paradoxal

les connaissances acquises ont très majoritairement un caractère définitif et absolu. Les enseignants observés ne nous ont pas semblé cependant très différents sur le plan professionnel de ceux que nous avons l'habitude de rencontrer ; de plus ceux-ci font des tentatives souvent réussies pour présenter leur enseignement ou les contrôles sous un jour nouveau et attrayant, ils essaient telle méthode, modifient leur façon d'enseigner en fonction de tel concept pédagogique, ils font plutôt partie, à notre avis, des enseignants qui se remettent en question. C'est au niveau de leurs représentations que nous sommes actuellement tentés de trouver une explication à ce phénomène qui semble leur échapper. Il nous semble que pour l'enseignant, dans les cas observés, seule la solution à laquelle il pense, la réponse qu'il connaît, à la fois existe et possède une légitimité scientifique. L'enseignant porte alors projectivement des jugements de valeur sur les énoncés des élèves parce qu'il n'a pas obtenu la réponse qu'il attendait, et l'apprentissage de la démarche scientifique par les élèves n'a plus sa place. A ce stade d'analyse, on peut faire l'hypothèse que la représentation qu'il s'est faite de l'acte d'enseigner à travers sa propre expérience d'élève doit être prégnante. Ne reproduirait-il pas plus ou moins le modèle d'enseignant qu'il a connu sans avoir le recul épistémologique suffisant pour en prendre conscience ? Si ce phénomène de chevauchement des deux paradigmes à l'intérieur du discours de l'enseignant est correctement analysé, on peut se demander quels effets pourrait avoir chez les apprenants la non-congruence du message de l'enseignant. Quelle représentation vont-ils eux-mêmes se construire du mode de pensée scientifique s'ils reçoivent ce message paradoxal : "je fais de la science donc je dogmatise" ?

Pour prévenir cela, deux types de remédiations pourraient être envisagées :

- 1°) inciter les enseignants à prendre conscience de leurs représentations relatives à l'acte d'enseigner, à l'autorité, à l'erreur (Favre, 1991b), aux théories naïves ou empiriques de l'apprentissage et interroger la représentation qu'il se font d'une personne humaine ;
- 2°) leur proposer un entraînement spécifique à la démarche scientifique afin de leur permettre d'acquérir une "sensibilité épistémologique" à leur propre discours.

### **3. UN ENTRAÎNEMENT À LA DÉMARCHE SCIENTIFIQUE**

C'est ce deuxième type de remédiation que nous nous proposons de développer maintenant. La modélisation théorique présentée au paragraphe 1 a permis d'élaborer sur le plan pratique un dispositif pédagogique utilisable en forma-

tion initiale et en formation continue. Ce dispositif porte sur le langage et il est basé sur la **reconnaissance** et la **transformation** d'énoncés a-disciplinaires (2).

Il s'agit pour l'apprenant d'identifier l'énoncé comme une hypothèse ou une systématique ou une projection ... puis de le transposer formellement dans le paradigme opposé.

un apprentissage  
visant à  
reconnaître et  
transformer les  
énoncés...

Par exemple l'énoncé suivant : *"la force musculaire des femmes est inférieure à celle des hommes"* devra être reconnu comme un dogme ou un préjugé mais surtout une systématique, sa transformation progressive (entraînant le déplacement du curseur sur l'axe du ou des différentiels concernés) dans le paradigme TSI deviendra : *"en général, la force musculaire des femmes est..."* puis en recherchant des contre-exemples on précisera le domaine de validité *"en général, à âge comparable, la force musculaire des femmes est..."* puis *"en général, à âge, poids, ethnies comparables, la force musculaire des femmes est..."*. Au fur et à mesure que l'on précise le domaine de validité on est amené à élaborer des hypothèses à basse teneur en projection du type : *"à âge, poids, ethnies comparables, les muscles des femmes contiendraient-ils moins de cellules musculaires que ceux des hommes ?"* ou bien *"une cellule musculaire féminine aurait-elle moins de puissance contractile que celle d'un homme ?"*. Autre exemple, le : *"tu vas tomber !"* dit projectivement par un parent à un enfant pourra devenir réflexivement dans le paradigme TSI : *"j'ai peur que tu tombes !"*.

Autre exemple de projection que l'on peut transformer progressivement en utilisant les quatre différentiels : *"cette expérience ne marche pas !"* identifiable comme à la fois une projection, une systématique et une opinion, peut devenir : *"je n'ai pas obtenu les résultats que j'escomptais !"* (plus réflexif) puis en précisant le contexte : *"jusqu'à présent, avec ce protocole expérimental..."* et en introduisant la notion d'hypothèse dans la phrase, on a un énoncé également plus explicite : *"il me semble que jusqu'à présent, avec ce protocole expérimental... je n'ai pas obtenu les résultats que j'escomptais !"*. La transformation d'énoncés peut exister également dans l'autre sens ainsi par exemple l'hypothèse : *"certains cancers du tube digestif seraient corrélés pour certains individus avec le mode d'alimentation"* peut devenir dans le paradigme TDI la croyance et la systématique suivante : *"c'est dans l'assiette qu'on fabrique son cancer !"*.

Des enseignants qui se seraient entraînés à transposer d'un paradigme à l'autre leurs énoncés pourraient ensuite inciter les élèves à se familiariser avec les attitudes de la démarche scientifique. À titre d'exemple, on pourrait ainsi imaginer un maître de l'enseignement primaire sensibiliser ses élèves à la notion de certitude et à celle de vérité. À propos d'une information comme *"la pollution augmente sur la Terre"*, il pour-

---

(2) A-disciplinaire signifiant pris dans le registre des connaissances qui ont un sens pour la majorité des gens

rait poser la question suivante à ses élèves : *"pouvez-vous me dire ce que c'est pour vous la pollution ?"*... (sensibilisation au premier différentiel et incitation à expliciter). Il pourrait ajouter ensuite : *"êtes-vous vraiment certains que la pollution augmente, à peu près certains, moyennement certains, en doutez-vous ?... alors comment le diriez-vous maintenant ?"*... (sensibilisation au deuxième différentiel et incitation à se distancier de l'information). Et continuer ainsi : *"avez-vous observé vous-même la pollution ? si oui, sous quelle forme ? si non, qui vous en a parlé : vos parents, la télévision, le journal ?"*... (sensibilisation au troisième différentiel et incitation à rechercher le domaine de validité de l'information). Pour enfin aborder la place de l'émotivité dans le traitement d'une telle information : *"la pollution vous fait-elle peur ? que craignez-vous ? que faisons-nous avec les événements qui nous font peur ? nous les exagérons, nous les minorons ?"*... (sensibilisation au quatrième différentiel et incitation à prendre en compte la subjectivité plutôt que de l'ignorer). En permettant de développer une sensibilité épistémologique à la qualité des énoncés, un tel questionnaire, s'il ne restait pas isolé dans l'enseignement du maître, amènerait sans doute progressivement les enfants à prendre conscience de leur mode de pensée (dogmatique ou non dogmatique). On peut espérer que cette sensibilisation portant sur le langage amènera les élèves à mieux se représenter une connaissance scientifique comme un "savoir en devenir", susceptible par sa nature épistémologique d'être modifié, et facilitera leur appropriation des concepts à travers les successions de systèmes de représentation que présente au fil des classes l'enseignement scientifique (Favre, 1990b).

... pour acquérir  
une sensibilité  
épistémologique

Nous avons commencé à tester cet apprentissage de la démarche scientifique auprès de différents publics d'étudiants (Favre, 1990a) et d'enseignants (Favre et Bastien, article soumis pour publication) et plusieurs études en cours ont pour objectif de mesurer sa pertinence et sa portée auprès d'élèves d'âges divers. D'ores et déjà, l'intérêt de cet entraînement à reconnaître ses pensées ou celles d'autrui entre deux extrêmes épistémologiquement opposés réside dans la transférabilité de cette capacité vers d'autres champs cognitifs. Cette transférabilité serait favorisée, selon nous, par l'utilisation dans cet apprentissage d'énoncés a-disciplinaires pris dans le registre de la pensée commune non-spécialisée.

A l'inverse, nous avons pu observer plusieurs fois que des "chercheurs scientifiques" et même certains didacticiens avaient des difficultés, équivalentes à celles d'un "non-scientifique", pour transposer d'un paradigme à l'autre des énoncés a-disciplinaires.

des difficultés à  
transformer les  
énoncés...

Pour tenter d'expliquer cette difficulté à réaliser des transformations d'énoncés entre les paradigmes PTDI et PTSI, nous avons émis plusieurs hypothèses.



... différentes  
hypothèses pour  
les expliquer

- En recherche règneraient encore des représentations réductrices (cf l'introduction) et dogmatiques de la pensée scientifique. Par conséquent la plupart des chercheurs ont à notre connaissance l'impression de "faire aussi de la science" lorsqu'ils tentent par leur recherche de "confirmer le connu". Les chercheurs, en général, ne semblent pas distinguer clairement les deux paradigmes : ils peuvent élaborer des hypothèses (2ème attitude PTSI) tout en cherchant à confirmer les théories ambiantes (3ème attitude PTDI) ou expliciter (1ère attitude PTSI) tout en justifiant des préférences (2ème attitude PTDI). Le mouvement dialectique entre le PTDI et le PTSI peut passer ainsi inaperçu aux yeux des chercheurs.

- Nombre de chercheurs ont appris la démarche scientifique à travers l'application de procédures ou de méthodes dans un champ disciplinaire restreint sans référence à une épistémologie scientifique, ce qui rend difficile la transférabilité de ces capacités vers un autre champ.

- Il ne nous paraît pas évident qu'un chercheur, ayant peu ou pas de formation en ce domaine, soit conscient de ce qu'il fait d'un point de vue épistémologique lorsqu'il :

- a) pose différemment une question ou un problème,
- b) l'explique davantage,
- c) recherche des contre-évidences,
- d) se questionne sur son intérêt personnel à choisir tel protocole ou tel résultat plutôt qu'un autre.

Il n'est pas certain par ailleurs que ces quatre attitudes cognitives soient pratiquées conjointement.

- Quinze années de recherche dans le cadre des neurosciences ont convaincu Daniel Favre que l'activité de pensée des chercheurs est assez rarement située dans le PTSI, suffisamment toutefois pour faire évoluer les théories et les modèles actuels. Ces activités de pensée dans le PTSI paraissent individuelles dans une première étape, souvent associées à un état de crise momentané ou à une déstabilisation assez mal vécue et non reconnues comme telles par les chercheurs. De plus, la publication des résultats, présentant la recherche comme une démarche logique, lisse et linéaire, ne les mentionne pas.

En résumé, si des chercheurs peuvent avoir des difficultés à transposer d'un paradigme à l'autre des énoncés a-disciplinaires, c'est peut-être parce que les attitudes cognitives qu'ils adoptent dans leur activité de recherche ne semblent pas, pour toutes les raisons précédentes, reconnues comme des savoir-faire conscients et sont ainsi difficiles à décontextualiser.

Participant à la formation des enseignants, les enseignants-chercheurs leur communiqueraient leur façon de se représenter la science, ce que semblent corroborer les observations précédentes (paragraphe 2).

#### 4. DISCUSSION ET CONCLUSION

notre approche  
confrontée à  
celle de différents  
travaux socio-  
anthropologiques

Ayant été très intéressés par les travaux socio-anthropologiques de Kuhn (1962) et surtout de Latour et Woolgar (1979) et Latour (1989), nous souhaiterions les confronter avec notre approche plus centrée sur l'observation de l'individu. L'observation des activités scientifiques des chercheurs a permis à ces derniers auteurs de distinguer "la science en train de se faire" de "la science toute faite" qui est ensuite communiquée. Ils montrent comment le "contexte de la découverte" va être assez rapidement remplacé par le "contexte de la justification". Or dans ce contexte, "*la construction des faits et des machines est un processus collectif*" (Latour, 1989 p. 47) et l'intervention de la subjectivité peut être l'objet de critiques de la part de la communauté scientifique, il faut donc la faire disparaître ! Beaucoup d'énergie sera ainsi déployée pour pouvoir produire des faits inattaquables, "...*Il résulte de la construction d'un fait qu'il apparaît à tout un chacun comme n'ayant pas été construit.*" (Latour et Woolgar, 1988 p. 256). La construction des faits scientifiques subit les effets de la pression du groupe local, de celle de la collectivité internationale, des sources de crédits, des phénomènes de mode, ce qui amène les auteurs à se positionner "*en faveur de la suspension d'une distinction entre le sens commun et le raisonnement scientifique*" (op. cit. p. 274).

Si le constat fait par ces auteurs semble bien refléter des modes de relation existant entre les chercheurs actuels, cela infirme-t-il pour autant la distinction épistémologique que nous avons essayé d'établir entre deux modes d'accueil et de traitement des informations (PTDI et PTSI) ? A notre avis non, car elle tente de rendre compte des **déplacements intra-subjectifs** existant aussi bien chez le chercheur scientifique que chez l'enseignant ou l'apprenant, déplacements difficiles à percevoir si l'exposition de la subjectivité est encore aussi mal tolérée. Il ne fait pour nous aucun doute que la reconstruction a posteriori (dans les publications ou à des fins pédagogiques) des "découvertes scientifiques" contribue à occulter la réalité de l'activité des chercheurs dans le PTSI. Par ailleurs, la représentation que l'on se fait de la place de la subjectivité dans la science évolue actuellement. Schiff (1992) nous invite à prendre en compte consciemment cette subjectivité : "*En tant que chercheur, je ne pense pas que le problème soit d'éliminer ma subjectivité, mais de lui donner la place qui lui revient dans les différentes phases de la recherche...*" (cf aussi note p. 148). Cette prise en compte, qui nous amène à renoncer au mythe de "l'objectivité pure" peut devenir alors à son tour un **critère de scientificité** au même titre que le sont les précautions d'ordre méthodologique. Ce critère de scientificité relève directement du paradigme de traitement scientifique des informations (quatrième attitude).

prendre en  
compte la  
subjectivité :  
un critère de  
scientificité ?

Si, en rapport avec le regard sociologique précédent, on pourrait discuter le bien-fondé de l'emploi du terme "scientifique" pour caractériser l'un des deux modes de traitement de l'information décrit précédemment, il n'en reste pas moins que la modélisation que nous avons conçue avec une approche épistémologique centrée sur l'individu permet à notre sens, au chercheur (3) comme à l'apprenant, de prendre conscience de ses déplacements entre un mode de fonctionnement cognitif qui vise le maintien de nos représentations et un autre qui vise leur remise en question.

Chez les enseignants cette sensibilité épistémologique pourrait relever d'un processus de prise de conscience ou "réflexion distanciée" sur leurs propres démarches qui aurait des effets similaires, au niveau de la régulation des actions à l'intérieur de tâches complexes, à ceux observés par Peterfalvi (1991), dans le cas des élèves. L'acquisition de cette sensibilité nous paraît constituer un facteur de progrès pour l'enseignant dans la mesure où il s'assure une meilleure maîtrise du contexte épistémologique dans lequel il peut participer à la "*transposition didactique du savoir savant en savoir enseigné*" (Chevallard, 1985) et proposer ainsi aux apprenants un enseignement dont la forme et le fond seraient plus cohérents. Sans le feed-back conscient développé au terme de cet apprentissage, on peut supposer que, lorsque nous sommes moins attentifs, moins présents à la situation pédagogique ou plus stressés et dans l'urgence, puissent se manifester des formes plus anciennes de comportements cognitifs responsables des dogmatisations que nous avons précédemment décrites. Johsua et Dupin (1989 p. 130-31) ont analysé également différents modes de débats scientifiques pouvant exister en classe de physique. Les interventions du professeur ne sont pas neutres : à titre d'exemple, ses prises en compte sélectives de certaines remarques "attendues", émises par les élèves, et l'écartement des autres, oriente et ainsi dogmatise le débat. Les auteurs remarquent que cette influence professorale dogmatisante est moindre dans les classes où existent entre les élèves des débats réels portant sur la validité des explications scientifiques. Nos propos ne visent pas à préconiser l'évitement de tout dogmatisme dans l'enseignement ou la recherche d'une neutralité de la part de l'enseignant, le voudrions-nous que ce ne serait pas possible ; mais nous souhaitons avoir montré l'intérêt d'en prendre conscience et d'acquérir une sensibilité épistémologique, afin que la dogmatisation du discours de l'enseignant, en se produisant malgré lui et à son insu, ne fasse pas obstacle à ses projets d'enseignement et d'éducation si ceux-ci visent l'appropriation continue de connaissances scientifiques et la décontextualisation de la démarche scientifique.

utiliser un  
dispositif  
pédagogique  
pour mettre en  
cohérence le  
fond et la forme  
dans un  
enseignement  
scientifique

---

(3) Terme désignant toute personne s'adonnant à une recherche rémunérée ou non.

Proposé parallèlement comme un objet d'étude aux apprenants, cette **familiarisation** avec les attitudes cognitives de la démarche scientifique pourrait leur permettre d'acquérir, eux aussi, un sentiment de sécurité, non plus fondé sur la conservation d'un connu immuable et statique, mais sur l'aptitude à traiter dynamiquement des informations nouvelles et à remanier leurs représentations. Cette capacité à surmonter des "ruptures épistémologiques" évoquées par Bachelard (1938) et à évaluer le contexte épistémologique de son activité mentale devrait se traduire par une dépendance moindre par rapport aux contextes des différents apprentissages et pourrait favoriser globalement les situations d'apprentissage (Favre, 1993). Un tel apprentissage de la démarche scientifique va, nous semble-t-il, dans le sens préconisé par Désautels (1989) lorsqu'il exprime "... il sera à notre avis nécessaire d'intégrer à nos stratégies pédagogiques des activités qui visent explicitement à favoriser chez les élèves une réflexion sur leur propre savoir et ses modes de production." et par Fourez (1992) lorsqu'il souhaite intégrer "une formation épistémologique" au sein du projet d'alphabétisation scientifico-technique. Cet apprentissage pourrait en effet contribuer à faire émerger dans le sens plus restreint défini par Drouin (1991) ce que serait un "élève épistémologue". L'acquisition de ces capacités cognitives, ou peut-être même métacognitives en se référant à Noël (1991), pourrait également fournir la possibilité à l'apprenant de mieux "résister" à l'effet, qu'on peut imaginer inhibiteur sur la motivation, d'un enseignement scientifique qui trop souvent, dans la pratique, associe paradoxalement des modes d'apprentissage explicites et implicites basés sur des paradigmes opposés (PTDI et PTSI) et non reconnus comme tels par les apprenants comme par les enseignants.

A la question posée par le titre de cet article : "Peut-on décontextualiser la démarche scientifique ?", on peut répondre par l'affirmative dans la mesure où la modélisation des attitudes cognitives que nous avons produite ne fait plus dépendre la démarche scientifique d'un contexte particulier de recherche ou de discipline. L'apprentissage proposé ici utilisant cette modélisation et une base d'énoncés a-disciplinaires devrait permettre une meilleure transférabilité de la démarche scientifique vers des contextes plus spécialisés.

Daniel FAVRE  
 Yves RANCOULE  
 Laboratoire de modélisation  
 de la relation pédagogique  
 Université de Montpellier II

## BIBLIOGRAPHIE

- ASTOLFI (J.P.) et DEVELAY (M.) 1989. *La didactique des sciences*. QSJ n° 2448. Ed. PUF, Paris.
- BACHELARD (G.) 1938. *La formation de l'esprit scientifique*. Ed. Vrin, Paris.
- BENVENISTE (E.) 1966. *Problèmes de linguistique générale*. Vol. n°1. Gallimard, Paris.
- CHEVALLARD (Y.) 1985. *La transposition didactique*. Ed. La pensée sauvage, Grenoble.
- DÉSAUTELS (J.) 1989. "Développement conceptuel et obstacle épistémologique", in *Construction des savoirs, obstacles et conflits*, N. Bednarz et C. Garnier dir., Agence d'Arc. CIRADE, Ottawa, p. 258-267.
- DROUIN (A.M.) 1991. "A propos de l'expression : l'enfant épistémologue". *ASTER*, n°12, pp. 27-37.
- FAVRE (D.) 1990a. "Production de savoirs en relation avec l'acquisition des attitudes spécifique de la démarche scientifique". *Actes du 1er Colloque International de Tours "La formation par production de savoirs"*, 1-2 octobre.
- FAVRE (D.) 1990b. "Démarche scientifique et mobilités des représentations", *Actes du Colloque International de la Société Française de Chimie "Les représentations : méthodes et résultats"*, La Grande-Motte, 26-31 novembre, pp. 7-16.
- FAVRE (D.) 1991a. "Démarche scientifique et pédagogie". *Transversales Science/Culture*, n° 8, pp. 12-13.
- FAVRE (D.) 1991b. "Conception de l'évaluation et rupture épistémologique". *Actes du colloque international de l'AFIRSE : "Les évaluations"*, 9-10 mai, Carcassonne, pp. 93-97.
- FAVRE (D.) 1993. "L'introduction de la démarche scientifique dans l'acte pédagogique peut-elle favoriser l'acquisition de nouvelles représentations ?" *Actes des journées d'études du Groupe Inter-universitaire de Recherche en Formation et en Education*. 13-15 janvier 1992, Montpellier (à paraître).
- FOUREZ (G.) 1992. "Alphabétisation scientifique et technique et îlots de rationalité", *Actes des XIV<sup>e</sup> Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique de Chamonix* : pp. 45-56.
- GIORDAN (A.) et DE VECCHI (G.) 1987. *Les origines du savoir : des conceptions des apprenants aux concepts*. Eds. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel-Paris.

JOHSUA (S.) et DUPIN (J.J.) 1989. *Représentations et modélisations : le "débat scientifique" dans la classe et l'apprentissage de la physique*. Ed. Peter Lang, Berne, Francfort, New-York, Paris.

KUHN (T.S.) 1962. *La structure des révolutions scientifiques*. Flammarion (trad. fran.1983), Paris.

LATOUR (B.) 1989. *La science en action*. Ed. La Découverte, Paris.

LATOUR (B.) et WOOLGAR (S.) 1979. *La vie de laboratoire, la production des faits scientifiques*. Ed. La Découverte (trad. fran, 1988), Paris.

MORANGE (D.) 1985. "Quelques aspects des fonctions du langage dans la résolution de problèmes additifs". *Séminaire de didactique des mathématiques et de l'informatique 85-86*, pp. 3-38.

NOEL (B.) 1991. *La Métacognition*. Coll : Pédagogie en développement, Eds. De Boeck-Wesmael-Editions Universitaires, Paris.

PETERFALVI (B.) 1991. "Apprentissage de méthodes par la réflexion distanciée". *ASTER n°12*, pp. 185-217.

POPPER (K.) 1965. *Conjonctions and refutations*. Routledge and Keagan Paul Eds., London.

SCHIFF (M.) 1992. *L'homme occulté, le citoyen face au scientifique*. Les Ed. Ouvrières, Paris.

VIGOTSKI (L.S.) 1934. *Pensées et langage*. Ed. Sociales, (trad. fran, 1985), Paris.

# MODÉLISER LES ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES À L'ÉCOLE ÉLÉMENTAIRE ?

Marie-Anne Pierrard

*Les activités de classe en sciences à l'école élémentaire sont construites et décrites dans les travaux des équipes de l'INRP par référence à un modèle pédagogique par investigation-structuration. Est-il possible d'importer un autre modèle pédagogique (le modèle proposé par Britt-Mari Barth) pour décrire ou élaborer ces activités de classe ?*

*Dans un premier temps, les caractéristiques des modèles pédagogiques concernés sont précisées, puis des exemples d'activités de classe en sciences physiques à l'école élémentaire sont décrits au moyen du modèle pédagogique de Britt-Mari Barth. La faisabilité de l'application de ce modèle pédagogique est ainsi testée et discutée. Il apparaît que ce modèle peut être performant quand il s'agit de définir le concept visé par l'activité de classe, ou de préciser l'état d'avancement de sa construction par les élèves. Mais il ne prend pas en compte des aspects spécifiques aux activités scientifiques : importance des représentations initiales, des objectifs liés aux attitudes, aux savoir-faire, alors que le modèle par investigation-structuration le permet.*

De nombreuses situations d'apprentissage ont été mises en place et analysées en fonction de questions de recherche par les équipes "sciences-école élémentaire" de l'INRP. Elles ont conduit à l'élaboration progressive d'un modèle pédagogique qui fait l'objet d'un consensus de la part des membres de ces équipes, et bien adapté à l'enseignement des sciences à l'école élémentaire. Indépendamment, des réflexions sur l'apprentissage ont conduit des chercheurs à proposer des modèles d'apprentissage plus généraux, non spécifiques aux sciences. Je me propose de reprendre quelques situations d'apprentissage en les observant, en les analysant non plus en fonction des questions de recherche auxquelles elles avaient été soumises, mais sous l'éclairage de ces modèles d'apprentissage.

Je vais donc dans un premier temps rappeler les caractéristiques des modèles pédagogiques auxquels je ferai référence. J'en prendrai un en particulier, non spécifique à l'enseignement des sciences pour chercher à voir, en m'appuyant sur des exemples, s'il peut s'appliquer aux activités de classe en sciences à l'école élémentaire, et s'il y a des limites à son application.

## 1. LE CADRE THÉORIQUE DE RÉFÉRENCE

### 1.1. Le modèle pédagogique par investigation-structuration

Les équipes "sciences-école élémentaire" de l'INRP se réfèrent à ce modèle et s'appuient généralement sur lui pour construire des situations d'apprentissage en classe. J'en reprends ici seulement les caractéristiques essentielles (1). L'idée de fond sur laquelle il repose est que les élèves ne doivent pas (ne peuvent pas) seulement recevoir du savoir, mais doivent participer à son élaboration de façon à se l'approprier. Pour ce faire, il est essentiel :

prendre en compte les représentations initiales des élèves

donner du sens aux activités,

déboucher sur un acquis scientifique...

- de tenir compte des représentations des élèves, qui n'arrivent pas l'esprit vide de toute connaissance, sur les phénomènes étudiés ; il faut donc rendre possible l'expression, la confrontation, la remise en cause éventuelle de ces représentations ;
- de faire en sorte que l'apprentissage, et donc les activités aient un sens pour les élèves ; il faudra valoriser les attitudes de curiosité, de recherche, de prise de confiance en soi... : les échanges entre élèves aident à cette prise de sens de l'activité ;
- de faire en sorte que l'apprentissage aboutisse à un acquis scientifique, ce qui suppose des activités de verbalisation, de symbolisation, de prévision... permettant une abstraction, et de mise en relation de ces acquis entre eux, ou de remise en cause et modification de ces acquis conduisant à leur structuration.

Ce modèle pédagogique "amène à distinguer parmi les activités de classe, trois types d'activités essentielles et nécessaires, chacun caractérisé par le modèle d'apprentissage des enfants et le style pédagogique du maître." (2) :

... conduit à distinguer trois types d'activités de classe

- les **activités fonctionnelles**, qui ont leur propre logique interne et permettent des apprentissages spontanés, au cours desquelles l'enseignant est à l'écoute des élèves, pour faire émerger des problèmes à formuler et à résoudre ;
- les **activités heuristiques**, ou de résolution de problème, où le maître intervient en fonction des objectifs qu'il poursuit, mais laisse la plus grande part possible d'autonomie aux élèves ;
- les **activités systématiques**, dont le maître prend l'initiative, et qui visent à structurer les acquis ponctuels des élèves.

(1) J.-P. ASTOLFI, M. DEVELAY - *La didactique des sciences*- Collection Que sais-je ?- n° 2448 - Paris - P.U.F. 1989.

(2) *Activités d'éveil scientifiques à l'école élémentaire*- V Démarches pédagogiques en initiation physique et technologique- n° 108- Collection Recherches Pédagogiques- INRP - 1980 - p. 91.



Le modèle par investigation-structuration fournit ainsi un moyen de lire les activités de classe, et permet à l'enseignant de situer, de donner du sens à ses interventions.

Les activités, que je reprendrai d'articles, de comptes rendus de recherche ou de rapports internes de l'INRP ont été construites en se référant à ce modèle.

## 1.2. Le modèle pédagogique de Britt-Mari Barth

Dans son ouvrage *"L'apprentissage de l'abstraction"* (3), après avoir distingué la structure d'un concept et la démarche intellectuelle qui permet de l'acquérir, la conceptualisation en différenciant formation et acquisition des concepts (voir le schéma reproduit ci-après). La formation est un processus naturel qui s'appuie sur des classifications, des similarités et des discriminations qui permettent de comprendre le monde en l'organisant. Les concepts ainsi construits ne sont pas objectifs, ils vont le devenir avec le temps par une confrontation avec les autres et avec l'expérience qui conduit à les modifier, à les remodeler. L'acquisition des concepts consiste à "identifier la combinaison d'attributs selon laquelle un concept est déjà défini" : il s'agit alors de savoir reconnaître les bons exemples des contre-exemples de ce concept dans une liste.

Elle propose alors des stratégies d'enseignement s'appuyant sur ces processus de conceptualisation en repérant trois phases :

- une **phase d'observation-exploration** au cours de laquelle les élèves ont droit à l'erreur, l'enseignant les guide au moyen d'exemples et de questions, et qui vise à déterminer les attributs du concept étudié ;
- une **phase de représentation mentale** au cours de laquelle l'enseignant évalue le niveau de l'acquisition et intervient pour faire préciser les attributs du concept si nécessaire (évaluation formative), les élèves doivent reconnaître les exemples du concept et les contre-exemples en justifiant leurs réponses ;
- une **phase d'abstraction** où on cherche à vérifier que *"l'acquisition est transférable dans un autre contexte"*.

Comme dans le modèle précédent, le repérage des différentes phases des activités de classe doit permettre à l'enseignant de mieux situer ses interventions.

## 1.3. L'apprenant au cœur de l'apprentissage

Les deux modèles précédents accordent à l'élève une place active dans l'apprentissage. Cette idée se trouve confortée par les travaux de nombreux chercheurs, qui mettent au cœur de l'apprentissage l'apprenant. Je citerai par exemple

(3) B.-M. Barth- *L'apprentissage de l'abstraction* - Paris - Retz - 1987.

la description du processus de conceptualisation...

... permet de repérer trois phases dans la construction de concepts en classe

**STRATÉGIE D'ENSEIGNEMENT "ACQUISITION D'UN CONCEPT" (schéma résumant le modèle)**

<p><b>PHASE 1</b> (Bruner mode enactif)            Élève :</p>	<p><b>OBSERVATION-EXPLORATION</b>            Enseignant : structuration</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- donner les règles du jeu</li> <li>- présenter les exemples</li> <li>- faire la liste des attributs proposés au fur et à mesure</li> <li>- tenir la liste à jour</li> <li>- feed-back neutre</li> <li>- revoir et vérifier les attributs valides</li> </ul>	<p><b>ACTIONS DE L'ENSEIGNANT</b>  <b>QUESTIONS ELUCIDANTES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- décrivez ce que vous avez vu, lu, entendu...</li> <li>- reformulez</li> <li>- qu'est-ce que les exemples positifs ont d'autre en commun ?</li> <li>- à quoi ça sert ?</li> <li>- d'où cela vient-il ?</li> <li>- comparez les exemples positifs et négatifs, quels contrastes vous frappent ?</li> <li>- quelles caractéristiques sont toujours valables ?</li> </ul>	<p><b>ACTIONS INDUITES CHEZ L'ÉLÈVE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rechercher des attributs</li> <li>- clarifier, expliciter</li> <li>- rechercher des attributs manquant</li> <li>- porter l'attention sur certains aspects</li> <li>- identifier les contrastes</li> <li>- identifier les similarités</li> </ul>	<p><b>OPÉRATIONS MENTALES INDUITES CHEZ L'ÉLÈVE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- percevoir</li> <li>- donner une signification aux sensations</li> <li>- discriminer</li> <li>- comparer</li> <li>- contraster</li> <li>- relier une observation à une autre</li> <li>- inférer</li> <li>- vérifier l'inférence</li> <li>- abstraire</li> </ul>
<p><b>PHASE 2</b> (Bruner mode iconique)            Élève :</p>	<p><b>PRÉSENTATION MENTALE</b>            Enseignant : Vérification des niveaux d'acquisition</p>	<p>est-ce que cet exemple est un "OUI" ou un "NON" pourquoi ?</p>	<p>identifier les attributs essentiels            montrer des relations            formuler une justification</p>	<p>faire des hypothèses            vérifier des hypothèses            définir</p>
<p><b>PHASE 3</b> (Bruner mode symbolique)            Élève :</p>	<p><b>ABSTRACTION, GÉNÉRALISATION</b>            Enseignant : évaluation finale : évaluation du transfert</p>	<p>inventez un exemple "OUI" pourquoi est-ce un "OUI" ?            trouvez un exemple très différents            localisez un exemple positif dans un autre contexte</p>	<p>généraliser les exemples            formuler une justification            générer des exemples dans un autre contexte            identifier des exemples dans un autre contexte</p>	<p>généraliser, conceptualiser            opérer un transfert</p>

Philippe Meirieu (4) qui insiste sur le fait que l'apprentissage emprunte des voies variées selon les individus et que un des moyens pour permettre un apprentissage est de mettre les élèves dans des situations-problèmes : la situation-problème n'est pas tout et la connaissance ne va pas en sortir comme par miracle, mais elle *"met le sujet en route, l'engage dans une interaction active entre la réalité et ses projets, interaction déstabilisant et restabilisant, grâce aux décalages introduits par le formateur, ses représentations successives ; et c'est dans cette interaction que se construit, souvent irr rationnellement, la rationalité"* (p. 64).

dans les deux modèles, l'apprentissage est individualisé

Il relève aussi la différence qui existe entre un comportement observable qui pourrait indiquer qu'il y a eu apprentissage et l'opération mentale qui régit tout apprentissage et qui, elle, est inobservable ; pourtant un apprentissage n'est possible que si cette opération a lieu, c'est elle qui donne sens à l'apprentissage et aux activités scolaires. Il aboutit ainsi à une définition de l'apprentissage, à *"un modèle individualisé de l'apprentissage"*. *"Il y a situation d'apprentissage quand on s'appuie sur une capacité pour permettre l'acquisition d'une compétence ou sur une compétence pour permettre l'acquisition d'une capacité. On peut alors nommer "stratégie" l'activité originale que déploie le sujet pour effectuer cette acquisition"*. La conséquence est qu'il faut nécessairement partir du sujet tel qu'il est et avec ce qu'il sait, mais aussi lui permettre d'essayer de nouvelles stratégies de façon à accroître ses compétences et capacités.

dans le modèle de B-M Barth, le concept est au point de départ de l'activité

Je choisis d'utiliser, de tester les modèles par investigation-structuration et de Britt-Mari Barth parce qu'ils fournissent une grille de lecture des activités de classe et du comportement de l'enseignant élaborée de façons très différentes. Dans le modèle de Britt-Mari Barth, le concept constitue le point de départ de l'activité construite par l'enseignant, puisqu'il s'agit pour les élèves de reconnaître l'outil conceptuel, puis de le désigner et de le faire fonctionner, tandis que dans le modèle par investigation-structuration, la structuration vers le concept, est finale. C'est donc un renversement de point de vue et il me paraît intéressant, dans des activités où la construction de concept est visée, de voir si ces deux modèles fonctionnent, comment il faut éventuellement les modifier - et là les idées développées par Ph. Meirieu sur le caractère individuel de l'apprentissage resteront présentes à notre esprit - pour pouvoir les appliquer aux activités scientifiques à l'école élémentaire.

il en est l'aboutissement dans le modèle investigation-structuration

---

(4) Ph. MEIRIEU - *Apprendre... oui, mais comment ?* - Collection Pédagogies - Paris - ESF. 1987.

## 2. QUESTIONS

le modèle de B.-M. Barth est-il pertinent...

La plupart des activités que je vais prendre en exemple ayant été construites par référence au modèle par investigation-structuration, je ferai la description de ces activités en fonction des caractéristiques de ce modèle, avant de me poser la question : la description des activités de classe en sciences à l'école élémentaire est-elle possible dans les termes du modèle pédagogique proposé par B.-M. Barth ? Je chercherai à étudier la faisabilité de cette description sur des exemples en répondant à chaque fois aux questions suivantes.

... pour décrire les activités scientifiques à l'école ?

- Quel est le concept étudié ? Bien entendu j'adopterai pour le présenter les trois rubriques dénomination, attributs et exemples qui selon B.-M. Barth définissent un concept.
- Que l'on soit dans un processus de formation ou d'acquisition d'un concept, peut-on repérer la succession des trois phases observation-exploration, représentation mentale et abstraction ?

Je discuterai la pertinence de cette description en indiquant les modifications éventuelles apportées au modèle de Britt-Marit Barth pour le faire fonctionner, en faisant apparaître les apports et les limites de l'application de ce modèle aux activités scientifiques à l'école élémentaire.

## 3. LECTURE D'ACTIVITÉS DE CLASSE

### 3.1. Un exemple : une activité sur le relais et le transistor au Cours Moyen

#### • Description de l'activité

Cette activité a été menée dans le cadre d'une recherche sur la modélisation, et il en a déjà été rendu compte de ce point de vue (5). De la lecture de son compte rendu, il ressort que de nombreuses caractéristiques du modèle pédagogique par investigation-structuration apparaissent au fur et à mesure du déroulement de l'activité :

- analyse d'une situation proposée par le maître (fonctionnement d'une grue à électro-aimant devant la classe) au moyen d'une reconstruction de l'objet ; elle permet aux élèves de mettre à l'épreuve de l'expérience leurs représentations sur le fonctionnement de l'électro-aimant ;
- dispositif à imaginer pour répondre à une situation proposée par le maître (alarme au vol dans un magasin) : les élèves mobilisent les connaissances qu'ils ont sur les circuits électriques et sur la fonction d'éléments qu'il est pos-

(5) J.-L. CANAL - "De l'interrupteur au relais électromagnétique, du relais électromagnétique au transistor" - ASTER n°7 - INRP - 1988.

l'activité de classe est décrite à l'aide du modèle investigation-structuration

- sible d'y intégrer (moteur, électro-aimant,...) ; confrontation des solutions des différents groupes ;
- dispositif à électro-aimant réalisé par tous les groupes : ce choix a été fait par le maître afin que tous les élèves aient pris connaissance de ce dispositif par l'intermédiaire de sa mise en œuvre ;
  - adaptation du dispositif à électro-aimant à une nouvelle situation (éclairage de secours) ; définition du relais ;
  - comparaison du relais "maquette" au relais du commerce ;
  - dispositif à imaginer pour répondre à une situation proposée par le maître (alarme à l'inondation) ; confrontation des solutions proposées par les différents groupes ;
  - analyse des causes de l'échec du dispositif à relais (choix fait par le maître de privilégier cette solution) : proposition par le maître de remplacer le relais par un transistor : tous les groupes réalisent le montage avec un transistor ;
  - comparaison systématique du relais et du transistor.

On retrouve bien la prise en compte des représentations des élèves qui ont la possibilité de s'exprimer et de tester leurs idées, la place accordée aux échanges entre les groupes, la valorisation des attitudes de recherche, les élèves sont placés à plusieurs reprises devant un problème à résoudre. On voit aussi que le maître n'est pas absent : en choisissant de faire travailler tous les élèves sur certains dispositifs, de leur faire faire des comparaisons de façon systématique, il veut les aider à structurer les découvertes qu'ils font pour qu'ils construisent des connaissances objectives.

#### • *Quel est le concept visé ?*

Si je reprends la description du concept donnée par B.-M. Barth, doivent pouvoir être remplies les trois rubriques dénomination, attributs et exemples.

Le concept travaillé ici est celui de fonction de commutation, ou de commande d'un circuit par un autre.

Ses attributs sont : circuits d'entrée et de sortie, bornes d'entrée et de sortie (leur nombre et leur disposition), limites d'utilisation et sensibilité, polarisation ou non,....

Des exemples sont développés : alarme au vol avec le relais, éclairage de secours avec le relais et alarme à l'inondation avec le transistor.

#### • *Conceptualisation*

On n'est pas, contrairement aux exemples développés dans son ouvrage par B.-M. Barth, dans un modèle de progression linéaire d'acquisition du concept où la succession des exemples est proposée par le maître, mais plutôt dans un processus de formation du concept. On peut cependant chercher à savoir si la démarche respecte "la même hiérarchie cognitive" (6), si "l'apprenant passe par les mêmes

le concept est défini "à la façon" de B.-M. Barth

---

(6) B.-M. BARTH - op. cit. -1987- p. 137.

*niveaux d'acquisition, les mêmes paliers tout au long de l'apprentissage : l'abstraction et la généralisation".*

les exemples sont  
fournis par les  
élèves,

Dans le moment d'activité portant sur l'alarme au vol dans le magasin, les élèves doivent imaginer des dispositifs. On est alors dans une phase d'observation-exploration. Les exemples de dispositifs ne sont pas proposés par le maître comme dans la description de B.-M. Barth, mais par les groupes d'élèves. On peut les classer en deux catégories : ceux qui utilisent un système de commande mécanique (enroulement d'une ficelle sur l'axe d'un moteur par exemple) et celui qui utilise une commande électro-magnétique. Le maître privilégie le deuxième type de montage, que tous les élèves réalisent : la phase d'exploration se poursuit.

la validation des  
réponses est  
expérimentale,

Au cours de l'étape suivante, les élèves sont invités à simuler une situation d'éclairage de secours. Deux groupes pensent à utiliser tout de suite le dispositif à électro-aimant : il semble que pour ces élèves on se trouve dans une phase dite de représentation mentale où ils savent reconnaître un exemple du concept. Pour les autres, on doit encore se trouver dans une phase d'exploration : ils vérifient que l'exemple convient bien. Dans tous les cas, la validation de la réponse sera expérimentale et non apportée par le maître.

les attributs du  
concept sont  
énoncés

A ce moment de l'activité, un certain nombre d'attributs du concept ont été repérés par les élèves ; ils doivent pouvoir les énoncer. Pour ce faire, le maître leur donne pour tâche de comparer le relais "maquette" et celui du commerce : nous sommes dans une phase de représentation mentale.

les phases du  
modèle de  
B.-M. Barth ne se  
succèdent pas,

La recherche de dispositifs d'alarme à l'inondation correspond à des phases différentes selon les élèves. Sur l'ensemble de la classe, il semble qu'on soit davantage dans une phase d'exploration que dans une phase de représentation mentale, les dispositifs proposés relevant de deux types (à commande mécanique ou à commande électrique), mais il n'est pas exclu que certains élèves soient dans une phase de représentation mentale. La phase d'exploration se poursuit quand les élèves utilisent le transistor introduit par le maître. Elle est suivie d'une phase de représentation mentale au moment où les élèves comparent relais et transistor, complétant ainsi la liste des attributs dressée précédemment.

Atteint-on dans cette activité la troisième phase, celle de l'abstraction ? Quel est le niveau d'acquisition du concept ? Il semble que les élèves (certains élèves) soient capables de reconnaître un exemple (évaluation formative collective) : en effet, placés devant le montage à transistor où le corps humain est dans le circuit d'entrée, ils savent invoquer la conduction du corps humain pour provoquer la fermeture du circuit de sortie du transistor et le couinement du buzzer. Ils savent aussi nommer les attributs du concept. En revanche, il nous est difficile de dire s'ils savent associer la dénomination du concept et ses attributs et trouver par eux-mêmes d'autres exemples.

• **Remarques sur cette lecture de l'activité**

il y a de  
nombreux  
va-et-vient

Remarquons que nous avons dû la modifier pour l'adapter à notre situation, en faisant apparaître des va-et-vient entre les différentes phases, et non une succession linéaire. Ce faisant, on rend compte des modes de pensée des élèves qui ne conduisent jamais, ou rarement, directement vers l'acquisition d'un concept, et on permet une interaction entre les projets des élèves et la réalité.

les acquisitions  
portent sur le  
concept, mais  
aussi sur des  
savoir-faire

Elle oblige à une définition précise et formelle du concept étudié sans oublier le travail intellectuel qu'aura à faire l'élève. Mais elle occulte tout un pan des acquisitions visées au cours de l'activité. En effet, ces acquisitions ne portent pas seulement sur le concept de commutation, mais aussi sur des savoir-faire relatifs à l'utilisation du relais et du transistor dans des montages électriques, à la lecture et à l'élaboration de schémas électriques.

**3.2. Autre exemple : une activité autour de la Lune au Cours Moyen**

• **Description de l'activité**

Cette activité a été menée dans le cadre d'une recherche sur la modélisation (7). On y trouve les étapes suivantes.

- Discussion dans la classe, pour permettre aux élèves d'exprimer et de confronter leurs représentations à propos de la Lune ; la confrontation des idées justifie la construction d'un dispositif d'observation pour les tester.

- Exploitation des observations conduisant :  
 . à la mise en évidence de certaines caractéristiques observables de la Lune (existence des différentes phases et leur ordre de succession, mise en évidence d'un cycle) confirmées par l'utilisation de documents ;  
 . à des questions sur le pourquoi de ces caractéristiques (pourquoi la Lune change-t-elle de forme ? Pourquoi ne voit-on pas la Lune toujours au même moment de la journée ?).

- Activité de résolution de problème : pourquoi la Lune change-t-elle de forme ?

Les élèves font des propositions et le maître attribue un statut d'information à deux d'entre elles en les confirmant : la Lune tourne autour de la Terre ; la Lune n'est pas lumineuse, elle renvoie la lumière du Soleil.

Les élèves doivent ensuite mettre ces informations en situation sur une maquette (Lune  $\Rightarrow$  balle, Soleil  $\Rightarrow$  lampe et Terre  $\Rightarrow$  tête). Ils doivent retrouver sur la balle les phases de la Lune, et schématiser les positions des éléments de la maquette pour différentes phases.

différentes  
étapes  
organisent un  
apprentissage...

---

(7) M.-A. PIERRARD - Rapport interne INRP - 1989.

La comparaison de leurs dessins lors d'une mise en commun conduira à l'élaboration collective d'un schéma explicatif, et amènera à compléter les deux informations de départ pour obtenir un modèle explicatif suffisant.

- Activité de résolution de problème : pourquoi ne voit-on pas la Lune au même moment de la journée ?

Un dispositif d'observation pour mettre en relation le moment où la Lune est visible et sa phase est construit, les élèves l'utiliseront lors d'une classe de neige.

Le maître leur demande de faire une prévision sur cette relation en s'appuyant sur des connaissances antérieures à relier : la course apparente du Soleil et de la Lune au cours d'un jour et l'angle Soleil-Terre-Lune selon la phase de la Lune. Ces deux connaissances sont mises simultanément en situation sur une maquette.

- Demande de transfert de la part du maître à une autre situation : comment voit-on la Terre depuis la Lune ? Les élèves en raisonnant sur le schéma prévoient des phases.

- Résolution de problème : pourquoi voit-on toujours la même face de la Lune depuis la Terre ? En s'aidant d'une simulation, les élèves complètent le modèle précédent pour répondre à cette question.

Comme dans l'exemple sur le relais et le transistor, on retrouve de nombreuses caractéristiques du modèle pédagogique par investigation-structuration : prise en compte des représentations des élèves qui conduit à une observation ; activités de résolution de problème au cours desquelles les idées des élèves sont confrontées, complétées et confirmées par des manipulations de maquettes, mise à l'épreuve des conclusions pour résoudre d'autres problèmes.

#### • *Quel est le concept visé ?*

Sa définition n'est pas aussi immédiate que dans l'exemple précédent car on se rapproche ici de la structure d'une théorie, on a affaire à la construction d'un modèle rendant compte d'une série de caractéristiques observables de la Lune. D'après B.-M. Barth, il est possible de faire entrer ce type de connaissance dans la même structure que celle du concept, ce qui dans notre cas conduit à l'analyse suivante.

**Dénomination** : relation entre les mouvements de la Lune par rapport à la Terre et au Soleil et les caractéristiques observables de la Lune vue depuis la Terre.

**Attributs** : les règles suivantes et leur combinaison :

- la Lune a des phases qui reviennent de façon cyclique (un cycle dure une lunaison),
- la Lune est une boule non lumineuse,
- la Lune tourne autour de la Terre,
- la durée d'un tour est une lunaison,
- le sens de révolution est le sens inverse des aiguilles d'une montre (si on regarde le système Soleil-Terre-Lune au-dessus du pôle Nord terrestre),

... par  
investigation-  
structuration

la structure du  
concept dans le  
cas d'un modèle



- de la Terre, on voit toujours la même face de la Lune,
- la Lune fait un tour sur elle-même dans le même temps qu'elle fait un tour autour de la Terre.

**Exemples** : maquettes, schémas.

#### • *Conceptualisation*

Comme dans l'exemple précédent, je vais chercher à vérifier si les différentes phases de formation et d'acquisition d'un concept sont présentes dans l'activité.

La discussion de départ et l'observation de la Lune renvoient à une phase d'observation-exploration. Il en est de même du moment d'exploitation des observations au cours duquel les élèves cherchent des régularités dans les résultats, ce qui les conduit à énoncer des caractéristiques de la Lune (existence, ordre et cycle des phases), qui sont déjà des attributs du "concept".

Pendant le travail sur le pourquoi des phases, les élèves mettent en situation sur une maquette, puis sur un schéma, des attributs proposés par des élèves et repris par le maître. On est donc ici dans un moment de représentation mentale : les élèves ne peuvent faire cette mise en situation et cette schématisation que s'ils ont compris ce qu'ils cherchaient et comment se combinaient les attributs fournis. Il n'est pas possible de dire que c'est le cas de tous les élèves : certains ont pu rester en retrait dans le premier temps de la mise en situation, et ne reprendre leur travail qu'en l'observant. Ceux-là sont alors toujours dans une phase d'observation-exploration.

La mise en situation des éléments fournis par le maître n'est pas suffisante pour expliquer les phases de la Lune, il faut compléter ces éléments (sens et durée de la révolution), ce que les élèves font à partir de l'utilisation de la maquette. On est donc ici dans un cas où il y a, pour certains élèves au moins, une imbrication très forte entre des moments d'observation-exploration et de représentation mentale, avec sans doute des aller et retour fréquents entre ces deux phases.

La recherche d'une prévision sur la relation entre les moments de visibilité de la Lune et ses phases est de façon plus nette un moment de représentation mentale, un moment d'évaluation formative des élèves par le maître.

Quand les élèves utilisent le modèle construit dans un autre contexte, pour prévoir des phases de la Terre vue depuis la Lune, on est au niveau de l'abstraction quand les élèves réussissent.

Quand ils essaient d'expliquer pourquoi on voit toujours la même face de la Lune depuis la Terre, ils appliquent le modèle construit (abstraction), mais ils doivent à nouveau recourir à la simulation sur maquette pour le compléter (phase d'observation-exploration).

des aller et retour fréquents entre les moments...

... d'observation-  
exploration et de  
représentation  
mentale

Il apparaît donc que, comme dans l'exemple précédent, ce modèle pédagogique peut conduire à une lecture raisonnée de l'activité de classe, à condition de prendre en compte des aller et retour entre les moments d'exploration et les moments de représentation mentale, qui permettent à chaque fois de préciser et/ou d'enrichir le concept.

Ces deux exemples, dont je n'ai brossé que les grandes lignes, montrent ainsi la faisabilité de l'application du modèle pédagogique préconisé par B.-M. Barth pour décrire des activités en sciences à l'école élémentaire, à condition de l'aménager. Il faudrait maintenant entrer davantage dans le détail des activités de classe pour voir s'il permet de caractériser un moment précis de classe, s'il permet de comprendre ce qui se passe dans la classe et peut ainsi devenir une aide dans la régulation de l'activité par l'enseignant, ou si au contraire des limites existent à son utilisation.

#### **4. UN MODÈLE POUR EXPLICITER L'APPRENTISSAGE DU CONCEPT D'ISOLANT THERMIQUE**

Je reprends un exemple d'activité de classe déjà analysée dans le cadre d'une recherche portant sur les processus d'apprentissage du concept d'énergie (8).

##### **4.1. Place de la séquence dans la progression de l'activité**

Elle vient après des activités de résolution de problèmes portant sur le rôle de la laine, celui du polystyrène et une première séance portant sur la comparaison de la laine et du polystyrène et ayant conduit à la construction de l'énoncé : *"le polystyrène et la laine laissent tous les deux passer le chaud et le froid difficilement"*. Au cours de la séquence suivante, les élèves doivent, en s'appuyant sur des exemples tirés de documents et de leur vécu, chercher *"les matériaux que l'on peut substituer à la laine et au polystyrène"*. On est donc ici dans un moment structurant où le maître cherche à faire construire par les élèves les classes des isolants et des non-isolants, un moment où le modèle de Britt-Mari Barth devrait particulièrement bien fonctionner.

un moment de  
structuration

##### **4.2. Quel est le concept visé ?**

Il s'agit du concept d'isolant, défini par l'attribut "matériau qui laisse passer le chaud et le froid difficilement" et par des exemples (laine, polystyrène) que l'on cherche à multiplier.

---

(8) J.-Cl. GENZLING - *Structuration du concept d'isolant* - Document interne INRP - 1982.

différentes  
définitions du  
concept  
peuvent être  
données

Au cours de l'analyse de cette séquence (9), J.-P. Astolfi s'est attaché à dégager l'implicite dans les interactions entre les élèves et le maître. Tant que les exemples donnés par les élèves correspondent aux attentes du maître, le dialogue dans la classe se poursuit sans contestation des exemples donnés, le maître les approuve en les inscrivant dans la liste au tableau. Quand un élève propose le double vitrage, il introduit le doute par une question : *"est-ce que le double vitrage est un matériau isolant ?"*. Un premier élève décrypte immédiatement le sens de cette intervention, un autre la renforce en décrivant la structure composite du double vitrage, interdisant à celui-ci de figurer dans la liste des matières, matériaux ou substances" (p. 91). Le même cas se retrouvera plus loin à propos d'une feuille d'aluminium, plus évident encore car *"ce n'est pas le contenu de la question qui importe... : celle-ci fonctionne comme un mécanisme d'exclusion, empêchant que l'on examine la question de la feuille d'aluminium pour ainsi dire disqualifiée..."* (p. 92).

les élèves ne  
cherchent pas à  
définir les isolants,  
mais à décoder  
les attentes du  
maître

D'après J.-P. Astolfi, il apparaît que le concept auquel veut aboutir le maître peut se définir par l'attribut *"les isolants sont des "matériaux" qui limitent les transferts d'énergie par le mécanisme de conduction"* alors que l'activité conduit à *"les isolants sont des "matériaux" dont la fonction est d'empêcher le chaud et le froid de passer"* (p. 91).

Il semblerait donc qu'une définition pas assez précise du concept visé soit à l'origine de la tournure prise par l'activité de classe, par son détournement pourrait-on dire : au lieu de travailler sur les isolants, les élèves, à certains moments travaillent sur un décodage des attentes du maître.

Si pourtant on regarde le déroulement de la séquence à la lumière du modèle développé par B.-M. Barth, on retrouve un déroulement formellement assez proche : les élèves proposent des exemples, qui sont acceptés ou refusés par le maître. Une différence est que le maître fait lui-même intervenir l'attribut matériau, ce qui conduit à refuser de faire entrer dans la catégorie des isolants des dispositifs pourtant connus des élèves comme ayant des caractéristiques analogues. Ce n'est pas gênant si on sait exactement quel est le concept que l'on a construit, et si on admet que cette construction n'est pas définitive, mais sera soumise à remodelage, donc ce n'est pas gênant dans une perspective d'enseignement à long terme. Cela le devient quant à la performance de "lecture du monde" que l'acquisition de ce concept donne aux élèves : que faire du double vitrage ? pourquoi est-il hors jeu ?

L'enseignement des sciences à l'école élémentaire doit prendre aussi en compte le court terme, au risque dans le cas contraire de voir dénier tout intérêt aux sciences. Dans

(9) J.-P. ASTOLFI et al. - "Stratégies cognitives des élèves et modes d'intervention des enseignants- L'implicite dans les interactions didactiques" in *Procédures d'apprentissage en sciences expérimentales*- Collection Rapports de Recherche n°3- INRP- 1985.

notre exemple, une autre définition du concept aurait pu permettre d'englober les connaissances des enfants :

- **dénomination** : dispositif isolant ;
- **attributs** : ces dispositifs laissent passer difficilement le chaud et le froid ; ils peuvent être faits à partir d'un seul matériau, ou composites ; certains matériaux confèrent toujours le même comportement (par rapport au chaud et au froid) aux dispositifs qu'ils constituent, ce sont des matériaux isolants ; un dispositif fait dans un même matériau peut avoir des comportements différents selon son état de surface ;
- **exemples** : laine, double vitrage, bouteille thermos, feuille d'aluminium,....

le modèle de B.-M. Barth impose une définition précise du concept visé...

... qui peut rendre explicites des choix faits par le maître

En mettant l'accent sur une définition précise et très formelle du concept visé, le modèle proposé par B.-M. Barth devrait pouvoir nous donner des pistes pour aborder "un problème encore mal résolu" (p. 87). Certes, le maître savait où il voulait amener les élèves (un isolant est un matériau...), mais une analyse plus approfondie des exemples possibles et des attributs qui pouvaient leur correspondre devrait permettre de clarifier les choix pédagogiques : je choisis de travailler sur une définition "matériau" des isolants sachant les exclusions qu'elle impose, et que je devrais imposer explicitement aux élèves, ou je choisis de construire une classe des "dispositifs" isolants. Le modèle pédagogique de Britt-Mari Barth pourrait ici être une aide à la conception et à la régulation de l'activité de classe, en rendant plus explicite le concept étudié.

## 5. LIMITES À L'UTILISATION DU MODÈLE

### 5.1. Des limites liées au but visé par ce modèle

il ne rend pas compte des compétences spécifiques à l'enseignement des sciences

J'ai déjà signalé à propos de l'exemple de l'activité de classe sur le relais et le transistor qu'il ignorait des compétences spécifiques à l'enseignement des sciences, telles que l'élaboration d'expériences et leur mise en œuvre, la lecture et la construction de schémas,... Ceci est cohérent avec les pré-occupations qui ont conduit à l'élaboration de ce modèle, centrées sur la formation et l'acquisition de concepts.

Je voudrais maintenant montrer sur un exemple qu'une activité de classe en adéquation avec ce modèle peut échouer si on ne prend pas en compte d'autres aspects qui apparaissent par exemple dans le modèle par investigation-structuration.

## 5.2. Place de la séquence dans l'activité de classe

L'activité a été construite dans le cadre d'une recherche sur la modélisation et a fait l'objet d'un compte rendu (10). Il s'agissait de fournir aux élèves des éléments, qu'ils auraient à mettre en œuvre et compléter, pour expliquer la succession des jours et des nuits, puis pour prévoir d'autres phénomènes. Je m'intéresse ici au tout début de l'activité.

dans une phase  
d'observation et  
exploration.

Dans un premier temps, les élèves avaient été invités, individuellement et par écrit à proposer leur explication de la succession des jours et des nuits. De l'analyse de leurs productions, il ressort que la majorité font intervenir des mouvements des astres : Terre ronde, Soleil éclairant la Terre, et pour 10 élèves sur 23, la Lune figure sur leurs dessins, souvent mais pas toujours côté nuit, sans que son rôle soit explicité (sauf pour un élève qui dit que la Lune envoie de l'ombre sur la Terre, en la représentant de l'autre côté de la Terre par rapport au Soleil).

Au début de la séquence de classe, le maître repose la question à laquelle les élèves avaient répondu individuellement quelques jours plus tôt, en précisant les conditions dans lesquelles la réponse va être cherchée : il fournit des informations (écrites au tableau), les élèves disposent, par groupe, de matériel (lampe pour remplacer le Soleil et balle pour remplacer la Terre) et doivent utiliser ce matériel, le déplacer comme ils le veulent pour retrouver sur la balle une succession jour-nuit et préparer une réponse écrite.

Trois informations ont été fournies aux élèves : la Terre est une boule non lumineuse ; le Soleil envoie de la lumière dans toutes les directions ; seuls le Soleil et la Terre interviennent pour expliquer le jour et la nuit.

le rejet par des  
élèves des  
contraintes  
imposées par le  
maître...

Avant la distribution du matériel, certains élèves contestent le fait que la Lune n'intervienne pas ; le maître les renvoie aux informations fournies, mais devant leur résistance, il cédera à la demande de deux groupes d'avoir une balle pour remplacer la Lune. L'un d'eux se contentera de placer systématiquement la balle-Lune du côté nuit de la balle-Terre, sans qu'elle ait un rôle actif ; l'autre groupe intercalera la balle-Lune entre la lampe-Soleil et la balle-Terre, et constatera qu'on a bien une ombre sur la balle-Terre, mais qu'alors il ne ferait jamais jour. Au cours de la mise en commun, cette situation sera reconnue par d'autres élèves comme une situation d'éclipse. L'intervention de la Lune sera abandonnée, dans le premier cas par raison d'"économie" (que la Lune soit présente ou non ne changera rien au résultat) et dans l'autre cas parce qu'il s'agit d'un autre phénomène que la succession jour-nuit.

---

(10) M.-A. PIERRARD - Compte-rendu interne INRP - 1991.

### 5.3. Remarques

On est dans un type de concept analogue à celui rencontré dans l'exemple de l'activité de classe sur la Lune (voir supra). Il est donc possible de le définir en respectant le cadre du modèle pédagogique de B.-M. Barth. On est dans une phase d'observation-exploration. Les élèves doivent, en manipulant la maquette, compléter les informations fournies et les combiner de façon à retrouver la succession jour-nuit.

... est un indice de la non-prise en compte de leurs représentations

le modèle de B-M Barth en fait l'économie, ce qui paraît difficile en sciences

Le point plus intéressant ici me paraît être le refus par certains élèves des "règles du jeu" données par le maître. Il apparaît qu'on ne peut pas faire l'économie de la prise en compte des représentations des élèves sur le phénomène. Le modèle pédagogique par investigation-structuration insiste beaucoup sur ce point ; le modèle de B.-M. Barth beaucoup moins. Certes, elle insiste sur le fait que les modes de raisonnement varient d'un élève à l'autre et qu'il faut en tenir compte aussi bien dans les exemples que dans les tâches que l'on propose aux élèves, mais elle ne semble jamais remettre en cause l'acceptation par les élèves de ces "règles du jeu", bien sûr explicitées. C'est sans doute lié aux exemples pris : concepts de mathématiques, liés à la structure de la langue, qui peuvent être démarqués assez facilement de l'"expérience courante" et où la parole du maître suffit à cautionner la validité des exemples ; concepts soumis à des opinions comme la liberté, pour lesquels la diversité d'opinions possibles fait partie du concept. Mais elle ne prend pas d'exemples de concepts scientifiques, qui font l'objet d'une définition objective sur laquelle la communauté scientifique s'accorde, mais qui, pour être construits, ont besoin de s'appuyer et d'être débarrassés de représentations initiales tenaces.

## 6. UN MODELE POUR RÉGULER L'ACTIVITÉ D'ENSEIGNEMENT ?

Le dernier exemple que je vais développer porte sur une activité de classe qui, comme les précédentes, n'a pas été construite par référence au modèle pédagogique préconisé par B.-M. Barth. Je voudrais voir sur cet exemple si ce modèle s'applique à l'activité, mais de plus s'il permet d'explicitier l'évolution de la construction du concept, et les interventions visant à réguler l'activité des élèves.

### 6.1. L'activité de classe

L'activité (11) a été conduite en 1983 dans le cadre d'une recherche sur la construction du concept d'énergie. La

(11) M.-A. PIERRARD - "Des véhicules de toutes sortes"- Comptendu interne INRP - 1983.

construction de cette activité s'est faite par référence au modèle d'investigation-structuration : on retrouvera donc certaines de ses caractéristiques dans la description rapide que je vais en faire.

L'activité a eu lieu dans une classe de Cours Moyen et porte sur le fonctionnement et la comparaison du fonctionnement de divers véhicules (jouets). Dans un premier temps, une série de véhicules a été laissée à la disposition des élèves pendant plusieurs jours (voitures qu'on pousse à la main, voiture à clé, voitures à friction, voiture téléguidée, voiture radioguidée, voiture à pile, moteur électrique et hélice, voiture à pile, moteur électrique et courroie de transmission entre le moteur et une roue, voiture électrique commandée au son, voiture à pile et à eau, véhicule à élastique et à hélice, véhicule fait avec une bobine de fil, un élastique et un crayon). Une première séance de classe, au cours de laquelle tous les véhicules sont successivement mis en mouvement, permet de recueillir et classer les remarques et questions des élèves à propos de ces véhicules et de dégager des pistes de travail. Beaucoup de questions portant sur le moteur électrique, les séances suivantes sont consacrées à l'étude de son fonctionnement.

Puis le maître propose aux élèves un travail à partir des 5 types de voitures électriques disponibles (voitures télécommandée, radiocommandée, "à son", à courroie et à hélice). La consigne donnée aux élèves est explicitée oralement et écrite au tableau : Comparer la façon dont ces véhicules sont mis en mouvement. Établir une manière de résumé valable pour les cinq. Le travail a lieu par groupe et aboutit après mise en commun et discussion collective au résumé suivant :



un moment de structuration

On est donc dans un moment structurant de l'activité, au cours duquel les élèves doivent chercher des éléments communs au fonctionnement des cinq véhicules et les relier entre eux.

Le travail de structuration sera poursuivi lors des séances suivantes : le maître demandera aux élèves si on peut faire entrer la voiture à eau dans ce schéma, puis s'il est possible de faire un schéma commun aux deux véhicules à hélice (électrique et à élastique). La question de l'analogie entre pile et élastique ou entre pile et moteur électrique sera alors posée.

On aboutira dans la classe au schéma suivant :



Un travail analogue sera fait pour les voitures à friction. Un travail individuel demandé aux élèves sur le fonctionnement des schémas montrera que leur signification n'est pas la même pour tous les élèves et la confrontation des réponses conduira à expliciter ces significations possibles.

## 6.2. Le concept visé

Je vais reprendre les connaissances visées telles qu'elles étaient annoncées dans le compte rendu de l'époque, en les présentant sous la forme en trois rubriques :

- **dénomination** : pour provoquer le mouvement d'un véhicule, il faut une source d'énergie ;
- **attributs** :
  - . il existe pour cela différents types de sources d'énergie ;
  - . le moteur utilisé doit être adapté à la source d'énergie ;
  - . il peut y avoir des organes de transmission du mouvement entre le moteur et le véhicule ;
  - . quelque chose (de l'énergie) passe de la source d'énergie au véhicule mis en mouvement ;
  - . (éventuellement) il y a modification de l'état de la source d'énergie après utilisation ;
- **exemples** :
  - . pile, élastique tordu, rotation d'un volant d'inertie.... sont des sources d'énergie
  - . schémas de fonctionnement.

le concept est défini et construit à partir des schémas de fonctionnement

A la lecture du compte rendu de l'activité de la classe, il apparaît qu'une partie intéressante du travail de conceptualisation porte sur l'élaboration, l'utilisation, la modification et la signification des schémas de fonctionnement.

## 6.3. Le processus de conceptualisation et l'évolution du concept

L'analyse du travail fait dans la classe sur les schémas de fonctionnement à la lumière des processus de conceptualisation décrits par B.-M. Barth va permettre de préciser l'état d'avancement dans la construction du concept.

1) Prenons le moment de l'activité où il s'agit pour les élèves de comparer pour faire rentrer dans un même "résumé" le fonctionnement des véhicules électriques. Ils ont eu auparavant possibilité de faire fonctionner, de s'interroger sur le fonctionnement de tel ou tel organe du véhicule. Pour réussir dans la tâche qui leur est demandée, ils doivent sélectionner



tionner des éléments présents sur les véhicules et les mettre en relation. Tous les groupes d'élèves ont cherché les points communs aux véhicules, ou au moins ont commencé à le faire, s'ils n'ont pas eu le temps de mener leur recherche à terme avant la mise en commun. On peut toutefois noter des différences dans les stratégies utilisées, qui renvoient à des façons différentes de penser la comparaison : 6 groupes ont d'abord cherché les points communs aux véhicules, un groupe explique comment fonctionne une voiture particulière avant de chercher si les autres fonctionnent de façon analogue et de dégager les points communs.

Lors de la mise en commun, le premier qui expose ses résultats est celui qui a étudié une voiture : il donne une liste des différents éléments nécessaires à sa mise en mouvement. Le deuxième groupe généralise à l'ensemble des véhicules disponibles en précisant que tous avaient un moteur et des piles. La discussion qui suit consiste alors à éliminer dans la liste des éléments donnés pour une voiture ceux : qui ne sont pas communs aux autres, et à rajouter ceux qui manquent, et ce :

- soit sur incitation du maître :

M : *Au sujet de ce que j'ai écrit au tableau, pile de 4,5 volts, qu'est-ce que vous pensez ?*

E : *il y a d'autres voitures qui marchent avec plus de piles*

E : *il y en a ça fait moins*

M : *alors*

E : *les piles ne sont pas toutes des piles de 4,5 volts, il y en a de 1,5 volt*

M : *donc on peut supprimer dans les points communs la tension de la pile. Il faut une pile, ou plusieurs piles.*

- ou d'un élève

E : *Les fils, c'est pas obligé*

E : *en tout cas il faut deux roues motrices.*

On est donc ici dans un moment où les élèves, à partir des exemples dont ils disposent, cherchent à dégager des points communs pour définir les attributs d'un concept. Les attributs dégagés à ce moment de l'activité sont : dans tous les véhicules, il y a une pile, un moteur électrique, un interrupteur (pour déclencher le moteur), des roues motrices. Il manque la relation qui existe entre ces éléments. Pour la faire exprimer par les élèves, le maître leur demande de mettre en ordre ces différents éléments. Pour les premiers, la mise en ordre se fait sans difficulté : pile — interrupteur (ou action pour déclencher le moteur) — moteur — roues motrices. Le maître suggère qu'il manque peut-être un élément :

M : *Les roues. Mais est-ce qu'il n'y a que les roues qui se déplacent ?*

des E : *ben non*

E : *il y a la voiture*

E : *il y a la carcasse*

E : *la carrosserie.*

à partir des  
exemples,

les élèves  
cherchent à  
dégager des  
points communs  
qui sont des  
attributs du  
concept

Les avis divergent quant à la position de cette carcasse par rapport aux autres éléments. Des élèves veulent la placer "sur les roues", "avec les roues", "après les roues" ou "avant le moteur électrique", parce qu'on a besoin de la carcasse pour pouvoir poser le moteur, ou parce qu'elle est effectivement au-dessus des roues dans la voiture. Ces divergences sont intéressantes car elles indiquent que la signification des traits du schéma n'est pas la même pour tous les élèves : ce schéma est une chaîne traduisant des relations spatiales entre les éléments ou une chaîne traduisant un fonctionnement, des relations causales entre ces éléments. Si nous nous reportons à la définition du concept visé, nous voyons que la difficulté porte sur la définition d'un des attributs (quelque chose passe de la source d'énergie au véhicule mis en mouvement). Le maître est bien conscient de cette difficulté, rendue sensible dans la classe par les propositions différentes et contradictoires des élèves, dont aucune d'ailleurs ne correspond à l'attribut souhaité. Il cherche donc à faire expliciter aux élèves le sens du schéma :

M : *Mais attention, cet ordre-là, ça correspond à quoi ?*

E : *au fonctionnement*

M : *ça ne correspond pas à la place des engins dans...*

E : *tout en bas*

M : *et pourquoi la carcasse doit être tout en bas ?*

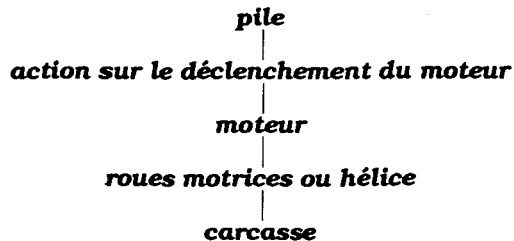
E : *ben parce que on ne va pas la mettre en premier*

E : *c'est elle en dernier qui commence à rouler. C'est d'abord, tous ces éléments-là sont mis en route, puis elle, elle ...*

M : *si les roues ne se mettent pas en route*

E : *la carcasse ne bouge pas.*

Le schéma retenu par la classe sera :



repérage de l'écart entre le concept construit et le concept visé

Par rapport aux phases de l'activité de classe, on est dans un moment d'observation-exploration des exemples fournis par le maître, visant à dégager les attributs du concept en s'appuyant sur des comparaisons, et sur des questions érudantes posées par le maître. Cela permet de situer le niveau de construction de ce concept. L'ensemble des attributs définissant le concept (voir supra) ne peut pas être établi à partir des seuls exemples des véhicules électriques : il faudra donc travailler sur d'autres exemples, ce que les élèves ont fait lors de séances ultérieures. La confrontation des attributs dégagés dans la classe avec ceux souhaités permet donc de dire si on travaille vraiment sur le concept visé. Ce n'est pas vraiment le cas ici puisque la mise en

ordre des éléments traduit une causalité plutôt qu'un transfert d'énergie. Les éléments du modèle pédagogique permettent donc de situer l'état de la construction par rapport à l'objectif visé, tant par son aspect repérage de la phase d'activité (observation-exploration) que par l'analyse du concept qu'il sous-tend.

2) Lors de la séance suivante, le maître demande aux élèves de tester leur schéma en cherchant si on peut faire rentrer la voiture à eau dans ce schéma. Cette voiture à eau (apportée par un élève) est une voiture électrique, avec pile et moteur électrique, elle se met en route quand un réservoir d'eau se vide.

Les premières réponses des élèves font entrer cette voiture dans le schéma sans difficulté : il y a une pile, l'action sur le déclenchement du moteur se produit quand le réservoir d'eau se vide, on retrouve dans le même ordre moteur, roues motrices et carcasse. Le schéma semble donner une réponse satisfaisante aux élèves qui au début de l'activité s'étaient montrés perplexes devant cette voiture, comparant l'eau et l'essence de nos voitures,.... Un doute est introduit par le maître, qui va provoquer une discussion montrant que les choses ne sont sans doute pas si évidentes pour tous les élèves.

l'introduction  
d'un nouvel  
exemple  
permet...

M : *On n'a pas toujours dit ça. Il y en a qui avaient dit autre chose la dernière fois qu'on avait vu cette voiture.*

Le doute introduit par le maître va permettre de préciser un attribut du concept en indiquant explicitement qu'un élément fournit de l'énergie, et lequel.

Les réactions des élèves s'expriment :

E : *Peut-être que l'eau, elle passe dans un fil*

E : *à mon avis, peut-être que l'eau passe, c'est le même principe que les barrages hydro-électriques*

E : *l'eau, elle devient de l'électricité*

M : *ah, l'eau devient de l'électricité*

E : *ça actionne une turbine*

M : *mais je crois que là tu fais une comparaison*

E : *il y a peut-être une énergie dans l'eau, alors ça la fait avancer*

M : *l'énergie, c'est l'eau qui l'apporte*

des E : *l'eau a de l'énergie*

E : *peut-être que l'eau, ça fait peut-être un poids, ça fait peut-être quelque chose, j'en sais rien*

E : *oui*

E : *non*

M : *Bon, alors, si on utilise l'idée que vous donnez là, que vous apportez là, vous pensez que l'eau apporte, vous avez employé le mot vous-mêmes,*

E : *de l'énergie*

M : *de l'énergie*

Guillaume : *mais à quoi sert la pile alors ?*

- M : *Et pourquoi est-ce que tu demandes à quoi sert la pile ?*  
 E : *la pile, elle fournit déjà l'énergie, alors*  
 E : *l'énergie*  
 Guillaume : *moi je crois que l'eau elle fait un peu comme ..., elle déclenche quelque chose.*  
 Suit une discussion au cours de laquelle des exemples dans lesquels l'eau fournit de l'énergie sont donnés par les élèves. L'exemple du moulin à eau est repris par le maître, et un élève suggère que l'eau dans la voiture peut de la même façon faire tourner les roues.  
 Guillaume : *ben non*  
 M : *pourquoi ?*  
 Guillaume : *ben si , mais il faudrait*  
 M : *est-ce que c'est impossible ?*  
 Guillaume : *il faudrait que l'eau ait un courant comme pour le*  
 M : *comme dans la rivière*  
 Philippe : *la pile par exemple, peut-être qu'elle fait accélérer le mouvement de l'eau et ça fait du courant*  
 Pierre : *à moins que*  
 Thomas : *peut-être que l'eau, elle fait comme un démarreur*  
 Pierre : *peut-être que l'eau, peut-être qu'il y a un clapet qui empêche l'électricité de passer, elle fait comme la main qui appuie sur l'interrupteur*  
 M : *Ah*  
 Nicolas : *mais je voudrais savoir si ça marche dans l'autre sens ; si ça marche dans un sens, pourquoi ça marcherait pas dans l'autre ?*  
 E : *renverser le sens de la pile !*  
 E : *en arrière...*

L'intérêt de cette discussion, outre qu'elle montre que l'utilisation du schéma pour cette voiture n'est pas aussi facile qu'il paraissait au début de la séance, est qu'elle porte explicitement sur la recherche de la source d'énergie nécessaire au fonctionnement du moteur, et sur l'utilité d'une source d'énergie connue (la pile). Les élèves dépassent ainsi le niveau d'une simple correspondance terme à terme entre les éléments du schéma et ceux de la voiture.

Deux hypothèses sont en concurrence :

- la pile est la source d'énergie, l'eau sert à déclencher le moteur ;
- l'eau est la source d'énergie, la pile sert à accélérer son courant pour en faire une "cascade" qui pourra faire tourner les roues.

L'expérience demandée par Nicolas (peut-on faire reculer la voiture) permet de trancher. Rien n'est modifié pour l'eau ; l'inversion des pôles de la pile inverse la marche de la voiture. C'est donc la pile qui fournit l'énergie, l'eau sert à déclencher le moteur. Le schéma est alors écrit. Et c'est seulement à ce moment que l'élève propriétaire de la voiture intervient pour confirmer l'interprétation donnée :

... à travers une recherche sur les rôles respectifs de la pile et de l'eau...

... de préciser un attribut du concept (source d'énergie).

**E :** *Mon papa m'a dit que dans la voiture, il y avait une éponge et que il y avait deux fils. Alors la pile mettait l'électricité dans l'éponge et quand on mettait de l'eau, l'électricité passait dans l'éponge et ça faisait marcher le moteur.*

Nouvel exemple, questions érudites posées par le maître, comparaisons, autant d'aspect du modèle pédagogique qui apparaissent dans cette phase d'observation-exploration, qui conduit à enrichir les exemples et à préciser un attribut du concept visé.

d'identifier cet attribut,

3) Le maître va proposer ensuite un travail sur un exemple de véhicule non électrique. Il demande aux élèves d'essayer de faire un schéma commun aux deux véhicules à hélice (l'un est à pile et moteur électrique, et l'autre à élastique). Il s'agit donc ici d'enrichir les exemples, et de faire reconnaître aux élèves que la source d'énergie peut être autre chose qu'une pile. Si les élèves ont déjà une idée de ce qu'est la source d'énergie, ils seront dans une phase de représentation au cours de laquelle ils cherchent à identifier dans un exemple la source d'énergie. S'ils n'en ont pas encore une idée suffisante, ils seront toujours dans une phase d'observation-exploration. Et tous ne sont certainement pas au même niveau. La situation de classe doit donc permettre à certains d'exercer leurs connaissances en les soumettant à d'autres exemples et en justifiant leurs réponses et aux autres de continuer la construction du concept en comparant les nouveaux exemples aux précédents, aux remarques faites par leurs camarades.

ou de continuer la construction du concept en cherchant à préciser cet attribut

Les élèves doivent adapter le schéma précédent pour pouvoir l'appliquer au véhicule à élastique, et la question qui va se poser est de savoir si l'élastique est la source d'énergie ou le moteur. Des propositions sont en concurrence dans la classe :

- à la pile correspond soit la main, soit l'élastique qui se détend ;
- à l'action sur le déclenchement correspond la main qui tourne l'élastique, rapidement abandonné quand apparaît la correspondance avec le lâcher de l'élastique ;
- au moteur correspond l'élastique.

La majorité de la classe se rallie à la proposition pile — main et moteur — élastique (sans doute pour avoir des correspondances terme à terme sans répétition), mais le maître introduit le doute :

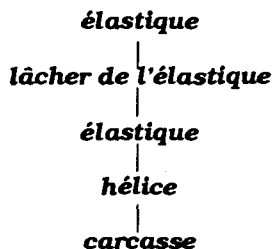
**M :** *Quand on fait déplacer le véhicule à élastique, est-ce que la main reste et joue un rôle à ce moment ?*

Les élèves avancent des arguments en faveur ou contre cette interprétation et le maître leur demande de préciser par écrit les arguments pour et contre l'interprétation main — pile et élastique — moteur.

Les arguments avancés par les élèves traduisent :

- la recherche d'une cause au mouvement :  
la main correspond à la pile car c'est la main qui tord l'élastique qui produira le mouvement de l'hélice, mais le même élève peut dire : l'élastique tordu correspond à la pile car c'est lui qui fait tourner l'hélice ;
- la nécessité d'avoir une analogie terme à terme entre les véhicules, sans répéter un élément : on a alors main — pile et élastique — moteur ;
- la mise en évidence d'une analogie sur l'usure de la source d'énergie :  
E : *quand l'élastique est détendu, l'hélice s'arrête*  
E : *quand la pile est usée, l'hélice s'arrête*  
on a alors élastique — pile et élastique — moteur ;
- la mise en évidence d'une analogie sur la "recharge" de la source d'énergie quand elle est usée : *"il y a des piles qui se rechargent, la main sert à charger l'élastique, on leur fournit de l'énergie"*.

Le schéma sur lequel la classe s'accordera pour décrire le fonctionnement du véhicule à élastique est :



définition de nouveaux attributs :

modification de l'état de la source d'énergie

Si on fait le bilan par rapport à la construction du concept, on voit que de nouveaux attributs ont été définis, relatifs à l'usure de la source d'énergie. On voit aussi que ce schéma ne peut pas rendre compte de l'idée de transfert d'énergie. Lors de la séance suivante, le maître a demandé une modification du schéma de façon à faire apparaître une seule fois l'élastique, ce qui a conduit à mettre le lâcher de l'élastique sur un autre plan :

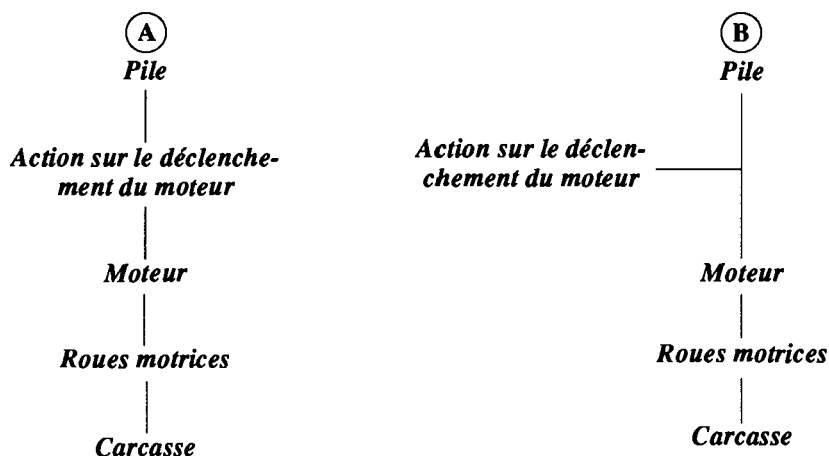


Mais il apparaît que si on peut alors accorder aux traits verticaux du schéma le sens d'un transfert d'énergie, cela n'a pas été du tout perçu par les élèves. On a eu affaire ici à un exercice formel portant sur la façon d'éviter une répétition plutôt que sur l'attribut transfert d'énergie du concept visé. Les élèves ont su réutiliser ce schéma pour les voitures à friction. Cela a permis de vérifier sa validité, et d'augmenter

le nombre d'exemples du concept, mais pas de préciser ou découvrir de nouveaux attributs.

4) Pour faire le point sur l'état de construction du concept par les enfants, le maître leur a proposé un travail individuel de critique et d'élaboration de schémas de fonctionnement de véhicules :

1. Parmi les schémas suivants, lequel te paraît le mieux expliquer le fonctionnement d'une voiture électrique. Dis pourquoi.



Réponse : schéma... :  
explication :

2. Tu as fait des schémas pour expliquer le fonctionnement de différentes voitures. Fais un schéma pour expliquer le fonctionnement d'un voilier.

Schéma



Quel est le moteur dans un voilier ?

Quelle est la source d'énergie ?

De l'analyse des réponses des élèves, il ressort que 16 sur 24 préfèrent le schéma dans lequel l'action sur le déclenchement du moteur est mise sur le même plan que les autres éléments.

Une discussion en classe permettra de poser clairement le problème lié à la signification des traits du schéma et ce faisant de dégager l'attribut transfert d'énergie.

Thomas : *Je crois que B est le meilleur parce qu'on voit ici, la pile, l'énergie ne passe pas dans l'action sur le déclenchement du moteur, ce n'est pas une partie de la voiture électrique où passe le courant là-dedans. Il faut faire ça pour que la voiture se mette à marcher. Il faut le mettre séparément parce que si on le met, comme là, on croit que...*

M : *tu parles du schéma A ?*

Thomas : *Sur A, on croit que l'électricité passe dans l'action sur le déclenchement du moteur alors, je trouve ça, je préfère l'autre.*

Silence

M : *Personne ne veut dire autre chose ? Je crois que finalement Thomas a mis le doigt sur le problème essentiel. Il a parlé des traits. Qu'est-ce qu'il a dit au sujet des traits ? A L'instant, qu'est-ce qu'il a dit ?*

Philippe : *Le circuit principal, là, vertical, c'est toutes les choses qui se passent dans la voiture, alors qu'action sur le déclenchement du moteur, ça se passe à cause de nous.*

...

Thomas : *Les traits représentent le trajet de l'électricité*

...

Philippe2 : *moi je ne pense pas parce que l'électricité ça ne va pas dans la carcasse*

E : *non, mais ça veut dire...*

Thomas : *je veux dire que, de la pile au moteur, il y a l'électricité qui passe, qui fait marcher le moteur, ça fait tourner les roues motrices et la carcasse avance. Tout ça c'est à cause de l'électricité.*

M : *Oui, mais il faudrait quand même, puisque tu veux qu'on donne une signification aux traits, il faudrait que la signification des traits soit partout la même. Philippe t'a répondu que de ce point de vue-là, le terme de faire passer l'électricité convient en effet entre la pile et le moteur, mais ne convient pas entre le moteur et les roues, ou entre les roues et la carcasse.*

...

M : *Quelle définition va-t-on donner aux traits ? De façon que tous les traits, à quelqu'endroit qu'ils soient, aient le même sens ?*

Guillaume : *Je sais pas, on pourrait dire que c'est comme une ligne de temps, parce que l'action sur le déclenchement du moteur, ça se passe avant que le moteur tourne.*

...

Philippe : *Le déroulement de la marche*

M : *le déroulement, qu'est-ce qu'on entend par là ?*

Philippe2 : *C'est quand on déclenche, on appuie sur un bouton, dans l'ordre que ça marche*

...

E : *des différentes actions...*

M : *Alors si je prends ce schéma-là (B), dans ce cas-là, le trait, si je pars du moteur, tu dis que le moteur est actionné par la pile, ensuite*



- Valérie : *l'énergie passe d'abord dans le déclenchement du moteur, si on veut l'arrêter, il faut que ça passe avant*
- E : *il faut que ça fasse un détour.*
- M : *Alors si je prends comme définition du trait ce que j'ai écrit au tableau (différentes actions), quel est le schéma qui convient le mieux ?*
- des E : *Le A.*
- M : *Pourquoi ?*
- Sybille : *Parce que l'énergie elle passe directement dans l'action sur le déclenchement du moteur.*
- M : *Attention, vous avez entendu ce qu'elle a dit ?*
- Thomas : *Je ne suis pas du tout d'accord.*
- M : *Qu'est-ce qu'elle a dit ?*
- Thomas : *Elle a dit que l'énergie passait dans l'action sur le déclenchement du moteur.*
- E : *Ben non, puisque*
- Thomas : *moi, je pense que ça ne peut pas se faire*
- Guillaume : *elle s'arrête. C'est comme si un petit tuyau laissait couler de l'eau et puis il y avait une petite barre entre et puis elle s'arrête. Et puis dès qu'on enlève la barre, ça serait l'action sur le déclenchement, ben l'eau continue.*
- M : *Elle a quand même employé un mot important, lequel ?*
- E : *Énergie*
- M : *ce qui nous ramène peut-être quand même au sens que Thomas donnait aux traits. Quel serait le deuxième sens du trait ? Celui qui correspond à ce que Thomas disait ? Lui avait parlé d'électricité, mais Sybille a parlé d'énergie.*
- Thomas : *L'énergie qui va de la pile au moteur, du moteur à la roue motrice, c'est une énergie, le moteur*
- M : *donc si je commence ma phrase par la pile, et si je veux employer le mot énergie, qu'est-ce que je dois dire ?*
- E : *Transmet*
- E : *donne de l'énergie*
- Blandine : *transmet l'énergie*
- E : *au moteur.*
- ....
- M : *Bon alors, pour en terminer, si on donne aux traits la valeur n°1, c'est-à-dire qui correspondra à la suite, à l'ordre des actions, ..., quel est le bon schéma ?*
- des E : *Le A*
- M : *c'est le A. Tandis que si on donne aux traits la signification "donne de l'énergie à", quel est le bon schéma ?*
- des E : *Le B.*

Au cours de cette discussion, on voit bien la façon dont s'opère la reconnaissance du dernier attribut (transfert d'énergie) du concept visé : la question élucidante qui permet la différenciation des schémas porte sur la signification des traits, et elle arrive à un moment où la classe est prête à l'entendre et à y répondre.

abstraction à partir d'un exemple

L'acquisition du concept a d'ailleurs été vérifiée pour la plupart des élèves, à qui on a demandé individuellement de faire un schéma de fonctionnement pour la mise en mouvement d'une poupée boîte à musique :

- 18 élèves font un schéma faisant intervenir le "lâcher de la poupée" sur un plan différent des autres éléments et traits du schéma,
- 3 élèves font un schéma correct sur le plan énergétique, mais sans faire apparaître le lâcher de la poupée,
- un élève fait intervenir ce lâcher à un niveau incorrect de la chaîne énergétique,
- 2 élèves le font intervenir sur le même plan que les autres éléments, un dernier élève fera intervenir hors de la chaîne énergétique le remontage du ressort.

La majorité des élèves sait donc reconnaître et décrire un exemple proposé par le maître, ce qui correspond pour eux à la troisième phase d'acquisition du concept, l'abstraction, et à un premier niveau d'acquisition de ce concept.

le modèle de B.-M. Barth permet une lecture a posteriori de l'activité...

... centrée sur l'état d'avancement dans la construction du concept

5) On voit donc que le modèle de Britt-Mari Barth peut rendre compte de l'activité, ou plutôt d'un aspect de cette activité : l'état d'avancement dans la construction du concept. Si l'activité de classe avait été construite par référence à ce modèle, les premiers exemples de schémas de fonctionnement, au travers desquels les élèves doivent reconnaître le concept, auraient été proposés par le maître, et les sens attribués aux traits par les élèves n'auraient peut-être pas permis une remise en cause des représentations des élèves : le concept reconnu et désigné pourrait alors seulement coexister avec ces représentations. Ce modèle est intéressant pour lire l'activité a posteriori, du point de vue de l'état d'avancement du concept, mais il ne paraît pas être le plus pertinent pour construire l'activité de classe.

## CONCLUSION

L'importation d'un modèle pédagogique établi dans d'autres contextes que celui des activités de classe en sciences à l'école élémentaire se heurte à un certain nombre de limites. Il ne peut rendre compte de tous les aspects de ces activités. Le Conseil National des Programmes rappelait récemment que *"indépendamment de leur contenu, les sciences expérimentales doivent stimuler des "qualités particulières" :*

- *la curiosité devant un phénomène nouveau (peut-on le comprendre ?) ou devant un problème inattendu (comment peut-on l'appréhender ?). Savoir observer, se poser des questions ;*
- *l'esprit d'initiative et la ténacité : concevoir et réaliser un projet, qu'il soit "scientifique" (une expérience) ou "technologique" (conception et fabrication d'un objet). Savoir se battre avec une réalité qui ne se laisse pas faire, ne pas se décourager quand cela ne marche pas ;*
- *le sens critique : apprendre à considérer un problème en cernant les difficultés une à une, savoir essayer et vérifier, construire sa connaissance soi-même par un jeu d'essais et d'erreurs. Ne pas se contenter d'une attitude passive devant une "vérité révélée". (12)*

Le modèle de Britt-Mari Barth ne peut - et ce n'était pas son but - prendre ces objectifs en compte, alors que le modèle par investigation-structuration le permet.

Sur le plan strict de la construction des concepts, le modèle de Britt-Mari Barth peut être performant quand on veut préciser le niveau de construction et d'acquisition des concepts et permettre, sur ce plan, une régulation par l'enseignant des activités qu'il propose aux élèves. C'est ce qu'a montré l'analyse des exemples concernant les isolants thermiques et l'énergie. Mais là encore, des limites existent : il faut aménager ce modèle pour permettre des va-et-vient entre des moments d'exploration et de confrontation avec le réel et de représentation mentale. Il faut surtout ne pas oublier que, en sciences tout au moins, la construction des concepts ne peut pas ignorer les représentations des élèves : sur ce point aussi, le modèle par investigation-structuration est mieux adapté, puisqu'il les prend en compte.

Marie-Anne PIERRARD  
IUFM d'Orléans-Tours  
Centre de Blois

---

(12) "Déclaration du Conseil National des Programmes sur l'enseignement des sciences expérimentales" - BO n° 8 - 20 février 1992.

le modèle  
investigation-  
structuration est  
plus adapté pour  
élaborer l'activité  
de classe en  
sciences



# LE CONSTRUCTIVISME NE RÉSOUT PAS TOUS LES PROBLÈMES

María Arcà  
Silvia Caravita

*Les origines de la pensée constructiviste remontent à l'empirisme du 17ème siècle, mais ses élaborations les plus modernes dérivent de l'épistémologie génétique et de la science cognitive contemporaine.*

*Le modèle sous-jacent est de type biologique : l'organisme, protagoniste actif, construit et organise une connaissance propre à interpréter son environnement, mais qui ne correspond pas à la vraie nature des faits. Quels sont les problèmes qui émergent quand on essaye d'appliquer le constructivisme dans un contexte scolaire ? La dynamique des processus d'enseignement-apprentissage peut ne pas correspondre aux différentes dynamiques cognitives des élèves, et les contrats didactiques eux-mêmes peuvent empêcher la construction de connaissance autonome à l'école.*

*Toutefois, les trois axiomes du constructivisme didactique ("l'enfant est l'artisan de ses propres connaissances", "toute connaissance se construit sur la base de connaissances précédentes", "la connaissance se construit grâce aux conflits") ont profondément influencé la pratique de l'enseignement. En tout état de cause, le renouvellement constructiviste du système éducatif ne peut se développer que dans des institutions capables d'assurer la formation des enseignants, la hiérarchisation des contenus des disciplines et l'évaluation des processus d'enseignement-apprentissage.*

## 1. LES ORIGINES PHILOSOPHIQUES DU CONSTRUCTIVISME

D'un point de vue philosophique, le constructivisme se présente aujourd'hui comme une théorie de la connaissance qui s'est développée dans un cadre cognitiviste et, par certains aspects, en opposition à d'autres théories comme, par exemple, les théories d'origine behavioriste. Il est étayé par des contributions de pensée provenant de divers secteurs disciplinaires (des études sur la perception aux neurosciences, à l'intelligence artificielle, à la psychologie cognitive) et a trouvé auprès d'un certain nombre d'auteurs des formulations différentes, plus ou moins partielles et parfois critiques les unes à l'égard des autres.

D'un point de vue historique, Von Glasersfeld (1988) fait remonter les origines de la pensée constructiviste à l'empirisme du XVIIe siècle : en particulier il les retrouve dans la

le  
constructivisme,  
une théorie de la  
connaissance

qui remonte à l'empirisme du 17 <sup>ème</sup> siècle :	pensée philosophique de G.B. Vico, synthétisées dans la formule " <i>verum ipso factum</i> " (le vrai est identique au fait).
à Vico.	Du point de vue de Vico, en effet, l'homme ne peut reconnaître que ce que lui-même a fait, les produits de ses opérations : la connaissance et l'expérience rationnelle ne sont donc que le produit de constructions cognitives, et il n'y a pas moyen de savoir si elles correspondent à une réalité vraie. " <i>La science humaine ne consiste en rien d'autre que dans la proportion et la correspondance qu'elle introduit dans les choses</i> ". Seul Dieu peut savoir comment est fait le monde réel, puisqu'il l'a construit et qu'il en connaît tant les éléments que les modalités de construction. Le monde de l'expérience vécue n'a donc aucunement la prétention de coïncider avec une réalité ontologique, mais il est ainsi, et il doit être ainsi, parce que chacun le construit de cette façon. Et pour Vico le processus constructif est déterminé par l'histoire même de ce qui est construit, parce que chaque opération effectuée conditionne et limite ce qui pourra être connu par la suite.
à Berkeley.	Berkeley, contemporain de Vico, affirme de même qu'il est impossible de connaître la réalité objective des choses qui n'ont aucune "subsistance" en dehors de l'esprit et dont l'être est déterminé uniquement par le fait qu'elles sont perçues.
à Kant	Von Glasersfeld soutient aussi que la philosophie d'E. Kant a contribué, elle aussi, à la définition du constructivisme moderne : tout contenu mental, tout produit, tant intermédiaire que final, des processus cognitifs est toujours une construction rendue possible par le fonctionnement automatique de catégories et d'intuitions a priori.

### 1.1. La connaissance construite et la réalité

les élaborations plus modernes doivent beaucoup...	Si telles sont les origines lointaines de la pensée constructiviste, ses élaborations les plus modernes sont liées aux réflexions épistémologiques de Piaget, de Von Foerster, de Bateson, de Varela... et de beaucoup d'auteurs qui ont travaillé dans plusieurs domaines disciplinaires.
... à l'épistémologie de Piaget...	Piaget parle d'un sujet constructeur de sa connaissance comme d'un sujet épistémique, dont les produits cognitifs sont des structures générales de la pensée.
... et à l'école de Genève	Les recherches développées par l'École de Genève mettent l'accent sur les processus de construction cognitive réalisés par des sujets concrets, en particulier par des élèves qui doivent apprendre à l'école des choses bien définies. Dans ce contexte on a étudié les relations entre représentations et objectifs, représentations et transpositions didactiques, représentations et stratégies pédagogiques (cf Vinh Bang, puis Giordan).
	Malgré certaines différences, les constructivistes partagent l'idée que la connaissance et le savoir humain sont le résultat des opérations cognitives d'un sujet actif. Dans la globalité de l'organisme, la connaissance se construit, et organise

le savoir est produit par les opérations cognitives d'un sujet actif...

... capable de confronter et évaluer les résultats obtenus

la connaissance : recherche des modes de pensée adéquats aux situations

les critiques au constructivisme :

ce n'est pas un modèle car il ne permet pas de faire de prévisions

ensuite son monde d'expérience, guidée par des critères de fonctionnalité. En ce sens, le constructivisme déplace l'attention des facultés réceptives de l'esprit aux facultés productives qui doivent nécessairement les accompagner. Le modèle sous-jacent est de type biologique : la connaissance est interprétée comme activité de l'organisme vivant et elle est déterminée par les caractéristiques du système organisme lui-même, qui, à son tour, fait partie d'un système d'interactions sociales structurées. Le rapport entre la connaissance construite et la réalité est semblable au rapport entre les organismes et leur milieu. Pour survivre biologiquement et cognitivement, chaque organisme doit être à même d'évaluer ses expériences, pour pouvoir en répéter certaines et en éviter d'autres ; et il prend graduellement conscience de ses propres constructions cognitives selon le résultat que celles-ci produisent d'une fois à l'autre.

Expérience et cognition qui se sont montrées aptes à atteindre les objectifs fixés sont établies et aussi continuellement réorganisées selon de nouveaux critères fonctionnels. Ainsi, l'organisme cognitif trouve dans son monde (ou construit) répétitions, constances et régularités, et peut donc structurer les concepts fondamentaux de diversité, d'équivalence (synchronique) et d'identité individuelle (diachronique), grâce à des stratégies de confrontation et d'hypothèses (non démontrables) de continuité. Par exemple, l'identité et la continuité d'un vivant, considéré de points de vue divers ou en des moments différents de son développement et de ses transformations, ne peuvent être que postulées en l'absence des perceptions intermédiaires.

À partir de ces hypothèses, la connaissance n'est plus par le constructivisme comme la recherche d'une vérité ontologique, à même de correspondre (to match) à la vraie nature des faits, mais comme la recherche d'attitudes et de modes de pensée adéquats, qui s'accordent (to fit) avec les éléments d'une situation donnée.

## 1.2. Les points critiques du constructivisme

Comme le dit Bereiter (1985), la vision constructiviste est très attrayante au niveau intuitif et trouve des confirmations dans la pratique, mais, sur le plan théorique, elle pose de sérieux problèmes.

Elle ne peut être définie comme modèle, car, pour avoir la valeur heuristique de modèle, elle devrait non seulement schématiser la façon dont se déroule le processus cognitif mais encore définir ses limites de validité et les conditions dans lesquelles celui-ci peut être appliqué. Aucun modèle n'est valide en absolu et il n'y a pas aujourd'hui de modèles efficaces capables de décrire comment se déroulent les processus de la connaissance, de la compréhension et de l'apprentissage. Et, pour l'instant, le constructivisme non plus ne nous permet pas de faire des prévisions et d'inférer des règles de déroulement des processus cognitifs. Tout au

plus peut-on, pour reprendre l'expression de Lakatos, envisager le constructivisme comme un programme de recherche et essayer de discerner et spécifier les caractéristiques qui le définissent.

il peut mener à un subjectivisme absolu

L'axiome fondamental est que l'individu est le protagoniste actif du processus de connaissance et que les différentes constructions mentales sont le produit de son activité. La théorie, cependant, n'offre pas d'arguments qui permettent d'éviter les implications menant à un subjectivisme absolu, à la confusion entre objet réel et expérience subjective de l'objet (mais le fait de faire des expériences n'est-il pas peut-être seulement le moyen de connaître un objet ?), à l'incommunicabilité.

Une analyse récente, très minutieuse, du constructivisme radical exposé par Von Glaserfeld (Sutching, 1992) conclut que, du point de vue philosophique, sa théorie est confuse, dénuée d'arguments en faveur de ses positions, qu'elle n'affronte pas le problème de l'intersubjectivité de façon satisfaisante et que, en définitive, elle n'est qu'une version primitive de l'emprisme subjectiviste traditionnel avec quelques accentuations provenant de Piaget et de Kuhn !

En outre, l'axiome fondamental du constructivisme est diamétralement opposé aux positions innéistes dans le domaine cognitif et en reçoit des critiques importantes.

il n'explique pas les processus d'organisation conceptuelle

Il est difficile, en effet, d'expliquer comment l'individu peut tirer de niveaux simples, voire d'une tabula rasa, de nouvelles organisations conceptuelles et des procédures cognitives complexes. Pascual-Leone (1980) a introduit le terme d'apprentissage paradoxal pour discuter ce problème que d'autres également ont repris (Fodor, Bereiter, Spelke). Mais, comme les innéistes ne se posent pas du tout le problème de la transmission des connaissances, souvent ceux qui s'en occupent admettent la nécessité de processus constructivistes dans le développement et dans l'apprentissage, sans se soucier de devoir les démontrer, c'est-à-dire même en l'absence d'une base théorique convaincante. Dans la dynamique organisme-milieu, admettant une plasticité cognitive des organismes, Fodor (1980) soutient qu'une théorie de la connaissance devrait expliquer comment le milieu opère une sélection parmi les concepts qui sont déjà spécifiés par des mécanismes innés. Dans cette acception, le milieu devrait déterminer quelles parties du mécanisme conceptuel, disponible dès le départ, sont par la suite réellement exploitées et actualisées par l'individu.

analogie entre structure des représentations mentales...

Un second axiome du constructivisme (implicite dans la définition même) concerne la structure des représentations mentales. En opposition à Piaget, qui s'était intéressé à la construction de structures de pensée comme structures logiques, les recherches sur les représentations se sont tournées vers des domaines spécifiques de connaissance. Se basant sur la position structuraliste, la psycholinguistique et les études sur le traitement de l'information sont deve-



... et réseaux  
sémantiques :

nues les sources principales de référence, du moins dans l'aire anglophone. Le constructivisme a ainsi mis l'accent sur la nature associative et relationnelle des connaissances organisées en mémoire et a mis en évidence comment chaque nouvelle information est "reconnue" par le sujet dès lors qu'elle trouve des points d'ancrage dans une structure préexistante à laquelle elle ne doit pas simplement s'ajouter mais dans laquelle elle doit s'intégrer. L'analogie entre structure des représentations mentales et réseaux sémantiques est devenue cependant une analogie de plus en plus forte, jusqu'au risque de la réification.

jusqu'au risque  
de rectification

Jusqu'à l'illusion, par exemple, de pouvoir mesurer les connexions entre connaissances à partir des cartes conceptuelles dessinées par les sujets, en comptant les noeuds et les liens et en évaluant des rapports spatiaux de centre et de périphérie entre les noeuds. La rigidité de cette schématisation a fini, notamment dans de nombreuses tentatives d'application didactique, par favoriser une vision du processus cognitif par états mentaux et par restructurations (surtout au niveau d'organisation hiérarchique de concepts catégoriels) qui n'est pas intrinsèque de la théorie et qui a été dépassée, par exemple, par les modèles connexionnistes actuels.

l'évolution de  
connaissance est  
liée au conflit  
cognitif, mais...

Le programme constructiviste explore, aujourd'hui encore, les mécanismes de changement et d'évolution de connaissance en utilisant le concept de conflit cognitif, mais il n'a pas produit d'hypothèses qui permettent de définir les variables significatives qui interviennent dans le processus même. Le conflit est la crise produite par la dissonance, par la contradiction entre connaissances possédées et réalité (mais alors, y a-t-il une réalité objective indépendante de l'observateur ?), entre anciennes et nouvelles informations, entre ce que l'on pense et les opinions d'autrui. Les connaissances préexistantes et les stratégies cognitives sous-jacentes passent alors continuellement du rôle d'instrument d'adaptation au milieu, au rôle de barrières critiques qui font obstacle à d'autres états plus adéquats de fonctionnalité cognitive. Quelles sont les conditions suffisantes et nécessaires pour que se détermine ce passage ? Sont-elles toutes et exclusivement de nature cognitive ? Peut-on penser qu'il est possible de les déterminer de l'extérieur grâce à des interventions ciblées ?

Dans la théorie de Kelly (1977) sur les structures personnelles de la pensée, élaborée dans un cadre psychothérapique et qui sert de référence également dans le domaine éducatif (Pope, 1992), il est dit que ce qui compte le plus dans le conflit, c'est l'importance qu'il revêt pour chaque individu en particulier et, en outre, l'imagination et le courage de chacun dans ses propres capacités d'expérimentation de la réalité. D'autre part, les nombreuses recherches effectuées surtout dans le domaine de l'éducation scientifique (Caravita et Halldén, sous presse ; Arcà et al., 1987) semblent avoir établi que l'organisme a une tolérance

... les variables significatives sont-elles seulement cognitives ?

remarquable en fait d'incohérence, de fragmentarité, de coexistence de constructs incompatibles utilisés de façon opportuniste, au point que le conflit est assez bien toléré, voire nié. Tandis que ce que les personnes semblent ne pas tolérer du tout, c'est l'absence de signification, au point d'en construire une, quelle qu'elle soit, quand elles se trouvent face à des données dénuées de signification. Mais la signification ne met pas en cause uniquement la logique et le contenu sémantique ou encore l'individu isolé et hors contexte (décontextualisé) ; la signification a des dimensions psychologiques, culturelles et historiques.

Sur quels paramètres définir alors le caractère problématique de situations capables de déclencher la crise cognitive ? Ou bien le conflit ne peut-il surgir que quand un changement est déjà en acte ? Peut-être dans certains cas seulement, et a posteriori, peut-on isoler un avant et un après dans le changement des représentations mentales, en niant ainsi les ajustements progressifs infinitésimaux qui constituent un remède contre les dissonances, arrivant à les masquer ou à les surmonter continuellement.

unités cognitives, des définitions qui varient selon les études

Ajoutons à cela que, même à l'intérieur d'une approche constructiviste, des unités cognitives très différentes les unes des autres font l'objet d'études analytiques ; il suffit de penser aux définitions de script (Nelson, 1977), de schemata (Rumelhart, 1980), de mental models (Gentner et Stevens, 1983), ou bien, pour s'en tenir au plan uniquement conceptuel, de catégorie, de belief, de théorie (Carey, 1991). Les façons dont la théorie générale est réélaborée et traduite en études expérimentales et en applications concrètes concernent des dimensions importantes comme les frontières plus ou moins nettes des unités définies, leur extension, l'intersection entre le plan sémantique et le plan des procédures, des images, des valeurs, des émotions, des objectifs. La théorie constructiviste cependant n'est pas encore en mesure de dire quoi que ce soit d'opérationnel sur les relations entre ces dimensions, ni sur les mécanismes constants et les mécanismes spécifiques de la dynamique de construction et de changement des différentes unités décrites.

interprétations différentes du constructivisme :

aux États-Unis

Il faut aujourd'hui encore reconnaître que des interprétations assez différentes, dans lesquelles l'on peut reconnaître des connotations "nationales", pour ainsi dire, ont en commun de se référer au constructivisme.

En généralisant très largement, sans doute peut-on dire que, aux États-Unis, ces interprétations ont été étayées par la réaction à l'approche comportementaliste qui s'est imposée, pendant des décennies, en psychologie et qui domine encore largement la pratique éducative. Cela a signifié, pour l'éducation du moins, que l'attention a été fortement attirée sur la récupération des contenus et donc sur l'importance des concepts, de leur structuration et de leur fonction organisatrice (cf. Ausubel, puis Novak), médiatisée par l'intérêt croissant pour les études sur la mémoire et l'informatique.

en Angleterre

En Angleterre, la tradition empiriste a favorisé la mise en valeur de la pédagogie de la recherche et de l'analogie entre construction de connaissance et évolution de la pensée scientifique.

en France

En France, le structuralisme et l'intérêt pour les études sociologiques et linguistiques ont entraîné un accroissement de l'attention portée à la relation entre langages ou formes de représentation et structure conceptuelle, mais aussi à la façon dont le discours peut influencer, explicitement et implicitement, les milieux d'apprentissage.

l'activité cognitive ne concerne pas seulement l'esprit,

Une limite importante du constructivisme, responsable en partie des critiques mises en évidence plus haut, nous semble déterminée par le fait qu'il a hérité de l'empirisme la centralité de la dyade sujet-réalité dans le problème de l'origine de la connaissance, bien que s'efforçant d'en voir la construction et bien qu'acceptant que le sujet ne soit pas seulement un esprit mais un organisme complexe. En conséquence, l'activité cognitive devrait être vue à l'intérieur d'un système dans lequel la connaissance n'est pas produite par des processus linéaires, mais est émergence "résultante" d'activités distribuées sur différents plans de fonctionnalité de la personne, à l'intérieur de contextes déterminés et culturellement marqués.

elle est liée aux interactions entre des sujets complexes et la réalité

Il semble cependant difficile de sortir d'une pensée par oppositions : même si l'on considère que les interactions sont importantes, l'on finit toujours par mettre au premier plan l'un ou l'autre des pôles intéressés (l'individu ou la réalité, l'individu ou la collectivité, les produits ou les processus, et ainsi de suite), et par considérer l'un des deux comme une variable dépendante de l'autre.

## 2. CONSTRUCTIVISME THÉORIQUE ET CONSTRUCTIVISME À L'ÉCOLE : CONTRAINTES DU CONTEXTE OU LIMITES DE LA THÉORIE ?

pour adapter le constructivisme à l'école...

Sur la base de ces préliminaires, présentés de façon très schématique, il semble assez difficile d'utiliser telles quelles les hypothèses constructivistes dans l'apprentissage de savoirs à l'intérieur de l'école. Cela n'est possible qu'à condition d'en transformer radicalement la signification et c'est probablement ce qui a été fait. Selon nous, d'une part le projet philosophique constructiviste ne répond pas de façon spécifique à la dynamique d'enseignement-apprentissage scolaire, mais l'on peut en tirer des indications, des suggestions ou des incitations aptes à rendre le système scolaire mieux adapté à un apprentissage efficace. D'autre part, le projet constructiviste pourrait être rendu efficace par des études "sur le terrain" : l'école est, peut-être, le lieu où les processus de construction de connaissance peuvent être le plus facilement documentés, même s'il n'est pas représenta-

... Il faut réélaborer les bases de la théorie

tif d'autres milieux dans lesquels la connaissance se développe sur la base d'autres ressources et d'autres contraintes.

Essayons d'analyser certaines discordances entre les bases théoriques du constructivisme et les réélaborations qu'il doit subir en vue de ses applications dans un contexte scolaire général.

### 2.1. Langage et significations

Récemment, les études sur la communication humaine ont bénéficié d'apports intéressants de la part de la cybernétique, de l'intelligence artificielle, et des études visant à comprendre les potentialités langagières des Primates. Dans le cadre du constructivisme, différents langages (y compris les langages complètement artificiels construits dans le but de communiquer avec certains chimpanzés) ont été analysés dans leurs composantes syntaxiques et sémantiques (Von Glasersfeld, 1989) dans le but lointain de "former les ordinateurs à l'utilisation du langage" et de réaliser la traduction automatisée d'une langue à une autre. Justement parce que dans l'approche constructiviste la connaissance est considérée comme un processus subjectif, guidée par la perception subjective du monde, le modèle théorique postule qu'il est substantiellement impossible de comprendre et de partager des significations dans les interactions linguistiques entre individus.

Pour que l'échange d'informations et d'idées soit au moins facilité, il est nécessaire de partager le contexte dans lequel la communication se déroule. Dans une version extrême de relativisme holiste, selon l'opinion critique de Fodor, l'on peut espérer être compris uniquement de ceux qui partagent la même culture, la même langue, les mêmes valeurs... et croient dans les mêmes choses. Etant donné l'importance attribuée aux aspects intentionnels et situationnels, seuls quelques philosophes constructivistes considèrent que le langage représente un instrument efficace dans la transmission de la culture partagée par les différentes sociétés humaines, et qu'il fonctionne comme moyen de transmission des connaissances d'autrui (cf. Varela, 1989 ; Maturana, 1970).

Même quand il analyse le langage des enfants, le constructivisme postule que celui-ci a un lien étroit avec les expériences individuelles, et met en évidence, dans chaque acte linguistique, diverses composantes : la signification lexicale, l'intention de communication, le contexte situationnel immédiat. L'entrelacs complexe de ces composantes rend justement extrêmement ambiguë la communication dont dépendent l'échange de connaissances et l'élaboration sociale du savoir.

Dans un contexte scolaire où parler et comprendre constituent un élément important de l'intervention didactique, la signification des paroles dites par l'enseignant ne peut cor-

connaissance  
comme  
processus  
subjectif...

... ou comme  
échange dans un  
contexte partagé

importance des  
communications  
institutionnelles  
contextuelles

respondre à la signification des mêmes paroles écoutées par les enfants. Chaque fois, en fait, plus que transférer des significations, les différentes expressions en évoquent d'autres et des messages mal envoyés sont souvent mal restitués. Toutefois, au delà des subtilités philosophiques sur la "construction de la signification", il y a une assez grande différence entre imaginer une école où l'on communique entre personnes, où l'on s'échange des informations et où l'on se comprend, et imaginer une école où cela n'est pas considéré comme possible. Il est vrai que l'école n'est que l'un des lieux où les enfants vivent, font leur expérience et construisent leur savoir, et il est vrai que, à l'école justement plus qu'ailleurs, les composantes intentionnelles et contextuelles sont essentielles à la communication ; toutefois, le rôle du langage est toujours essentiel à l'apprentissage, tant individuel que collectif.

## 2.2. Opérer et expérimenter

Le constructivisme, comme nous l'avons dit, insiste sur le succès de l'activité de connaissance de l'individu appropriée à atteindre des objectifs ; c'est la dialectique entre perceptions - idées - actions - fins qui détermine ce qui sera conservé comme structure cognitive élaborée adéquate.

dialectique entre  
perceptions,  
idées, actions,  
fins d'un sujet  
actif...

À l'école, les interactions avec l'enseignant orientent la perception et la pensée de celui qui doit apprendre. Même les interactions entre pairs jouent un rôle essentiel et il semble inévitable de penser à des objectifs différents selon que le "sujet actif" de la dynamique cognitive est un seul individu ou un groupe classe. A l'école en particulier, les marges nécessaires à la construction individuelle de connaissance à partir d'opérations cognitives effectuées sur la réalité sont très réduites ; justement parce qu'il s'agit surtout d'une situation sociale, il n'y a ni assez de temps ni assez de latitude pour que chacun perçoive à sa façon les caractéristiques du monde extérieur, ou les élabore de façon complexe. La tâche de l'enseignant consiste surtout à orienter les enfants vers les opérations correctes, et à faire en sorte que, pour les différents enfants, des opérations identiques correspondent à des élaborations cognitives identiques (Astolfi, 1991). En outre, les opérations mentales qui, dans le modèle constructiviste, constituent l'essence du processus cognitif sont souvent traduites, en termes didactiques, en activités manuelles très concrètes, en expérimentation de faits, ce qui est très utile d'un point de vue didactique, mais répond mal aux caractéristiques du modèle théorique. Piaget aussi établit des rapports importants entre opération concrète et opération cognitive : mais les temps et les modalités qui permettent aux deux types d'opération de se renforcer mutuellement et d'ouvrir de nouvelles voies à des actions et des élaborations successives sont bien différents de ceux dont l'on dispose à l'école.

... ou opérations  
identiques pour  
des élaborations  
cognitives  
identiques ?

### 2.3. Adaptation et savoir organisé

recherche individuelle de répétitions et régularités...

La recherche de répétitions et régularités, qui constitue selon le constructivisme la base de l'accord subjectif et finalisé entre pensée et éléments d'une situation réelle, se déroule à l'école dans des conditions particulièrement artificielles. Les contenus du savoir sont substantiellement définis a priori par les programmes et par le règlement intérieur de la communauté scolaire, ils sont conditionnés par les parents et en partie également par les connaissances spécifiques de l'enseignant. De plus, des composantes émotives, relationnelles et de motivation sont en outre essentielles à la "survivance" des enfants à l'école et contribuent de façon déterminante à définir (ou à ne pas définir) des situations d'accord (ou de non-accord) cognitif avec les faits.

... ou activité d'apprentissage parcellisée selon les chapitres des manuels ?

Les domaines sur lesquels les enfants peuvent exercer leur propre activité mentale sont parcellisés et ponctuels et correspondent généralement aux "chapitres" des manuels scolaires. De toute façon, les enfants ne sont quasiment jamais mis au courant des critères de choix et des modèles cognitifs qui sont sous-entendus dans la façon dont les choses à apprendre sont présentées d'une fois à l'autre. La logique qui guide les auteurs de manuels dans la succession des thèmes ou les enseignants dans l'agencement des séquences d'enseignement (et il n'est pas dit qu'il y en ait toujours) n'est pas toujours compréhensible : parfois, les thèmes sont parfaitement autonomes ; parfois, ils sont reliés par des idées directrices de type transversal ; parfois, les parcours vont "du simple au complexe" et, parfois, c'est le contraire ; parfois, l'on suit l'évolution historique des idées en en spécifiant la valeur relative dans un contexte bien défini ; parfois encore les connaissances d'aujourd'hui sont placées au sommet d'une pyramide de vérités acquises... Sur des répertoires de contenus aussi fragmentaires, il est difficile que le processus cognitif puisse se développer de façon efficace, en trouvant des régularités structurelles entre des domaines différents aussi ; et le temps attribué pour l'autocorrection, c'est-à-dire pour la recherche effective d'adaptations possibles entre faits expérimentaux et modes de pensée est extrêmement limité.

### 2.4. Les objectifs de l'enseignement

adapter continuellement pensée et faits...

Le constructivisme ne définit pas a priori un objectif à atteindre grâce à l'activité cognitive : le but est de poursuivre l'adaptation entre pensée et faits. La rationalité a elle-même pour objectif (cf. Piaget), et la pensée qui n'est pas appropriée au même processus d'adaptation est automatiquement oubliée ou modifiée. Les constructions cognitives qui ne sont pas adaptées à l'objectif disparaissent, alors que celles qui fonctionnent sont conservées et se stabilisent progressivement.

La connaissance se développe donc selon des stratégies d'élimination de modes de pensée qui ne sont pas dissemblables de celles qui règlent l'évolution biologique.

Au contraire, l'apprentissage scolaire suit des règles rigides : l'école n'a pas pour objectif de sélectionner la pensée dont l'efficacité est contrôlée par l'individu qui l'organise. Les objectifs sont bien différents et déjà fixés ; il s'agit d'apprendre des choses déterminées et d'acquérir des savoirs bien définis. La "construction" individuelle doit correspondre (dans les grandes lignes) au savoir scientifique socialement partagé. En particulier, l'adulte enseignant sait déjà dans quelles directions faire développer les connaissances des enfants, et il modifie même expérimentalement les phénomènes afin de faciliter la construction cognitive, tout en la conditionnant fortement. Même si les rôles de la perception et de l'élaboration cognitive personnelle sont considérés comme un point de départ important, l'enseignant a la fonction spécifique de mettre en lumière des aspects bien définis des faits, et de les rendre plus facilement perceptibles. Un objet bien éclairé ou éclairé par des lumières colorées paraît bien différent du même objet exploré dans des conditions différentes : la façon dont les problèmes sont présentés conditionne (et renforce) les possibilités de construction cognitive de la part des enfants.

... ou acquérir  
des savoirs bien  
définis ?

## 2.5. Les temps de l'école

Bien que la théorie constructiviste ne fournisse pas d'indications qui permettent de faire des hypothèses sur le déroulement temporel des processus de connaissance en fonction des nombreuses autres variables en jeu, (caractéristiques de la situation de départ, des choses à apprendre, des motivations, du contexte etc.), ce qu'elle prévoit sans aucun doute, c'est que leur durée soit entièrement individuelle.

L'école, au contraire, est bien mal adaptée pour s'accommoder au rythme des enfants ainsi qu'aux caractéristiques et aux irrégularités du parcours : les étapes sont les mêmes pour tous, les objectifs doivent être atteints dans des délais plus ou moins rigidelement prédéterminés. Les efforts d'organisation et la nécessité de faire appel à plusieurs personnes pour la réalisation d'activités qui sortent de la routine (telles que sortir de l'école, travailler dans le jardin, élever des animaux, utiliser des matériaux et des instruments différents), contraignent l'enseignant à se hâter et font que souvent il s'oriente vers l'exécution formelle de certains devoirs, activités plutôt que vers les tentatives, les tâtonnements et les erreurs, la prise progressive de responsabilité et la capacité de former un projet individuel.

Par ailleurs, les enfants qui comprennent plus rapidement deviennent impatients, les plus lents deviennent démotivés ou frustrés, et l'enseignant se trouve dans l'obligation de faire beaucoup plus qu'un médiateur culturel, s'il veut tenter de ne pas perdre son groupe. Il sait fort bien que souvent

dérouler des  
processus de  
connaissance qui  
respectent le  
temps intérieur  
des individus...

... ou atteindre  
les objectifs dans  
des délais  
prédéterminés ?

ses élèves sont absorbés dans la construction d'eux-mêmes, dans la construction de connaissances qui ne coïncident pas du tout avec celles qu'il est en train de présenter ; il s'aperçoit que le conflit n'est pas entre connaissances pré-existantes et nouvelle information, mais entre les façons d'être des enfants et les façons d'être des adultes, et cela requiert de nouveaux efforts d'adaptation réciproque.

### **3. COMMENT LA PRATIQUE DIDACTIQUE A ÉTÉ RÉELLEMENT MODIFIÉE PAR L'INFLUENCE CONSTRUCTIVISTE**

l'influence du constructivisme sur la pédagogie

Il semble donc que le modèle constructiviste, apte à décrire les dynamiques cognitives qui se développent dans un contexte de vie, ne se prête guère à être utilisé dans un contexte "artificiel" comme l'école, avec tous les mérites et les inconvénients propres au caractère artificiel de celle-ci. Mais, en fait, quelle influence le constructivisme a-t-il eue sur la pédagogie ?

Précisons, tout d'abord, que nos observations découlent principalement de notre recherche sur l'éducation scientifique et de notre connaissance de la pratique éducative.

#### **3.1. La recherche didactique**

connaître la pensée enfantine pour mieux organiser des parcours cognitifs...

La recherche didactique internationale s'attache depuis longtemps à reconnaître les conceptions "spontanées", c'est-à-dire celles que l'enfant élabore en dehors du contexte scolaire, ou les "conceptions alternatives", c'est-à-dire les interprétations des faits qui divergent profondément de leur interprétation scientifique, pour les analyser et les classer selon des critères préétablis. En Italie comme dans d'autres pays, l'on a identifié, surtout sur des questions de physique, différentes catégories de modes de pensée spontanés émergés dans des situations de recherche préétablies et plus rarement dans le contexte classe, relevées grâce à des tests administrés à différentes populations d'étudiants. Dans des conditions reproductibles, les réponses aux tests aussi se sont révélées reproductibles et les préconceptions "originales" ont été une minorité par rapport aux préconceptions standard (Grimellini Tomasini et Segré, 1991 ; Clément, sous presse). Il semble donc que, d'une part, les méthodologies de recherche influencent fortement les résultats ; d'autre part, jusqu'à présent, ces recherches n'ont pas suggéré aux enseignants comment organiser les conditions ou les parcours cognitifs capables d'interagir avec les constructions des élèves.

D'un point de vue méthodologique, au contraire, les suggestions les plus importantes en vue d'une intervention didactique plus efficace concernent essentiellement la prise de conscience de la pensée enfantine, le développement des



expériences mises à la disposition des enfants, la conscience des instruments conceptuels utilisés, l'emploi du débat, la présentation d'expériences significatives et critiques pour susciter de nouveaux états de déséquilibre, l'utilisation de formalismes divers pour représenter la connaissance, le recours à la réflexion pour consolider les nouvelles acquisitions.

...capables  
d'activer de  
nouvelles  
stratégies  
d'interprétation

Du reste, comme le met en évidence Giordan (1987), une différence méthodologique fondamentale concerne l'attitude profonde de l'enseignant, c'est-à-dire son choix entre "faire avec" ou "faire contre" les conceptions des étudiants.

L'état actuel de ces recherches ne permet pas d'aller très au delà, et les résultats irréguliers, souvent non conformes à l'attente, obtenus par les expérimentations ont montré que les théories sont souvent trop schématiques et que les limites de leur validité ne sont pas suffisamment explicitées ; les modèles de référence rendent compte uniquement de certains facteurs alors que l'on doit justement intervenir dans des situations complexes. Du point de vue pratique, l'on peut dire que, d'une part, le constructivisme s'est traduit en une série "d'incitations" au bon sens, utilisées plus ou moins efficacement par les enseignants, de l'autre, il a soutenu et rendu efficace un véritable changement de la didactique traditionnelle. En particulier, le constructivisme a contribué à mettre en question certaines formes d'enseignement de type autoritaire, fournissant des motifs pour expliquer certains de ses échecs les plus évidents, et indiquant des directions efficaces d'innovation.

### 3.2. Du modèle aux incitations

Dans sa forme la plus sommaire, la traduction scolaire du modèle constructiviste se résume en slogans du genre "L'enfant est l'artisan de ses propres connaissances", "Toute connaissance se construit sur la base de connaissances précédentes", "La connaissance se construit grâce aux conflits". Une tradition de pédagogie active et attentive aux besoins des élèves, parfois consolidée au sein d'associations telles que le Movimento di Cooperazione Educativa, avait développé depuis un certain temps des façons de travailler correspondant à ces idées et s'est reconnue dans de telles propositions.

une attention  
active aux  
besoins des  
élèves

C'est avec un certain soulagement que les enseignants ont accueilli les théorisations proposées par le constructivisme, se sentant confortés dans ces intuitions que leur expérience et leur réflexion sur celle-ci leur avaient déjà suggérées. Pour les enseignants qui ont moins d'expérience, ces slogans représentent souvent de simples incitations à dépasser un enseignement traditionnel qui suit habituellement des consignes rigides et impératives, et à adopter une attitude d'écoute à l'égard des élèves, d'intérêt pour leurs façons personnelles de connaître.

« l'enfant est  
l'artisan des ses  
propres  
connaissances »

L'accent placé sur le protagonisme des enfants a aidé l'enseignant à revoir son propre rôle en tant que garant de la situation d'apprentissage, mais, dans des cas extrêmes, il a été interprété comme une invitation à la déresponsabilisation et, en un certain sens, à la négation de la fonction enseignante. Prenant trop au sérieux une telle affirmation, certains abdiquent leur tâche de médiateur et de guide à l'acquisition du savoir, en pensant qu'il suffit de ménager des conditions dans lesquelles les enfants, opérant sur le concret, apprennent seuls (et à leurs dépens).

« toute  
connaissance se  
construit sur la  
base de  
connaissances  
précédentes »

Le deuxième slogan a produit surtout des instruments servant à diagnostiquer les connaissances déjà possédées par les enfants (les prérequis, comme on les définit souvent), dans la conviction qu'elles pourraient influencer (ou rendre vaine) la construction successive. L'on formule alors des questionnaires ou bien l'on place les enfants devant des faits à explorer, de façon qu'ils puissent exprimer leurs opinions et leurs tentatives d'interprétation. Le travail de l'enseignant, ensuite, consiste essentiellement à trouver des expériences, des situations de travail et de consultation qui entraînent la modification (ou l'éradication) des préconceptions dominantes.

Cependant, du moins pour ce qui concerne l'Italie, l'on récupère de cette façon les observations de phénomènes concrets qui étaient traditionnellement placées à la base d'une série de procédures indiquées schématiquement comme "méthode scientifique" (observation, hypothèse, expérience et vérification). Mais, si dans le modèle constructiviste l'on nie l'existence d'une vérité à découvrir, et la perception comme l'instrument qui donne une signification individuelle à la connaissance, dans une séquence didactique visant à modifier les conceptions spontanées, les observations deviennent au contraire le premier pas, et le plus important, vers la "découverte de la vérité objective".

« la connaissance  
se construit  
grâce aux  
conflits »

Le troisième slogan voit dans le conflit une situation extrêmement significative pour le changement conceptuel, et conduit à mettre au point des méthodologies didactiques qui en facilitent l'explicitation puis la solution. Encore une fois, cependant, à l'école, il n'y a pas suffisamment de temps pour que les enfants construisent graduellement des modes de pensée adéquats à la compréhension des processus : les situations de conflit gérées par l'enseignant visent à produire un ajustement rapide entre ce que chaque enfant pense et ce que tous doivent savoir. A nouveau se manifeste la particularité de la situation scolaire, dans laquelle on recherche surtout la convergence entre des façons de penser différentes et où les directions de l'adaptation cognitive sont déjà fixées par le système culturel dans lequel est insérée l'école. Ce à quoi il faut s'adapter cognitivement, grâce à des stratégies opportunes, ce n'est pas aux faits et aux phénomènes du monde perçus de façons diverses, mais au savoir constitué et organisé qui, au début du processus cognitif,

est affronté sur la base de critères personnels (pas toujours efficaces) et qui doivent être rapidement modifiés.

Il n'est pas d'importance secondaire, à ce propos, de noter que considérer le conflit comme une nécessité et s'en servir pour produire un changement conceptuel dans une direction déterminée signifie en grande partie en nier l'efficacité cognitive. Et, de toute façon, il manque dans l'école réelle de véritables occasions de conflit entre expérience et interprétation des faits, surtout s'il s'agit de faits généraux d'une vaste portée.

En général, qui plus est, la solution des contradictions concerne des aspects très particuliers des phénomènes, et surtout ceux qui peuvent être "visualisés" et "vérifiés" à l'aide de petites expériences. En conséquence, le conflit cognitif se résout souvent en divergences d'opinions qui peuvent être aisément résolues, plus ou moins rapidement, par l'enseignant, avec la "démonstration d'une vérité" (relative au savoir partagé) dont tous doivent convenir.

### **3.3. Perspectives ouvertes sur la dynamique cognitive**

Voyons maintenant comment les réélabores didactiques du modèle théorique offrent à la pratique traditionnelle de nouvelles façons d'envisager l'apprentissage. Le constructivisme a finalement mis en évidence les composantes dynamiques du processus d'organisation de la connaissance : l'ajustement à une réalité inconnaissable est continu et se poursuit au fil du temps en s'appuyant sur les succès obtenus, en atteignant des objectifs toujours partiels. La contribution la plus importante a été d'amener les enseignants à interpréter le processus de construction de connaissance selon des critères dynamiques. Le savoir n'est pas quelque chose qui s'acquiert une fois pour toutes et dont on dispose en permanence ; il devient un système d'adaptation continue entre structures de pensée et structures de faits, susceptible de profondes modifications au fil du temps. D'autre part, justement parce que l'on ne sait rien de la réalité du monde, un ajustement parfait et total est impossible, et la connaissance fonctionne comme une interface toujours active reliant le monde intérieur et le monde extérieur de référence.

Dans le système scolaire, la possibilité de centrer l'attention sur la construction de la connaissance plutôt que sur la stabilisation (mémorisée) d'un savoir "vrai" et "donné" est vraiment fondamentale. En ce sens, une évaluation continue des connaissances acquises au fur et à mesure, et pas seulement une recherche préliminaire des connaissances préalables, aide l'enseignant à établir une rétro-action continue entre les choses que les enfants savent déjà et celles qu'ils apprennent au fur et à mesure.

Le constructivisme insiste aussi sur la diversité des modes de pensée individuels, construits sur la base des opérations

centrer  
l'attention sur la  
construction de  
la connaissance

et sur les  
dynamiques  
synchroniques et  
diachroniques de  
la pensée

personnelles et des stratégies cognitives. Reconnaître une multiplicité de modes de pensée amène les enseignants à se rendre compte de l'existence des enfants, à les considérer comme des personnes et à interférer au niveau individuel aussi avec leur processus de formation.

La double attention accordée aux dynamiques synchroniques et diachroniques de la pensée (Arcà, 1993), à la diversité des nombreuses "cosmologies" pas faciles à expliciter, modifie profondément le rôle de l'enseignant qui, de simple garant de la correction des informations, devient un "complice" dans l'élaboration de modes de pensée efficaces, un médiateur entre les critères d'interprétation des enfants et ceux de la science ou du savoir reconnu.

D'autre part, l'attention portée aux modes de pensée originaux stimule les potentialités didactiques de l'enseignant qui est obligé de s'interroger sur l'efficacité de ses modes de communication, sur l'image même de son savoir et de ses "évidences" qu'il voit transformées et déformées par les interprétations enfantines.

Face à ces univers pratiquement inconnus, l'enseignant doit déployer ses capacités d'ajustement, tant opératif que cognitif, pour identifier de nouvelles façons de se faire comprendre et pour trouver des expédients qui aident les enfants à surmonter leurs problèmes.

L'interaction pousse également à revoir le rôle des discours qui se déroulent à l'intérieur de la petite communauté qu'est la classe, qui partage un patrimoine commun, mais dont les membres participent aussi à d'autres univers d'expérience qu'ils filtrent subjectivement. Le discours introduit de nouveaux objets de communication, d'élaboration et d'échange, différents de ceux que l'on peut observer et manipuler concrètement. En classe, face aux faits et aux phénomènes, la perception individuelle se transforme nécessairement en perception collective, médiatisée par le discours, par la négociation entre les enfants (Pontecorvo, 1993). Le lien entre perception et interprétation est très étroit : il est pratiquement impossible de décrire ce que l'on observe sans en donner une explication, plus ou moins explicite, que l'on peut confronter avec celle des autres. De cette façon, le langage donne forme à chaque expérience et l'enrichit d'autres significations ; l'ajustement entre observation et interprétation requiert en tout cas que l'enseignant soit un guide patient et que le temps accordé soit suffisamment long pour rendre manifestes les opérations nécessaires à la construction de connaissance.

stimulation des  
potentialités  
didactiques de  
l'enseignant

## Une situation d'enseignement : faits, interprétations, construction de connaissance

### La situation

Devant tous leurs camarades, deux enfants jouent à tirer sur la corde.

### Le problème

Si l'un tire trop fort et lâche la corde tout d'un coup, l'autre tombe. Comment ça s'explique ?

### La discussion

**Fed** - *Quand on lâche la corde, il n'y a plus le poids de celui qui tire.*

**Dav** - *Quand on ne tire plus, la corde devient molle, quand on tire, la corde devient dure mais elle ne se casse pas.*

**Fed** - *Si vous tirez et moi je tire aussi, je ne me rends pas compte que vous avez lâché et comme ça je tombe.*

**Mor** - *Moi je pousse parce que j'avance.*

**Ens** - *Pourquoi tu dis "pousser" et "avancer" ? Avec quelles parties de ton corps tu as l'impression de pousser ?*

**Mor** - *Avec les pieds je pousse, et avec les mains je tire, mais si c'est l'adversaire qui tire, j'avance.*

**Car** - *L'autre te soutient parce qu'il fait la même force. Il y a équilibre.*

**Dav** - *Peut-être que j'ai une idée : la corde, les bras et le sol sont tous reliés. Les jambes poussent, les pieds freinent, la corde se tend près des mains, surtout au milieu et elle devient dure. Le sol maintient tout.*

**Sar** - *Je suis d'accord avec Car. Comme ils tirent du côté inverse, ils se tiennent en équilibre.*

**Dav** - *Les équilibristes sont sur la corde tendue parce qu'elle tient leur poids. Le sol aussi les tient mais à l'inverse.*

**Ens** - *Qu'est-ce que ça veut dire "à l'inverse" ? Et où est-ce que tu vois l'équilibre ?*

**Cat** - *C'est comme si le sol s'écrasait, la corde se tend.*

**Fed** - *Il faut qu'il y ait des enfants de la même force pour être en équilibre ; si un est plus fort ou s'il lâche la corde, l'équilibre est rompu.*

**Sar** - *En équilibre, ils sont immobiles. S'il y en a un qui lâche la corde, l'autre non plus ne peut plus rester immobile.*

**Val** - *L'équilibre est dans la force de l'autre*

### Le rôle de l'enseignant

Il propose un jeu stimulant ; il aide les enfants à prendre conscience de la situation complexe et de leurs perceptions corporelles. Il les invite à préciser leur langage et à trouver des mots adéquats pour traduire leurs sensations. Il dirige l'échange d'opinions et confronte ces dernières aux faits réels.

### Les connaissances scientifiques

Équilibre entre forces dans un système clos formé par le sol, les corps des deux joueurs, et la corde. Rupture de l'équilibre et changement de la situation.

(V elementare \* - Turin. Ens. Nuccia Maldera)

N.d.t. : \*correspond, en France, au CM2

## 4. CHANGEMENTS CONSTRUCTIVISTES DANS L'INSTITUTION SCOLAIRE

la méthodologie  
constructiviste  
requiert :

Tandis que de nombreux enseignants ont accueilli avec intérêt les incitations à orienter leurs pratiques didactiques dans le sens du constructivisme, l'institution scolaire dans son ensemble, du moins en Italie, n'a pas modifié dans cette direction ses structures fondamentales, prévues pour un autre type d'enseignement. Il est impossible de penser que des innovations méthodologiques et didactiques aussi importantes puissent se développer dans un contexte inadéquat, rigide, finalisé à d'autres objectifs et à d'autres types de contrat didactique.

### 4.1. Un contrat didactique différent

des  
changements  
des contrats  
didactiques

Il n'est pas pensable de modifier grâce aux seuls efforts personnels le rôle du contexte scolaire qui fonctionne comme contrainte et comme support pour la construction de connaissance, ni le rôle de l'enseignant qui "garantit" la fonctionnalité du contexte même, constituant à son tour un élément d'une structure interactive. Pour que s'établisse un nouveau contrat didactique (Chevallard, 1983) centré sur les expériences et sur les capacités de construction cognitive des enfants, il faudrait modifier le rôle de la programmation et celui du matériel didactique, à commencer par les manuels et les livrets d'exercices ; les temps et les lieux de l'apprentissage (l'on apprend et l'on fait des expériences hors de l'école aussi, et d'autres milieux de vie peuvent favoriser et soutenir l'activité de connaissance) ; le rôle et les modalités de la notation. Ce n'est qu'au sein d'un contexte qui accepte et favorise des changements de ce type que l'élève aussi peut être disposé à modifier son propre rôle à l'école et, de "conteneur" ou répéteur de notions, devenir constructeur autonome de connaissances, dans un système qui respecte ses rythmes, ses centres d'intérêt, ses erreurs et ses hésitations.

En attendant que les institutions s'adaptent aux nouvelles instances pédagogiques, nous pensons que la recherche didactique et l'action de renouvellement du système éducatif devront, au cours des prochaines années, s'attacher sérieusement à soutenir les enseignants sur trois fronts : formation et recyclage, hiérarchisation du contenu des disciplines, évaluation des processus systémiques d'enseignement-apprentissage.

des  
changements  
des stratégies  
d'enseignement

Il est indéniable que les enseignants ont besoin d'un support culturel pour maîtriser plus efficacement les contenus de l'enseignement, mais il est tout aussi certain qu'ils ont besoin de support pour comprendre la signification "scientifique" des différents modes de pensée des enfants, pour se rendre compte des stratégies d'interprétation adoptées chaque fois, et des dynamiques cognitives en jeu tant dans

le savoir organisé que dans le savoir individuel. En outre, pour guider et stimuler la croissance des enfants, il faut savoir les écouter ; cela signifie savoir s'insérer, chaque fois, dans le fil d'une pensée différente de la sienne, en accepter les justifications de validité, en susciter d'éventuelles incohérences et trouver des façons plausibles d'établir une corrélation entre la pensée spontanée et la connaissance de la discipline.

Il faut alors savoir faire des choix parmi les contenus de l'enseignement aussi, s'affranchir des unités didactiques de routine et hiérarchiser les thèmes de façon qu'ils soient, dans chaque situation, adaptés à la conscience des enfants, à leurs capacités de perception, d'expérience et d'élaboration opérative.

Si l'on admet que la connaissance est toujours construite (et pas seulement au cours de la phase de développement cognitif) grâce à des restructurations continues d'idées, de concepts, de schémas et de stratégies de raisonnement, de façons de regarder, de faire et de communiquer, la formation des enseignants doit, elle aussi, se développer de façon cohérente. En Italie, à part quelques tentatives d'expérimentation, les cours de formation continuent à être intrinsèquement directifs, tant par manque réel de temps que parce que, habituellement, ils se déroulent sous forme de cours hors du contexte classe. De toute façon, c'est exclusivement à l'enseignant qu'il revient de traduire des indications pédagogiques constructivistes en une réalité didactique.

Seules des expériences de formation adulte étalée dans le temps (Grimellini Tomasini et Segré, 1992 ; Arcà, 1993 ; Tonucci, 1991) peuvent se permettre de ne pas être directives et d'explorer des modalités différenciées, tant d'interaction culturelle entre les participants que de dynamique interne de construction-modification de la connaissance. Ces expériences n'ont pas pour objectif de transformer des façons erronées d'enseigner en des façons correctes, mais d'étudier ensemble le processus grâce auquel tous, celui qui apprend et celui qui enseigne, sont impliqués dans un ajustement continu, dans une rétro-action complexe qui agit en même temps sur les façons de regarder les choses, sur les interactions entre personnes, sur la capacité de s'approprier de nouvelles connaissances.

des  
changements  
dans la formation  
des enseignants

## Le constructivisme dans la formation des enseignants

Dans de nombreuses situations scolaires, le constructivisme oriente désormais la formation des enfants, mais il est très rare de trouver des exemples de formation d'adultes qui y fassent référence. Pour les enseignants aussi, il est utile de réfléchir sur le processus personnel de construction de connaissance. Analyser les stimuli et les malaises ressentis au cours de situations d'apprentissage vécues dans un cours peut conduire à modifier les divers modèles d'enseignement.

### La situation

Cours de formation sur "L'éducation scientifique de base" : dix rencontres de trois heures avec onze enseignants.

Le thème : expériences sur les corps qui flottent.

### Moments de discussion

#### a) Partir des connaissances de celui qui apprend

- I 1 - *Dans ce cours, moi pratiquement je pars... mon approche de la science est comme celle des enfants, avec un peu d'expérience en plus.*
- I 2 - *Nos connaissances sont faites de sens commun ; même en nous mettant au niveau des enfants, nous faisons des fautes, au début.*
- I 3 - *Il faut savoir se rapprocher des enfants, s'asseoir à côté d'eux et comprendre ce que fait l'enfant. Mais c'est très difficile : moi, je dois me mettre en tête que je dois me comporter un peu comme eux, je dois faire un peu le clown.*
- I 2 - *Ici aussi, vous les enseignants vous vous êtes mis à notre niveau.*

#### b) Interaction entre pairs

- I 2 - *Des discussions comme celles que nous faisons en ce moment nous amènent à ne pas avoir d'inhibitions, à ne pas craindre de parler par peur de se tromper, de toute façon nous disons tous des idioties quelquefois. Peut-être que les enfants aussi sont portés à parler davantage, même ceux qui parlent moins. Ici, chacun exprime son opinion et se sent poussé à dire des choses... mais souvent nous hésitons à parler en public par peur que...*
- I 4 - *Et puis, très souvent les choses que les personnes pensent, même celles qui semblent simples, ont un contenu significatif non négligeable.*

#### c) Interaction avec les phénomènes

- I 1 - *Après avoir tant étudié dans les livres, mettre des bougies dans l'eau pour voir si elles flottent ça fait sourire, on a l'impression de se donner en spectacle, on se sent gêné. Pour agir de cette façon et se sentir sûr, il faut connaître non seulement le sujet mais aussi tout ce qu'il y a derrière. Peut-être que comme professeur, je ne serais pas capable d'adopter cette méthode...et puis il faut avoir beaucoup de temps.*
- I 5 - *Vous nous avez démontré que, en apprenant une certaine méthode, nous pouvions enseigner même des sujets que nous connaissions peu ; nous pouvons présenter un point de physique à un enfant, à son niveau, sans être professeur de physique. Mais nous devons apprendre une méthode et la préparer à la maison... Il y a du travail à faire mais nous pouvons arriver à des conclusions même sans avoir étudié toute la physique.*

(Organisateur du cours : Prof. N. Grimellini Tomasini, Dipartimento di Fisica, Université de Bologne - Italie)



Expérimentant sur eux-mêmes une dynamique d'enseignement-apprentissage dont ils ne connaissent que la théorie, construisant un contexte adéquat du point de vue relationnel aussi, les enseignants sont disposés à discuter et à prêter attention à leur façon d'agir en classe aussi, reconnaissant dans leurs propres difficultés celles que les enfants vivent quotidiennement.

des  
changements  
des contenus et  
des parcours  
didactiques

D'autre part, en travaillant de cette manière, l'on est amené à réfléchir également sur les contenus des disciplines et sur les choix indispensables aux parcours didactiques. L'on s'aperçoit que le savoir, qui semblait évident et qui était donné pour certain, ne répond pas toujours aux questions issues d'une situation problématique, et n'apporte pas de réponse non plus à certaines objections ou à des observations contextuelles.

Il faut prendre acte cependant que la recherche didactique orientée par le constructivisme suggère à l'enseignant de jouer un rôle non directif, mais elle n'est pas encore en mesure de le convaincre que ses stratégies d'enseignement et ses résultats didactiques en seront améliorés. Beaucoup pensent même que ces nouvelles façons d'enseigner et d'être en classe n'avantagent que les enfants les plus forts, et ne font que creuser le fossé qui les sépare de ceux qui ont le plus de "problèmes". Surtout, la recherche n'est pas encore en mesure de donner des indications sur quand et comment il est opportun d'utiliser soit la directivité soit la non-directivité.

#### 4.2. Milieux d'apprentissage

En tant que milieu artificiel d'apprentissage, l'école devrait valoriser comme point fort pour l'innovation la présence d'une communauté stable d'adultes et d'enfants liés par l'intentionnalité explicite de l'apprentissage.

l'école : une  
communauté  
d'adultes et  
d'enfants liés par  
l'intentionnalité  
explicite de  
l'apprentissage,

Si le savoir est vu comme quelque chose que les personnes font et font ensemble, plutôt que comme quelque chose qui est dans la tête et dans les livres, et si on le considère comme une activité de construction continue, l'enseignant devrait porter son attention sur la création de contextes de travail dans lesquels le savoir puisse continuellement évoluer.

Ces contextes sont définis, d'une fois à l'autre, par les finalités explicitées, par l'organisation sociale des participants, par les instruments disponibles, par ce que l'on provoque pour être compris, par les actions et par les types de discours.

un contexte de  
travail,

Si les modes de construction cognitive sont si nombreux et différents, il faut que la diversité individuelle ne soit pas refusée, comme a tendance à le faire l'institution scolaire avec ses impositions à tout prix : le même âge, les propositions, les devoirs, les moyens d'expression..., les points d'arrivée égaux pour tous.

un environnement pour activités et discussions ouvertes,

un milieu cognitif organisé,

des archives des travaux des enfants,

Offrir une vaste gamme de situations de travail convergeant sur un phénomène à étudier, et aider aussi les enfants à en reconnaître les diversités, augmente les probabilités de saisir les aspects particuliers d'une même phénoménologie ; il y aura toujours quelqu'un qui s'apercevra de quelque chose de spécial et l'indiquera aux autres, qui exprimera ses émotions, qui offrira son interprétation des faits.

Plus les tâches proposées seront ouvertes, non assujetties à une seule interprétation et à un seul résultat correct, plus il sera possible aux enfants de prendre des décisions autonomes, d'utiliser leurs propres méthodes et d'exercer un contrôle mutuel. Au sein d'une communauté, il est possible d'utiliser au mieux les diversités d'intérêt et d'habiletés aussi, et de négocier ses propres opinions, de sorte que chacun pourra être différent, mais se considérer et être reconnu comme une valeur pour la communauté même.

Toutefois, plus les interactions deviennent complexes et les activités changeantes et articulées, plus les enfants ont besoin de trouver orientation et stabilité dans l'organisation du milieu cognitif : non seulement en ce qui concerne les espaces de travail et le matériel à utiliser, mais surtout pour ce qui est de l'explicitation des buts et des consignes de travail, du respect de la façon dont le temps est scandé, de la réflexion systématique sur les activités entreprises et sur les raisons pour lesquelles elles ont été faites d'une certaine façon. Dans un tel milieu, l'enseignant devra créer les conditions qui favorisent la cognition : attirer l'attention sur quelques détails, prévenir la distraction, établir un accord entre les façons de s'exprimer et les façons de comprendre, et ainsi de suite.

Le développement du monde conceptuel de l'enfant est de toute façon différent du développement des moyens qu'il doit maîtriser pour exprimer ce monde : apprendre quelque chose signifie non seulement avoir la capacité de produire des expressions verbales justes, mais aussi les produire de façon appropriée, c'est-à-dire les utiliser dans des contextes situationnels et intentionnels justes. Développement sémantique et développement conceptuel sont tous deux nécessaires à ce type d'apprentissage mais aucun des deux n'est à lui seul suffisant.

Dans un contexte d'apprentissage qui tient compte des dynamiques cognitives, les travaux des enfants aussi peuvent devenir des documents servant à reconstruire des histoires individuelles et collectives d'apprentissage et, plus tard, faire l'objet de révision réciproque et d'évaluation. Comme témoignage et documentation de dynamiques cognitives, les différents produits peuvent aussi être transformés en objets de communication avec des interlocuteurs extérieurs. Cela introduira des éléments d'évaluation utiles pour en revoir l'histoire, en tenant compte du point de vue de personnes qui n'ont pas partagé le contexte de travail. Par ailleurs, les critères actuels de notation scolaire visent à mesurer l'état des connaissances possédées.

un lieu où l'on apprend à adapter les modes de pensée aux situations à comprendre

Ce qu'il faut, au contraire, ce sont des instruments capables de donner des indications sur la transformation des connaissances mêmes, sur la maîtrise des stratégies de connaissance dont les enfants disposent ainsi que sur leurs potentialités à en acquérir de nouvelles. Autrement dit, il faut apprendre à évaluer le processus d'adaptation des modes de pensée aux situations à comprendre.

Apprendre à évaluer des processus d'apprentissage, différents pour chaque enfant est particulièrement difficile et ne correspond pas aux objectifs de "standardisation culturelle" que l'école s'est fixés. Et dans ce sens aussi, une didactique constructiviste peut représenter un stimulus à changer profondément tant les contrats didactiques traditionnels que la fonction même de l'enseignement.

Maria ARCÀ  
 Centro Acidi Nucleici  
 CNR Rome  
 Silvia CARAVITA  
 Istituto di Psicologia  
 CNR Rome

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARCÀ, M. *La cultura scientifica a scuola*. Franco Angeli, Milano, 1993.

ARCÀ, M., GUIDONI, P., MAZZOLI, P. *Insegnare scienza*. Franco Angeli, Milano, 1987.

ASTOLFI, J.P. "Quelques logiques de construction d'une séquence d'apprentissage en sciences". *ASTER*, n° 13, 1991, pp 157-186.

AUSUBEL, F.P. *Educational psychology : a cognitive viewpoint*. Holt, Rinehart & Winston, NY, 1968.

BATESON, G. *Steps to an ecology of mind*. Chandler Publ. Comp., 1972.

BEREITER, K. "Toward a solution of the learning paradox". *Review of Educational Research*, Vol 55, n° 2, 1985, pp 201-226.

CARAVITA, S., HALLDÉN, O. "Reframing conceptual change". *Journal of Research on Learning and Instruction*, sous presse.

CAREY, S. "Knowledge Acquisition : Enrichment or Conceptual Change ?" In : Carey, S. & Gelman, R. (Eds) *The epigenesis of mind*. Lawrence Erlbaum Ass., Hillsdale, NJ, 1991.

CHEVALLARD, Y. "Remarques sur la notion de contrat didactique". Exposé devant le groupe "Inter-IREM-Université". Avignon, 1983.

CLÉMENT, P. "Représentations, conceptions, connaissances", sous presse.

FODOR, J. "On the impossibility of acquiring more powerful structures". In : Piattelli Palmarini, M. (Ed), *Language and learning*. Cambridge, Harvard University Press, 1980, pp 142-162.

GENTNER, D., STEVENS, A. *Mental models*. Lawrence Erlbaum Ass., Hillsdale, NJ, 1983.

GIORDAN, A., et al., *L'élève et/ou les connaissances scientifiques*. P. Lang, Berne, 1983.

GIORDAN, A., DE VECCHI, G. *Les origines du savoir*. Delachaux & Niestlé, Neuchâtel, 1987.

GRIMELLINI TOMASINI, N., SEGRÉ, G. *Conoscenze scientifiche : le rappresentazioni mentali degli studenti*. La Nuova Italia, Firenze, 1991.

KELLY, G.A. "The psychology of the unknown". In : Bannister, D. (Ed), *New perspectives in personal construct theory*. Acad.Press, NY, 1977.

MATURANA, H.R. *Biology of cognition*. Biological Computers Laboratory, Urbana Ill, 1970.

NELSON, K. "Cognitive development and the acquisition of concepts". In : Anderson, R.C., Spiro, R.G. & Montague, W.E. (Eds), *Schooling and the acquisition of Knowledge*. Lawrence Erlbaum Ass, Hillsdale, NJ, 1977.

NOVAK, J. "Learning science and the science of learning". *Studies in Science Education*, n° 15, 1988, pp 77-101.

PASCUAL-LEONE, J. "Constructive problems for constructive theories". In : Kluwe, R.H. & Spada, H. (Eds) *Developmental models of thinking*. Academic Press, NY, 1980.

PIAGET, J. *La construction du réel chez l'enfant*. Delachaux & Niestlé, Neuchâtel, 1950.

PONTECORVO, C. (a cura di) *La condivisione della conoscenza*. NIS, Firenze 1993.

POPE, M.L., GILBERT, J.K. "The personal construction of knowledge group." In : Sutton, C.R. & West, L.H.T. *Investigation children's existing ideas about science*. University of Leicester. 1992.

RUMELHART, D. "Schemata : the building blocks of cognition". In : Spiro, R.J., Bruce, B.C., Brewer, W.F. (Eds) *Theoretical issues in reading comprehension*. Lawrence Erlbaum Ass., Hillsdale, NJ, 1980.

SUCHTING, W.A. "Constructivism deconstructed". *Science Education*, Vol 1, n° 3, 1992. pp 223-254.

TONUCCI, F. " Gli atteggiamenti degli insegnanti di scuola elementare nelle scienze biologico-naturalistiche". *Ensenanza de las Ciencias*, Vol 9, n°1, pp 28-42.

VARELA, F.J. *Connaître les sciences cognitives : tendances et perspectives*. Ed du Seuil, Paris, 1989.

VON FOERSTER, H. "On constructing reality" . In : Preiser, W.E.F. (Ed) *Environmental Design Research*, Vol 2, Dowden, Hutchinson & Ross, Striudsburg, 1973.

VON GLASERSFELD, E. "Introduzione al costruttivismo radicale". In : P. Watzlawick (Ed) *La realtà inventata*. Feltrinelli, Milano, 1988.

VON GLASERSFELD, E. *Linguaggio e comunicazione nel costruttivismo radicale*. CLUP, Milano, 1989.



# OBSTACLES ET CONSTRUCTION DE SITUATIONS DIDACTIQUES EN SCIENCES EXPÉRIMENTALES

Jean-Pierre Astolfi  
Brigitte Peterfalvi

*Permettre aux élèves de surmonter les obstacles épistémologiques qui entravent leurs apprentissages constitue un des défis fondamentaux d'un enseignement scientifique "constructiviste". Comment concevoir un tel enseignement ? Certaines caractéristiques des obstacles orientent nécessairement les actions à entreprendre : leur caractère transversal, leur manifestation dans des réseaux d'idées qui font système, leur résistance à la réfutation incitent à ne pas attendre trop d'une modalité didactique ponctuelle et unique. Différentes stratégies sont possibles mais toutes ont à concilier une dose de souplesse adaptative qui permette aux élèves de mettre en jeu leurs propres idées et une dose de rigidité qui garantisse de ne pas perdre de vue le concept à construire.*

situations  
centrées sur le  
franchissement  
d'obstacle...

L'importance des obstacles épistémologiques dans l'accès à la connaissance scientifique est aujourd'hui reconnue, mais trop peu de travaux ont été consacrés à la recherche de situations didactiques et de dispositifs d'apprentissage, organisés pour faire précisément franchir ces obstacles en situation scolaire. Le thème des représentations dont disposent les élèves au sujet des notions scientifiques qu'on leur enseigne a connu une fortune critique remarquable, mais trop souvent les propositions didactiques qui en découlent se limitent à ce qu'on nomme leur "émergence" et leur "prise en compte". Celle-ci mise principalement sur le fait de susciter dans la classe des conflits à caractère socio-cognitif. Une telle orientation est assurément positive (De Vecchi et Giordan, 1989) et il ne sera pas question ici d'en contester la valeur. Au contraire même, on entend quelquefois dire que le travail didactique à partir des représentations des élèves s'est révélé décevant et qu'il faudrait en revenir à des méthodes plus classiques pour les apprentissages scientifiques. Une telle conclusion est certainement prématurée.

Le but de cet article sera plutôt d'insister sur deux aspects importants. Le premier concerne une réflexion sur le fait que la résistance des obstacles aux efforts d'enseignement fait partie intégrante de l'idée d'obstacle. Nous montrerons, par conséquent, que l'installation de conflits intellectuels au sein de la classe, aussi essentielle qu'elle soit, ne constitue qu'une condition parmi d'autres pour un dépassement des obstacles, et que des modalités didactiques variées - alternatives et/ou complémentaires - méritent d'être davantage

en alternance  
avec d'autres  
logiques  
d'organisation

explorées. La seconde idée concerne la nécessaire variété de modes d'activité didactique et, par conséquent, la nécessité d'articuler le travail des obstacles avec d'autres modes d'organisation des séquences. Cet article fait donc suite aux réflexions déjà publiées dans cette revue sur la diversité des logiques possibles pour les activités scientifiques expérimentales (Astolfi, 1991). Il prend plus particulièrement appui sur des exemples travaillés dans une recherche, actuellement conduite par l'équipe de didactique des sciences de l'INRP, concernant les obstacles rencontrés pour l'apprentissage du concept chimique et biologique de transformation de matière (Peterfalvi, 1992).

## 1. DES REPRÉSENTATIONS AUX OBSTACLES

### 1.1. De la métamorphose à l'évolution

Les pratiques d'enseignement scientifique ne prennent pas suffisamment en compte le fait que la construction des concepts vient interférer avec l'existence préalable de conceptions dont les élèves disposent déjà, et dont on sait qu'elles tendent à se maintenir, d'une façon diachronique à la scolarité. Par exemple, quand on leur enseigne le concept d'évolution du vivant, les élèves n'expriment en général nulle difficulté, et acquiescent au contraire de façon immédiate. Trop immédiate peut-être, et d'une façon qui témoigne des obstacles que l'on tend à oublier, dès qu'un concept scientifique semble maîtrisé. Examinons comment François Jacob évoque ce même type de difficulté pour l'évolution des idées en biologie, dans son ouvrage classique : *La logique du vivant*.

Avec l'avènement de la biologie moderne, nous dit-il, *"toutes les combinaisons ne sont plus possibles. Au lieu d'une chaîne ininterrompue d'une extrémité à l'autre du monde vivant, on ne rencontre alors que quelques grands types d'organisation, quelques masses isolées les unes des autres. La continuité du vivant n'est plus horizontale dans l'ensemble des êtres, mais verticale dans la suite des générations qu'unit la reproduction"* (Jacob, 1970).

Les élèves croient comprendre les idées transformistes, telles qu'on les leur expose en conformité avec la biologie contemporaine, mais ce qui leur manque c'est de pouvoir comprendre ce à quoi **il a fallu renoncer** pour que le concept actuel d'évolution prenne sens. La conception primordiale des relations au sein du monde vivant s'accorde en effet très facilement avec l'idée que tout individu peut se métamorphoser en un autre, et toutes les combinaisons, toutes les chimères et autres licornes, sont pensables. L'obstacle, c'est cette conception primitive en biologie que Georges Canguilhem a appelée la métamorphose :

la  
compréhension  
apparente de  
l'évolution...



*"La pensée archaïque et la pensée primitive ont fait, et font, un usage massif et constant de la métamorphose, de la conversion des formes animales spécifiques les unes dans les autres. Cela, bien entendu, n'a rien à voir avec une pensée transformiste, puisque le transformisme implique une orientation par la causalité, alors que la métamorphose est possible dans tous sens. Dans ses rêves de métamorphoses, l'homme s'identifie à toutes les possibilités, à toutes les libertés supposées de l'animalité."*

sur un fonds  
continuiste  
inchangé...

Tant que les élèves n'ont pas construit l'idée d'une telle discrétude au sein du vivant, c'est au prix de l'ambiguïté que le professeur de biologie évoque la notion d'évolution : ils s'imaginent comprendre, mais ils traduisent ce qui leur est dit sur le vieux fonds continuiste inchangé. Dans un tel contexte, l'idée évolutionniste n'est que trop facilement admise, sans être comprise, puisqu'elle ne correspond à aucun problème biologique. C'est là toute la différence qu'évoquait Canguilhem entre des "métamorphoses possibles en tous sens" et un "transformisme orienté". Le concept d'évolution ne deviendra opératoire pour les élèves, qu'à partir du moment où, inséré dans le cadre contraignant des espèces stables, il permet justement d'en envisager les relations et filiations.

masque  
l'importance du  
poids de  
l'obstacle

Faute d'une conscience suffisante du poids de tels obstacles, l'enseignement scientifique se révèle souvent compatible avec leur maintien. Car on peut tout à fait apprendre les connaissances scolaires relatives au concept d'évolution, et raisonner en utilisant l'idée de "métamorphose". Ceci parce qu'une séquence didactique centrée sur le dépassement effectif de l'obstacle ne peut être construite suivant la même économie générale qu'une séquence centrée, elle, sur la présentation du concept.

## 1.2. Le double statut des représentations

Examinons d'abord les relations qu'entretient l'idée d'**obstacle**, avec celle de **représentation** (souvent qualifiée de **conception**), classique dans les études de didactique des sciences. L'idée de représentation apparaît liée à chaque contexte notionnel particulier. On sait que, pour chaque domaine du savoir enseigné (les forces, le courant électrique, la respiration ou la reproduction humaine ...), les élèves disposent de conceptions préalables, aujourd'hui bien identifiées par de nombreuses recherches, et que ces conceptions tendent à perdurer, de façon quasi-inchangée, jusqu'au niveau de l'enseignement supérieur inclus, malgré une importante pression d'enseignement. On a souvent noté une certaine parenté entre ces représentations d'élèves et les **obstacles épistémologiques** que l'histoire des sciences a dû surmonter : représentation des forces et théorie de l'*impetus* par exemple (Viennot, 1979), ou conceptions de la fécondation et théories préformistes (Giordan et De Vecchi, 1987).

la représentation  
s'oppose à  
l'objectif

mais a un statut  
d'explication  
fonctionnelle  
pour les élèves

Ces représentations définies localement, domaine notionnel par domaine notionnel, présentent en fait un **double statut**. Elles ont d'abord celui d'un **écart au savoir savant** : si l'on qualifie de représentation telle ou telle réponse d'élève à un questionnaire ou à une situation-problème, c'est bien parce que cette réponse est quelque part fautive. En ce sens, la représentation constitue le contrepoint du projet didactique. L'enseignant s'y intéresse parce qu'elle occupe la même "niche écologique" que la connaissance scientifique dont il vise l'acquisition. De ce point de vue donc, **la représentation s'oppose à l'objectif** ; elle est ce qui empêche d'atteindre facilement en classe l'objectif que l'on poursuit.

Mais en même temps, ces représentations ont un statut d'**explication fonctionnelle pour l'élève**. Elles fonctionnent, chez lui, comme un mode de connaissance parmi d'autres ; elles correspondent à un système d'interprétation cohérent des phénomènes scientifiques qu'il s'est construit de longue date, et qui pour lui "marche" (Jonnaert, 1988). C'est bien pour cela que les représentations résistent à l'enseignement et perdurent tout au long de la scolarité. De ce point de vue, la représentation n'est plus ce qui s'oppose à l'objectif, mais **se situe au coeur même** de l'objectif à atteindre. Elle constitue l'essentiel du projet didactique, puisque sa transformation est ce que l'enseignant va s'efforcer de provoquer en priorité, par delà les définitions notionnelles apprises.

### 1.3. Les obstacles, "noyau dur" des représentations

le maintien de  
systèmes de  
pensée  
transversaux

L'idée d'obstacle entretient évidemment des relations avec celle de représentations ou de conceptions des élèves, mais on peut la décrire comme plus forte. Ce n'est pas seulement que les élèves pensent différemment et que l'on peut identifier leur logique cognitive, c'est qu'**existe une certaine nécessité au maintien de ce système de pensée**. On peut dire que l'obstacle présente un caractère plus général et plus transversal que la représentation : il est ce qui, en profondeur, l'explique et la stabilise. Diverses représentations, qui portent sur des notions sans lien apparent, peuvent en effet apparaître, à l'analyse, comme les points d'émergence d'un même obstacle.

#### • *Plusieurs représentations, un seul obstacle*

dynamique,  
électrociné-  
tique...

Laurence Viennot a, par exemple, montré comment un même archétype de raisonnement, qu'elle appelle avec Sylvie Rozier, le **raisonnement linéaire causal** se trouve à l'oeuvre aussi bien en dynamique (conceptions relatives aux forces) qu'en électrocinétique (conceptions du courant électrique). Ce "raisonnement" consiste grossièrement à transformer en une succession chrono-logique un ensemble de relations purement logiques, difficiles à appréhender comme un tout

simultané (Rozier, 1987 ; Viennot, in : Bednarz et Garnier, 1989). Les élèves traduisent ainsi sur le mode :

*A agit sur B, qui agit (ultérieurement) sur C,  
lequel n'agit pas nécessairement sur A.*

ce qui devrait n'être qu'une relation exempte de temporalité, entre les grandeurs **A**, **B** et **C**.

écologie...

Nous avons retrouvé le même obstacle en écologie, à l'occasion d'une recherche antérieure, lorsque les relations alimentaires dans une chaîne trophique sont considérées comme des prédatons successives d'individus, avec englobement sous forme de "poupées russes", au lieu et place d'interactions entre les populations **A**, **B** et **C**, s'introduit une succession temporelle avec disparition des espèces mangées : lorsque **A**, mangé par **B**, est lui-même mangé par **C**, **A** et **B** cessent d'exister dans la chaîne alimentaire (Astolfi et al, 1985 ; Astolfi, Ginsburger et Peterfalvi, 1988). L'introduction abusive de la temporalité se comprend mieux si l'on voit qu'il y a confusion dans les raisonnements d'élèves entre le niveau de l'individu (objet de la prédation) et celui de la population (qui subsiste, elle, dans l'écosystème, même si son effectif varie).

un même  
système de  
pensée

#### • *Le jeu convergent de plusieurs obstacles*

Si des représentations d'élèves qui portent sur des domaines conceptuels très divers peuvent s'interpréter par le jeu d'un même obstacle sous-jacent, l'inverse peut également être vrai. Les représentations relatives à un même champ peuvent s'expliquer par la **conjonction de plusieurs obstacles** qui y trouvent un même point d'application. Dans un travail antérieur, nous avons tenté de repérer la diversité des obstacles qui s'opposent à la construction de la notion biologique de *Milieu*, notion souvent utilisée mais plus rarement définie avec précision, même dans les ouvrages scientifiques scolaires et universitaires (Astolfi et Drouin, 1986). Sa maîtrise suppose en effet le franchissement d'un certain nombre d'obstacles, dont quelques-uns peuvent être cités à titre illustratif.

- **Obstacle lexical**, lié à la polysémie du mot *milieu*. Le franchir, c'est accéder à la distinction entre un milieu géométrique (milieu-centre) et un milieu biologique (milieu-objet).
- **Obstacle tautologique**, lié à la compréhension du *milieu* de chaque espèce en termes de "milieu naturel". Le franchir, c'est abandonner l'idée que chaque animal possède son "lieu propre" (au sens où Aristote emploie ce mot pour désigner le bas comme lieu naturel des corps pesants), ou que si un animal "se trouve bien" en un certain lieu, grâce à un "équilibre" de la nature qui le "comble". Car cela revient à évacuer tout problème scientifique : la nature serait bien faite et en équilibre, c'est tout !

obstacles  
convergeants à la  
compréhension  
du concept de  
milieu...

- **Obstacle anthropomorphique**, lié à une conception du *milieu* comme "garde-manger" des espèces, dans lequel chacune puise selon ses préférences. Le franchir, c'est renoncer à considérer l'animal comme doué d'une volonté, d'une liberté de choix, au profit d'une centration sur l'analyse des besoins alimentaires caractéristiques d'une espèce. Ce n'est qu'à cette occasion que l'expression *régime alimentaire* s'éloigne de son acception courante (Cf. "être au régime") pour acquérir une signification scientifique.
- **Obstacle holiste**, lié à la difficulté du passage à l'analyse. Le franchir, c'est ne plus considérer le *milieu* comme un tout insécable ou comme une chose (l'air, l'eau, la terre), mais devenir capable d'en analyser les composants ou les facteurs (température, humidité, acidité ...). Cela correspond à l'abandon d'un point de vue "chosiste" et statique, pour une perspective relationnelle plus abstraite.

... qui font  
résistance aux  
apprentissages

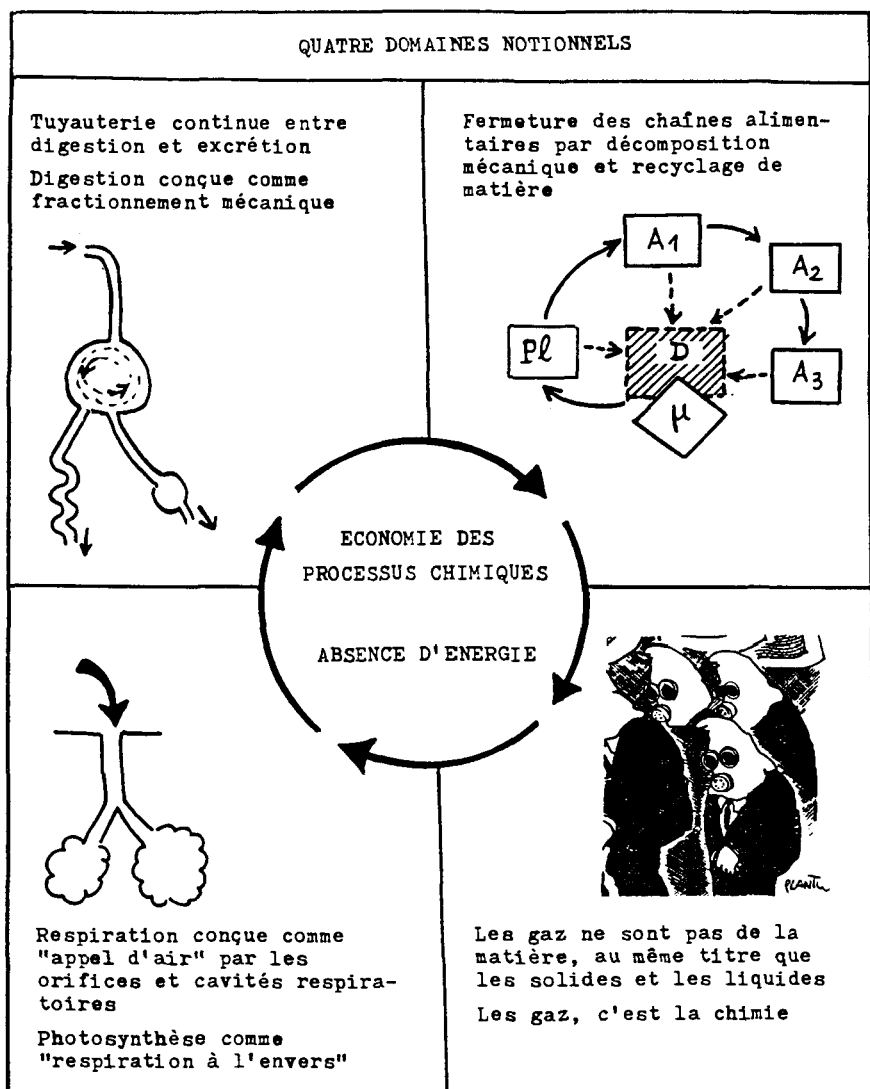
Les obstacles ainsi définis, constituent une sorte de "**noyau dur**" des représentations. Ils correspondent à ce qui fait vraiment résistance aux apprentissages et aux raisonnements scientifiques, tout en répondant de façon "confortable" aux besoins d'explication des enfants. Ils permettent de **dégager le sens** des représentations, en permettant d'en construire l'interprétation. Car, sans caractérisation satisfaisante des obstacles, les représentations ne peuvent être comprises qu'en termes de "cartographie statistique", comme de simples catalogues anomiques des idées rencontrées chez les élèves.

#### • **Un "noeud d'obstacles" dans une diversité de représentations**

Un troisième exemple, que nous travaillons dans le cadre d'une recherche actuelle, concerne l'analyse des obstacles à la notion de transformation de matière, aussi bien pour comprendre les phénomènes physico-chimiques que les phénomènes biologiques (digestion, respiration, photosynthèse). Le schéma suivant fait apparaître qu'un même noeud d'obstacles - faisant système entre eux - permet de rendre compte de représentations situées dans des champs notionnels variés, leur donnant ainsi sens et cohérence (document 1) :

- les gaz ne sont pas conçus comme de la matière, au même titre que les solides et les liquides, soit qu'on n'ait pas conscience de leur existence, soit qu'on les considère comme de nature différente (au même titre que la lumière), soit encore qu'on les envisage comme une catégorie spécifique de matière, dotée de propriétés singulières, par exemple, de n'être pas pesants (Séré, 1985) ;
- la respiration, elle, ne concerne que "les gaz" et n'est pas reliée à la nutrition ; elle se réduit à des phénomènes ventilatoires conçus comme des "appels d'air" dans les cavités

## Document 1



## LE NOEUD D'OBSTACLES :

- Primat de la perception sur la conceptualisation
- Pensée catégorielle, avec sous-ensembles disjoints (les gaz/pas les gaz, vivant/non vivant)
- Valorisation - dévalorisation
- Conception restreinte des transformations possibles, ou inversement transformations généralisées sans contraintes
- Recherche de la "bonne forme" (ça tourne)

cohérence des  
représentations  
dans des champs  
notionnels  
variés...

et orifices respiratoires : l'air y pénétrerait simplement "parce qu'il y a un trou" (Sauvageot, 1988) ;

- les phénomènes digestifs sont souvent conçus sur le modèle d'une "tuyauterie continue" avec l'excrétion, grâce à la conception d'une liaison directe entre estomac et vessie (Clément, 1991) ; s'y ajoute l'idée que la digestion se réduit à une succession de phénomènes mécaniques (Sauvageot, 1991) ;
- la fermeture des cycles biologiques d'un écosystème est conçue sur le modèle de la décomposition mécanique du vivant en petits fragments microscopiques, fragments dont se nourrissent les végétaux qui les aspirent avec leurs racines "comme avec des pailles". Les phénomènes de minéralisation sont ainsi évacués, de telle sorte qu'il faudrait plutôt parler de "recyclage" (sur le mode du recyclage industriel du verre) que de véritable cycle. L'idée de photosynthèse est évidemment absente d'une telle représentation (Astolfi et Vérin, 1985).

On comprend la cohérence d'un tel noeud d'obstacles, qui affecte probablement une majorité d'adultes cultivés, à l'issue de leurs études secondaires. Tout cela revient à une sorte de grand "Lego" biologique, dans lequel les éléments de la matière s'assemblent et se fragmentent indéfiniment. C'est un modèle qui présente l'avantage d'obéir à une **bonne forme** ("ça tourne"), satisfaisante pour l'esprit. Il permet de faire l'économie des processus chimiques aussi bien qu'énergétiques.

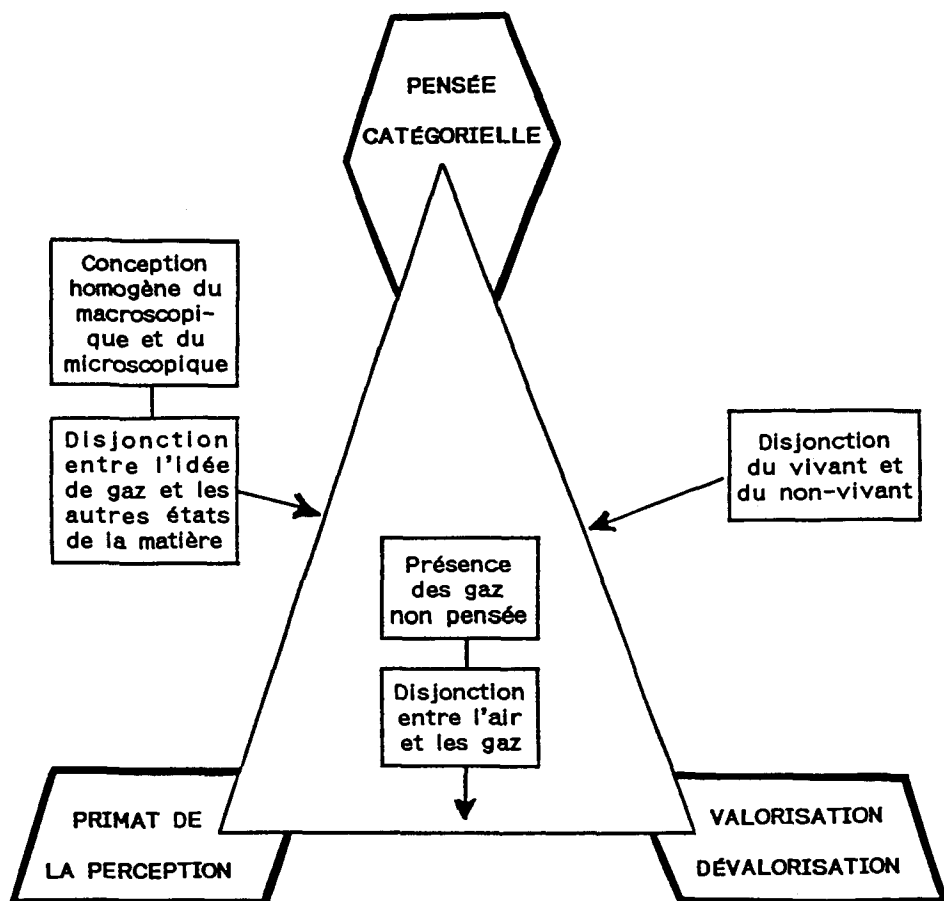
Ce noeud de difficultés correspond au jeu interactif de trois obstacles principaux (mettant en jeu des modes de pensée assez primitifs) ; obstacles que l'on peut schématiser de la façon suivante, en y situant différents aspects des conceptions de la matière chez les élèves (document 2) :

liée à un système  
commun  
d'obstacles

- un primat de la perception sur la conceptualisation ;
- l'usage de la pensée catégorielle, voire de la "pensée par couples" ("ou bien ... ou bien ...") : le vivant / le non-vivant, les gaz / pas les gaz ;
- un excès de survalorisation (le vivant par rapport au non-vivant) ou de dévalorisation (les gaz et la chimie) ;

Parce qu'ils pensent la chimie et la biologie à travers ce système d'obstacles, les élèves ont une conception trop restreinte des transformations possibles (un simple jeu d'assemblage-désassemblage d'éléments constants), ou à l'inverse - mais cela revient au même - ils envisagent des transformations généralisées, possibles sans respect d'aucune contrainte.

## Document 2

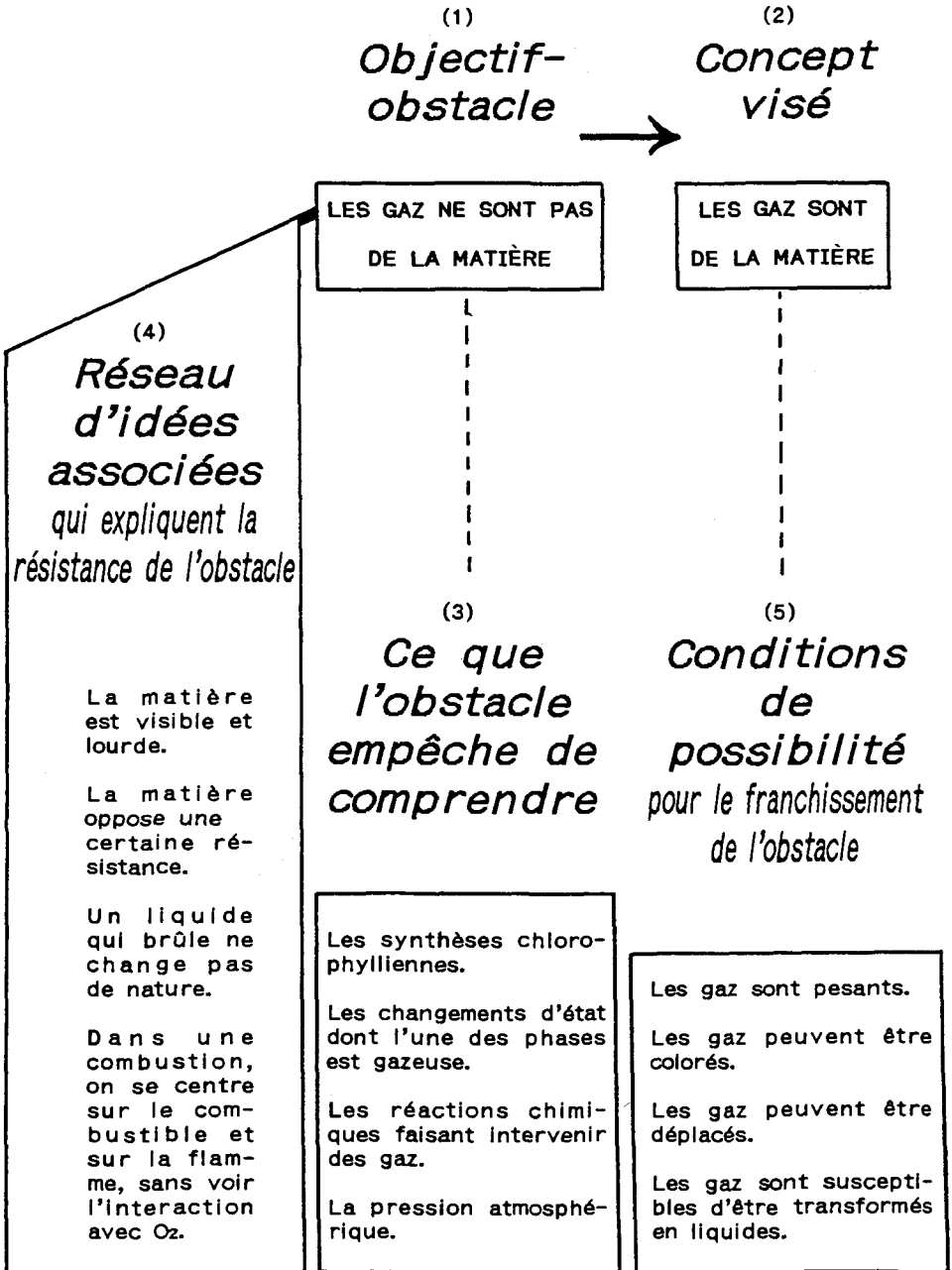


## 2. DE L'OBSTACLE A L'OBJECTIF-OBSTACLE

### 2.1. Un modèle du fonctionnement des obstacles

Le schéma suivant (document 3) permet de figurer le caractère fonctionnel des obstacles, en justifiant les raisons de leur maintien chez l'élève, malgré l'importance des efforts didactiques. Le bénéfice d'un abandon de ce qui fait obstacle lui paraît d'autant plus incertain que ces représentations ne sont pas isolées, mais qu'elles sont constituées en un réseau dont les différents éléments s'appuient et se renforcent mutuellement. On peut distinguer :

Document 3





- [1] **L'obstacle**, qui résiste à l'apprentissage.  
Par exemple, ici, l'idée que les gaz ne sont pas de la matière.
- [2] **Le concept visé**, qui en est le contrepoint logique (les gaz sont de la matière).
- [3] **Ce que l'obstacle empêche de comprendre**, c'est-à-dire ce à quoi la représentation fait vraiment obstacle du point de vue conceptuel.  
Par exemple : le fait que les végétaux puissent construire leur matière à partir du CO<sub>2</sub> atmosphérique, difficilement envisagé comme une "nourriture".
- [4] **Le réseau d'idées associées**, qui expliquent le maintien des représentations et justifient que l'élève n'abandonne pas facilement son idée au profit de celle qui lui est enseignée.  
Par exemple : l'idée que la matière est quelque chose de visible, de lourd, qui oppose une certaine résistance. Renoncer à cette idée est difficile, puisqu'elle structure toute la perception du monde : si l'on accepte trop facilement l'idée que les gaz sont de la matière, alors pourquoi pas la chaleur, l'électricité, l'énergie ... ?
- [5] **Les conditions de possibilité** à créer pour que la représentation évolue, pour que l'obstacle soit franchi.  
Par exemple : créer de nouvelles situations expérimentales qui permettront de conférer aux gaz certaines des propriétés admises pour la matière solide ou liquide (le fait qu'ils soient pesants, qu'on puisse les déplacer d'un récipient dans un autre, que certains soient colorés ...).

réseaux d'idées  
dans un  
processus  
dynamique...

que l'enseignant  
et les élèves  
perçoivent  
différemment

Ce qui conduit le processus d'apprentissage à une sorte de "dialogue de sourds", c'est que l'enseignant est centré sur le concept à acquérir [2] et voit d'abord les représentations des élèves [1] comme ce qui s'oppose à la réussite de son projet [3]. Pour l'élève, au contraire, ces mêmes représentations [1], plus ou moins conscientisées, constituent les outils intellectuels avec lesquels il pense, et il les conservera tant qu'il leur accordera une valeur explicative [4] supérieure au concept visé [2]. C'est en réalité la centration de l'enseignant sur le point [5] qui peut conduire à débloquer la situation, puisque c'est autour de lui que peuvent être construits des dispositifs didactiques qui créent une évolution intellectuelle possible pour les élèves : c'est là ce que prendra en compte l'idée d'objectif-obstacle..

## 2.2. Obstacle-difficulté, obstacle-facilité

Mais il faut préalablement examiner un aspect supplémentaire, car les obstacles à l'apprentissages présentent une double caractéristique qui complique la tâche didactique : ils se présentent aussi bien comme difficulté conceptuelle que comme excessive facilité de pensée que l'esprit s'octroie. L'analogie sportive du saut en hauteur comme saut d'obstacle réfère plutôt à l'**obstacle perçu comme difficulté**,

illusion de  
compréhension,  
confort  
intellectuel

mais d'autres - et sans doute parmi les plus résistants -, fonctionnent sur le mode d'un "confort intellectuel" que l'on s'octroie sans même s'en apercevoir, et auquel on tend à revenir. Il faut alors compléter l'analogie du saut en hauteur par celle du "passe-muraille" car le problème, dans ce cas, consiste moins à "sauter" l'obstacle, qu'à **apprendre à le voir** et à éviter d'en être prisonnier. Parmi les exemples développés plus haut, c'est le cas du raisonnement linéaire causal, de la conception du milieu comme "harmonie", mais aussi celui de l'anthropomorphisme, etc.

Difficulté et facilité peuvent correspondre à deux faces du même obstacle, celles qu'occupent respectivement l'élève et l'enseignant, le second étant en mesure de percevoir une difficulté dans laquelle le premier reste immergé. La difficulté peut aussi apparaître d'une façon secondaire, après qu'il ait fallu le temps au sujet de la repérer et de la conscientiser : l'obstacle n'est alors visible qu'**après coup**. C'est ainsi qu'il faut comprendre les propos de Brousseau, expliquant que *"le savoir et le projet d'enseigner vont devoir s'avancer sous le masque"*. Non que quiconque s'emploie à cacher quelque chose aux élèves, mais plus simplement, comme l'exprime Meirieu, que *"l'élève ne peut pas savoir ce qu'il doit savoir avant de le savoir" !*

### 2.3. Traitement général, traitement local

Si les obstacles (vus comme difficultés à surmonter ou comme facilités à surveiller) présentent, comme on l'a précisé, un caractère général qui déborde chaque représentation particulière, la question reste entière de savoir si, au plan didactique, il est préférable (et plus efficace) de s'y attaquer de façon transversale, ou s'il vaut mieux, au contraire, en traiter les manifestations locales. Par exemple, faut-il (et peut-on ?) travailler globalement le raisonnement causal séquentiel déjà évoqué, ou l'anthropomorphisme, ou la "pensée par couples" ?

Si on "traite" localement de tels obstacles, on risque de s'attacher davantage à des manifestations contingentes qu'à leur racine, et le travail sera à reprendre sur chaque exemple, sans que les élèves voient nécessairement qu'il s'agit du même obstacle. Mais si, a contrario, on les travaille plus globalement, il reste à s'assurer du transfert effectif de cet apprentissage général dans chaque situation singulière. On a vu qu'au niveau historique, on tend, dès lors qu'il s'agit d'un obstacle véritable, à y "retomber" à la première occasion. Et la psychologie cognitive d'aujourd'hui insiste pour sa part sur les problèmes du transfert d'apprentissage, même lorsqu'il s'agit de passer d'une première situation-problème à une autre d'apparence assez semblable.

La réponse ne peut donc être que dialectique, c'est-à-dire difficile, en jouant sur l'alternance de situations, où un même obstacle sera, **sur un mode alterné**, travaillé localement, puis globalement, puis localement, etc.

alternance du  
travail local et  
transversal

## 2.4. La notion d'objectif-obstacle

La notion d'objectif-obstacle, proposée par Jean-Louis Martinand dans sa thèse d'état, s'efforce, comme son nom l'indique, de faire interagir des travaux et réflexions, souvent divergents, qui ont été conduits, les uns sur les objectifs pédagogiques, les autres sur les représentations des élèves, sans jamais se citer mutuellement (Martinand, 1984, 1986). Alors que les seconds - on vient de le voir - mettent en évidence la profondeur et la permanence des difficultés conceptuelles qui s'opposent aux apprentissages scientifiques, les travaux relatifs aux objectifs cherchent à rendre opérationnels les contenus de l'enseignement ... sans même s'interroger sur ces obstacles !

Or, dit Martinand, si les obstacles rencontrés ont une signification profonde par rapport aux apprentissages à réussir, ce sont bien **eux qu'il faut mettre au centre pour définir les véritables objectifs**. Une chose est de définir les objectifs à partir de la seule analyse des programmes et contenus (ce que fait la pédagogie par objectifs), autre chose est de faire du franchissement d'un obstacle, l'objectif véritablement recherché.

*"Dans la mesure où ces obstacles ont une signification épistémologique profonde, je crois qu'ils fournissent la clé pour formuler les buts les plus essentiels d'une éducation scientifique. Autrement dit, il s'agit d'exprimer les objectifs en termes d'obstacles franchissables, car parmi la diversité des objectifs possibles, les objectifs intéressants sont les objectifs-obstacles. (...) Il nous paraît légitime de faire de leur franchissement les vrais objectifs conceptuels"* (Martinand, in : Bednarz et Garnier, 1989).

Notre hypothèse *"est qu'il est possible de trouver un nombre limité de progrès décisifs, non acquis spontanément, mais qui ont une signification du point de vue de la pensée scientifique ou technologique, des attitudes et capacités correspondantes"* (Martinand, 1986).

*"L'ambition pratique est donc de fournir aux maîtres, avec une liste d'obstacles à franchir par les élèves, la description des buts des activités, afin de permettre d'orienter les interventions pédagogiques et l'évaluation"* (Martinand, *ibid.*, 1989).

Si ce point de vue renouvelle la conception des objectifs, davantage centrés sur les transformations intellectuelles à opérer que sur les comportements observables à provoquer, il renouvelle aussi celle des obstacles. Car, au lieu d'envisager ceux-ci par leur face négative, il examine les conditions de leur franchissement possible. La métaphore sportive peut ici éclairer : si la barre à franchir n'est, pour l'athlète du saut en hauteur, que ce qui l'empêche de passer de l'autre côté, on peut parler qu'il aura peu de chances de la franchir ! Il faut l'envisager tout autrement si l'on veut **la transformer en projet**. Cela confère aux obstacles un caractère

objectifs  
exprimés en  
termes  
d'obstacles  
franchissables...

obstacles  
comme projet  
plutôt que  
comme  
empêchement

plus dynamique puisque, au lieu de les considérer négativement, comme ce qui **empêche** l'apprentissage, ils en constituent plutôt l'**enjeu conceptuel**.

Ce regard plus positif porté sur les obstacles à surmonter n'a évidemment rien d'un volontarisme échevelé, ni d'un "don quichottisme" velléitaire. Il ne s'agit ni de les mésestimer (ils se vengeraient vite en retour), ni de les survaloriser, mais d'effectuer un **diagnostic** pour sélectionner ceux qui paraissent franchissables, à un moment donné du cursus, pourvu qu'on organise autour d'eux une stratégie didactique cohérente. L'idée d'objectif-obstacle fonctionne alors, dit Martinand, **comme un mode de sélection** parmi les objectifs possibles, de ceux qui s'avèrent pédagogiquement "intéressants", parce que reliés au franchissement d'un obstacle. Elle peut être lue comme une tentative pour

*"faire se rejoindre deux courants : celui des pédagogues qui cherchent à travers les objectifs à rendre plus efficaces les actions didactiques, et celui des épistémologues qui s'intéressent aux difficultés qu'affronte la pensée scientifique"* (Martinand, 1986).

### 3. DE L'OBJECTIF-OBSTACLE AUX SITUATIONS DIDACTIQUES

Il ne suffit certainement pas qu'un obstacle soit repéré, ni même qu'il fasse l'objet d'un traitement didactique, pour qu'il soit en mesure d'être franchi. Car, ce qui fait qu'un obstacle en est un, c'est précisément sa **résistance à la réfutation**. Si un contre-exemple, aussi "probant" soit-il, pouvait suffire à modifier la conception, pourquoi emploierait-on un mot aussi fort ? Certains obstacles peuvent donc bien être repérés, voire déjà "fissurés", sans être en mesure d'être vraiment franchis. Ce n'est déjà pas si mal, et c'est sans doute même une étape indispensable pour l'apprentissage, à condition de ne pas se méprendre sur ce qui se joue. On peut réévoquer ici deux exemples développés dans un précédent numéro de la revue :

par nature,  
l'obstacle résiste  
à la réfutation...

- celui des cheveux d'une poupée, lavés et séchés par les élèves de CP, ceux-ci prenant conscience qu'au cours du séchage, l'eau n'est passée ni dans la tête de la poupée ni dans le sèche-cheveux, sans être capables pour autant d'intégrer l'idée de changement d'état de l'eau que la maîtresse essaie d'introduire ;
- celui de la falaise de craie du Pays de Caux, résultant pour les élèves de CM d'une construction par les Allemands pendant la guerre, faute de pouvoir l'interpréter comme limite d'érosion d'une couche en trois dimensions (Astolfi, 1991).

Si l'élève, au terme d'un conflit cognitif dans lequel il a été engagé, peut être convaincu du caractère erroné ou inopérant de sa représentation, il faut encore - pour qu'il en

son  
franchissement  
suppose d'autres  
conditions

change véritablement - qu'il puisse disposer d'une **alternative conceptuellement satisfaisante**, condition indispensable pour abandonner sans regret le système antérieur d'explication, dont on a dit combien il était, lui, fonctionnel (Johsua et Dupin, 1989).

Cela nous conduira à envisager trois degrés dans le travail didactique des obstacles. Car, on l'a déjà dit, si les obstacles cédaient à leur première mise en question, c'est que probablement **ce ne seraient pas de vrais obstacles**. On peut faire l'hypothèse que les obstacles susceptibles d'être franchis au cours d'une séquence, sont ceux qui sont déjà largement fissurés.

### 3.1. Repérage, fissuration, franchissement

#### • *Le niveau du repérage*

la prise de  
conscience de  
la représentation

Le premier niveau, celui du **repérage**, correspond à ce que l'on peut appeler une **prise de conscience** de la représentation. On sait que la plupart des représentations des élèves, même quand elles sont fonctionnelles, demeurent largement implicites. L'individu a souvent une faible connaissance des procédures personnelles qu'il a automatisées, et un premier travail consiste à les exprimer et à les objectiver par l'usage de divers signifiants (écrits, graphismes ...).

Ceci est particulièrement vrai pour les difficultés qui répondent à l'idée, évoquée plus haut, d'**obstacle-facilité**. Dans ce cas, le repérage constitue un préalable indispensable au travail didactique de l'obstacle. La prise de conscience par les élèves de leur propre mode de fonctionnement intellectuel contribue à l'identifier comme tel, même quand son dépassement reste hors de portée. Et ce mode de fonctionnement personnel peut être rendu plus explicite par la découverte d'une diversité de systèmes interprétatifs divergents au sein d'une même classe ou d'un même groupe. C'est là une des fonctions essentielles de ce que l'on appelle souvent "l'émergence" des représentations. Sans doute s'illusionne-t-on quand on imagine cette procédure suffisante pour produire un dépassement, mais on ne peut nier sa fonction intermédiaire dans le processus didactique.

#### • *Le niveau de la fissuration*

l'introduction du  
doute

Cet aspect ne sera qu'évoqué pour mémoire, puisque c'est celui auquel on songe le plus immédiatement quand on construit un dispositif de prise en compte des représentations. Au delà de la simple localisation et identification d'un obstacle entrevu, une phase suivante (mais pas nécessairement consécutive) produit une **déstabilisation conceptuelle**. C'est ici, non plus la prise de conscience de la représentation jusque-là implicite, mais la prise de conscience que quelque chose "cloche" dans cette représentation. C'est sur ce plan que joue le *conflit socio-cognitif*, mis en honneur par l'école genevoise de psychologie sociale cognitive (Perret-Clermont, 1979 ; Doise et Mugny, 1981). L'opposition entre

points de vue, ou la différence de centration entre des apprenants de niveau comparable, apparaît grâce à ces travaux, comme l'un des moteurs du progrès intellectuel. La confrontation entre des représentations différentes à l'intérieur d'un même groupe-classe constitue l'une des modalités les plus fréquentes, dès lors que les élèves acceptent de coopérer pour réduire leurs divergences interprétatives, pour trancher entre des conceptions alternatives.

• **Le niveau du franchissement**

l'intériorisation  
d'un nouveau  
modèle

Même si l'élève, au terme d'un conflit socio-cognitif dans lequel il a été engagé, a été convaincu du caractère erroné ou inopérant de sa représentation, il faut encore - pour qu'il en change véritablement - qu'un **modèle explicatif alternatif** soit disponible, mais aussi qu'il soit mentalement satisfaisant. L'enseignant peut s'efforcer de rendre disponible un nouveau modèle, mais le fait que l'élève puisse ou non le considérer comme satisfaisant lui échappe.

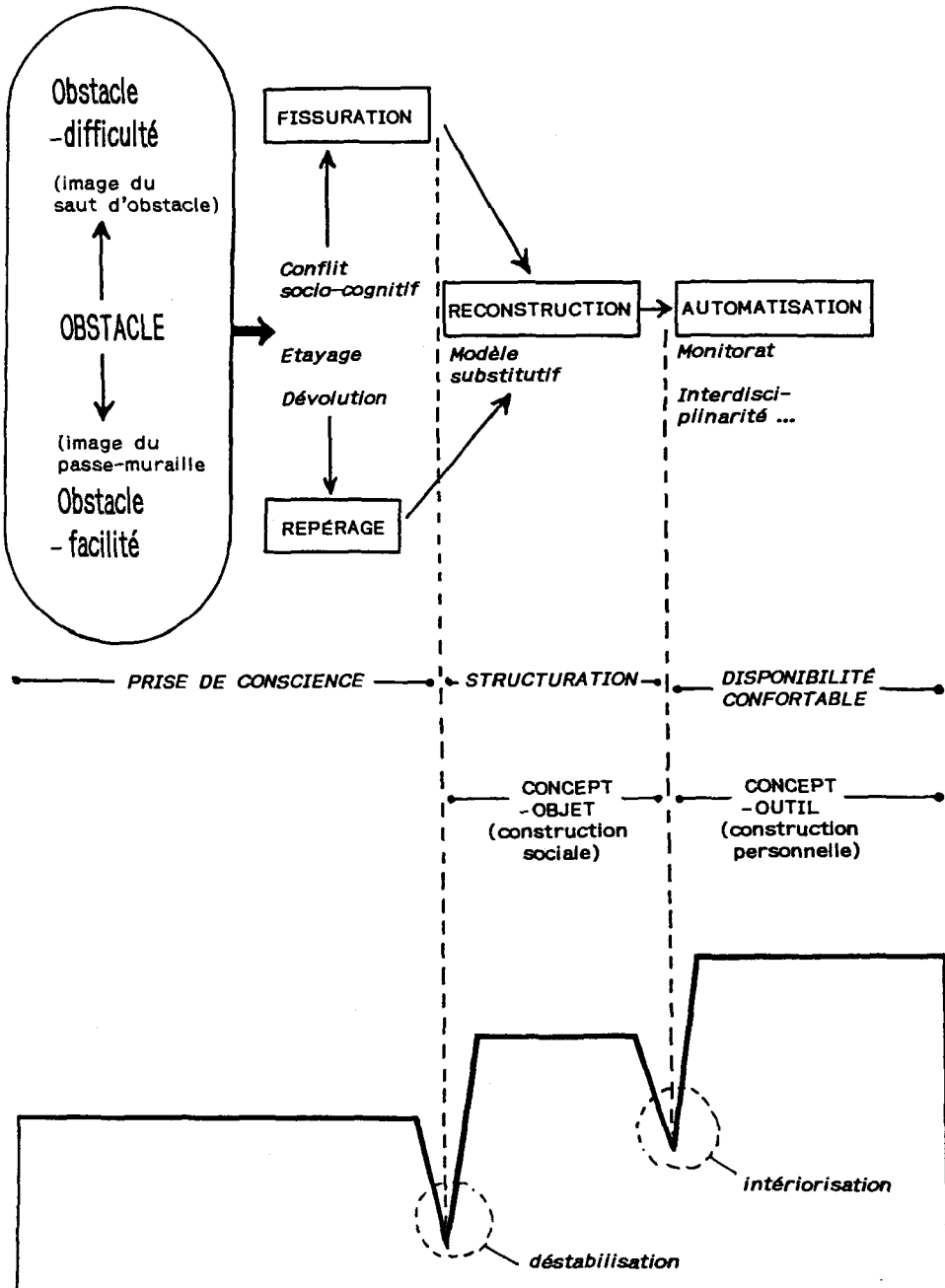
On rejoint par là, d'une certaine façon, la problématique de Vygotski, dont l'influence revient dans l'actualité psychologique de ces dernières années (Vygotski, 1985 ; Riviere, 1990). Vygotski a insisté sur le rôle central du langage intérieur pour transformer en un apprentissage personnel, ce qui est d'abord une réussite à caractère social : il faut, dit-il, rendre possible **le passage de l'inter-psychique à l'intra-psychique**. Si la fissuration pouvait être favorisée par différents types de médiations - et donc avoir un caractère largement inter-psychique - la reconstruction d'une alternative conceptuelle nécessitera ensuite une consolidation intériorisée. La *fonction d'étayage* (Bruner, 1983) présente alors un caractère essentiel mais transitoire, précédant l'automatisation du nouveau modèle d'explication.

Le schéma suivant permet de résumer les choses de façon synoptique (document 4) :

pas d'ordre  
obligé

- Le franchissement d'un obstacle nécessite plusieurs opérations intellectuelles, qui ne s'effectuent pas nécessairement au même moment de l'apprentissage : repérage, fissuration, reconstruction alternative, automatisation du nouveau modèle. Il ne s'agit pas là d'étapes obligées et respectant cet ordre. Nous avons vu que, s'il s'agit d'un obstacle-facilité (initialement invisible pour l'élève), la "fissuration" peut précéder un "repérage", lequel ne s'effectue que moyennant une prise de conscience de ce que signifiait l'activité antérieure.
- Une partie de cette activité nécessite des interactions sociales : mise en jeu de conflits socio-cognitifs entre élèves, rôle de la fonction d'étayage que joue l'enseignant pour "enrôler" un élève dans le problème posé, pour faire fonctionner une "dévolution" qui évitera que, par le jeu du dialogue, la réponse ne soit "soufflée" au lieu d'être construite (Brousseau, 1986). Il y a là un premier "saut conceptuel" résultant de la déstabilisation des conceptions antérieures.

Document 4



jeu de l'inter et  
de l'intrapsy-  
chique...

Mais il existe un second saut conceptuel, moins souvent signalé : celui qui permet de passer de la restructuration conceptuelle à l'usage automatisé du nouveau modèle (Cf. les schématisations proposées par Bouvier, 1985 et Arsac et al., 1988, dont le document 4 s'inspire). Ce second saut correspond à ce qu'exprime Vygotski quand il dit que *"chaque fonction psychique supérieure apparaît deux fois au cours de l'histoire d'un sujet : d'abord comme fonction interpsychique, puis la deuxième fois comme activité individuelle, comme **propriété intérieure** de la pensée de l'enfant, comme fonction intrapsychique."*

- On retrouve, à l'occasion de ces étapes, la **dialectique objet-outil** établie par Douady (1986), mais dans un ordre inversé, ce qui n'est pas choquant si le processus est vraiment dialectique. Le passage de l'outil à l'objet correspond à l'institutionnalisation d'un savoir, consécutive à son emploi non formalisé dans des situations de résolution de problème.

de la dialectique  
objet-outil

Ici, au contraire, le passage de l'objet à l'outil correspond à l'usage fonctionnel d'un concept déjà formalisé, mais encore insuffisamment disponible, ce qui est le cas lorsqu'est introduit un nouveau modèle. Celui-ci fonctionne d'abord comme objet conceptuel à construire par la classe (dans un contexte encore social). C'est peu à peu, avec l'automatisation de son usage, qu'il acquerra le statut d'outil personnel.

Un tel passage de l'objet à l'outil s'effectue par exemple lorsqu'on passe conceptuellement d'une discipline à une autre, ou encore quand, dans une relation d'entraide entre élèves ou de monitorat, on doit prendre en charge personnellement la présentation de la notion (Peterfalvi et Adamczewski, 1985). Comme on le sait, il n'y a rien de tel que d'enseigner un sujet, pour bien le maîtriser ...

### 3.2. Obstacles pris de front, ou par détour ?

Les apprentissages scolaires ne pouvant se réduire à une "course d'obstacles" successifs, on peut se demander comment articuler des dispositifs d'apprentissage centrés sur un obstacle précis, avec d'autres situations au travers desquelles plusieurs obstacles sont implicitement travaillés. Ceci conduit à distinguer plusieurs façons assez différentes, sans être contradictoires, d'intégrer l'idée d'objectif-obstacle dans les pratiques.

- **Un mode de sélection de l'objectif d'une séquence**

Une première modalité consiste à construire explicitement des séquences autour du franchissement d'un obstacle préalablement ciblé (Meirieu, 1988). Ceci pour réagir à une dérive actuelle des pédagogies actives, selon lesquelles les apprentissages seraient **spirales** et inscrits dans le long terme. Le problème est que si ce point est largement accepté



aujourd'hui, notamment à la suite des travaux de Bruner, il se traduit trop souvent par un manque de précision - et même d'ambition - dans ce que l'on se propose de faire apprendre à chaque "tour de spire".

Tout se passe en quelque sorte comme si les enseignants procédaient par **évitement**, renvoyant le travail des obstacles soit à l'amont (c'est la problématique des **prérequis**, à défaut desquels on s'estime désarmé), soient à l'aval (on se contente dans l'immédiat d'une **approche** conceptuelle, sans préciser exactement de quoi elle relève, et on renvoie à plus tard le progrès décisif), soit encore latéralement (à la sphère privée du travail personnel de l'élève). Bref, **le moment-clé de l'apprentissage est bien souvent fuyant** (Fillon, Monchamp et al., à paraître).

Centrer ainsi certaines phases didactiques sur un franchissement explicite d'obstacles suppose évidemment que le choix de ceux-ci soit particulièrement "raisonné" (et limité en nombre), afin de s'assurer que l'on fait porter l'investissement didactique sur un point-clé qui en vaille la peine. La logique de construction de telles séquences sera contrastée par rapport à d'autres, orientées, elles, par l'exploitation ouverte d'une situation favorable, ou par l'acquisition de connaissances et méthodes (Cf. Astolfi, 1991). Pour reprendre d'un mot l'exemple précédent relatif à la falaise, il est clair que l'on peut orienter une ou plusieurs séances autour de notions géologiques relatives à la stratigraphie des couches sédimentaires, à l'ordre de superposition des couches et à leur datation relative, à la présence et signification de fossiles, etc., tout cela sans affronter véritablement les deux principaux obstacles (obstacles dits "artificialiste" et "géométrique"), que les professeurs de collège retrouvent en l'état. C'est ce qui se produit le plus souvent, contribuant involontairement au maintien des représentations. Leur franchissement supposerait que les problèmes soient posés d'une autre manière et que les élèves soient conduits à des anticipations différentes. Par exemple, en construisant diverses modélisations possibles de la succession des couches, et en confrontant celles-ci au réel. On sait combien l'histoire de la géologie a mis de temps pour clarifier cette question (Gohau, 1983).

#### • **Un outil pour réguler les interventions didactiques**

Une autre modalité didactique transparait davantage du texte de Martinand. Les séquences didactiques n'y sont pas "calibrées" autour d'un obstacle déterminé, mais elles obéissent au contraire à la logique plus souple d'une démarche d'investigation autonome. Le petit nombre d'objectifs-obstacles sert alors de référence à l'enseignant : ils l'aident à mieux "lire" les difficultés des élèves aux prises avec l'activité didactique, à en préciser le diagnostic et à orienter la nature de ses interventions. Si chaque objectif-obstacle ne

distinguer des phases spécifiquement centrées sur le franchissement de l'obstacle...

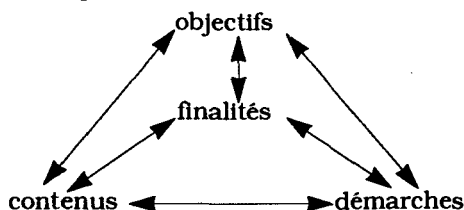
ou orienter les interventions de l'enseignant dans des curricula ouverts ?

sert pas à construire une séance particulière, il permet par contre d'observer les élèves, de les aider, de guider les interventions individualisées, d'évaluer les acquis.

L'objectif-obstacle est d'abord utilisé ici pour **réguler les curricula scientifiques ouverts**. Cette idée de curriculum ouvert est importante pour la première initiation scientifique des élèves, à l'école élémentaire et au collège. Elle a d'ailleurs été récemment reprise par le Conseil national des programmes, qui précise que

*"le danger majeur (serait) de transformer des activités qui ont leur intérêt propre, en prétextes pour des acquisitions de compétences définies a priori, et seules valorisées". Si le choix des activités scientifiques présente une certaine autonomie par rapport aux objectifs, ceux-ci deviennent "avant tout des outils pour aider les maîtres, dans leur observation des élèves et dans l'organisation des activités. Cette conception des objectifs ne cherche pas à décrire toutes les compétences visées, évite l'émiettement d'objectifs lorsqu'ils sont simplement présentés sous forme de listes. Elle évite aussi de définir les activités et même les sujets d'étude à partir d'une liste d'objectifs généraux"* (Déclaration du Conseil national des programmes sur l'enseignement des sciences expérimentales, 13 novembre 1991).

Une telle conception du curriculum ouvert, et de la place qu'y tiennent les objectifs, à égalité avec les contenus et les démarches, est illustrée par le schéma suggestif de Martinand (1986, p. 111) :



Son point de vue est donc plutôt que les activités didactiques ne sont pas entièrement déterminées par des objectifs préalablement définis (même si cette possibilité existe). Et qu'elles peuvent tout autant résulter de décisions portant sur les contenus, ou bien d'une réflexion sur les démarches. Dans ces deux derniers cas, la caractérisation des objectifs est seconde ; elle reste subordonnée à la logique des contenus ou à celle des démarches. L'idée d'objectif-obstacle fournit alors aux enseignants **des indicateurs disponibles**, qu'ils gagnent à avoir en tête au cours de l'activité scientifique (les objectifs-capacités issus de la PPO étant trop nombreux pour prétendre jouer ce rôle). Si chaque objectif-obstacle ne sert pas à construire une séance particulière, il permet par contre d'observer les élèves, de les aider, de guider les interventions individualisées, d'évaluer les acquis.

on peut aussi  
combiner les  
deux procédés

Un tel point de vue sur le travail des obstacles n'est pas nécessairement incompatible avec le précédent, même si nous nous sommes efforcés de les contraster pour ne pas les confondre. Il est possible de combiner, dans les pratiques, une gestion souple à moyen terme avec des moments à focalisation plus grande, jouant ainsi alternativement du "zoom" et du "grand angle" :

- On peut concevoir des dispositifs centrés sur l'obstacle comme des moments de réactualisation d'un conflit cognitif qui avait pu surgir à des moments antérieurs dispersés, à l'occasion desquels l'enseignant s'était limité à des interventions ponctuelles. La reprise systématique peut alors déboucher sur une tentative de résolution du conflit qui n'avait pu avoir lieu jusque-là.
- L'articulation peut aussi se faire en sens inverse : un obstacle ayant été travaillé systématiquement sur un exemple précis, il est possible d'en rappeler la présence en des occasions diversifiées où il se manifeste, comme cela est probable étant donné la nature même des obstacles que nous avons déjà précisée.
- Il est également possible d'envisager des stratégies intermédiaires, en organisant des "batteries" de séquences autour d'un même obstacle, à propos de problèmes différents. On aurait alors une série de séquences, conçues selon la première perspective, mais dont le caractère répété modifie la nature. Ce type de stratégie semble pertinent pour le traitement des obstacles transversaux du type "raisonnement linéaire causal".

• **Une référence pour la construction curriculaire**

La gestion didactique des obstacles peut encore s'envisager d'une manière différente, qu'illustre plus haut l'exemple du concept biologique de *Milieu*. Une même notion peut, en effet, être examinée du point de vue de la diversité des obstacles qui s'opposent à sa construction, et ces obstacles peuvent être hiérarchisés et modélisés d'une manière qui oriente une construction curriculaire à long terme. Reste alors à établir une hiérarchie d'obstacles, autour d'un même objectif-obstacle général, en précisant les formulations qui peuvent être associées à chaque niveau de la hiérarchie logique.

hiérarchiser les  
obstacles pour  
orienter une  
construction à  
long terme

Une telle orientation (encore prospective) apparaît comme une issue possible pour construire une véritable "pédagogie spiralaire" : les objectifs-obstacles constituent alors des repères qui permettent d'identifier précisément le progrès intellectuel auquel on parvient à chaque reprise d'apprentissage. Cela changerait des "approches" de notion évoquées plus haut de façon critique, que l'on qualifiera de "pédagogies circulaires", dans la mesure où on ne peut identifier précisément en quoi la nouvelle approche diffère de la précédente, au-delà de l'introduction progressive d'un lexique spécialisé. Cela peut contribuer à relancer l'intérêt des

élèves pour des sujets qui, autrement, s'avèrent bien vite déflorés.

### 3.3. Travailler un obstacle ou des obstacles ?

faire bouger  
l'ensemble d'un  
réseau d'idées

Nous avons évoqué l'importance des liens entre une représentation donnée et le réseau des idées qui lui sont associées, et qui jouent dans la résistance au changement. Pour cette raison, on peut concevoir de travailler l'ensemble du réseau. Sans pouvoir tout traiter d'une façon systématique, on peut rechercher dans ces réseaux des points sensibles, davantage susceptibles que d'autres de faire bouger l'ensemble. Par exemple, en proposant une activité de modélisation au sujet des synthèses de matière organique à partir du dioxyde de carbone de l'air, au cours de la photosynthèse, on touche simultanément l'obstacle qui consiste à ne pas attribuer un caractère matériel aux gaz (obstacle lié à une concentration sur la seule perception) et celui qui fait considérer la matière du vivant comme étant de nature intrinsèquement différente de la matière non-vivante (obstacle lié à la pensée catégorielle et à la survalorisation du vivant).

### 3.4. Déconstruction et reconstruction

Le passage d'un réseau d'idées confortables, qui résiste, à un autre réseau dont l'enseignant - mais pas l'élève - sait qu'il est plus performant, suppose un double travail : un travail de renoncement, qui évoque le travail de la psychanalyse (c'est en ce sens que Bachelard parlait de catharsis de la connaissance) et que nous appellerons **déconstruction** ; un travail de **construction** proprement dite, qui consiste à élaborer une conception nouvelle et à l'installer de façon au moins aussi confortable que la précédente. Les différentes élaborations didactiques qui se sont développées ces dernières années donnent une part plus importante à l'une ou l'autre de ces deux facettes du franchissement des obstacles. Les travaux sur la prise en compte des représentations des élèves inciteraient à accorder une place plus importante à la déconstruction, entièrement ignorée de l'enseignement courant, mais tous les didacticiens ne font cependant pas ce choix, certains privilégiant l'aspect déconstructif (Giordan et De Vecchi, 1987), soit l'aspect constructif (Barth, 1987 ; Johsua et Dupin, 1989).

déconstruire ne  
suffit pas...

Il est possible que l'effort didactique portant essentiellement sur l'un de ces pôles, l'autre soit l'objet d'un travail privé des apprenants, plus ou moins automatiquement induit et que, par conséquent, l'obstacle puisse ainsi se trouver franchi. Mais cela ne semble ni évident, ni automatique, et on peut penser que la modalité la plus favorable à ce passage réside dans une **articulation entre déconstruction et reconstruction**. Les difficultés, voire les déceptions, entraînées par les efforts didactiques de déconstruction (notamment en

mais peut-on  
construire sans  
déconstruire ?

tendant de mobiliser le concept de **conflit socio-cognitif**, déjà évoqué) ont pu conduire certains auteurs à préférer d'autres directions, mais il nous semble qu'il ne faille pas abandonner trop vite cette piste. Négliger la déconstruction, et proposer de travailler d'emblée à une construction nouvelle, par exemple en introduisant des modèles alternatifs en rupture avec les représentations des élèves, risque de produire le même effet que l'enseignement courant. Sans nier l'intérêt cognitif du travail intellectuel à partir de certains modèles didactiquement introduits, on risque de voir revenir (c'est-à-dire, en fait, persister) l'obstacle quand la situation sera nouvelle.

Autrement dit, au lieu d'éliminer trop vite le travail de déconstruction et la piste du conflit socio-cognitif, il peut être plus fécond d'en explorer les conditions de réussite, après en avoir bien situé les limites. Les difficultés apparaissent principalement de deux types :

- a) Divers auteurs insistent sur le fait qu'on ne peut contrôler, en classe, les situations d'interaction de façon aussi précise qu'en laboratoire, et qu'il ne suffit pas de proposer aux élèves de discuter entre eux pour provoquer de véritables conflits. Les situations expérimentales sont en effet *calculées* pour provoquer des interactions dont les sujets ne puissent sortir que par une **résolution cognitive et non relationnelle**, c'est-à-dire sans accepter les idées d'autrui par complaisance ou conformité (Gilly, 1988).
- b) D'autres indiquent que si le processus de renoncement présente bien un **aspect rationnel**, il ne s'y limite certainement pas, et que cela peut expliquer que les réfutations aient tendance à être rejetées. La dénégation faisant partie intégrante de l'idée même d'obstacle épistémologique, *"il est exceptionnel qu'une expérience, unique et isolée, ne soit pas réinterprétable dans la représentation de l'élève, laquelle est apte à assimiler beaucoup plus de nouvelles données qu'on ne le croit en général. Il n'y a pas de "conflit cognitif", bref pas d'"expérience cruciale" (Johsua, in : Bednarz et Garnier, 1989).*

la déconstruction  
peut aussi se faire  
a posteriori...

La déconstruction des idées-obstacles peut pourtant se faire **par un repérage a posteriori** des manifestations nouvelles de l'obstacle. Par exemple, Lauren B. Resnick préconise une comparaison systématique entre le nouveau modèle qu'on propose aux élèves, et qu'ils font fonctionner sur des exemples diversifiés, avec leur conception de départ. Une stratégie de ce type peut être l'occasion d'une réflexion épistémologique des élèves qui, par ce regard rétrospectif et comparatif, peuvent être en mesure de mieux caractériser leur mode de pensée initial (Resnick, *in* : Bednarz et Garnier, 1989). On peut considérer qu'une telle réflexion, à caractère métacognitif, est une condition déterminante pour un réel changement de paradigme (Peterfalvi, 1991).

par une réflexion  
épistémologique  
des élèves

Jacques Désautels évoque, lui aussi, dans le même ouvrage, la nécessité d'un travail sur le "cadre épistémique" de départ :

*"Il sera à notre avis nécessaire d'intégrer à nos stratégies pédagogiques des activités qui visent explicitement à favoriser chez les élèves une réflexion sur leur propre savoir et ses modes de production. Ce n'est qu'après cette prise de conscience qu'ils pourront apprécier d'autres types de jeux de la connaissance basés sur des prémisses épistémologiques et des règles de production différentes."*  
(Désautels, in : Bednarz et Garnier, 1989).

Ce type de travail, contribuant d'une autre manière à la déconstruction, n'est pas incompatible avec les stratégies qui misent au départ sur le conflit cognitif. Il peut même utilement leur être associé dans un but de **déconstruction continuée**, visant à prévenir le retour toujours prompt de l'ancien paradigme.

#### **4. PRINCIPES POUR LA CONSTRUCTION DE DISPOSITIFS**

Avant d'évoquer positivement quelques pistes concernant l'usage didactique du conflit cognitif et socio-cognitif, nous examinerons quelques figures de la résistance que lui opposent les obstacles.

##### **4.1. Difficultés rencontrées par les stratégies utilisant le conflit cognitif**

- *La contradiction, apportée par le professeur (par l'intermédiaire d'une situation expérimentale) n'est pas perçue comme telle*

##### a) soit que les élèves commencent par nier le "fait surprenant" qui leur est proposé

Par exemple, on propose à des élèves de CM un questionnaire qui vise à connaître leurs représentations sur les gaz, amorçant ainsi un travail sur l'idée d'existence et de matérialité de l'air (pour travailler l'obstacle selon lequel les gaz - et en particulier l'air - ne sont pas de la matière). L'une des expériences réalisées consiste à enfoncer, dans un bac rempli d'eau, un verre au fond duquel on a collé un morceau de sucre. Le verre est disposé l'ouverture vers le bas et maintenu bien vertical. La question est de savoir, si dans ces conditions, le sucre collé au fond du verre, va se dissoudre.

On demande aux élèves d'anticiper, sous forme de dessins ou de petites phrases, ce qui selon eux va se passer. Presque tous affirment que le verre va se remplir d'eau,

les élèves évitent le conflit par la négation des faits...

seuls quatre d'entre eux indiquant qu'il restera de l'air dans le verre qui empêchera l'eau de monter jusqu'au sucre. On procède alors à l'expérience mais, dans ces conditions, le niveau de l'eau dans le verre n'est pas très visible. Les élèves contestent le fait expérimental : certains affirment voir monter l'eau, d'autres disent qu'on ne voit pas bien, d'autres avancent l'idée que la non-dissolution du sucre n'est pas une preuve suffisante ("*l'eau peut bien monter jusqu'au niveau du sucre sans l'atteindre tout à fait*"). Le fait a priori surprenant - l'eau ne remplit pas entièrement le verre "vide" - est ici nié. Nous verrons plus loin comment l'enseignante tire parti de cette situation pour rebondir sur une dynamisation du processus.

b) soit qu'ils ne perçoivent pas comme tels les "faits surprenants"

C'est le cas dans une autre séquence où le maître fait brûler du méthaldéhyde sous une cloche de verre et où la classe observe l'apparition de gouttes d'eau sous la paroi. On sait que ce corps brûle en produisant uniquement des gaz :  $\text{CO}_2$  et vapeur d'eau. Dans une expérience précédente, les élèves ont vu qu'en l'absence de cloche, le méthaldéhyde donne l'impression de disparaître au cours de sa combustion. Ici, l'objectif est d'attirer l'attention sur le fait que des corps nouveaux apparaissent lors d'une réaction chimique, pour déstabiliser l'idée selon laquelle un solide qui brûle disparaît (Cf. Méheut, 1989 ; Andersson, 1990).

par leur intégration au système d'idées existant...

En réalité, pour expliquer l'apparition des gouttes d'eau, les élèves procèdent autrement qu'en renonçant à leur idée première. Une réponse fréquente est que le méta "*contenait déjà de l'eau*". Ce qui se passe leur apparaît "normal" et s'explique parfaitement dans leur système de représentation de la combustion, de telle sorte que l'idée à déstabiliser ne l'est pas. Les élèves ne sont nullement surpris car ils ne reconnaissent pas le contre-argument comme tel : le méta qui brûle peut bien disparaître et le produit observé à la suite de la combustion être contenu dedans, dès le départ.

c) soit qu'ils donnent trop vite la "bonne réponse" sans réel travail de l'obstacle

par le fonctionnement dissocié d'un registre scolaire...

Dans cet exemple, on travaille, en classe de seconde, sur les gaz dégagés lors de la décomposition de la litière de la forêt. Le professeur souhaitait explorer les idées des élèves sur la matérialité des gaz (ici, l'idée que des gaz puissent provenir de la décomposition de matières solides ou liquides) et amener un conflit cognitif jouant comme déclencheur de la révision de leurs idées. Or, apparemment, il n'y a aucun lieu de déclencher un conflit. Les élèves comprennent bien, et ils restituent l'idée de dégagement de dioxyde de carbone à partir de la décomposition des matières organiques, dans le contexte de l'exercice scolaire proposé. D'une certaine façon, tout marche bien, et peut-être trop bien : il n'y a pas d'obs-

tacle. Mais, lorsque au cours d'une autre séance l'enseignant demande d'où viennent les feux follets dans un cimetière, la rationalité bien construite ne fonctionne plus et l'obstacle apparaît dans ce contexte décentré.

Cet exemple illustre la difficulté qu'on rencontre parfois à instaurer un réel conflit cognitif en situation de classe, parce que les élèves se plaçant d'emblée dans le registre-cible du professeur, ont tendance à conserver dissociées les idées qui pourraient aller à l'encontre de ce registre, et à les reprendre aussitôt dans un autre contexte.

- **La contradiction est bien perçue comme telle, mais donne lieu à une autodévalorisation et au découragement**

Ce cas de figure apparaît par exemple, chez les élèves "faibles", peu sûrs d'eux, comme l'évoque un enseignant pour une classe de seconde :

*"Placés en situation de conflit, par comparaison de leur prévision avec les résultats dévoilés a posteriori, ils s'échappent en s'écriant « Planté ! » et en affichant un sourire (amer ?). Ils ont constaté, une fois de plus, l'inadéquation de leur bagage dans le contexte scolaire et la piètre qualité de leur image personnelle. Ils refoulent les conceptions qui leur ont permis de répondre et certains réapprennent consciencieusement et courageusement par cœur ce que le professeur leur a imposé."* (Alain Monchamp, document interne INRP, 1992).

par le  
renoncement à  
une pensée  
personnelle

#### 4.2. L'installation d'un réel conflit cognitif

Comment interpréter ces difficultés et aménager les situations pour permettre de les éviter ou les traiter ? Dans certains essais, le conflit n'a vraisemblablement jamais existé réellement pour les élèves, parce que les conditions d'installation n'étaient en fait pas réunies. Dans d'autres cas, le conflit s'installe, mais des "échappatoires" sont laissées aux élèves pour le nier. Dans d'autres cas encore, le processus est amorcé, mais il est arrêté trop tôt pour que le conflit accomplisse son travail dynamique.

- **L'enrôlement des élèves**

Les cas où le conflit cognitif semble réellement installé et débouche sur la recherche de solutions nouvelles se caractérisent par une **implication personnelle des élèves dans les idées débattues**. Cela peut résulter du fait que les termes du conflit ont été apportés par les élèves eux-mêmes, mais cela peut aussi résulter de ce que Guy Brousseau a appelé une stratégie de **dévolution** du problème (Brousseau, 1986). Ce terme désigne le fait qu'un problème soumis à la classe peut bien être introduit de manière quelque peu artificielle, mais qu'il n'aura pourtant d'effets cognitifs réels que si, d'une manière ou d'une autre, les

on peut  
dynamiser le  
processus par  
l'implication des  
élèves



élèves se laissent "enrôler" par le maître (Bruner, 1983), s'approprient le débat pour eux-mêmes et s'efforcent de résoudre le problème "en première personne", plutôt qu'en se laissant guider passivement, comme souvent, par la succession des questions et des activités scolaires (Cf. ce que Brousseau appelle l'effet Jourdain).

• **"Saillance" et "dédramatisation" du conflit**

S'il est vrai qu'une des stratégies cognitives courantes est la "fuite du conflit" par la négation de l'un de ses termes, ou par son "bricolage" en vue de rendre les éléments compatibles, cette phase doit mettre en œuvre des contre-stratégies adaptées. Elle doit aboutir à faire reconnaître et bien expliciter les deux termes, à les faire examiner du point de vue de leur compatibilité. On peut utiliser pour cela la confrontation entre la prévision d'un phénomène et le phénomène lui-même, la différence entre les affirmations des différents élèves, etc.). C'est un défaut du caractère "saillant" de la contradiction qui caractérise le premier type de difficulté. L'aspect social du conflit joue sur cette saillance car il s'oppose à la négation des termes d'une contradiction, portés par des personnes différentes et co-présentes :

*"Ni l'oubli, ni la négligence d'un des points de vue n'est possible, car la co-présence des individus impose une co-présence des centrations différentes. Le sujet est alors obligé, hic et nunc, de tenir compte de son action et de celle de son partenaire et d'élaborer une structuration qui intègre les divergences présentes."* (Perret-Clermont, 1979).

Mais une telle saillance, pour nécessaire qu'elle soit, peut être invisiblement porteuse d'effets pervers, puisqu'il faut malgré tout que les élèves puissent penser librement sans risque de "perdre la face". La mise en évidence d'éléments contradictoires dans la classe doit s'accompagner d'un climat qui autorise l'erreur, condition incontournable d'un travail fondé sur le conflit. Diverses techniques de dédramatisation peuvent être utilisées, comme l'évocation d'"erreurs" historiques comparables à celles des élèves, des mises en scène ludiques ... Une réflexion sur les conditions de cette sécurisation personnelle et affective est à poursuivre.

• **Contradictions logiques et investissement des idées**

Contrairement à ce que l'on croit trop souvent, la simple contradiction logique ne suffit pas à définir un conflit cognitif, et l'**investissement affectif des idées** peut se révéler déterminant. Le conflit suppose en effet que le sujet adhère, de façon suffisamment intime, à chacun des deux termes en contradiction, c'est-à-dire qu'il faut que ces deux termes aient, pour lui, un statut de conviction quasi-équivalent. Comme le dit Désautels,

l'explicitation de la contradiction...

dans un climat qui autorise l'erreur

*"Il faut intégrer dans la notion de conflit conceptuel une dimension affective tout aussi importante que la dimension cognitive. Les **engagements émotionnels** tel le sentiment d'avoir raison, d'être sur la bonne voie, doivent également être pris en considération."* (Désautels, in : Bednarz et Garnier, 1989).

la coopération et  
le conflit

Il est, de plus, nécessaire que le sujet ait pris conscience que ces deux convictions, auxquelles il adhère, sont incompatibles entre elles. De ce point de vue, il faut qu'il y ait paradoxalement dans le conflit, quelque chose de l'ordre de la coopération, c'est-à-dire en quelque sorte l'inverse de celui-ci. Pour pouvoir prendre en compte le point de vue d'autrui, et l'utiliser pour examiner le sien propre, il ne faut pas avoir d'attitude trop négative vis-à-vis de cet autrui, faute de quoi ce point de vue serait globalement déprécié ou nié, et le conflit ne pourrait être intériorisé. C'est en bonne partie dans cette mesure qu'un conflit "socio-cognitif" est plus efficace qu'une simple contradiction, **la dimension sociale intervenant dans l'énergétique des idées**. Autrement dit, le conflit à caractère inter-personnel doit être suffisamment intériorisé sur un mode intra-personnel pour qu'une activité intellectuelle de résolution soit déclenchée.

l'enjeu de la  
résolution

Pour jouer sur cette dimension, on peut demander aux élèves des prévisions d'événements ou de phénomènes, ce qui mobilise leur système de représentations, lequel peut alors être confronté d'une façon explicite aux données. On peut aussi leur demander de concevoir eux-mêmes des expériences dont les résultats sont susceptibles de départager des idées préalablement exprimées, ce qui renforce leur engagement émotionnel dans les aspects cognitifs en jeu. La confrontation des différentes prévisions, ou la mise en oeuvre de projets d'expériences, confère alors à l'observation des faits expérimentaux un **enjeu** qui leur donne un relief tout autre que s'ils sont proposés "tout construits" par l'enseignant, tels des contre-exemples face auxquels les élèves auront *plutôt tendance à se défendre*, à moins qu'ils ne s'adaptent passivement, comme on l'a dit, au registre-cible de l'enseignant, là encore d'une manière qui leur reste assez extérieure.

#### • **L'exemple du verre "vide"**

Cette technique est utilisée dans la séquence, déjà évoquée, du verre "vide" renversé dans un bac d'eau et elle a permis de contrecarrer la tentative initiale de "fuite du conflit" par les élèves, que nous avons rapportée. Rappelons que la classe avait, dans un premier temps, nié le fait expérimental perturbateur, en affirmant que l'eau montait bien dans le verre enfoncé dans l'eau, ou en déclarant qu'on ne pouvait pas bien voir.

Avant la réalisation de l'expérience, l'enseignante leur avait demandé de prévoir et de discuter entre eux ce qui allait se

passer. Cette procédure était censée ouvrir un conflit cognitif par la contradiction entre deux éléments :

- une idée préalable (l'existence de l'air et des gaz n'est pas soupçonnée, ou tout au moins on ne leur attribue pas d'existence en tant que matière). Par déduction, cette idée amène à une certaine prévision : l'eau va monter dans le verre ;
- et un observable : l'eau ne monte pas dans le verre renversé dans l'eau, parce qu'il contient de l'air. Par conséquent, le sucre collé au fond du verre ne se dissout pas.

La contradiction entre le phénomène prévu et le phénomène réellement produit apparaît en raison du caractère particulièrement aigu des prévisions : elles avaient été discutées dans la classe, dessins à l'appui, ce qui a favorisé la prise de conscience par les élèves de leurs divergences. Ces traces écrites ont facilité la confrontation aux faits expérimentaux, car elles s'opposent à l'oubli.

Or, comme la contradiction est difficilement supportable d'un point de vue cognitif, pour ne pas renoncer à la représentation de départ, les élèves préfèrent, comme nous l'avons vu, mettre en doute le fait observé. Mais l'enseignante ne leur permet pas ce retranchement : elle les met au défi de trouver eux-mêmes une situation expérimentale, qui permette de montrer à coup sûr que l'eau monte ou ne monte pas. Les élèves sont amenés à modifier, selon leurs propres conceptions, la proposition expérimentale de l'enseignante, qu'ils contestaient. Et comme les dispositifs qu'ils proposent eux-mêmes confortent (hélas pour eux !) le fait, a priori inacceptable, que l'eau ne monte pas jusqu'en haut du verre, ils sont bien obligés de se rendre à l'évidence de la contradiction et de chercher une nouvelle explication : il y a de l'air, et c'est cet air qui empêche l'eau de monter dans le verre renversé.

Il s'agit là d'une **négociation mentale** entre le projet magistral de construction conceptuelle et l'activité mentale propre des élèves : en leur proposant d'infléchir sa proposition à elle, en fonction de leurs idées à eux, elle les engage personnellement dans le raisonnement par lequel elle a choisi de déstabiliser l'obstacle. Plusieurs éléments sont intervenus pour permettre ce processus :

- la recherche de situations physiques paradoxales pour les élèves, en regard de leurs représentations des gaz et de la matière, susceptibles d'ouvrir un conflit cognitif ;
- l'ambiguïté de la première observation, à savoir le fait que le niveau de la surface de l'eau ne soit pas très visible. Ceci a permis au doute de s'exprimer et aux élèves de rechercher eux-mêmes des situations physiques plus manifestes. L'imperfection de la situation physique proposée, qui rendait l'observation difficile, loin d'être un handicap, a donc joué ici un rôle positif ;

les termes de la contradiction sont rendus visibles...

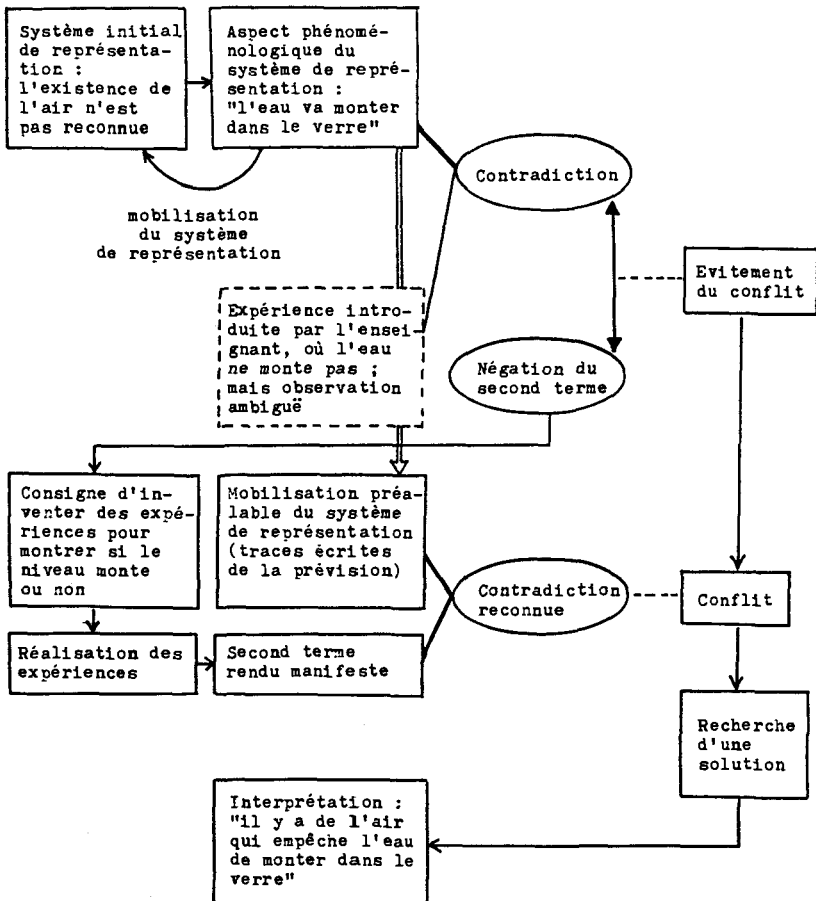
par les élèves eux-mêmes

pour installer le conflit cognitif

- l'explicitation des termes de la contradiction, qui la rendent vraiment manifeste : par les prévisions du phénomène au départ, par de nouvelles expériences qui rendent le phénomène particulièrement visible d'autre part ;
- le renforcement de l'engagement émotionnel des élèves par rapport à leurs idées, par leurs confrontations face aux prévisions divergentes ;
- la part active accordée aux élèves, dans le respect du cadre défini par l'enseignante, de façon à ce qu'ils doutent, et greffent leurs propres idées sur sa proposition, s'engageant ainsi dans des procédures de vérification.

Tout ceci joue dans l'installation et le travail d'un conflit cognitif, qui en est vraiment un pour les élèves, et qui peut être schématisé comme suit (document 5) :

Document 5



### 4.3. Conditions d'une reconstruction alternative

Examinons le point auquel est arrivée la classe, dans la résolution de ce conflit dans cet exemple. On peut l'exprimer ainsi : *il y a de l'air dans le verre et cet air empêche l'eau de monter*. Cette solution est arrivée brusquement, sans effort de reconstruction, comme la seule alternative logique, possible à la représentation de départ. Elle s'est imposée comme allant de soi dès que la contradiction a été reconnue comme telle. Ce fait peut conduire à **douter de la solidité de la reconstruction** en question. On s'apercevra, en effet, lors d'une phase ultérieure où l'on demandera aux élèves d'imaginer des dispositifs physiques qui permettent à l'eau de monter dans le verre, que la plupart pensent à des trous pour faire entrer l'eau ... plutôt qu'à des trous pour faire sortir l'air ! C'est que si la présence d'air a été reconnue comme logiquement nécessaire dans une situation donnée, elle a été aussitôt oubliée, même pour une situation proche. L'étonnement qu'ils manifestent, lorsqu'ils sentent l'air sortir par des trous qu'ils ont percés au-dessus de la surface de l'eau, témoigne aussi du fait que, si l'obstacle a été fissuré par la résolution du conflit cognitif précédent, il est loin d'avoir été définitivement franchi. Il y a bien eu une phase de "saillance du conflit" suivie d'une résolution locale, mais le "travail social" du conflit reste encore insuffisant. La phase de tâtonnement pour faire entrer l'eau dans le verre, **avec la réactivation du conflit qu'elle occasionne**, contribue à poursuivre ce travail.

La reprise du travail de l'obstacle sur d'autres exemples reste nécessaire au franchissement et à l'utilisation confortable de la représentation nouvellement construite. En effet, il s'agit de donner à l'air un statut d'existence permanente, alors qu'au départ, celle-ci n'est qu'épisodique (à l'instar du schème piagétien de la permanence de l'objet pour les solides et liquides). Cette existence n'est d'ordinaire reconnue par les enfants que dans les situations où elle peut donner lieu à une expérience perceptive directe, en particulier celles où l'air est en mouvement (Cf. Séré et Tiberghien, 1989). Chaque nouvelle expérience entame en partie cette représentation lacunaire de l'air, mais avant que la représentation devienne aussi continue et présente à la conscience que celle des solides-liquides, il est nécessaire de multiplier les expériences et de manipuler mentalement cette idée à chaque occasion. C'est ce qui sera proposé par la suite aux élèves : peser de l'air, créer différentes situations où des mouvements d'air provoquent des effets communs à ceux qui sont déclenchés par le mouvement de solides et de liquides, récapituler les comparaisons, etc. Toute une suite d'activités est proposée pour consolider la construction amorcée par le conflit cognitif.

malgré une  
solution locale

l'obstacle n'est  
que fissuré

son  
franchissement  
suppose des  
activités de  
reconstruction  
explicite

#### 4.4. Utilisation du groupe et des relations entre élèves

conflit cognitif ou socio-cognitif ?

Dans les situations de classe effectivement mises en place, la première tendance est souvent de se cantonner à la recherche de situations expérimentales ou de manipulations mettant en question les idées supposées des élèves, mais en n'accordant à l'aspect social du conflit socio-cognitif qu'un rôle second. Ceci correspond peut-être, surtout dans l'enseignement secondaire, à l'intérêt plus marqué des enseignants envers les questions de contenu que pour la gestion pédagogique des situations, comme si les deux choses ne marchaient pas de pair.

on peut organiser des confrontations sociales...

Pour installer les conditions affectivo-émotionnelles d'un conflit cognitif, on peut en effet jouer sur une **organisation particulière des activités et des relations entre élèves** : il n'est pas nécessaire que tous fassent la même chose au même moment, on peut organiser leurs activités de façon complémentaire pour que de leur mise en relation surgisse le conflit ou puisse être construite une solution. On peut se référer pour cela à la façon dont procède Meirieu (1984), qui manipule la composition et recomposition des groupes, en fonction des opérations intellectuelles qu'il vise. On peut jouer sur l'alternance de groupes d'affinité pour les phases de réassurance et de groupes composés d'élèves développant des idées contrastées pour les phases de déstabilisation. On peut aussi emprunter et adapter certains **dispositifs techniques** mis en oeuvre en mathématiques (cf. Dufour-Janvier et Bednarz, *in* : Bednarz et Garnier, 1989). Par exemple :

par une coopération structurellement inscrite dans la tâche

- un élève est invité à emprunter ou à exposer à d'autres la procédure utilisée par l'un de ses camarades ;
- ou bien deux élèves sont invités à réaliser la même tâche à partir d'un matériel différent et à comparer leurs travaux ;
- ou bien encore un élève ayant commencé une tâche, un autre est invité à la poursuivre, etc.

Il s'agit là d'artifices grâce auxquels une complémentarité et une coopération peuvent apparaître structurellement nécessaires aux élèves (Peterfalvi, 1987). Ceux-ci introduisent des décalages porteurs de décentration, et donc potentiellement de conflit. On mise ici sur l'impact d'un enjeu, d'un ressort de la situation favorable à la résolution du conflit, même s'il ne peut pas être immédiatement résolu.

mais aussi saisir l'opportunité de ce qui survient dans la classe...

Mais à côté de ces éléments techniques "calculant" a priori la construction des dispositifs et la dynamique des groupes, il est souvent nécessaire de **saisir l'opportunité** de ce qui survient dans la classe, sur d'autres plans. Par exemple, en classe de cinquième, les élèves ont eu à proposer des "modèles" de la nutrition végétale et de la décomposition des feuilles, pour "expliquer à des élèves plus jeunes" les phénomènes qu'ils ont étudiés auparavant : ils ont travaillé les besoins des végétaux verts et ils s'interrogent sur le "réapprovisionnement" du sol en sels minéraux. L'enseignante

leur propose d'apporter du matériel, et à partir de "Legos", de boules de cotillon ou de pâte à modeler, ils proposent et exposent une diversité de modèles devant la classe. Il se trouve que certaines différences entre ces modèles d'élèves sont porteuses de problèmes conceptuels particulièrement intéressants :

- les uns placent des "morceaux" de lumière à l'intérieur de la "matière-plante", alors que d'autres en placent à l'extérieur ;
- certains matérialisent un contour de la feuille, comme une sorte de "sac" qui contiendrait les éléments nutritifs, alors que d'autres constituent uniquement la "matière-plante" d'éléments nutritifs ;
- certains utilisent des "Legos" solidaires, alors que d'autres utilisent des boules de cotillon qui s'éparpillent ...

L'apparition de telles différences n'était pas tout à fait prévisible, et c'est bien au moment même où elles s'expriment que l'enseignant peut avoir intérêt à saisir l'occasion pour organiser une activité de groupe qui mette en jeu les confrontations intéressantes. Mais comme dans le feu de l'action, il est souvent difficile de démêler les problèmes et de prendre immédiatement des décisions pertinentes, il peut "garder en réserve" les différences entre modèles, à condition que les choses aient été suffisamment explicitées avec les élèves, et que la reprise différée ait du sens pour eux.

pour organiser les  
confrontations  
intéressantes

#### 4.5. Des dispositifs "souples-durs"

Le travail par objectifs-obstacles nécessite que l'on articule dans une même procédure didactique deux termes relativement contradictoires, mais qu'il faut pourtant tenir conjointement, en assurant leur tension constitutive :

- favoriser l'expression des idées des élèves, et les placer au centre du débat instauré : pour que les élèves acceptent les remises en question, il faut en effet qu'ils éprouvent que leurs idées sont "prises au sérieux" et qu'ils se rendent compte que le dispositif peut s'infléchir en fonction des propositions qu'ils font ;
- simultanément à ce pôle d'écoute et d'entrée dans la logique de pensée des élèves, il faut maintenir un cap conceptuel précis, afin que l'apprentissage s'effectue bien en rapport avec l'objectif-obstacle visé.

Dans ce sens, les dispositifs doivent comporter une dimension de souplesse adaptative (permettant à l'enrôlement et la dévolution de s'opérer de manière satisfaisante), combinée à une part de rigidité (évitant les dérives incontrôlées vers d'autres objectifs, ou un contournement de l'obstacle au lieu de son traitement effectif). Nous proposons d'appeler "**souples-durs**" de tels dispositifs articulant de telles caractéristiques et recherchant leur possibilité dans la gestion des activités scientifiques. Nous ne sous-estimons nul-

comment  
concilier  
souplesse  
adaptative et  
maintien du cap  
conceptuel ?

lement l'exigence didactique de tels dispositifs souples-durs, et ceux qui ont pu être mis en oeuvre dans la recherche en cours se distinguent bien selon cette dimension. Certains avaient été pré-programmés dans le détail, chaque étape étant prévue et répondant à un objectif bien spécifié ; d'autres comportaient, dans leur conception, une plus grande marge d'improvisation (avec un trait d'union qui matérialise la dialectique entre visée et imprévu).

Pour le dispositif dans lequel s'insère la séquence du verre "vide" déjà analysée, la succession des étapes a été construite à mesure, chacune étant proposée en réponse aux idées exprimées par les élèves. Ceci a été facilité par le fait qu'il s'agissait d'un cycle long d'enseignement, avec un espacement suffisant entre séances pour permettre de réfléchir aux étapes suivantes. Il s'est avéré, dans cette situation, que les élèves se sont impliqués davantage dans le débat d'idées. A contrario, quand les idées qu'ils expriment n'ont pas d'incidence sur la succession des activités, ils se sentent moins engagés dans le débat, et perçoivent chaque activité d'une façon dissociée, contrairement au but recherché. Il en résulte une moindre chance de déstabilisation de l'obstacle.

Les dispositifs souples-durs peuvent se différencier suivant plusieurs modalités :

1. **un modèle "régulateur"** où l'enseignant, avec l'objectif-obstacle en tête et quelques éléments prévus de situations didactiques, lit la suite des propositions et d'idées des élèves et élabore chaque étape nouvelle en recombinaison les idées émises avec son projet conceptuel ;
2. **un modèle à "branchements"** où, pour chaque étape, plusieurs situations alternatives sont prévues, l'enseignant mettant en oeuvre celle qui correspond au mieux avec ce qu'auront exprimé les élèves ;
3. **un modèle à "interventions occasionnelles"** où l'objectif-obstacle est plutôt pris comme instrument de compréhension par l'enseignant de ce qu'expriment les élèves. Dans la suite des activités mises en oeuvre (et dont la logique n'est pas directement centrée sur l'obstacle à dépasser), il reste attentif aux moments où l'obstacle se manifeste, et il intervient ponctuellement, de façon collective ou individuelle. On est là, dans un cas limite de l'idée même de dispositif. Cette "stratégie" peut cependant être qualifiée de "souple-dure", car les outils centrés sur l'obstacle dont dispose l'enseignant lui permettent de tenir le cap de son projet conceptuel à travers des activités présentant un caractère de flexibilité.

D'autres modèles sont certainement possibles. Tous ces modèles ont en outre leurs avantages et leurs inconvénients, et il ne s'agit pas de choisir l'un d'entre eux de façon définitive. Le modèle régulateur, très performant pour les élèves, a l'inconvénient d'exiger un investissement énorme de la part de l'enseignant. De ce point de vue, le modèle à bran-

plusieurs  
modalités sont  
possibles



chements est moins lourd et plus facilement praticable, mais il n'est pas certain qu'il permette un investissement équivalent élèves. On y retrouve, d'une certaine manière, la logique behavioriste de l'enseignement programmé et de ses nouveaux avatars informatisés. Le troisième modèle est d'emploi plus souple, mais l'enseignant peut se trouver démuné et ne pas savoir comment intervenir à chaque occurrence nouvelle de l'obstacle. Il faudrait concevoir, pour ce type de stratégie, une gamme de "propositions-ressources" dans lesquelles puiser lorsque l'occasion s'en présente. Il pose surtout la nécessité d'une importante formation à l'écoute et à l'intervention, sur le mode par exemple de la méthode critique piagétienne ou des entretiens semi-directifs.

## **5. EN CONCLUSION : LA FAISABILITÉ DIDACTIQUE**

Les situations d'enseignement centrées sur l'obstacle apparaissent très exigeantes. Leur élaboration demande de combiner de nombreux éléments, relevant de dimensions différentes : des connaissances sur les obstacles et les représentations des élèves, l'analyse des processus mentaux relatifs au changement, des techniques de gestion de la classe et des groupes, etc. Nous avons vu, par exemple, que ces situations doivent intégrer dialectiquement, deux à deux, des "ingrédients" que l'on a plutôt coutume d'envisager comme des alternatives :

- opposition par le conflit / coopération entre élèves,
- objectif conceptuel / ressort qui fait "fonctionner" la séance,
- déstabilisation / reconstruction intellectuelle.

Même si ces éléments préexistaient dans des outils didactiques appropriés, ce qui est loin d'être le cas aujourd'hui, leur mise en oeuvre exigerait, malgré tout, une capacité d'adaptation à la situation présente qui n'est pas très aisée, étant donnée la complexité de la démarche. Tout ceci peut nous amener à nous interroger sur le caractère réalisable en classe de propositions qui n'ont été testées que dans des conditions assez favorables, puisqu'elles ont été mises en oeuvre par des enseignants motivés, participant à une réflexion collective étayant leurs choix. La question reste ouverte de savoir si un fort investissement des élèves dans la tâche nécessite, symétriquement, un investissement aussi fort de la part de l'enseignant. De toutes façons, on perçoit bien l'importance d'une formation didactique comme professionnalisation des maîtres, thème en vogue aujourd'hui, mais dont ne sont souvent perçus que les aspects académiques de la maîtrise du savoir, agrémentés de quelques considérations sur le thème de la communication. On voit qu'on est loin du compte !

des situations  
exigeantes

mais facilitantes  
pour les autres  
activités qui les  
entourent

Pour répondre à cet enjeu important, on peut attirer l'attention sur le fait suivant. En raison même de son caractère d'exigence, ce type d'activité, orientée par le changement conceptuel et épistémique, n'est nécessairement qu'un **type parmi d'autres dans la succession des modes d'activités didactiques** de la classe. La situation est, certes, exigeante mais elle peut ne l'être que sur une durée relativement brève, et qui plus est, elle peut a contrario faciliter la tâche pour les autres moments. On peut même admettre que l'articulation de ce mode d'activité avec d'autres est une condition nécessaire de sa propre réussite. On a vu que l'intériorisation d'un nouveau paradigme passait par son réemploi dans des situations décalées de celles où il a été élaboré. Même des séquences didactiques aussi fermées qu'un cours "magistral" peuvent être, de ce point de vue, des occasions de mise à l'épreuve d'une nouvelle grille de compréhension, à condition qu'elles succèdent à d'autres modes d'apprentissage. Des situations, au contraire, très ouvertes (investigation individuelle en vue d'un mini-mémoire, activités à base de projet ...) peuvent parvenir aux mêmes fins, dès lors qu'elles sont, elles aussi, une occasion de **réemploi de l'objet** intellectuellement construit et de sa **conversion en outil** de pensée disponible. Mieux vaudrait, sans aucun doute, un jeu avec cette alternance de modes d'activités didactiques, que la permanence d'une classe dialoguée, même quand elle inclut des manipulations pratiques, qui ne fonctionne correctement ni sur le plan de la démarche scientifique, ni sur celui de la construction des connaissances (Astolfi, Peterfalvi et Vérin, 1991). On sait depuis longtemps à quel point la *flexibilité* pédagogique (Drévilion, 1980 ; Lautrey, 1980) peut l'emporter, pour le développement de la pensée opératoire des élèves, sur les vertus intrinsèques de telle ou telle méthode, procédure ou dispositif.

trouver le coût  
didactique  
optimum

Pour que la recherche didactique puisse, sur ce point, être source d'inspiration des pratiques enseignantes, il faut peut-être fournir aux maîtres quelques images facilement disponibles, sortes de prototypes mentaux de ce que pourrait être une organisation de la classe dans cette perspective constructiviste. On peut faire l'hypothèse qu'il est nécessaire pour les enseignants de **voir** ce qu'ils pourraient faire dans cet ordre d'idées. Fournir de tels prototypes assez simples pour remplir cette fonction est l'une des tâches de la recherche. Le problème est de trouver un coût didactique optimum : suffisant pour initier une dynamique de changement, sans être excessif pour n'être pas dissuasif.

Jean-Pierre ASTOLFI  
Université de Rouen  
Équipe de didactique des  
sciences expérimentales,  
INRP

Brigitte PETERFALVI  
Équipe de didactique des  
sciences expérimentales,  
INRP

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANDERSSON Björn (1990). "Pupils' conceptions of matter and its transformations (age 12-16)", *in* : *Studies in Science Education*, 18.

ARSAC Gilbert, GERMAIN Gilles, MANTE Michel (1988). *Problème ouvert et situation-problème*. Villeurbanne : IREM de Lyon.

ASTOLFI Jean-Pierre et al. (1985). *Procédures d'apprentissage en sciences expérimentales*. Paris : INRP.

ASTOLFI Jean-Pierre, DROUIN Anne-Marie (1986). "Milieu" (analyse didactique du concept), *in* : "*Explorons l'écosystème*", *Aster*, 3. Paris : INRP.

ASTOLFI Jean-Pierre, GINSBURGER Yvette, PETERFALVI Brigitte (1988). "Aspects de la schématisation en didactique des sciences", *in* : "*La communication par images*", *Bulletin de psychologie*, XLI, 386.

ASTOLFI Jean-Pierre, DEVELAY Michel (1989). *La didactique des sciences*. Paris : PUF, Coll. *Que sais-je ?*

ASTOLFI Jean-Pierre, PETERFALVI Brigitte, VÉRIN Anne (dir.) (1991). *Compétences méthodologiques en sciences expérimentales*. Paris : INRP.

ASTOLFI Jean-Pierre (1991). "Quelques logiques de construction d'une séquence d'apprentissage en sciences : l'exemple de la géologie à l'école élémentaire", *in* : *Aster*, 13. Paris : INRP.

ASTOLFI Jean-Pierre (1992). *L'école pour apprendre*. Paris : ESF.

BARTH Britt-Mari (1987). *L'apprentissage de l'abstraction*. Paris : Retz.

BEDNARZ Nadine, GARNIER Catherine (dir.) (1989). *Construction des savoirs. Obstacles et conflits*. Ottawa : Cirade / Ed. Agence d'Arc Inc.

BOUVIER Alain (1985). "Sur les styles pédagogiques", *in* : *Apprentissage et didactique*. Document 51. Villeurbanne : IREM de Lyon.

BROUSSEAU Guy (1986). "Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques", *in* : *Recherches en didactique des mathématiques*, 7.2. Grenoble : La Pensée sauvage.

BRUNER Jérôme S. (1983). *Le développement de l'enfant : savoir faire, savoir dire*. Paris : PUF.

CANGUILHEM Georges (1974). Article "Vie", *in* : *Encyclopaedia Universalis*.

CLÉMENT Pierre (1991). "Sur la persistance d'une conception : la tuyauterie continue digestion-excrétion", *in* : "*Respirer, digérer : assimilent-ils*", *Aster*, 13. Paris : INRP.

CONSEIL NATIONAL DES PROGRAMMES (1991). "Déclaration sur l'enseignement des sciences expérimentales", *in* : *Bulletin officiel de l'éducation nationale*, 8, 20 février 1992. Paris : Ministère de l'Education nationale et de la Culture.

DE VECCHI Gérard, GIORDAN André (1989). *L'enseignement scientifique : comment faire pour que ça marche ?* Nice : Z'Editions.

DOISE Willem, MUGNY Gabriel (1981). *Le développement social de l'intelligence*. Paris : InterEditions.

DOUADY Régine (1986). "Jeux de cadres et dialectique outil-objet", *in* : *Recherches en didactique des mathématiques*, 7.2. Grenoble : La Pensée sauvage.

DRÉVILLON Jean (1980). *Pratiques éducatives et développement de la pensée opératoire*. Paris : PUF.

FILLON Pierre, MONCHAMP Alain et al. (à paraître). *Articulation Troisième-Secondaire*, Rapport de recherche INRP, volet Sciences physiques et biologiques.

GILLY Michel (1988). "Interactions entre pairs et constructions cognitives : des travaux expérimentaux de laboratoire au terrain pédagogique", *in* : *"Le fonctionnement de l'enfant à l'école"*, (Actes du congrès international de Poitiers, juin 1987), *Journal européen de psychologie de l'éducation*, n° spécial. Lisbonne : ISPA.

GIORDAN André, DE VECCHI Gérard (1987). *Les origines du savoir. Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Neuchâtel, Paris : Delachaux et Niestlé.

GOHAU Gabriel (1983). "Idées anciennes sur la formation des montagnes", *in* : *Cahiers d'histoire et de philosophie des sciences*. Paris : CNRS.

JACOB François (1970). *La logique du vivant*. Paris : Gallimard, NRF.

JOHSUA Samuel, DUPIN Jean-Jacques (1989). *Représentations et modélisations : le "débat" scientifique dans la classe et l'apprentissage de la physique*. Berne : Peter Lang.

JONNAERT Philippe (1988). *Conflits de savoirs et didactique*. Bruxelles : De Boeck.

LAUTREY Jacques (1980). *Classe sociale, milieu familial, intelligence*. Paris : PUF.

MARTINAND Jean-Louis (1984). "La référence et le possible dans les activités scolaires", *in* : *Actes de l'Atelier international de Didactique de la physique (La Londe les Maures 1983)*. Paris : CNRS.

MARTINAND Jean-Louis (1986). *Connaître et transformer la matière*. Berne : Peter Lang.

MÉHEUT Martine (1989). "Des représentations des élèves au concept de réaction chimique : premières étapes", *in* : *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 716.

- MEIRIEU Philippe (1984). *Outils pour apprendre en groupe*. Lyon : Chronique sociale.
- MEIRIEU Philippe (1988). *Apprendre ... oui, mais comment ?* Paris : ESF. 3e éd., augmentée d'un guide méthodologique.
- PERRET-CLERMONT Anne-Nelly (1979). *La construction de l'intelligence dans l'interaction sociale*. Berne : Peter Lang.
- PETERFALVI Brigitte, ADAMCZEWSKI Georges (1985). *Les possibilités d'entraide pédagogique entre élèves*. Paris : INRP.
- PETERFALVI Brigitte (1987). "L'entraide pédagogique entre élèves", *in* : *On n'apprend pas tout seul*, Actes du Colloque *Interactions sociales et construction des savoirs*. Paris : ESF.
- PETERFALVI Brigitte (1991). "Apprentissage de méthodes par la réflexion distanciée", *in* : "L'élève épistémologue", *Aster*, 12. Paris : INRP.
- PETERFALVI Brigitte (coord.) (1992). *Recherche ROOSA (Objectifs-obstacles et situations d'apprentissage autour du concept de transformation de matière)*, documents n°1 et n°2. Paris : INRP (documents internes).
- RIVIERE Angel (1990). *La psychologie de Vygotsky*. Liège : Pierre Mardaga.
- ROZIER Sylvie (1987). *Le raisonnement linéaire causal en thermodynamique classique élémentaire*. Thèse. Université Paris 7.
- SAUVAGEOT-SKIBINE Marie (1988). *Obstacles et conditions de possibilité à la construction du concept de respiration pulmonaire chez l'homme, en classe de 6ème*, Mémoire de DEA. Université Paris 7.
- SAUVAGEOT-SKIBINE Marie (1991). "La digestion au collège : transformation physique ou chimique ?", *in* : "Respirer, digérer : assimilent-ils", *Aster*, 13. Paris : INRP.
- SÉRÉ Marie-Geneviève (1985). *Analyse des conceptions de l'état gazeux qu'ont les enfants de 11 à 13 ans*. Thèse d'état. Université Paris 6.
- SÉRÉ Marie-Geneviève, TIBERGHIEU Andrée (1989). "La formation des concepts décrivant les états de la matière au collège", *in* : *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 716.
- VIENNOT Laurence (1979). *Raisonnement spontané en dynamique élémentaire*. Paris : Hermann.
- VYGOTSKI Lev S. (1985). *Pensée et langage*. Paris : Ed. sociales. (éd. originale, 1934).



# PRÉVOIR ET OBSERVER LE FAIT EXPÉRIMENTAL AU COURS MOYEN

André Laugier  
Richard Lefèvre

*Le recours à l'expérimental passe par une phase dite d'observation au cours de laquelle l'élève va devoir extraire des informations à partir des faits observés. L'article s'attache à mettre à jour, à partir d'une situation de classe et en faisant varier les pratiques de l'enseignant, dans quelles conditions l'élève effectue ce travail et quelle est la part des conceptions initiales dans les difficultés rencontrées.*

*Les auteurs étudient ensuite quel peut être le rôle du débat scientifique entre les élèves avant l'expérience. Enfin, y a-t-il, parmi les modèles pédagogiques théoriques existants, un modèle dont les pratiques seraient susceptibles de favoriser la mise en oeuvre des solutions proposées ?*

## 1. INTRODUCTION

Depuis le début de l'école primaire en France il y a toujours eu dans le curriculum un peu de physique, présente tout d'abord et pendant près d'un siècle sous la forme des leçons de choses du Cours Moyen. En 1969 les activités d'éveil sont introduites et rendues obligatoires pour tous les niveaux de l'école primaire. Les Instructions de 1985 confirment l'existence d'un enseignement scientifique comportant une part de sciences physiques.

Aujourd'hui les Instructions Officielles pour l'enseignement des Sciences Physiques à l'école élémentaire, déclarent qu'il faut initier les élèves à la démarche expérimentale : "l'élève doit être capable ... de proposer la mise en oeuvre des étapes caractéristiques de la démarche expérimentale." (1). Nous ne discuterons pas ici des limites de validité et de la prudence avec laquelle il faut considérer cette idée de démarche expérimentale, héritée de la méthode expérimentale codifiée strictement par Claude Bernard et présentée aux maîtres de l'école élémentaire à travers le schéma OHERIC (2). Nous notons tout de même qu'il existe un débat dans la commu-

pour initier les  
élèves à la  
démarche  
expérimentale...

- (1) Ministère de l'Education Nationale. Direction des Ecoles (1991). *Les cycles à l'école primaire*. Document CNDP. Paris : Hachette.
- (2) On trouvera une critique de la démarche expérimentale dans l'article de Michel Develay. (1989), in : Aster, 8. "Sur la méthode expérimentale".

nauté des scientifiques, autour de cette idée de démarche expérimentale, débat au cours duquel ils ne sont pas tous d'accord ! (3)

Notre travail va se centrer sur l'une des phases essentielles de cette démarche : l'observation par l'élève du fait expérimental. La qualité et la pertinence de l'observation faite par l'élève conditionne en grande partie l'abondance des phases ultérieures. Quel sens l'élève donne-t-il à ses observations en fonction de ses conceptions ?

Une recherche sur le fonctionnement d'élèves dans une situation d'enseignement met en oeuvre implicitement un mode de travail pédagogique.

... y a-t-il un modèle pédagogique à privilégier ?

Il faudra, d'une part expliciter ce modèle a priori car c'est lui qui donne du sens et de la cohérence à nos hypothèses, et d'autre part regarder comment se situe ce modèle a priori par rapport aux modèles théoriques proposés par des auteurs comme Gilles Ferry (4) ou Marcel Lesne (5). Ces modèles théoriques ont été construits à propos de la formation d'adultes mais ils nous paraissent intéressants pour l'étude des pratiques pédagogiques des enseignants dans la mesure où l'idée fondamentale de ces modèles est que l'éducation est d'abord un processus de socialisation avant d'être acquisition de savoir. (Sur cette question on pourra se reporter à l'étude faite par Astolfi et Develay sur *les modes d'intervention didactique et leur formalisation par des modèles pédagogiques* (6)).

Nous regarderons également comment les acquis obtenus par la recherche fournissent des éléments objectifs pour, en formation d'enseignants, débattre d'une manière pertinente des modes d'action pédagogiques modélisés.

Remarque :

Parmi les informations que nous pouvons rechercher dans la perspective d'une utilisation de ces travaux en formation d'enseignants, l'une d'elles concerne le "coût didactique" de l'expérience. En effet pour la communauté classe ce "coût didactique" est élevé (coût en temps, coût en perturbations matérielles). Quels moyens l'enseignant peut-il utiliser pour augmenter le "rendement didactique" de l'expérience ?

- 
- (3) En 1985 René Thom fait à l'Académie des Sciences un exposé au titre provocateur : "La démarche expérimentale : un mythe des épistémologues (et des savants ?)", in : *La philosophie des sciences aujourd'hui*. Paris : Gauthier - Villard. 1986.
  - (4) Ferry G. (1987). *Le trajet de la formation*. Paris : Dunod.
  - (5) Lesne M. (1977). *Travail pédagogique et formation d'adultes*. Paris : PUF.
  - (6) Astolfi J.P. et Develay M. (1989). *La didactique des sciences*. Paris : PUF, p. 99.



## 2. PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet sur lequel vont porter nos investigations concerne ce qui se passe lorsque les enfants sont confrontés au fait expérimental, que celui-ci ait été proposé par eux ou par l'enseignant. Ce qui va nous intéresser c'est **comment les enfants lisent ce fait expérimental**, comment ils construisent une connaissance à partir de ce fait.

Pour lire le fait expérimental les enseignants, mais aussi les Instructions Officielles, invitent l'élève à **observer**. Son rôle face à l'expérience est *"de décrire les faits tombants sous ses sens"*. Cette phrase est tirée des Instructions de 1945, mais une des caractéristiques de l'épistémologie privée des enseignants de l'école élémentaire, telle qu'elle apparaît lorsqu'on les interroge sur leurs conceptions de l'enseignement des sciences physiques (7), est qu'il suffit de montrer une expérience, de faire voir, pour que l'enfant assimile la connaissance. Tout se passe comme si l'objet détenait une vérité que tout un chacun pourrait découvrir par une observation bien conduite.

Or de nombreux travaux sur l'observation, abordés selon des perspectives différentes, révèlent la complexité des mécanismes mis en jeu dans cette activité.

Dans un contexte différent, puisqu'il s'agit de l'observation, par un chercheur, des activités didactiques (mais nous pensons que les théories mises en oeuvre pour décrire un même processus ne sont pas fondamentalement différentes pour un chercheur et pour un élève), G. Brousseau pose le problème de l'observation en ces termes : *"Observer quoi ? pourquoi ? comment ?"*. L'auteur nous met tout de suite en garde contre la fausse simplicité de ces questions : *"L'ordre dans lequel on pose ces questions prend une hypothèse sur la manière d'y répondre. On ne peut déterminer 'quoi' si on ne sait pas 'pourquoi', et souvent le 'comment' guide le choix des 'quoi' "* (8).

Colmez, Delacôte et Richard précisent le but et les conditions de l'observation, par un élève, du fait expérimental : *"Son objet est de permettre des prédictions et de dégager des relations d'association ou de dépendance entre des observables. L'observation suppose en fait des représentations préalables issues soit d'observations antérieures soit de conceptions a priori. Ce sont ces représentations qui déterminent ce qui sera considéré comme pertinent et entrera dans la description, et ce que l'on néglige comme non pertinent"* (9).

(7) Laugier A. (1992). *"Contribution au statut de l'expérience dans l'enseignement des sciences physiques à l'école Élémentaire"*. DEA de didactique des disciplines scientifiques sous la direction de Mr Padeloup. Université Paul Sabatier. Toulouse.

(8) Brousseau G. (1977). "Observation des activités didactiques" - Table Ronde "Didactique des Sciences et Psychologie" organisée par le CNRS et la Maison des Sciences de l'Homme. Paris. 4-5-6-7 mai 1977, in : *Revue Française de Pédagogie*, 45.

(9) Colmez, Delacôte et Richard, "Le statut de l'observation et de l'activité expérimentale chez l'élève". Ibid 8.

Cette définition est intéressante car elle fait intervenir le rôle essentiel des représentations préalables dans la lecture du fait expérimental.

... à la prise en compte des conceptions des élèves...

Là aussi des travaux importants en didactique de la physique, (Leboutet, Tiberghien et collaborateurs, Johsua et Dupin), ont été consacrés à l'exploration des caractères les plus marquants de la pensée commune. Ces travaux se sont appuyés sur ceux de Piaget et surtout ceux de Bachelard. L'idée de l'élève "*cruche vide*" qu'il suffit de remplir, voire comme le proposait Condillac "*de cre molle qu'il convient d'imprégner*", a laissé la place à l'idée de l'élève qui "*arrive en classe avec des connaissances empiriques déjà constituées*", pour lequel "*il ne s'agit pas d'acquérir une culture expérimentale mais bien de changer de culture, de renverser les obstacles amoncelés par la vie quotidienne*" (10).

Cette idée de changement de culture nous paraît essentielle. Suivant que l'enseignant y souscrit ou non, ses pratiques relèveront de tel ou tel modèle pédagogique.

L'enquête citée précédemment sur les comportements des enseignants de l'école élémentaire révèle une position claire par rapport au statut de l'expérience. Pour une large majorité d'entre eux, lorsque une expérience est réalisée dans la classe dans le cadre d'une activité de sciences physiques, le maître ne semble pas laisser aux élèves une grande liberté dans l'observation, la réalisation et l'interprétation de l'expérience. C'est lui qui dirige l'observation de celle-ci par des questions suffisamment fermées, et nous reconnaissons là une persistance structurelle des techniques de la leçon de choses.

... le modèle pédagogique des enseignants...

L'objectif avoué de l'enseignement est de transmettre un savoir constitué à des élèves "qui ne savent pas". Dans ce modèle, la prise en compte de leurs conceptions, le fait qu'elles puissent intervenir non seulement dans la construction des connaissances mais également dans l'observation de l'expérience, est ignoré. En particulier dans ce modèle l'élève est un sujet vierge, "neutre conceptuellement" vis-à-vis de l'enseignant. Ce type de modèle pédagogique se retrouve dans les modèles pédagogiques repérés et analysés par Eliane Orlandi dans ses travaux sur les conceptions épistémologiques de quelques enseignants de Biologie en classe de troisième de collège (11).

Cette approche des enseignants de l'école primaire fait plutôt référence à un modèle pédagogique du type "transmissif à orientation normative" pour reprendre la classification proposée par Marcel Lesne.

Pour construire notre expérimentation, nous nous sommes référés à un modèle pédagogique exprimant :

- 
- (10) Bachelard G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin, p. 18.
- (11) Orlandi E. (1991). "Conceptions des enseignants sur la démarche expérimentale" in : *Aster*, 13.

- d'une part la volonté de prendre en compte l'existence des conceptions des élèves, mais également leur caractère opératoire. Comme le souligne Giordan, les conceptions doivent être considérées comme "des processus et non des produits" (12). Ces conceptions sont susceptibles d'intervenir dans l'interprétation des faits mais également dans l'observation des faits expérimentaux par les élèves. Il n'est pas possible, avant enseignement, de "vider l'élève" de toute connaissance antérieure ;
- d'autre part l'idée que pour faire évoluer ces conceptions il faut les faire fonctionner. Se pose alors le problème du fonctionnement de ces conceptions :
  - . à travers des informations fournies par l'enseignant ?
  - . par une confrontation individuelle à la réalité des faits ?
  - . par une confrontation sociale à d'autres conceptions proposées par des pairs ?

... permet-il de prendre en compte les interactions sociales dans la classe ?

Ce dernier point est conforté par les acquis d'un courant de recherches qui explore la voie du conflit socio-cognitif qui pourrait trouver sa solution dans le débat scientifique dans la classe. Etudiant les phénomènes d'interaction sociale entre des enfants en situation d'apprentissage, Perret-Clermont note que "*Le conflit socio-cognitif engendré par la mise en présence de centrations différentes semble être le processus à l'origine des évolutions individuelles constatées. Pour que des enfants élaborent une notion il n'est pas nécessaire qu'un des deux la maîtrise, il suffit qu'il l'abordent avec des points de vue conflictuels*" (13).

Johsua et Dupin se sont attachés à étudier l'intérêt et les limites des débats Enseignant \* (Elève\*Elève) et Elève \* Elève. Tout en soulignant le caractère artificiel du débat scientifique dans la classe, leurs travaux attestent de la pertinence de leur hypothèse de travail selon laquelle "*cette aire de liberté - même fictive en dernière instance- suffit à permettre une interaction sociale apte à favoriser l'apprentissage*" (14). Leurs travaux rejoignent ceux de G. Brousseau qui souligne en outre que le terme-même de conflit socio-cognitif "*met l'accent de manière excessive sur un des aspects des débats : l'examen et la prise de positions contradictoires, et qu'il masque une condition indispensable à leur bon fonctionnement : la coopération des élèves en vue de la construction d'un savoir commun vrai*" (15).

(12) Giordan A. (1987). *L'élève et/ou les connaissances scientifiques*, 2<sup>e</sup> édition. Berne : P. Lang.

(13) Perret-Clermont A.N. (1980). "Recherche en psychologie sociale et activité éducative", in : *Revue Française de pédagogie*, 53.

(14) Johsua S. et Dupin J.J. (1989). *Représentations et modélisations ; le débat scientifique dans la classe et l'apprentissage de la physique*. Berne : P. Lang, p. 97.

(15) Brousseau G. (1989). "Obstacles épistémologiques, conflits socio-cognitifs et ingénierie didactique" in : *Construction des savoirs, obstacles et conflits* - Colloque International de Montréal. CIRADE. Ottawa : Agence d'ARC, p. 277.

Par rapport au modèle dominant chez les enseignants du primaire nos préoccupations font, elles, davantage référence, dans la classification de Marcel Lesne, au modèle pédagogique du type "appropriatif centré sur l'insertion sociale".

### 3. LE DISPOSITIF DIDACTIQUE MIS EN OEUVRE

Nous avons choisi de travailler sur une expérience pratiquée dans le cadre d'une activité "traditionnelle" du cours moyen de l'école élémentaire : l'expérience des vases communicants.

Déjà citée dans le livre de Paul Bert (1886), elle a été régulièrement proposée dans tous les livres de leçons de choses et son succès auprès des enseignants de l'école élémentaire ne s'est pas démenti. Sa simplicité de mise en oeuvre, son caractère "d'évidence" (il suffit de regarder pour "voir", son intérêt pratique (distribution de l'eau, fontaines, écluse...) font qu'ils y ont volontiers recours.

Nous avons observé et analysé la séquence retenue dans quatre classes de cours moyen deuxième année. Ce travail a été complété par une série d'entretiens individuels avec quelques élèves choisis en fonction de la représentativité de leurs comportements. Ces enregistrements nous ont permis d'affiner nos analyses.

La situation expérimentale proposée aux élèves est représentée par quatre dispositifs expérimentaux (voir page 152 le schéma des expériences). L'objectif conceptuel visé est ici de faire repérer par les enfants qu'il existe pour les quatre situations proposées un invariant physique : l'eau est toujours au même niveau dans les deux vases.

quatre  
expériences  
proposées aux  
élèves...

Le premier dispositif correspond à la situation la plus simple des vases communicants. Les deux vases étant au même niveau, la position relative de ceux-ci ne constitue pas un obstacle potentiel pour les élèves, la seule difficulté est pour eux d'admettre la possibilité pour l'eau de remonter dans le vase où on ne verse pas d'eau.

Le second et le troisième dispositifs sont conçus de façon à placer les élèves face à l'obstacle constitué par la différence de niveau des deux vases. Le troisième dispositif permettant d'observer comment les enfants tirent ou non une connaissance du fait expérimental n°2.

Le quatrième dispositif doit permettre de mettre en évidence le caractère opératoire ou non de la connaissance construite par les enfants au cours de la séquence.

Le facteur sur lequel a porté notre étude est la pratique pédagogique suivie par l'enseignant. Et par rapport à ce facteur nous nous sommes intéressés à l'existence et la nature des interactions sociales dans la communauté classe. Ce que nous regarderons c'est comment ces interactions inter-

viennent dans l'observation du fait expérimental, et quelles en seront les conséquences sur l'évolution des conceptions des élèves.

Pour cela nous caractériserons ces pratiques selon trois modalités que nous noterons de la façon suivante :

- modalité MEM (Modalité avec échanges Elèves Maître) pour les classes CMA.MEM et CMB.MEM. Cette modalité est caractérisée par le fait que les échanges sont du type Maître \* Classe. Tous les échanges qui ont lieu dans la classe se font par l'intermédiaire de l'enseignant qui assure ainsi la responsabilité de la gestion du débat. De plus après chaque expérience l'enseignant formule avec les élèves le résultat de l'expérience, ceux-ci recopiant sur leur cahier la trace écrite institutionnelle.
- modalité MSD (Modalité Sans Débat) pour la classe CM.MSD. Dans ce déroulement de séquence aucun échange d'information n'est permis ni entre les élèves ni entre un élève et le maître. Nous avons voulu à travers cette modalité étudier comment un élève seul face au fait expérimental observe celui-ci et comment ses conceptions agissent et évoluent.
- modalité MAD (Modalité Avec Débat) pour la classe CM.MAD. Dans cette classe les élèves, après avoir fait une prévision individuelle sur le résultat d'une expérience et avant d'observer celle-ci, discutent entre eux, directement, et argumentent leurs prévisions. Notre objectif étant d'évaluer les retombées de ce débat entre élèves sur la qualité de leur observation, et sur le rendement didactique de l'expérience.

La description détaillée de ces modalités sera faite dans le cours de l'exposé avec la présentation des fiches de travail fournies aux enseignants.

### **3.1. Déroulement du travail pour la modalité MEM**

#### **- Classes CMA.MEM et CMB.MEM**

Dans cette modalité l'enseignant interroge les élèves pour connaître leur prévision sur le résultat de l'expérience qui va être faite, mais les prévisions des élèves ne sont pas l'objet d'un débat ni entre les élèves ni avec le maître. A aucun moment ceux-ci ne sont amenés à s'impliquer personnellement dans leur prévision. L'enseignant se borne à faire apparaître l'existence de prévisions différentes, puis intervient pour guider l'observation et faire formuler l'acquis après chaque expérience.

#### **• Objectifs**

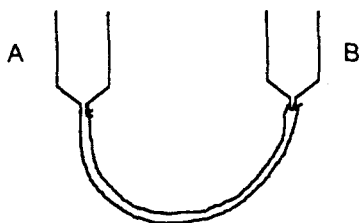
\* Découvrir à travers l'observation d'expériences que lorsque deux récipients contenant de l'eau sont reliés par un tuyau, les surfaces libres de l'eau de chaque côté du dispositif sont toujours dans le même plan horizontal.

selon trois  
modalités  
pédagogiques  
différentes

\* Comprendre comment cette propriété des vases communicants permet d'interpréter la distribution de l'eau dans une agglomération ou le fonctionnement d'une écluse (16).

• **Matériel**

\* Un exemplaire du matériel représenté ci-après, puisque c'est le maître qui réalise les expériences (la classe veillant à ce qu'il respecte le protocole expérimental sur lequel on s'est préalablement mis d'accord) :



- deux bouteilles en plastique transparent, sciées au tiers de leur longueur à partir du bas, reliées par un tuyau souple et transparent également ;
- une bassine contenant trois à quatre litres d'eau et un pichet pour verser cette eau dans le dispositif.

\* Une fiche polycopiée par élève portant les schémas des quatre expériences sur laquelle il devra porter ses prévisions. (voir un exemple de cette fiche remplie par un élève page 124).

• **Description du déroulement de la première expérience**

\* Présentation de la situation

- L'enseignant distribue à chaque enfant la fiche polycopiée et il leur montre ensuite le dispositif qu'il a réalisé (les deux bouteilles en plastique reliées par un tuyau souple transparent).
- Il leur fait remarquer que ce dispositif est représenté dans trois des croquis de la feuille polycopiée et leur fait dire lesquels.

\* Consignes

- *"Vous allez m'aider de votre place, en observant le croquis, à réaliser la première expérience".*  
(Les élèves font des remarques du genre : plus haut, plus bas, etc.)
- *"Tout à l'heure, à l'aide du pichet, l'un d'entre vous va verser de l'eau dans la bouteille A. Mais auparavant, vous allez essayer de deviner ce qui va se passer : pour cela vous allez dessiner le niveau de l'eau dans le dispositif (17) quand toute l'eau du pichet aura été versée".*

dans la première  
modalité,  
l'enseignant...

(16) Ce deuxième objectif n'étant pas directement lié au sujet de l'article, les conditions de sa mise en oeuvre ne seront pas étudiées ici.

(17) Dans la classe CMA.MEM les élèves ayant mal compris la consigne l'enseignante l'a modifiée en leur précisant "... avec votre stylo comment l'eau va se répartir de chaque côté du dispositif". Nous verrons plus loin l'importance de cette modification de la consigne.

\* Déroulement

- Les élèves anticipent comme le maître le leur a demandé : chacun indique sur sa feuille le niveau supposé de l'eau sur le premier croquis (correspondant à la première expérience).
- L'enseignant relève alors quelques feuilles ; il les affiche au tableau et demande aux élèves quelles sont celles que l'on pourrait regrouper et pourquoi. Mais ceux-ci ne les classent pas spontanément en fonction du critère "niveau de l'eau de chaque côté" qui est celui attendu par l'enseignant. Celui-ci doit orienter la discussion pour éliminer les critères tels que la hauteur d'eau dans le récipient A (récipient plein ou rempli à moitié), quand il ne s'agit pas de la qualité du dessin !

... fait le bilan  
des prévisions...

\* Vérification des anticipations

L'enseignant procède ensuite à l'expérience.

Il reprend le dispositif (bouteille et tuyau) qu'il replace dans la situation de départ (premier croquis), et demande à un élève de venir verser l'eau lentement, jusqu'à ce que les deux surfaces soient bien visibles par tous dans les deux bouteilles.

puis dirige  
l'observation et la  
formulation

L'enseignant **fait formuler d'une manière correcte le résultat de l'expérience** : l'eau est au même niveau des deux côtés du dispositif. Puis il dessine au tableau le schéma de celle-ci et invite les enfants à le reproduire sur leur cahier.

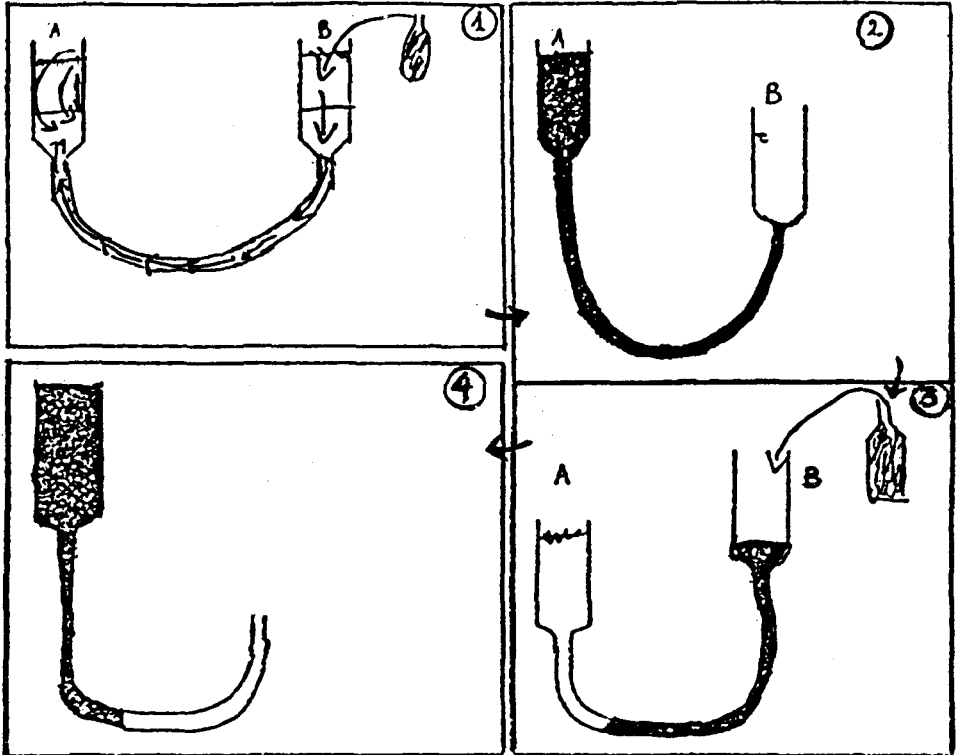
• *Autres expériences*

Les autres expériences se déroulent de la même manière.

- 1) Avec l'aide des élèves, l'enseignant réalise la position du dispositif (indiquée sur le deuxième et le troisième croquis).
- 2) Il leur demande d'anticiper et de marquer les niveaux de l'eau.
- 3) Il relève quelques feuilles et fait préciser aux autres élèves à laquelle de ces prévisions ressemble la leur.
- 4) Il réalise l'expérience.
- 5) Il fait formuler le résultat de l'expérience.

### 3.2. Résultats des classes CMA.MEM et CMB.MEM

Exemple de fiche de prévisions remplie par un élève



#### • Les résultats

Les tableaux ci-après indiquent dans chaque classe le nombre d'élèves effectuant une prévision correcte ou incorrecte pour les quatre expériences. Les classes testées dans la suite de notre expérimentation ont des effectifs différents de celles-ci, aussi, afin de pouvoir comparer les résultats, nous exprimerons pour chacune le taux de réussite.



tableau 1

CLASSE CMB.MEM 21 élèves			
expérience	prévisions incorrectes	prévisions correctes	taux de réussite
1	12	9	0.42
2	19	2	0.09
3	7	14	0.66
4	11	10	0.47

des prévisions  
incorrectes...

tableau 2

CLASSE CMA.MEM 21 élèves			
expérience	prévisions incorrectes	prévisions correctes	taux de réussite
1	5	16	0.76
2	9	12	0.57
3	1	20	0.95
4	4	17	0.80

• **Analyse des résultats de la première  
expérience**

Nous reviendrons sur la signification des différences constatées d'une classe à l'autre. Nous allons d'abord regarder comment les enfants se comportent face à l'expérience.

La première observation est qu'un certain nombre d'enfants qui font une prévision incorrecte (4 élèves sur 12 dans la première classe et 3 élèves sur 5 dans la seconde), arrêtent l'eau au point le plus bas du dispositif. L'interview des élèves concernés fait apparaître que pour eux il n'est pas concevable que l'eau puisse s'élever dans un tuyau. Pour eux *"elle est pas obligée de le faire"*.

Si l'enfant conçoit qu'elle puisse remonter du côté où on ne l'a pas versée, il pense généralement que ce sera à un niveau inférieur au niveau atteint du côté où on a versé l'eau.

Même lorsque la maîtresse fait l'expérience les élèves refusent d'admettre que l'eau soit au même niveau des deux côtés du dispositif *"elle peut pas remonter toute seule"*, *"madame c'est impossible"*, *"c'est parce qu'elle a de l'élan en arrivant en bas qu'elle remonte un peu"*. Ils vont jusqu'à soupçonner la maîtresse d'une sorte de malhonnêteté : *"c'est truqué"*, *"c'est de la magie"*.

... au refus  
d'admettre le  
résultat de  
l'expérience...

Ce refus des enfants d'accepter le résultat d'une expérience qui les dérange est un fait très général, que nous avons fréquemment observé. L'enseignant, qui non seulement donne aux élèves la possibilité de s'exprimer, mais les incite à le faire, attend de cette confrontation "constat de l'expérience / idées a priori" une évolution de celles-ci. Ce conflit révèle la force de leurs conceptions et la résistance qu'elles opposent au changement (18).

La maîtresse doit, à la demande des élèves, refaire l'expérience en versant l'eau peu à peu, pour lui permettre de s'équilibrer au fur et à mesure (d'où la nécessité d'utiliser un tuyau transparent). Après chaque versement d'une petite quantité d'eau, la classe vérifie que l'eau est au même niveau des deux côtés du dispositif. Cette modification du protocole expérimental à l'initiative des élèves confère à l'expérience un statut différent que Johsua et Dupin qualifient de "fait expérimental nouveau" (19).

#### • *Analyse des résultats des autres expériences*

Pour la deuxième expérience le taux de réussite des élèves, aux prévisions, baisse très nettement dans toutes les classes où nous avons fait des observations. Ce résultat confirme le fait que la deuxième expérience présente plus de difficultés sur le plan conceptuel.

La troisième expérience est voisine de la précédente et le niveau de difficulté sur le plan conceptuel est le même. Dans les deux classes, le taux de prévisions correctes remonte pour devenir supérieur non seulement à celui des prévisions à la deuxième expérience mais également à celui des prévisions à la première expérience. Cette remontée du taux de prévisions correctes semble indiquer que le fait que l'eau soit toujours au même niveau des deux côtés du dispositif est maintenant admis par une forte proportion d'élèves.

Cependant les prévisions correctes à la quatrième expérience baissent dans les deux classes (de 14 à 10 élèves dans la classe CMB.MEM et de 20 à 17 dans la classe CMA.MEM). Nous nous attendions à avoir un taux de réussite au moins égal à celui de la troisième expérience, car l'expérience sur les vases communicants avait déjà été faite trois fois devant les élèves en faisant varier le niveau des vases, et la loi de l'équilibre des deux niveaux de l'eau avait déjà été formulée par l'enseignant.

Nous avons interrogé les enfants sur les raisons de leurs prévisions et ils ont alors déclaré qu'ils pensaient effective-

le poids des idées  
a priori

(18) Ces conceptions vont perdurer bien au delà de l'école élémentaire. La même enquête faite avec des étudiants du DEUG A à Bordeaux I, dans le module pré-professionalisation (76 individus), mais sans la réalisation des expériences et sans débat entre les prévisions, laisse apparaître encore des taux d'erreurs non négligeables : 9% pour l'expérience 1, 16% pour l'expérience 2, 14% pour l'expérience 3.

(19) Johsua S. et Dupin J.J. (1989), *ibid* 14.

ment que l'eau allait jaillir sous forme d'un petit jet d'eau, "mais comme il n'y avait pas de cuvette par terre, on n'a pas cru que la maîtresse allait faire une expérience qui ferait des saletés sur le sol !".

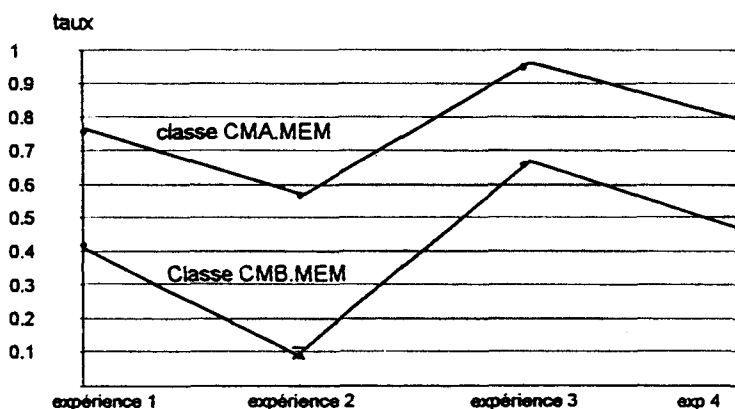
Il faut dire que dans les deux classes l'enseignante était assez méticuleuse, et l'absence de cuvette avait effectivement pu influencer les élèves.

Cette explication des enfants nous semble d'autant plus plausible que lorsque nous avons repris cette activité dans deux autres classes (voir plus loin les résultats des classes CM.MSD et CM.MAD), où l'enseignant avait l'habitude de pratiquer des activités expérimentales pouvant entraîner un certain désordre, le taux de prévisions correctes à l'expérience 4 est toujours supérieur à celui de l'expérience 3.

### 3.3. Discussion des résultats des classes CMA.MEM et CMB.MEM

Les données des tableaux 1 et 2 indiquent que la classe CMA.MEM obtient de meilleurs résultats aux prévisions des expériences que la classe CMB.MEM, comme le montrent les courbes ci-dessous, construites à partir de ces données.

Courbes comparées des taux de prévisions correctes dans les deux classes de CM2



Pour essayer de trouver une explication à ces différences constatées d'une classe à l'autre, nous avons repris les enregistrements vidéo des deux séquences. Après analyse nous pensons que ces différences peuvent provenir d'une différence dans la formulation de la consigne, et d'une différence d'attitude des enseignantes :

- Dans la classe CMB.MEM l'enseignante a donné la consigne suivante : "Nous allons verser de l'eau dans le récipient A, dessinez le niveau de l'eau dans le dispositif." De plus, conformément à ce que nous lui avons demandé, elle s'est abstenue de tout commentaire supplémentaire.

l'importance de la formulation de la consigne dans les résultats des prévisions

- Dans la classe CMA.MEM l'activité s'est déroulée après la classe CMB.MEM. Comme nous avons constaté que les élèves avaient du mal à comprendre la signification du mot "niveau" la consigne a été *"Dessinez le niveau de l'eau de chaque côté dans le dispositif"*. De plus, l'enseignante a fait, involontairement, un geste avec la main pour évoquer le mouvement de l'eau.

On peut faire l'hypothèse que l'expression "de chaque côté" ainsi que le geste de l'enseignante ont induit chez certains élèves l'idée que l'eau devait remonter "de l'autre côté". Par contre si les résultats bruts semblent différents d'une classe à l'autre, la façon dont ils varient est la même pour les deux classes, et c'est cette évolution qui nous intéresse ici (20).

La façon dont les enfants modifient leurs prévisions d'une expérience à l'autre en fonction des résultats des expériences précédentes est sensiblement la même pour ces deux classes.

Au cours de l'expérience 1, les enfants voient le niveau de l'eau s'équilibrer quand on verse celle-ci dans le dispositif. L'enseignante fait au tableau le schéma correct, ils le recopient sur leur cahier, ils notent la "trace écrite" institutionnelle : *"les surfaces libres de l'eau de chaque côté du dispositif sont dans un même plan horizontal."*

Pourtant cette règle ne permet pas aux élèves de faire des prévisions correctes dans la deuxième expérience. Nous faisons l'hypothèse (que nous essayerons de valider dans la deuxième partie) qu'ils associent le niveau de l'eau dans la partie droite à la position du récipient B. Celui-ci étant plus bas, le niveau de l'eau doit être plus bas dans la partie droite. C'est-à-dire que s'ils admettent que dans la première expérience l'eau soit au même niveau des deux côtés, c'est parce que les deux vases sont aussi au même niveau.

Dans les deux classes le taux de réussite remonte nettement pour l'expérience 3. Les enfants réussissent mieux mais cela ne signifie pas nécessairement qu'ils ont repéré l'invariant dans les différentes situations proposées. Il est possible que pour certains d'entre eux les expériences aient interféré avec leur conceptions initiales, mais nous ne pouvons pas, à ce stade, affirmer que celles-ci ont été modifiées en profondeur. Nous ne disposons pas d'éléments d'observation suffisamment pertinents pour nous prononcer sur le fait de savoir si les enfants ont ou non conceptualisé cette propriété des vases communicants.

En effet, si des élèves échouent à la première expérience et/ou à la deuxième expérience, et réussissent une prévision correcte à la troisième expérience cela peut être par **simple imitation d'une technique opératoire** : ils voient leurs camarades prendre la règle et tracer, de chaque côté du dis-

l'évolution des prévisions...

(20) Nous avons à ce propos effectué un test de chi<sup>2</sup>; il ne permet pas de conclure que la classe CMA.MEM est significativement meilleure que la classe CMB.MEM.

correspond-elle à un savoir nouvellement construit ?

positif, les deux traits correspondants aux deux surfaces libres. Ils utilisent la même technique pour faire leur schéma et reproduisent la bonne réponse "institutionnelle" qu'ils viennent de copier sur le cahier. Mais il est possible que ce schéma correct ne corresponde pas à une capacité cognitive nouvellement construite.

Nous retrouvons là une idée déjà exprimée par Perret-Clermont (21) : "... *cette expérience met en évidence qu'une interaction entre pairs peut modifier les comportements opératoires. Il reste à évaluer la portée de ces changements au niveau des structures cognitives*".

### 3.4. Difficultés de l'expérimentation. Conséquences

De cette première partie de l'expérimentation nous tirons un certain nombre d'enseignements.

- L'expérience des vases communicants seule ne permet pas de faire évoluer significativement les prévisions des élèves. Même si l'enseignant formule à plusieurs reprises la loi correspondante, même si les élèves la copient sur leur cahier, les prévisions qu'ils font continuent à se faire sous le contrôle des idées a priori qu'ils avaient avant le début de l'expérimentation.
- La différence de comportement des deux classes pour l'ensemble de la séquence met en évidence l'influence d'une modification minime dans la formulation de la consigne. Elle rappelle au chercheur en didactique la relativité des résultats que l'on peut obtenir ainsi que les précautions à prendre lors de l'interprétation de toute "expérimentation".
- Malgré le soin que l'on peut apporter à la préparation d'une observation de séquence, des facteurs non prévus peuvent intervenir et modifier le comportement des élèves (pour l'expérience 4 une cuvette aurait dû "normalement" se trouver là ...).

En fonction de ces difficultés nous avons repris l'expérimentation de cette situation des vases communicants dans deux autres classes de CM2 en nous efforçant :

- de soigner la neutralité et la rigueur des consignes ;
- de contrôler le type d'interaction dans la classe. Pour cela deux modalités différentes doivent permettre de mesurer l'apport du débat scientifique dans la classe :
  - . l'une, la modalité MSD, correspond à un fonctionnement de la classe dans lequel les interactions élève\*élève sont exclues et les interactions élève\*maître limitées à l'énoncé des consignes ;
  - . l'autre, la modalité MAD, favorise au maximum les interactions entre les élèves dans la phase qui **précède** l'observation de l'expérience qui, elle, reste individuelle.

(21) Perret-Clermont A-N. (1979). *La construction de l'intelligence dans l'interaction sociale*. Berne : P. Lang.

## 4. ÉTUDE DE L'INFLUENCE DU DÉBAT DANS LA CLASSE

### 4.1. Fonctionnement avec la modalité MSD (modalité sans débat) - Classe CM.MSD

- *Caractéristiques de la modalité sans débat (MSD)*

Pour la modalité MSD les expériences sont les mêmes que pour la modalité précédente, mais la fiche photocopiée remise aux élèves comporte maintenant deux parties : une partie "je prévois" et une partie "j'observe" (voir un exemple page ci-contre).

Le déroulement pour chaque expérience se fait avec les variantes suivantes :

- Comme précédemment l'enseignant fait faire des prévisions individuelles aux élèves sur la fiche photocopiée.
- Puis sans **aucun débat ni échange** entre les élèves ou avec lui, il réalise l'expérience en s'assurant que tout le monde voit bien le dispositif. L'enseignant ne formule pas le résultat après chaque expérience comme dans la modalité précédente.
- C'est aux élèves qu'il appartient de noter **individuellement** sur la fiche photocopiée, dans la partie "j'observe l'expérience", ce qu'ils voient.

L'objectif de cette modalité est de pointer comment évoluent les prévisions et les observations individuelles des élèves en l'absence d'interactions entre eux.

- *Les résultats de la classe CM.MSD*

Le tableau 3 ci-dessous donne le nombre de prévisions et d'observations correctes pour chaque expérience. Ici les effectifs de cette classe sont supérieurs à ceux des deux classes précédentes. Pour permettre les comparaisons entre les classes nous les exprimons par des taux.

tableau 3

CLASSE CM.MSD 27 élèves				
expérience	prévisions correctes		observations correctes	
	nb élèves	taux	nb élèves	taux
1	21	0.78	26	0.96
2	4	0.15	7	0.26
3	7	0.26	7	0.26
4	15	0.56	24	0.89

étudier  
l'influence des  
échanges entre  
élèves à travers  
deux modalités

pour chaque  
expérience  
regarder  
l'évolution des  
prévisions et des  
observations

Nous ne présentons ci-dessous que la synthèse des entretiens individuels que nous avons eus avec quelques élèves, et du débat collectif organisé que nous avons organisé après la séquence pour comprendre comment les élèves ont réagi à ce travail individuel de prévision et d'observation d'expériences.

#### Première expérience

Dans cette classe les élèves font des prévisions correctes à la première expérience avec un taux de 0.78. C'est le plus fort taux de réussite de l'ensemble des classes observées (22).

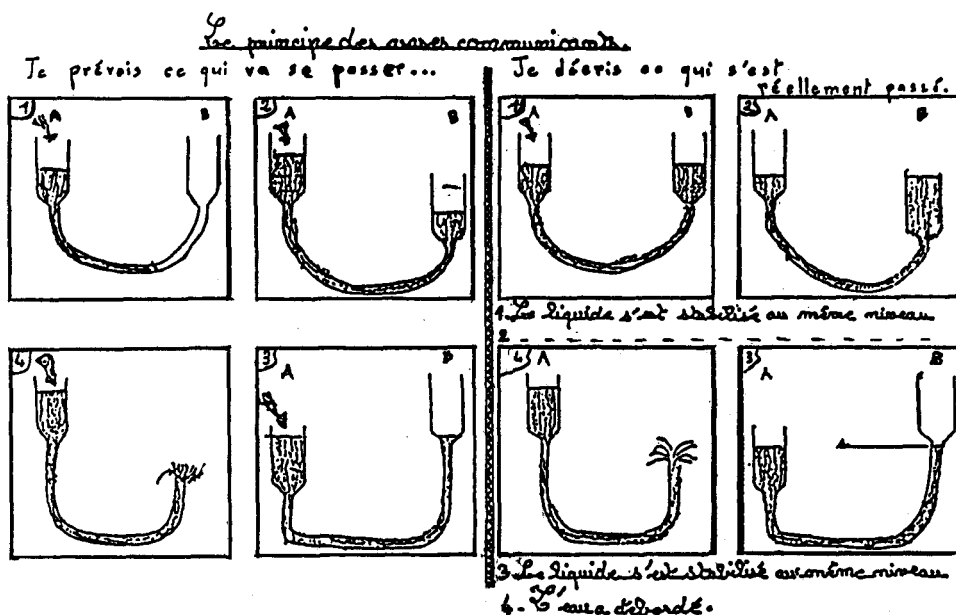
Pour l'observation de l'expérience, le taux de réussite est lui aussi très élevé.

#### Autres expériences

en l'absence  
d'échanges...

Les réussites aux prévisions et aux observations décroissent brutalement pour ne remonter qu'à la quatrième expérience. Nous notons que les nombres de prévisions et d'observations correctes varient dans le même sens.

exemple de fiche photocopiée

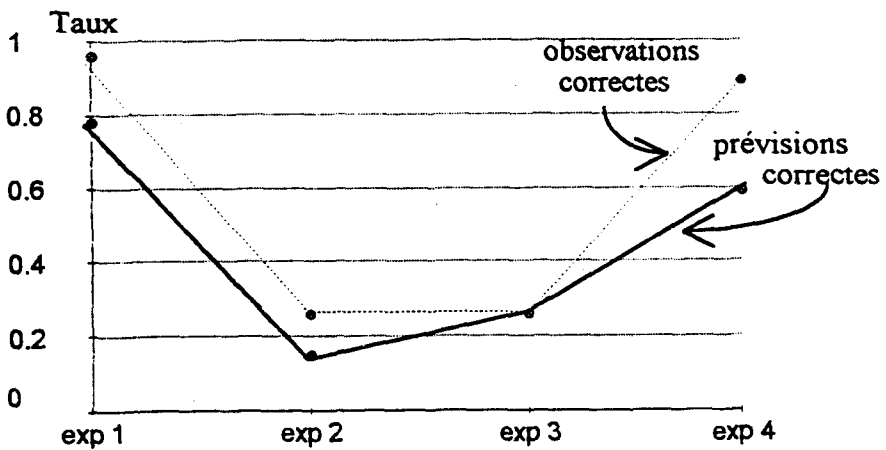


(22) Nous observons un taux de réussite exceptionnellement élevé à la première expérience. Il s'agit selon nous d'un artefact. L'enseignant dans le souci d'être bien compris a longuement insisté sur le fait que les deux récipients dans cette première expérience sont au même niveau. Ceci illustre la difficulté à maîtriser la totalité des paramètres qui interviennent dans une situation expérimentale, même lorsque ceux-ci ont été repérés (ici il s'agit de la neutralité de la consigne, alors que pour les classes CMA.MEM et CMB.MEM c'était dans l'expérience 4 l'absence de cuvette pour recueillir l'eau coulant sur le sol).

• **La discussion des résultats de la classe  
CM.MSD**

Pour suivre l'évolution des observations et celle des prévisions pendant la séquence, nous avons tracé les courbes représentant les taux de prévisions et d'observations correctes sur un même graphique ce qui permet de les comparer.

Nous utilisons les données du tableau 3 de la classe CM.MSD.



si la courbe des observations se confond avec celle des prévisions...

A la première expérience les conceptions initiales des élèves permettent l'expression des prévisions.

Pour certains élèves il doit y avoir une différence de niveau car "l'eau toute seule elle peut pas remonter dans un tuyau". Pour d'autres, (la majorité), comme nous l'avons établi pour les classes CMA.MEM et CMB.MEM, le niveau de l'eau dépend du niveau respectif des vases : "quand j'ai vu les deux récipients au même niveau j'ai su que l'eau serait au même niveau des deux côtés". Les conceptions ici constituent une règle qui fonctionne sur le mode de l'évidence. L'observation, en confirmant leurs prévisions, confirme également leurs conceptions.

Pour faire leurs prévisions, à la seconde expérience, ils appliquent tout naturellement les idées a priori qui ont fonctionné avec succès à l'expérience précédente, à savoir que c'est le niveau respectif des deux récipients qui est l'élément le plus pertinent pour faire une prévision.

En effet les élèves disposent d'un modèle explicatif qui a fonctionné avec succès une première fois, il est logique de le faire fonctionner une seconde fois dans des conditions jugées analogues.

Ce qui paraît plus étrange est le fait qu'au cours de la phase d'observation les enfants ne voient pas que les deux surfaces libres sont dans un même plan horizontal.



Pour comprendre cette "anomalie" nous avons mené des entretiens individuels avec les élèves concernés.

Ils nous apprennent que ce qu'ils regardent, l'élément du dispositif sur lequel ils font porter leur attention, c'est le niveau de l'eau **à l'intérieur de chaque récipient.**

Les élèves se sont attachés **au niveau de l'eau par rapport à chaque récipient et non pas au niveau des deux surfaces libres l'une par rapport à l'autre.**

De ce fait s'ils ne voient pas comment l'eau se répartit dans l'ensemble du dispositif c'est parce qu'ils ne la regardent pas ! Ils regardent **successivement** le niveau de l'eau à droite, puis à gauche, alors que l'observation correcte ne peut être faite qu'en regardant **simultanément** ces deux niveaux.

Cette importance accordée à la position respective des deux récipients ne disparaît pas totalement après l'expérimentation. Comme le dit un élève qui ne veut pas abandonner totalement sa conception de départ : *"quand même les récipients ça compte !"*.

#### **4.2. Fonctionnement avec la modalité MAD (modalité avec débat) - Classe CM.MAD**

##### **• Caractéristiques de la modalité MAD**

Pour cette modalité les expériences sont les mêmes que pour la modalité précédente, la fiche photocopiée remise aux élèves comporte toujours les deux parties : "je prévois" et "j'observe".

Le déroulement pour chaque expérience se fait avec les variantes suivantes :

- comme précédemment l'enseignant fait faire des prévisions individuelles aux élèves sur la fiche photocopiée ;
- puis il **organise sans y prendre part** un débat entre les élèves pour que ceux-ci **confrontent leurs prévisions** et les argumentent. Les élèves ne sont plus simplement informés des prévisions de leurs camarades mais ils sont amenés à argumenter leur prévisions. Les interactions sont ici essentiellement du type Elève \* Elève. Enfin l'enseignant réalise l'expérience en s'assurant que tout le monde voit bien le dispositif ;
- mais il ne formule pas le résultat correct après chaque expérience. C'est aux élèves qu'il appartient de noter **individuellement** sur la fiche photocopiée, dans la partie "j'observe l'expérience", ce qu'ils voient.

L'objectif de cette modalité est de pointer comment évoluent les prévisions et les observations individuelles des élèves lorsque des interactions entre pairs sont organisées avant l'observation de l'expérience.

c'est que les critères d'observation retenus ne sont pas pertinents

si les élèves débattent de leurs prévisions avant l'expérience...

• **Les résultats de la classe CM.MAD**

Comme pour la classe CM.MEM, afin de pouvoir comparer les résultats avec ceux des autres classes nous indiquons pour chaque expérience, le nombre d'élèves et le taux de prévisions et d'observations correctes.

tableau 4

CLASSE CM.MAD 24 élèves				
expérience	prévisions correctes		observations correctes	
	nb élèves	taux	nb élèves	taux
1	9	0.38	23	0.96
2	7	0.29	21	0.88
3	18	0.75	18	0.75
4	24	1	21	0.88

le taux de réussite aux prévisions augmente significativement

En ce qui concerne les prévisions, nous observons que le taux de réussite dans la première situation est voisin de celui observé dans la classe CMB.MEM. (Il est inférieur à celui observé pour la même expérience dans les classes CMA.MEM et CM.MSD). Malgré ce faible taux de prévisions correctes le taux d'observations correctes est très élevé.

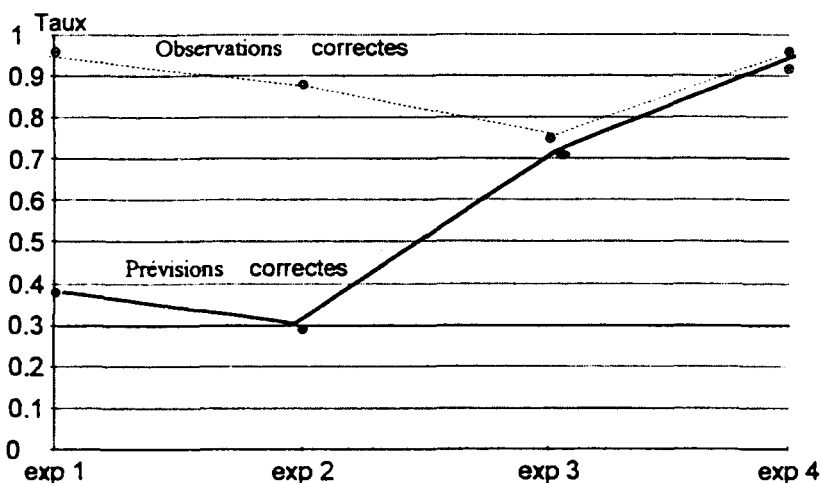
Dès la deuxième expérience, et ceci est conforme à ce qui a été observé dans les trois autres classes, le taux de prévisions correctes décroît. Par contre il remonte nettement à la troisième expérience pour atteindre ensuite l'unité pour l'expérience 4.

Pour les observations le taux de réussite est constamment élevé (supérieur à 0,75 dans tous les cas) et apparaît peu lié à la réussite aux prévisions.

• **La discussion des résultats de la classe CM.MAD**

A partir des données du tableau 4 de la classe CM.MAD nous construisons les courbes.

Le graphique ci-après montre que le comportement des élèves lorsqu'il y a débat est très différent de leur comportement en l'absence de débat tant au niveau des prévisions qu'au niveau de l'observation des expériences.



Comment peut-on interpréter ces résultats ?

Nous faisons l'hypothèse raisonnable que les conceptions des élèves de cette classe sont au départ les mêmes que celle des élèves des autres classes (même âge, même niveau, même cursus).

Pour l'expérience 1 on trouve, pour les prévisions, des résultats comparables à ceux de la classe CMB.MEM. Nous avons déjà souligné comment pour cette expérience, les différences avec les résultats des classes CMA.MEM et CM.MSD pouvaient être attribuées à une absence de neutralité de la consigne. Mais plus que les données brutes ce qui nous intéresse ici c'est la façon dont les résultats pour une même classe évoluent d'une expérience à l'autre.

Pour l'expérience 2, les conceptions initiales ayant été opératoires au cours de l'expérience 1 (le niveau de l'eau dépend du niveau des vases), les élèves fondent à nouveau leurs prévisions sur leurs conceptions et le taux de réussite à ces prévisions est donc faible dans cette classe également.

La différence dans la classe avec débat (CM.MAD), par rapport à la classe sans débat (CM.MSD) vient du taux constamment élevé d'observations correctes. En effet dès l'expérience 2 nous notons que le taux d'observations correctes dans la classe CM.MAD reste élevé (autour de 0,8), alors que dans la classe CM.MSD le taux de réussite aux observations "colle" constamment à celui des prévisions et se situe autour de 0,25 à la deuxième expérience.

L'analyse des enregistrements que nous avons effectués montre que les élèves ne changent pas nécessairement d'avis aux cours des échanges. Par contre le débat permet de focaliser l'observation sur le point qui apparaît comme crucial : est ce que la position respective des vases "ça compte ou ça compte pas ?".

L'expérience acquiert, à la suite du débat, un statut de preuve pour "savoir qui a raison".

le débat entre les élèves leur permet de se mettre d'accord sur ce qu'il faudra observer

Les observations correctes aux expériences 1 et 2 ont eu une influence sur les conceptions initiales des élèves et nous voyons pour les expériences 3 et 4 une remontée significative du taux de prévisions correctes.

## 5. CONCLUSIONS

Les résultats que nous venons d'exposer permettent d'apporter des éléments de réponses aux questions suivantes :

- quelle est la nature des difficultés auxquelles se heurtent les élèves lorsqu'il s'agit pour eux d'observer une expérience ;
- quels sont les résultats qui permettent d'envisager une amélioration du rendement didactique de l'expérience ;
- par rapport à quel modèle théorique des modes de travail pédagogique se situent les méthodes qui, prenant en compte les difficultés des élèves, permettent un meilleur fonctionnement de l'expérience, et semblent favoriser l'évolution de leurs conceptions.

### 5.1. Les difficultés des élèves

dans un même  
fait  
expérimental...

L'élève qui est amené à observer un fait expérimental va en commençant, effectuer un tri entre les données sensibles de l'expérience. Ce choix, le plus souvent non explicité, de ce qui va faire l'objet de l'observation, se fait en utilisant ses propres conceptions du phénomène auquel il se trouve confronté.

Ce mode de fonctionnement de l'observation va avoir plusieurs conséquences.

des individus  
différents...

\* Des élèves différents, face à un même phénomène, ont des conceptions différentes donc des grilles de lecture différentes de ce phénomène (dans l'expérience 1, tous les élèves ne voient pas les deux surfaces libres dans le même plan horizontal). En l'absence de toute interaction avec l'extérieur, des élèves, observant la même réalité, ne verront pas nécessairement la même chose. A un autre niveau cette observation rejoint l'idée de T. Kuhn (23) sur le fonctionnement des communautés scientifiques : *"Aux stades primitifs du développement de n'importe quelle science, différents hommes, face au même éventail de phénomènes, les décrivent et les interprètent de manières différentes"*. Les exemples historiques ne manquent pas pour attester de la généralité de ce fait et du rôle décisif de celui qui sait changer de paradigme pour observer autre chose. C'est par exemple Lavoisier qui observant la combustion d'une bougie dans un flacon plein d'air *"a vu de l'oxygène là où Priestley*

(23) Kuhn, T. (1970), *La structure des révolutions scientifiques*, nouvelle édition. Paris : Champs Flammarion, p. 38.

pourront voir des choses différentes

*voyait du phlogistique et où les autres n'avaient rien vu du tout*" (24), ou Newton *"apercevant que la Lune tombe sur la Terre quand chacun voit qu'elle ne tombe pas"* (25).

La relative inefficacité de l'expérience doit alors être imputée à l'incapacité du novice, seul face au fait expérimental, à lire correctement les données sensibles de l'expérience en le mettant en relation avec le concept sous-jacent.

les conceptions des élèves...

\* Une autre conséquence est que dans l'interprétation du fait expérimental, **des conceptions erronées peuvent être opératoires**. Elles peuvent permettre à l'élève de construire un système explicatif cohérent avec les résultats observés, et ainsi amener des prédictions correctes (cas des élèves qui dans l'expérience 1 font leur prédiction en fonction des niveaux relatifs des vases). Dans ce cas, non seulement l'expérience ne modifie pas les conceptions initiales des élèves, mais elle peut aller jusqu'à les conforter. L'enseignant qui fait appel aux conceptions initiales des élèves, par le biais des prévisions, pour les confronter à l'épreuve des faits en est alors pour ses frais. C'est un des paradoxes que doit gérer la didactique : l'action pédagogique doit interférer avec les conceptions initiales pour que celles-ci puissent évoluer mais en sachant, comme le souligne G. Gohau (26), que le *"risque de partir des erreurs premières des enfants, c'est d'y rester"*.

fonctionnent comme une grille de lecture du fait expérimental

\* Même si les conceptions initiales ne sont pas opératoires pour le fait observé cela n'entraîne pas automatiquement leur remise en question. En effet, l'élève seul, observe sous le contrôle de ses conceptions, et il ne voit pas ce qui est contraire à ses idées a priori (expériences 2 et 3 de la situation sur les vases communicants dans la modalité MSD). Ces conclusions rejoignent les résultats de certains travaux déjà menés en didactique de la physique. Par exemple les observations faites par L. Leboutet (27) qui note que, confrontés à un dispositif expérimental, même simple, des adolescents *"incorporent les faits observés à l'intérieur de schémas d'explication préalables.... Aucun des sujets observés n'a fondé le raisonnement expérimental sur l'observation, mais sur une connaissance antérieure à partir de laquelle il effectue une déduction"*.

Ce dernier résultat est important dans la mesure où le mode de fonctionnement de l'épistémologie privée des enseignants de l'école primaire repose sur le caractère volontiers évident et crucial de l'expérience. *"Mais enfin vous voyez bien ce qui se passe !"* est une expression souvent entendue dans la bouche de l'enseignant face à des élèves *"qui ne voient pas"*

(24) Kuhn T. *ibid* 23. p. 166.

(25) Valéry P. (1975). *Cahiers*. Anthologie, 2 vol., coll. La Pléiade. Paris : Gallimard.

(26) G. Gohau. (1979), *in* : *Cahiers pédagogiques*, 175.

(27) Leboutet L. (1973). *L'enseignement de la physique*. Paris : PUF.

(alors qu'en fait il s'agit d'élèves "qui ne voient pas la même chose que lui").

## 5.2. Les propositions pour améliorer le "rendement didactique" de l'expérience

Si on pense que la genèse des structures cognitives résulte non pas d'une appropriation passive par le sujet de connaissances extérieures mais d'une activité structurante sur le réel, l'expérience, particulièrement pour de jeunes enfants, apparaît comme indispensable pour que l'élève utilise ses conceptions sur le phénomène étudié.

Dans l'exemple que nous avons étudié le repérage de l'invariant physique et la construction du modèle explicatif par les élèves ne peuvent se faire qu'à travers la prise en charge par ceux-ci des quatre situations expérimentales.

Lorsque la lecture de l'expérience se fait sous la conduite du maître (classe CMA.MEM et CMB.MEM) la connaissance nouvellement acquise est fragile et elle peut être remise en cause à tout moment (expérience 4).

Si l'élève est seul face à l'expérience (classe CM.MSD) il n'apprend pas. Même si l'enseignant lui fait faire des prévisions sur ce qui va se passer, pour l'amener à expliciter ses conceptions et ainsi, provoquer un conflit cognitif, la situation créée n'entraîne pas nécessairement une modification de celles-ci.

Nous retrouvons là le paradoxe du contrat didactique décrit par G. Brousseau : *"soit le maître dit à l'élève ce qu'il doit apprendre et l'élève ne peut pas l'apprendre parce qu'il n'a pas le choix, soit il lui laisse le choix et il risque de fabriquer des connaissances fausses"* (28).

Or il semble que la pédagogie des Sciences Physiques habituellement pratiquée par les enseignants de l'école primaire s'appuie essentiellement sur une interaction "maître \* classe".

Pour A.N. Perret-Clermont ce type de pédagogie *"institue une sorte de vide social dans la relation maître \* élèves puisqu'elle n'offre pas alors les conditions d'une communication et par là-même prive l'élève d'interactions sociales d'ordre cognitif sur les contenus abordés"* (29).

Les travaux que nous avons conduits dans les classes de Cours Moyen permettent de penser que pour que ce changement de culture soit possible il faut amener l'élève à utiliser ses conceptions, non plus à des fins personnelles, (prévisions individuelles sur le résultat de l'expérience), mais pour argumenter par rapport à d'autres individus.

la gestion du  
paradoxe du  
contrat  
didactique...

(28) Brousseau G. Séminaire du DEA de Didactique des Disciplines Scientifiques. Ce paradoxe du contrat didactique est développé par G. Brousseau dans *Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques*. Partie 1 (1987). Université de Bordeaux I - IREM de Bordeaux.

(29) Perret-Clermont (1979), ibid 21.

semble facilitée  
par les échanges  
de type élève \*  
élève

Il s'agit en fait de faire passer l'élève du conflit cognitif (d'ordre privé) dans lequel les conceptions fonctionnent sur le mode implicite, à un conflit socio-cognitif (d'ordre public) dans lequel l'élève va devoir les expliciter devant ses pairs (classe CM.MAD). Il semble que dans les situations expérimentales, les échanges de type "Elève \* Elève" représentatives du fonctionnement du débat scientifique favorisent le passage d'un fonctionnement individuel des conceptions à un fonctionnement collectif.

### 5.3. Un modèle pédagogique à privilégier

c'est la prévision  
et l'observation  
que nous  
étudions...

Notre étude a mis en évidence l'importance des interactions entre élèves et les progrès accomplis dans les prévisions et les observations correctes lorsque le débat était institué. Nous prenons appui sur la remontée des taux correspondants pour étayer cette affirmation. Il convient cependant de rester modeste et de ne pas attribuer d'effet magique au débat scientifique, qui serait à lui seul capable de résoudre la plupart des problèmes auxquels nous sommes confrontés dans l'apprentissage.

Il faut bien voir que nous avons voulu "isoler" quelques caractéristiques d'une possible démarche scientifique, et en particulier les phases fondamentales de prévision et d'observation. On pourrait rapprocher ces deux termes en leur faisant jouer le rôle du **test d'hypothèse** en sciences, mais il faut considérer que les élèves ne disposaient pas de tous les outils susceptibles de mener à bien une telle approche :

- les concepts pertinents pour analyser et comprendre les expériences ne sont pas tous construits : pression, viscosité, équilibre d'un liquide, propriétés des fluides en général, et des liquides en particulier, notion d'énergie ... ;
- les conceptions initiales des élèves viennent "masquer" certains aspects d'une réalité scientifique que le maître pense pouvoir faire acquérir. Elles entraînent des lectures différentes de cette réalité en focalisant l'attention des enfants sur des éléments non pertinents ;
- les élèves ne manipulent pas ; le matériel reste entre les mains du maître, même s'il respecte les consignes et les ajustements proposés par les élèves ;
- les quatre expériences sont présentées toujours dans le même ordre, sans alternative possible, et aucune autre expérience n'est proposée, ni par le maître ni par les élèves.

On voit qu'il y aurait là matière à faire des propositions pour ouvrir les possibilités d'interaction entre élèves et permettre des situations différentes d'apprentissage qui auraient probablement une certaine richesse.

... comme  
composantes  
d'une démarche  
scientifique

En ce sens, nous ne proposons pas une situation d'apprentissage-modèle, mais nous avons voulu conduire une expérimentation qui mettait en jeu certaines variables dont nous avions le contrôle. Les contraintes de la recherche en didactique des sciences ne coïncident pas, en général, avec celles

de l'enseignement des sciences, même si les situations apparaissent assez "écologiques" dans notre cas.

D'un point de vue théorique, notre travail s'inscrit plus dans une perspective procédurale que structuraliste (30) : nous ne cherchons pas à provoquer des progrès de l'intelligence chez l'enfant, mais plutôt à développer des compétences cognitives relatives à des classes particulières de problèmes chez un élève, en souhaitant éventuellement que les modes de résolution et les fonctionnements cognitifs pourront s'étendre ultérieurement à d'autres classes de problèmes similaires ou peu éloignés.

la position de  
notre travail par  
rapport aux  
modèles de  
référence

Pour prendre enfin position par rapport à des propositions de classification de modèles pédagogiques, nous pouvons dans un premier temps utiliser la proposition simple de De Corte (31) qui part de l'interaction entre enseignants et élèves : les situations que nous avons repérées comme les plus efficaces (CM.MAD, modalité avec débat) se situeraient dans ce qu'il appelle "*les formes pratiques de recherche qui procèdent par tâches*", ces tâches étant fermées dans notre cas.

Dans le domaine de la psycho-sociologie prenant la formation des enseignants comme champ d'application, le "modèle pédagogique centré sur la démarche" de G. Ferry (32) semble être le plus intéressant pour les situations que nous avons mises en place, du fait que l'enseignant devra adopter un style d'intervention très différent de l'intervention traditionnelle : il devra plutôt être un incitateur, un guide, une personne ressource capable d'écouter et de laisser s'exprimer la classe.

Si l'on fait référence au processus de socialisation des individus, la typologie proposée par M. Lesne (33) pour la pédagogie des adultes nous invite à nous rapprocher de son modèle "appropriatif centré sur l'insertion sociale". Il nous semble être le plus en rapport avec nos préoccupations, par sa référence à l'épistémologie scientifique, et par la pratique scientifique qu'il induit, distinguant le réel de l'abstraction construite sur ce réel.

De manière encore plus large, M. Bru propose un "modèle de l'interaction contextualisée" (34) qui accorde de l'impor-

---

(30) Sur cette distinction, on pourra consulter : Gilly, M. (1989). "A propos de la théorie du conflit socio-cognitif et des mécanismes psycho-sociaux des constructions cognitives : perspectives actuelles et modèles explicatifs", in : *Construction des savoirs*. CIRADE. Ottawa : Agence d'Arc, pp. 162-182.

(31) De Corte, E. (1990). *Les fondements de l'action didactique*. 2e édition. Bruxelles : de Boeck, p. 148.

(32) Ferry, G. (1987). Ibid 4.

(33) Lesne, M. (1977). ibid 5.

(34) Bru, M. (1991). *Les variations didactiques dans l'organisation des conditions d'apprentissage*. Toulouse : Editions universitaires du Sud.



tance aux effets de contexte, en particulier aux variables qui caractérisent l'enseignant, son expérience, sa formation, son arrière plan socio-culturel (éléments que nous avons relevés incidemment au cours de l'expérience 4 révélant l'influence de l'absence de cuvette pour récupérer un excès d'eau).

Enfin, le modèle par investigation-structuration, inspiré de travaux de recherche de l'INRP (35) prend en compte les conceptions des élèves, pour les amener à un savoir objectif, confronté au savoir socialisé, au terme d'une activité de résolution de problème.

Nous concluerons, après ce rapide tour d'horizon, non exhaustif, de quelques-uns des principaux modèles pédagogiques auxquels on peut faire référence, en rappelant que les situations que nous avons analysées ont montré une fois encore l'efficacité des interactions entre pairs :

- par les oppositions explicites et argumentées ;
- par les formes de coopération active, allant des simples interventions acquiesçantes aux reformulations des propositions d'autres élèves, constituant une véritable fonction régulatrice d'accompagnement de l'activité.

André LAUGIER  
IUFM, Bordeaux  
Richard LEFEVRE  
Université Toulouse III

---

(35) Astolfi, J.P., Develay, M. Ibid 6.



# UN MODÈLE PÉDAGOGIQUE CONSTRUCTIVISTE ET COGNITIVISTE POUR UNE FORMATION TECHNIQUE

Isabelle Nizet  
Robert Brien  
Louis-Philippe Leclerc  
Jacques Besançon

*L'identification des difficultés qui caractérisent la situation pédagogique d'une formation en agrotechnique nous a guidés dans l'élaboration d'un modèle pédagogique susceptible d'y remédier. Ce modèle est conçu à partir de choix théoriques issus de la psychologie cognitive et du constructivisme. Il repose sur les trois composantes d'une situation pédagogique. Pour la composante de l'apprentissage, il favorise l'évolution de la structure cognitive des élèves tout en respectant leurs savoirs préinstructifs. Pour l'aspect didactique, il privilégie l'intégration des concepts technoscientifiques aux tâches professionnelles et prescrit la construction par les élèves de diagrammes élaborés à partir de modèles conceptuels. La composante de l'enseignement articule en une stratégie pédagogique des démarches axées sur la gestion partagée des savoirs en classe : évocation, confrontation, investigation, structuration, intégration, vérification et activation. Cette stratégie a été implantée au sein d'un cours de protection des cultures en agrotechnique. Son évaluation s'appuie sur des observations systématiques et sur la mesure de la progression des apprentissages des élèves. Les résultats démontrent l'apprentissage d'habiletés cognitives d'une complexité croissante, qui intègre les dimensions déclaratives et procédurales spécifiques à la profession visée par cette formation.*

Le défis  
pédagogiques  
de  
l'enseignement  
professionnel

L'enseignement professionnel présente un certain nombre de défis pédagogiques qui reflètent l'évolution d'objectifs de formation reliés aux développements technologiques et aux nouvelles caractéristiques de sa clientèle. Ce type de formation est aujourd'hui davantage destiné à des adultes qui ont déjà une expérience de travail et qui désirent acquérir de nouvelles compétences adaptées aux exigences de leur milieu de travail. La complexité croissante des tâches professionnelles entraîne un changement de nature et de niveau de compétences visées par la formation. Les savoirs techniques deviennent de plus en plus complexes et les habiletés qui en découlent intègrent des paramètres cognitifs et scientifiques dont la maîtrise requiert une base conceptuelle reliée aux nombreuses connaissances spécifiques propres à un domaine donné (Pailhous et Vergnaud, 1989).

les tâches  
professionnelles  
complexes...

...et les exi-  
gences d'un  
enseignement  
technoscienti-  
fique...

...incitent à  
élaborer de  
nouveaux modes  
d'intervention  
pédagogique

La formation professionnelle du domaine de l'agrotechnique auquel nous nous sommes particulièrement intéressés n'échappe pas à ces exigences. Ainsi, il semble pertinent dans le contexte actuel d'envisager les tâches de l'ouvrier agricole dans une perspective de prise de décision et de résolution de problème plutôt que dans une perspective d'exécution routinière de tâches. Il doit en effet être capable d'effectuer des actes techniques fondés sur un raisonnement dont la qualité dépend en grande partie de la compréhension de concepts technoscientifiques de base relatifs à la physique, à la chimie, à la biologie animale et végétale et aux processus complexes qui caractérisent l'agriculture moderne. L'articulation de ces connaissances déclaratives et procédurales constitue un enjeu fondamental de formation (Leclerc *et al.*, 1992). Le développement de modèles d'interventions pédagogiques susceptibles de satisfaire aux exigences que pose un enseignement de type technoscientifique pour une clientèle adulte dans le contexte actuel représente un besoin réel auquel nous avons tenté de répondre.

La présente étude envisage les aspects méthodologique, théorique et expérimental de la conception d'un modèle pédagogique élaboré pour un cours de **protection des cultures** (Protection des cultures, Programme D.E.P. en production laitière, Gouvernement du Québec, 1989) et mis à l'essai auprès d'élèves suivant une formation en agrotechnique dont ce cours fait partie (1).

Nous distinguons deux phases dans la conception de ce modèle pédagogique : la phase conceptuelle est consacrée à la définition de la problématique éducative et au choix de principes pédagogiques qui sont susceptibles d'aider à la résoudre ; la phase opérationnelle présente la description des conditions qui ont rendu l'intégration de ces principes effective dans un contexte de formation, la mise à l'essai de la stratégie pédagogique élaborée et l'analyse des perspectives de son utilisation.

## 1. PHASE CONCEPTUELLE

### 1.1. Diagnostic d'une situation pédagogique déficiente

Les résultats d'enquêtes préliminaires effectuées dans le cadre de notre recherche auprès de plusieurs groupes d'élèves de l'enseignement professionnel en agrotechnique

---

(1) Un précédent article (voir Leclerc *et al.*, 1992) décrit le traitement didactique du contenu du cours de protection des cultures effectué par notre équipe. Il peut être consulté avec profit pour tout ce qui concerne la dimension conceptuelle et technoscientifique de notre projet.

et en électromécanique au Québec en 1986, ont permis de circonscrire de manière générale les difficultés d'apprentissage des élèves qui suivent une formation professionnelle. Nous avons articulé ce diagnostic autour des trois composantes d'une situation pédagogique telles que présentées par Legendre (1988) : l'apprentissage, l'aspect didactique et l'enseignement.

#### • *Difficultés d'apprentissage*

L'objectif de ce cours est de développer chez l'apprenant la maîtrise des tâches relatives à la phytoprotection. L'application raisonnée de pesticides ou l'usage de moyens préventifs de lutte contre les ravageurs repose sur la compréhension de plusieurs concepts globaux tels que celui d'écosystème et d'« agrosystème » (système intégrant les productions animale et végétale au sein de la ferme). La définition de ces notions fait cependant appel à un grand nombre d'autres concepts plus spécifiquement biologiques. L'ensemble de ces concepts et leur statut particulier au sein des tâches nous les fait considérer comme des concepts technoscientifiques et, à ce titre, les difficultés relatives à leur apprentissage sont selon nous liées à plusieurs facteurs cognitifs et socio-affectifs.

Du point de vue cognitif, les connaissances scientifiques spécifiques au domaine de la formation ne sont pas présentées comme étant sous-jacentes aux tâches, ce qui accentue la scission entre les savoirs et les savoir-faire. Dans ce contexte, les élèves éprouvent des difficultés à rendre leurs apprentissages significatifs.

De plus, les élèves d'agrotechnique disposent d'un savoir approfondi, fondé sur l'expérience et acquis le plus souvent sur la ferme familiale. Ils sont en effet en majorité enfants d'agriculteurs et ont acquis un certain savoir-faire professionnel principalement axé sur l'application routinière de procédures. Cette connaissance pratique conserve un poids certain dans leurs apprentissages car elle en constitue la base mais, parce qu'elle précède le plus souvent la formation, on peut alors se demander dans quelle mesure elle fait obstacle à l'acquisition de nouvelles connaissances. Les systèmes explicatifs et descriptifs de type technique ou scientifique proposés à l'école entrent fréquemment en conflit avec les connaissances antérieures des élèves alors que ces dernières continuent à être socialement reconnues dans leur milieu (Dreyfus *et al.*, 1990). Cette autre difficulté d'apprentissage incite à penser qu'un recadrage des connaissances procédurales s'avère indispensable pour l'atteinte de compétences requises dans un contexte plus large.

L'ensemble de ces difficultés d'ordre cognitif provoque l'émergence de difficultés d'apprentissage reliées à la motivation et à la participation. Les élèves vivent en effet une situation chronique de démotivation face aux contenus scientifiques qu'ils considèrent comme généraux et inutiles dans leur profession. Leur intérêt pour les matières pra-

apprendre les  
concepts techno  
scientifiques  
sous-jacents  
aux tâches

dépasser les  
limites des savoirs  
acquis  
antérieurement

tiques a orienté leur choix d'études et la confrontation avec les contenus scientifiques provoque des réactions de rejet. Ceci pourrait se justifier par le fait que l'essentiel de leur formation est de nature procédurale. Mais il nous semble que l'origine de cette difficulté réside plutôt dans le niveau de complexité auquel ces connaissances sont traitées.

• **Difficultés relatives au traitement didactique**

La diversité des compétences répertoriées pour le domaine de la protection des cultures se traduit en terme d'objectifs de formation qui couvrent un très large spectre de connaissances. Le caractère technique des tâches professionnelles entraîne la dominance de connaissances de type procédural (dépistage du ravageur, application de pesticides et méthodes de prévention), mais la compréhension des systèmes complexes qui servent de cadre à leur application s'avère indispensable. Par exemple, la résolution de problèmes relatifs à la protection des cultures dans un contexte de plus en plus contraignant impose l'application raisonnée et légalisée de pesticides. Ce type de prise de décision nécessite une connaissance approfondie des processus naturels en jeu et de l'impact de l'action humaine sur l'environnement. Les concepts technoscientifiques en constituent une part importante. Les objectifs de la formation visent donc de nombreuses connaissances déclaratives sous-jacentes aux composantes procédurales de l'apprentissage. L'intégration de ces deux types de connaissance pose problème dans la dimension didactique, soit parce que les connaissances déclaratives sont insuffisamment reliées aux connaissances procédurales, soit parce que les moyens qui pourraient faciliter l'accès à ces connaissances ne sont pas explorés (Leclerc *et al.*, 1992). Un traitement didactique adéquat devrait se traduire par l'intégration des concepts technoscientifiques aux tâches à un niveau pertinent. Il devrait également fournir un répertoire des habiletés cognitives nécessaires à l'acquisition de tels concepts pour les différents degrés d'intégration envisagés dans la formation.

• **Difficultés relatives à l'enseignement**

Plusieurs facteurs contribuent à affaiblir l'efficacité de la relation d'enseignement dans la situation pédagogique que nous avons étudiée. L'enseignant fait face à plusieurs difficultés relatives aux contenus des programmes, à l'approche didactique et au matériel pédagogique. Du point de vue du corpus de connaissances, les programmes d'enseignement sont très peu explicites quant à l'intégration des concepts technoscientifiques aux tâches (Gagnon *et al.*, 1989) ; s'ils sont mentionnés, les concepts scientifiques sont présentés isolément des tâches et imposés dans le curriculum d'une manière systématique, ce qui ne peut qu'aggraver leur disjonction des contenus techniques. L'absence de pistes pour le traitement didactique des contenus technoscientifiques (Labonté, 1987) limite l'action de l'enseignant en ce qui

développer  
l'articulation  
entre  
connaissances  
déclaratives et  
procédurales

difficulté d'accès  
à des moyens  
didactiques  
pertinents pour  
les tâches visées

concerne leur gestion et leur présentation dans la classe. Enfin, en ce qui concerne les conditions d'enseignement sur lesquelles l'enseignant peut effectuer un contrôle, aucun diagnostic systématique n'est fait sur la nature des connaissances véhiculées par les élèves à leur entrée dans la formation alors que ce type de clientèle dispose d'un savoir-faire important. De plus, l'enseignant ne dispose pas de matériel adéquat et les démarches pédagogiques sont souvent pauvres, inadaptées ou presque inexistantes : l'enseignement magistral ou démonstratif est encore largement privilégié. Il nous semble donc que l'aide apportée à l'enseignant doit porter sur un traitement didactique spécifique à ce type de contenu, sur le développement de matériel didactique adéquat et sur l'élaboration de stratégies pédagogiques applicables, et ce pour une efficacité accrue de la formation et une meilleure gestion des connaissances.

## 1.2. Composantes du modèle pédagogique et choix théoriques

Le modèle pédagogique (voir la figure 1) repose sur les trois composantes décrites dans le diagnostic qui précède mais caractérisées cette fois par les choix pédagogiques que nous croyons susceptibles de contribuer à améliorer les déficiences répertoriées.

un modèle  
pédagogique  
intégré...

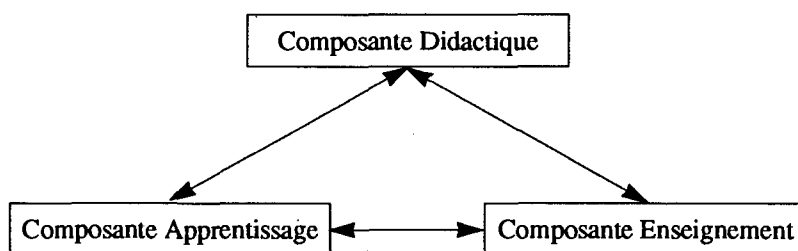


Figure 1 - Les trois composantes du modèle pédagogique

Ces choix font référence aux champs théoriques de la psychologie cognitive et du constructivisme. La psychologie cognitive fournit des données sur la représentation générale de l'organisation et de la nature des connaissances en mémoire, sur les processus de traitement de l'information et d'acquisition des compétences, particulièrement dans les situations de résolution de problème. Le constructivisme et les recherches qui lui sont associées en didactique des sciences ont permis d'intégrer à notre modèle l'approche des représentations mentales des élèves et les conditions propices à leur transformation.

...visant  
l'acquisition de  
compétences  
techniques

• **La composante de l'apprentissage**

La composante d'apprentissage du modèle pédagogique tient compte de la nature des connaissances (fondées sur l'expérience, scolaires ou scientifiques) et des représentations qui leur sont associées ; elle tient compte de la dynamique qui sous-tend l'acquisition des connaissances en vue de l'expertise et de l'activation de ces connaissances en situation de résolution de problèmes.

Les savoirs préinstructifs (2) et les représentations des apprenants

transformation  
des  
représentations  
de l'apprenant...

D'un point de vue général, on s'accorde aujourd'hui à reconnaître l'importance prépondérante des savoirs préinstructifs dans les situations d'apprentissage que ce soit dans le contexte de recherches portant sur le développement cognitif ou le statut épistémologique des connaissances. La genèse de ces savoirs est à la fois individuelle et sociale car ils s'organisent à travers l'expérience et la mise en contact avec de multiples sources d'information. En ce qui concerne l'apprentissage des concepts scientifiques, le traitement des représentations conceptuelles et préconceptuelles des élèves est central dans la perspective constructiviste (Giordan *et al.*, 1987). Les conceptions préalables peuvent être des obstacles à l'acquisition de savoirs nouveaux ; elles peuvent également leur servir d'assises (Siegler, 1983), elles sont alors assimilées à des stratégies cognitives mises en place par l'apprenant pour l'aider à sélectionner les informations pertinentes dans son environnement. L'apprentissage significatif est favorisé par les mécanismes qui permettent l'exploration de connaissances déjà acquises par les élèves pour favoriser l'explicitation de leurs préconceptions et les stratégies qui permettent un contact direct avec les connaissances sous-jacentes aux compétences visées par la formation (Perkins, 1991). Le concepteur de systèmes de formation doit donc veiller à ce que leur explicitation en permette le recadrage (Toupin, 1991), la restructuration, la substitution par des conceptions alternatives (Lamouroux & More, 1991) et la transformation en une conception nouvelle plus adaptée à la situation.

La notion de « modèle mental » développée dans le contexte des sciences cognitives nous semble particulièrement adéquate pour décrire et comprendre les représentations complexes portant sur les processus et les procédures associés aux savoirs pratiques prépondérants dans l'enseignement professionnel. Un modèle mental est une représentation

- (2) Ce terme, utilisé par Lamouroux et More (1991) peut, selon ces auteurs, être interprété au sens de "théories implicites", "préconceptions", "mode de raisonnement spontané" ou de "savoirs intuitifs". Nous le préférons cependant à ces termes car il a le mérite d'insister sur les conditions d'acquisition de ce type de savoirs plutôt que sur leur statut cognitif.



...par le recours  
au modèle  
conceptuel de  
l'expert traduit  
en diagrammes  
intégrant les  
concepts tech-  
noscientifiques

fonctionnelle de la réalité qui permet à un individu d'effectuer des prédictions à l'égard de son environnement et d'interagir avec lui (Norman, 1983). On peut rapprocher cette notion de celle de « système d'information et de traitement » (3) (Hoc, 1987). Les modèles mentaux des élèves sont élaborés à l'aide des connaissances dont ils disposent et qu'ils sont capables de traiter ; ils se transforment au cours de l'expérience. L'élaboration de modèles mentaux pertinents pour les tâches professionnelles est un enjeu d'apprentissage fondamental et il peut être favorisé par le contact avec des modèles conceptuels élaborés par l'expert (Norman, 1983). Un modèle conceptuel présente sous forme de mots et/ou de diagrammes les principaux concepts d'un ensemble ou d'un système et les relations qui existent entre ces éléments (Mayer, 1989). Les modèles conceptuels peuvent être considérés comme des adjuvants à l'apprentissage dans la mesure où ils servent de référence pour l'élaboration des connaissances relatives à une compétence donnée : on peut les considérer comme des modèles experts de la connaissance. L'enjeu est donc de permettre à l'apprenant de se construire un modèle mental pertinent pour les tâches et compatible avec la connaissance référentielle relative aux composantes déclaratives des compétences visées par la formation. Cela implique qu'il opère sur ses propres représentations et particulièrement sur les modèles mentaux élaborés antérieurement à la formation.

#### Évolution de la structure cognitive et organisation des connaissances

L'acquisition des connaissances consiste donc pour un apprenant à agir sur sa structure cognitive de façon à la transformer en fonction des besoins rencontrés dans son environnement. Une compétence est considérée comme acquise lorsque la structure cognitive qui en permet l'activation est durablement modifiée.

Nous considérons l'apprentissage comme un processus longitudinal et systémique. Trois phases semblent essentielles pour favoriser la transformation de la structure cognitive : la motivation, le montage et le rodage (Brien, 1990). Ces phases facilitent la description des mécanismes de l'acquisition des connaissances, de leur organisation dans la mémoire, de leur transfert et de leur application tout au long des séquences d'apprentissage du cours. La motivation est considérée comme le facteur déclenchant la transformation de la structure cognitive mais dans notre perspective, elle assure également l'implication cognitive et émotive de l'apprenant tout au long de la situation d'apprentissage. La

la motivation, le  
montage et le  
rodage...

- (3) Un système de représentation et de traitement est défini selon J. M. Hoc comme « le produit de l'intériorisation d'un domaine de tâches, reliant des représentations et des traitements associés aux objets, aux propriétés et aux opérations du domaine, donc au dispositif de ce domaine » (pp. 31-32).

phase de montage circonscrit davantage la construction et l'organisation des connaissances qui devront être incorporées à la structure cognitive de l'apprenant en tenant compte de ses savoirs préinstructifs et de ses compétences de départ. La phase de rodage décrit les mécanismes d'appropriation et de transfert de la connaissance. Dans le contexte scolaire, la phase du rodage est limitée à des situations de simulation. Ainsi, les situations de résolutions de problème devraient permettre à l'élève d'activer ses connaissances et d'évaluer leur portée pragmatique.

En ce qui concerne l'organisation des connaissances, nous avons adopté l'idée que les connaissances acquises par un individu peuvent être structurées sous forme de schémas que l'on peut définir comme les blocs constitutifs de la structure cognitive (Rumelhart et Ortony, 1977 ; Rumelhart, 1980). Par là, nous entendons que les savoirs et les savoir-faire de l'apprenant sont organisés en structures stabilisées mais évolutives, composées de variables et de relations mutuelles ou d'opérations qui lui permettent de se représenter la réalité et/ou d'agir sur elle (Brien, 1990). Les schémas gardent un caractère général mais, en situation réelle ou simulée, ils peuvent être activés pour générer des connaissances particulières. La notion de schéma peut aider à décrire la transformation de la structure cognitive lorsqu'elle est confrontée à de nouvelles expériences (Rumelhart et Norman, 1978) en gardant toutefois davantage sa pertinence pour les tâches routinières ou les ensembles de connaissances stabilisés.

...contribuent à l'acquisition de schémas en vue de l'expertise

En synthèse, l'arrimage des concepts technoscientifiques aux connaissances antérieures, leur intégration significative à l'apprentissage des tâches, et le développement de conditions propices à l'évolution de la structure cognitive des apprenants vers une structure cognitive proche de celle de l'expert caractérisent les objectifs de l'approche pédagogique en ce qui concerne la dimension d'apprentissage du modèle d'intervention que nous proposons. La figure 2 illustre ce processus sous forme d'un cône tronqué dont le rétrécissement vers le haut traduit l'acquisition de connaissances spécifiques au domaine. Le cône est constitué d'un ensemble de couches superposées représentant les différents stades que traverse la structure cognitive de l'apprenant au cours du processus d'apprentissage. Ses connaissances sont modifiées et intégrées lors des phases de montage et de rodage jusqu'à se rapprocher de la structure cognitive constituée des compétences spécialisées que nous souhaitons lui voir acquérir en fin de formation. La spirale intérieure reflète l'effet intégrateur des différents stades de la formation et la dynamique évolutive privilégiée dans notre approche.

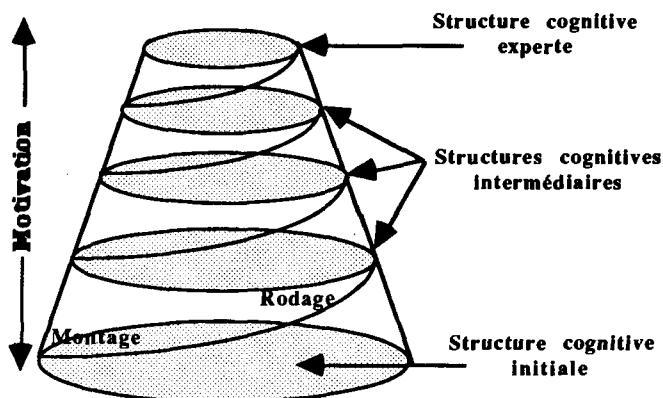


Figure 2 - Les trois composantes du modèle pédagogique

• **La composante didactique (4)**

l'identification  
des concepts  
technoscienti-  
fiques requis  
pour l'exécution  
des tâches...

Une première étape du traitement didactique permet de préciser la nature et le niveau du contenu requis par les objectifs cognitifs de la formation. Nous postulons que la nature technoscientifique des concepts permet de déterminer un niveau de présentation adéquat parce que compatible avec les exigences de la tâche. Techniquement, ce niveau est déterminé par une analyse des tâches décrites dans les objectifs du programme de formation, en identifiant les contenus technoscientifiques requis pour l'exécution de ces tâches (méthode de Gagnon *et al.*, 1989). Ainsi abordés, les concepts et principes technoscientifiques pourraient être reliés aux savoirs antérieurement développés par les apprenants et constituer un corpus de connaissances qui devienne significatif dans le contexte de leurs actes professionnels.

Une deuxième étape du traitement didactique vise la structuration du contenu en unités intégrables dans des séquences pédagogiques qui respectent les conditions d'apprentissage afin de répondre aux insuffisances de la situation pédagogique décrites plus haut. La nature systémique des processus envisagés a orienté radicalement le

- (4) Nous envisageons la composante didactique de ce modèle comme l'ensemble des traitements effectués sur le contenu et l'on peut davantage la rapprocher du pôle épistémologique décrit par Delvay (1987, n°4, p.120). Nous excluons cependant de cette composante les aspects touchant les modalités de transmission, de présentation et d'acquisition du savoir qui font selon nous partie des deux autres composantes du modèle et qui sont évidemment complémentaires au traitement didactique. Ceci ne devrait pas être interprété comme participant d'une volonté de rétrécir une définition de la didactique mais plutôt comme le reflet de la complémentarité des différents domaines de compétence de notre équipe, ce que nous considérons comme un atout pour le développement d'un tel projet.

...sert d'ancrage  
ou  
développement  
des savoirs  
référentiels

traitement didactique vers l'élaboration d'un modèle conceptuel intégrateur représenté par une série de diagrammes technoscientifiques (Leclerc *et al.*, 1992). Ce modèle conceptuel reflète la vision qu'ont les experts des tâches à un niveau de compétence requis pour des élèves d'un niveau de formation donné (du niveau secondaire dans ce cas-ci). L'élaboration de cartes sémantiques et de diagrammes technoscientifiques représentant ces systèmes et les éléments qui les constituent fournissent les connaissances référentielles de base sur lesquelles portent les apprentissages. A ce stade, le modèle conceptuel ne reflète pas la démarche de construction des connaissances par les élèves ; il s'agit plutôt d'un travail préalable, d'un guide pour l'élaboration de diagrammes technoscientifiques en classe. On peut par contre associer l'élaboration des diagrammes en classe aux « trames conceptuelles » décrites par Astolfi et Develay (1989) (5) comme une reconstruction et une synthèse des acquis effectuées par les élèves (6). Les diagrammes technoscientifiques construits par les élèves constituent en quelque sorte la charnière entre la conception des tâches par l'expert (le modèle conceptuel) et l'appropriation fonctionnelle de ce modèle par l'apprenant (son modèle mental).

les diagrammes  
techno-  
scientifiques sont  
construits à partir  
d'habiletés  
cognitives de  
complexité  
croissante

Afin d'aider les élèves à cheminer progressivement de leur préconceptions vers un savoir professionnel, nous avons répertorié les habiletés cognitives qui doivent être développées par rapport aux contenus déclaratifs et procéduraux du cours (voir tableau 1). Ces habiletés ont été hiérarchisées en fonction de leur complexité croissante : ainsi, les premiers diagrammes construits par les élèves pendant le cours ne comportent que les connaissances déclaratives les plus simples telles que les concepts de base et ne font appel qu'aux habiletés simples de catégorisation et de classement de ces concepts (niveaux 1 et 2). Par la suite, les diagrammes plus complexes font référence à des propositions et des règles de fonctionnement, à des procédures que l'apprenant doit pouvoir comprendre et décrire sous forme d'enchaînements de cause à effet et de systèmes en interaction. Ce type de diagramme fait appel à des habiletés de niveau supérieur telles que la schématisation de processus ou de procédures (niveaux 3 et 4). Enfin, les diagrammes terminaux, les plus complexes, permettent de représenter en un seul schéma les différentes situations relatives aux problèmes de phytoprotection et aux solutions applicables. Ils font appel aux habiletés de résolution de problème.

Le caractère intégrateur de ces habiletés est donc directement relié à la dynamique du contenu suscitée par la nature des tâches. L'articulation entre le niveau de complexité des habiletés et des contenus abordés et leur intégration progressive aux apprentissages constituent les objectifs didac-

(5) pp. 55 et 56.

(6) Le modèle conceptuel et les diagrammes de référence sont décrits dans Leclerc *et al.* (1992).

tiques de notre modèle. Cette hiérarchisation doit servir de guide au travail de l'enseignant et de l'apprenant : elle ne préjuge en rien d'un mode d'acquisition exclusif. Les concepts, les propositions et les règles sur lesquelles portent ces habiletés sont acquises à travers une action sur les représentations et les savoirs qui est décrite en détail dans la composante enseignement du modèle.

**Tableau 1 - Hiérarchie des habiletés cognitives**

<p><b>Niveau 1</b></p> <p>1.1 Identification de concepts</p> <p>1.2 Relations entre les concepts</p> <p><b>Niveau 2</b></p> <p>2.0 Catégorisation par classe conceptuelle</p> <p><b>Niveau 3</b></p> <p><b>Schématisation de processus :</b></p> <p>3.1 Fonction des éléments</p> <p>3.2 Relation entre les éléments à partir de leur fonction</p> <p>3.3 Règle de propriété</p> <p>3.4 Règle de fonctionnement</p> <p>3.5 Interaction entre les processus</p> <p>3.6 Interaction entre les processus et leur environnement</p> <p><b>Niveau 4</b></p> <p><b>Schématisation de procédures :</b></p> <p>4.1 Articulation des composantes procédurales</p> <p>4.2 Intégration des procédures à un processus</p> <p><b>Niveau 5</b></p> <p>5.0 Résolution de problèmes</p>
---

• **La composante de l'enseignement**

En tenant compte des différentes prescriptions contenues dans les composantes d'apprentissage et de traitement didactique, la relation d'enseignement ne peut pas être envisagée sous l'angle exclusif d'une transmission pure et simple de contenu. Il s'agit en effet beaucoup plus de favoriser un partage des connaissances et une construction de savoir au sein d'interactions dont le pôle central est l'apprenant lui-même. La gestion des processus cognitifs des élèves et l'élaboration des connaissances se réalise dans un contexte de groupe dans lequel l'enseignant joue le rôle de guide ou de « mentor » (Duffy & Bednar, 1991). Dans ce but, nous avons sélectionné sept **démarches pédagogiques** dont plusieurs sont décrites dans les approches inspirées du cognitivisme et du constructivisme (Gurney, 1989). L'ordre dans lequel nous présentons ces démarches correspond à leur articulation en une **stratégie pédagogique** originale.

l'enseignant : un guide pour la construction du savoir par l'élève

L'enchaînement des démarches proposé constitue un « modèle » d'intervention qui sera nuancé dans son application en fonction des exigences du contenu. La logique de cet enchaînement reflète un continuum qui part d'une action sur les représentations (savoirs individuels) pour culminer dans l'activation de connaissances construites et élaborées en classe (savoirs reliés aux compétences du point de vue de l'expert). Les différentes démarches proposées aux élèves leur demandent donc de s'impliquer au niveau cognitif de manière de plus en plus intense tout au long du développement de la stratégie (voir figure 3). La progression de l'intensité d'une démarche à l'autre n'est cependant pas identique : la transition entre certaines démarches nécessite une plus grande implication, ce que nous avons illustré par un plus grand écart vertical entre elles.

Si le cadre de formation professionnelle pour adultes dans lequel nous nous situons se prête bien à un travail de nature épistémologique sur les représentations tel que le préconise une certaine vision du constructivisme soucieuse de « déconstruire » les savoirs, il ne peut selon nous s'y limiter. La portée technoscientifique de cet enseignement nous incite à mettre davantage l'accent sur l'acquisition de compétences professionnelles et donc à garantir une progression des savoirs individuels hétérogènes vers des savoirs « socialisés ». C'est pourquoi nos interventions didactiques et pédagogiques proposent des cheminements très précis du point de vue des habiletés cognitives et des démarches pédagogiques tout en y intégrant de nombreux éléments qui modifient déjà considérablement l'approche pédagogique traditionnelle pour ce type de formation.

partir des représentations initiales...

La première démarche à privilégier nous semble être l'**évo- cation** des représentations et des savoirs préinstructifs des élèves. Cette démarche demande à l'élève de rendre disponible à sa mémoire les connaissances dont il dispose déjà. Même si, de l'avis général, l'accès à ce type de représentation est difficile (Giordan *et al.*, 1987), l'usage de support didactique adéquat peut en permettre la visualisation ou l'expression verbale. Cette explicitation a le mérite de rendre publiques des conceptions individuelles et contribue ainsi à la motivation de l'élève. Suite à l'explicitation individuelle des représentations, une démarche de **confrontation** est proposée afin que les écarts entre ces différentes représentations puissent être dépités et évalués.

...pour les confronter à celles des pairs

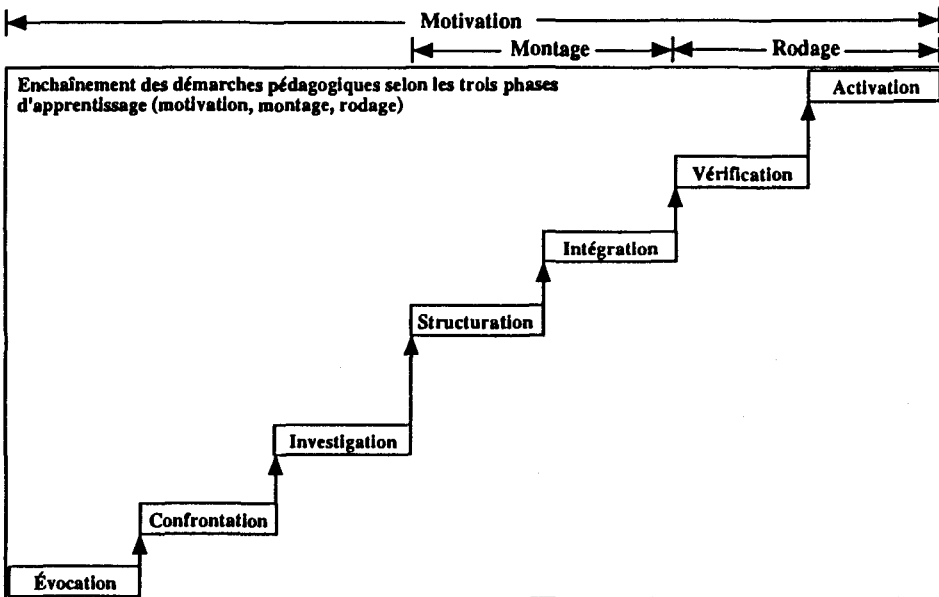
investiguer les savoirs techno- scientifiques...

La réduction de l'écart entre les conceptions (expert-apprenants, et entre pairs) est abordée à travers une démarche d'**investigation** qui favorise l'exposition de l'apprenant aux connaissances dont il ne dispose pas encore. Cette démarche orientée vers des activités de recherche et d'observation est fondée sur l'autonomie de l'apprenant. Les trois démarches suivantes (structuration, intégration et vérification) exigent un plus grand effort de la part de l'élève. La structuration fait appel à ses capacités de synthèse et de

...et structurer les connaissances du domaine

s'approprier le diagramme technoscientifique...

schématisation ; la transformation de la structure cognitive de l'apprenant nécessite un contact explicite avec la connaissance qui est représentée dans les modèles conceptuels (voir composante didactique). C'est à cette étape que se construisent les diagrammes technoscientifiques. La **structuration** des connaissances s'effectue dans une démarche active au cours de laquelle l'enseignant suscite d'abord chez les élèves le repérage des invariants issus des productions des trois démarches précédentes. La construction des diagrammes respecte la hiérarchie des habiletés cognitives et l'intégration des connaissances déclaratives et procédurales. Ainsi les aspects techniques de la formation ne sont jamais dissociés des aspects conceptuels impliqués dans les compétences. Pour permettre à l'élève de s'approprier le diagramme technoscientifique ainsi construit, des exercices individuels sont effectués dans une démarche qui vise l'**intégration** du diagramme à sa structure cognitive. Le diagramme est ainsi progressivement assimilé à son modèle mental.



**Démarches pédagogiques**  
**Figure 3 - Schéma de la stratégie pédagogique**

...en vérifier la pertinence

Il est nécessaire que l'apprenant puisse expérimenter la validité du modèle mental qu'il a construit au cours des démarches précédentes. La démarche de **vérification** lui permet d'activer ses connaissances en situation de résolution de problème afin de prendre conscience de la pertinence ou des limites de ce modèle mental et des connaissances qu'il véhicule. La rétroaction fournie à l'élève constitue un des facteurs essentiels de la prise de

transférer ses  
connaissances

conscience de la valeur de son modèle mental. Enfin, une démarche d'**activation** propose à l'élève d'autres situations de résolution de problème pour qu'il puisse activer un modèle mental qu'il juge pertinent dans une situation nouvelle afin de lui permettre de transférer ses connaissances. La démarche d'activation est peu développée dans le contexte de formation : le rodage de ces connaissances en dehors du contexte scolaire devrait favoriser l'affinement et l'adaptation de sa structure cognitive lors de l'utilisation de ses compétences.

### 1.3. Description du modèle pédagogique

les composantes  
du modèle  
pédagogique :  
un système de  
transformation de  
la structure  
cognitive de  
l'apprenant

Les trois composantes du modèle sont articulées dans une perspective systémique (voir la figure 4). L'élément d'entrée de ce système est l'état de la structure cognitive initiale de l'apprenant constituée de ses savoirs préinstructifs et de ses compétences de base. Les représentations associées à ces savoirs et à ces compétences sont les éléments sur lesquels porte la transformation de la structure cognitive. Celle-ci se réalise grâce aux facteurs issus de la composante didactique rendus opérationnels par les diagrammes technoscientifiques d'une part et par la stratégie pédagogique issue de la composante d'apprentissage d'autre part. Les produits cognitifs du processus peuvent être décrits en terme de structure cognitive intermédiaire ou finale de l'apprenant, caractérisée par des connaissances spécifiques et complexes auxquelles sont associées de nouvelles représentations. Ces produits sont intégrés dans une performance à caractère technique. Enfin, la structure cognitive intermédiaire devient à son tour la structure initiale pour une autre séquence d'apprentissage, c'est ce que traduit la boucle de rétroaction qui relie les deux extrêmes du « continuum » du processus.

## 2. PHASE OPÉRATIONNELLE

### 2.1. Analyse de la mise à l'essai du modèle pédagogique : objectifs et moyens

L'implantation du modèle pédagogique a nécessité une collaboration intense avec l'enseignant chargé de la formation. Nous l'avons invité à participer à toutes les étapes de la préparation du cours en lui laissant une grande liberté quant à l'appropriation de nos choix pédagogiques afin de lui permettre de conserver son style personnel tout en y intégrant des perspectives pédagogiques nouvelles. Ensemble nous avons élaboré un guide pédagogique dans lequel étaient décrites les interventions qui devaient servir de support à la mise en place de la stratégie pédagogique ainsi que le matériel nécessaire.



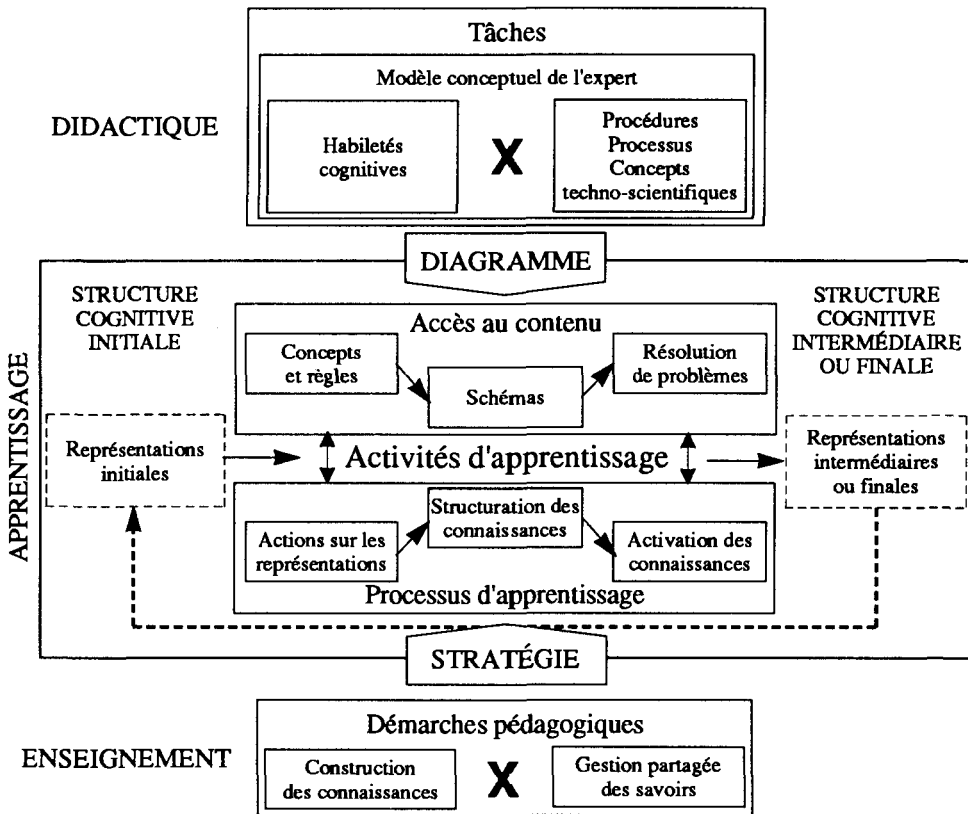


Figure 4 - Schéma du modèle pédagogique pour une formation à caractère techno-scientifique

L'analyse de la mise à l'essai nous a permis de mettre en lumière certains effets de la stratégie pédagogique sur le comportement des élèves et sur la progression de leurs apprentissages.

Nous sommes partis de l'idée que l'identification progressive des concepts technoscientifiques sous-jacents aux tâches et leur construction sous forme de diagrammes pouvaient favoriser l'articulation des connaissances déclaratives et procédurales au sein de la structure cognitive de l'apprenant. Nous voulions également vérifier si la progression dans la complexité des habiletés cognitives était adéquate, c'est-à-dire si elle facilitait l'intégration de concepts isolés aux processus et aux procédures complexes. Enfin, nous voulions savoir dans quelle mesure la stratégie pédagogique planifiée permettait aux apprenants de cheminer de leurs savoirs préinstructifs vers un savoir organisé en fonction d'exigences professionnelles.

Impact de la  
stratégie  
pédagogique ...

...en terme de  
mobilisation  
cognitive de  
l'apprenant...

Afin de simplifier cette démarche d'analyse, il nous a semblé intéressant a posteriori de concrétiser dans la notion de **mobilisation cognitive** la représentation de l'effet cumulé du niveau d'habileté cognitive que l'élève doit exercer pour un contenu donné et le type d'effort qu'il entreprend dans la démarche pédagogique qui lui est proposée afin de développer cette habileté. Le degré de mobilisation cognitive est obtenu à partir du produit du rang de l'habileté cognitive (voir tableau 1) par le poids attribué à chaque démarche en fonction de sa place dans la stratégie (voir figure 3). Par exemple : l'identification des ravageurs nécessite que l'élève puisse distinguer la présence d'une maladie ou d'un insecte sur la plante-hôte. Ceci vise une habileté cognitive de niveau 2 (catégorisation par classe conceptuelle). Dans le cours, ce contenu et l'habileté cognitive visée vont être abordés dans une démarche d'évocation d'abord (savoirs préinstructifs), pour être confrontés (savoirs préinstructifs vs savoir expert) et enfin structurés sous forme d'un diagramme très simple qui propose une classification des différents ravageurs. Ces trois démarches correspondent à un effort cognitif de plus en plus intense que nous avons quantifié d'une manière arbitraire en fonction de la place qu'occupent ces démarches dans la stratégie. Le résultat visuel est présenté sous forme d'un histogramme reflétant les mouvements d'apprentissages (constitués de la succession des différents degrés de mobilisation cognitive) pour les différents sous-objectifs d'une section. L'interprétation des liens existant entre l'évolution des apprentissages et les variations de la mobilisation cognitive devrait nous permettre d'évaluer l'impact de la stratégie pédagogique sur les élèves.

...et de  
développement  
des savoirs

Nous avons d'autre part effectué des observations systématiques portant sur le comportement des élèves et de l'enseignant en classe (vidéoscopie et grilles d'observation) et nous avons évalué la progression des apprentissages des élèves en terme d'écart entre un prétest et un post-test. Cette évaluation est basée sur une attribution de points pour chacune des questions d'un prétest et d'un post-test pour chaque section du cours.

## 2.2. Un exemple d'implantation de la stratégie pédagogique

### • Objectifs et organisation de la section IV

Nous décrivons l'application de la stratégie pédagogique et l'analyse de son implantation pour la quatrième section du cours « Protection des cultures ».

Rappelons que l'objectif général du cours de « Protection des cultures » est de faire acquérir aux élèves les compétences qui leur permettent de protéger leurs cultures (maïs, céréales à paille, plantes fourragères, prairies et pâturages) contre des ravageurs potentiels (mauvaises herbes, insectes

application et  
analyse pour la  
section du cours  
traitant du  
dépistage des  
ravageurs

nuisibles et maladies) dans la perspective de la lutte intégrée. Celle-ci recouvre des tâches intégrant les aspects curatifs et préventifs, chimiques et mécaniques de la lutte contre les ravageurs dans le contexte de la ferme laitière. Les compétences visées par la formation s'inscrivent au cœur même du processus complexe que constitue le développement de cultures réparties sur le territoire de la ferme en fonction d'un processus de rotation qui détermine l'ordre dans lequel elles se succèdent pour garantir un rendement optimal.

La quatrième section de ce cours traite plus particulièrement des compétences relatives au dépistage des ravageurs dans le champ à partir de symptômes observés sur les plantes ; les notions relatives aux caractéristiques et aux propriétés des cultures ont été abordées dans la section précédente. Les connaissances déclaratives et procédurales relatives aux ravageurs sont abordées dans les deux premiers sous-objectifs ; les deux sous-objectifs suivants visent les connaissances déclaratives et procédurales relatives aux processus complexes du développement des cultures et du cycle vital des ravageurs dans le contexte de la rotation des cultures.

La figure 5 donne un aperçu général de l'organisation de la section IV en fonction des démarches pédagogiques choisies et des niveaux d'habiletés cognitives envisagées pour ces contenus. Chacune des croix indique les démarches pédagogiques choisies pour un niveau d'habileté cognitive donné. L'articulation des différentes démarches par sous-objectifs traduit l'actualisation de la stratégie pédagogique en fonction des exigences du contenu. La section IV est clairement orientée vers l'acquisition de concepts, de procédures et de règles complexes. On notera l'insertion de données procédurales en milieu de section (sous-objectif 2) et l'accès à des démarches qui demandent une plus grande implication de la part des élèves en fin de section (intégration et activation).

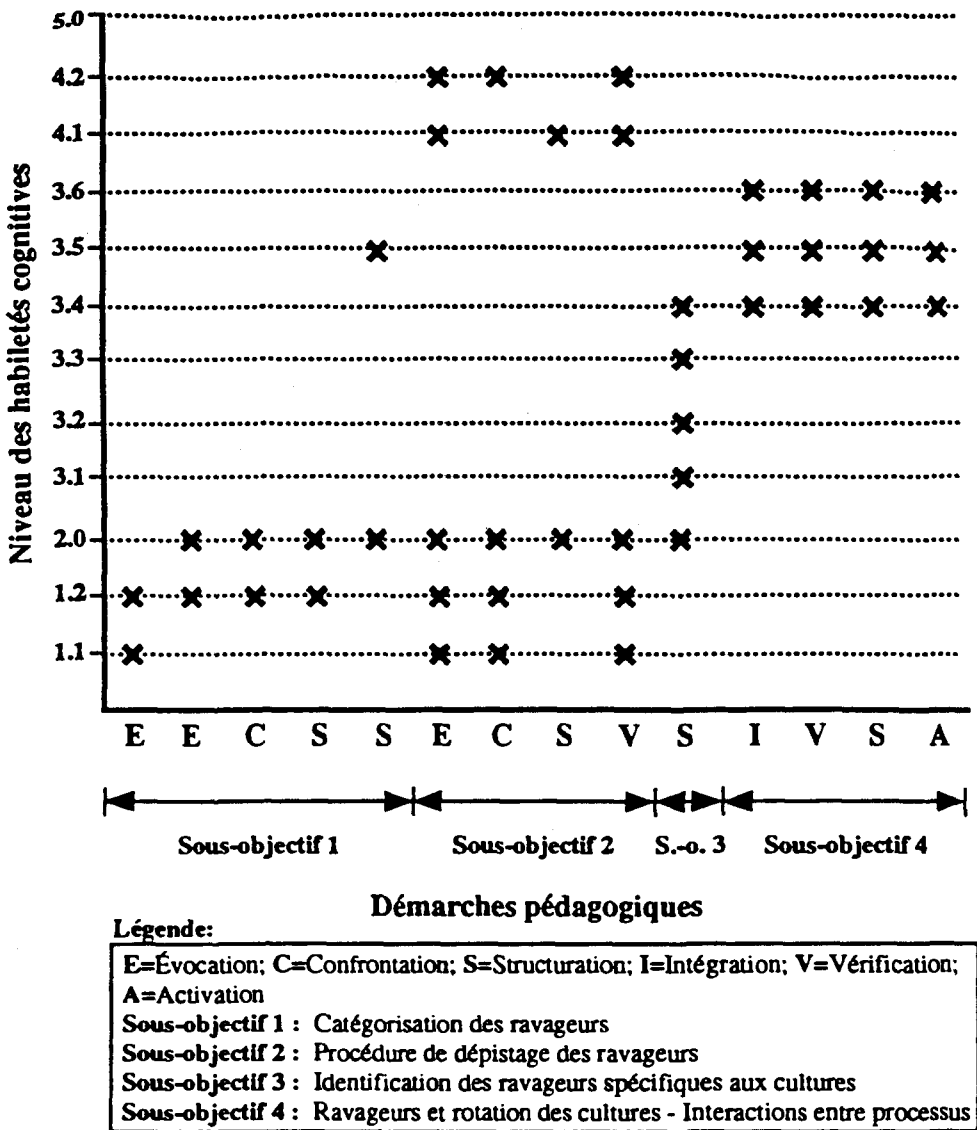
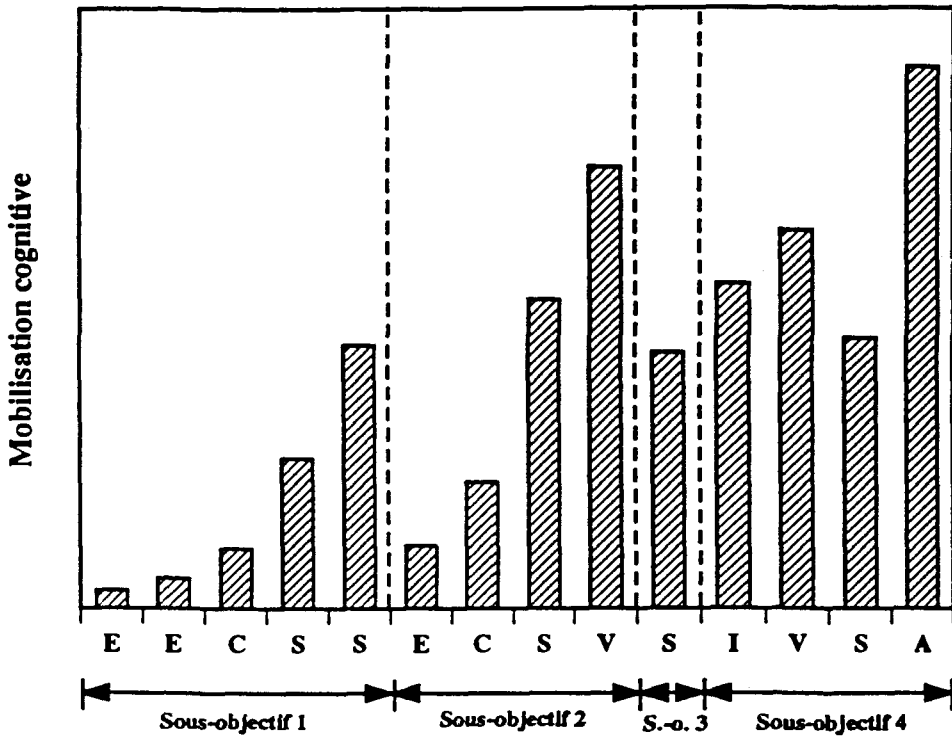


Figure 5 - Démarches pédagogiques et niveaux des habiletés cognitives (voir le tableau 1) pour la section IV

La figure 6 propose une visualisation des mouvements d'apprentissage prévus pour la section IV traduisant les différents degrés de mobilisation cognitive. Pour les deux premiers sous-objectifs, le mouvement est semblable : une progression presque régulière ascendante traduit les deux mouvements d'apprentissage du début de la section au

cours desquels les élèves effectuent le montage des compétences qui s'appuient sur les connaissances déclaratives et procédurales de base. La fin de la section, animée elle aussi par une progression significative des démarches, les sollicite à des niveaux supérieurs car il s'agit de développer l'activation des connaissances abordées précédemment et de les intégrer aux connaissances acquises dans les sections précédentes.



### Démarches pédagogiques

#### Légende:

E=Évocation; C=Confrontation; S=Structuration; I=Intégration; V=Vérification; A=Activation

Sous-objectif 1 : Catégorisation des ravageurs

Sous-objectif 2 : Procédure de dépistage des ravageurs

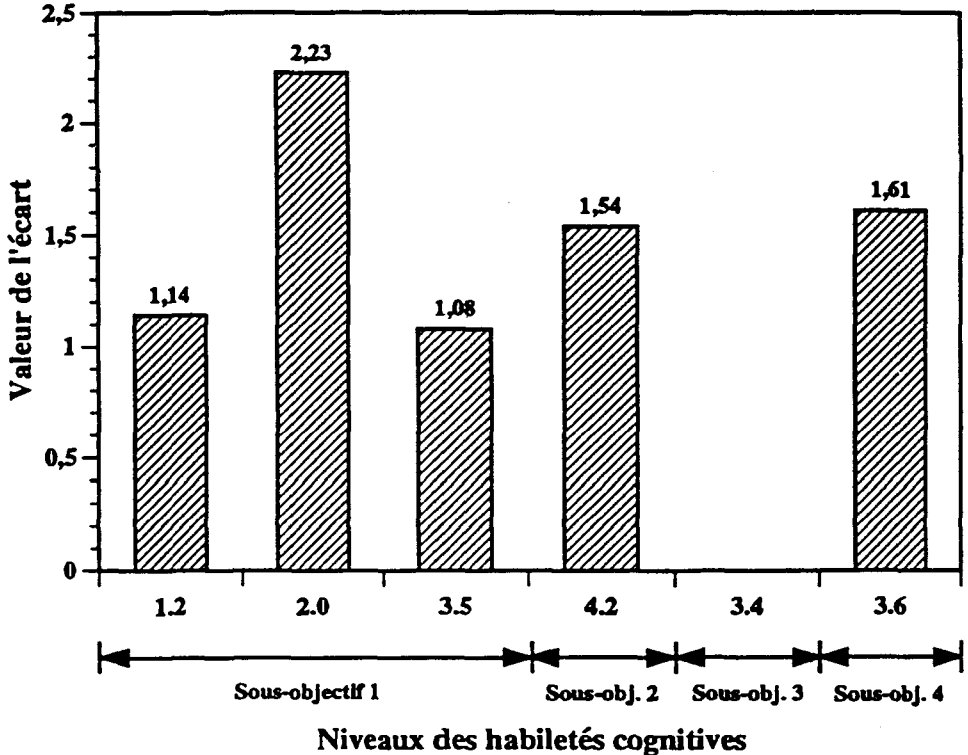
Sous-objectif 3 : Identification des ravageurs spécifiques aux cultures

Sous-objectif 4 : Ravageurs et rotation des cultures - Interactions entre processus

Figure 6 - Valeur relative de la mobilisation cognitive en fonction des démarches pédagogiques des sous-objectifs de la section IV

• **Mesure de la progression des apprentissages**

La figure 7 illustre les écarts moyens des résultats de la section IV uniquement pour l'habileté cognitive supérieure de chaque catégorie. Le caractère intégrateur des habiletés implique en effet que l'acquisition d'un niveau supérieur inclut les niveaux inférieurs pour cette même catégorie.



**Légende:**

- Sous-objectif 1 : Catégorisation des ravageurs
- Sous-objectif 2 : Procédure de dépistage des ravageurs
- Sous-objectif 3 : Identification des ravageurs spécifiques aux cultures
- Sous-objectif 4 : Ravageurs et rotation des cultures - Interactions entre processus

Figure 7 - Valeur des écarts entre les résultats moyens obtenus par les élèves au prétest et au post-test pour le niveau supérieur des habiletés cognitives des sous-objectifs de la section IV

Ainsi par exemple, la maîtrise des règles d'interaction entre les processus végétaux ou animaux complexes avec l'environnement (niveau 3.6) implique la compréhension des relations entre ces processus (3.5), des règles de fonctionne-

ment (3.4), de propriété (3.3), les relations (3.2) et les fonctions (3.1) qui caractérisent les éléments de ces processus. Nous avons donc principalement interrogé les élèves aux niveaux de connaissances les plus complexes de la section.

• **Analyse par sous-objectifs**

Sous-objectif 1 : Identification et catégorisation des principaux ravageurs, de leurs relations mutuelles et de leur relation avec la plante-hôte

Le premier sous-objectif de la section vise les connaissances déclaratives de base nécessaires à la compréhension des processus et des procédures qui seront abordés ultérieurement dans la section, c'est pourquoi ils sont envisagés très systématiquement à travers les démarches d'évocation, de confrontation et de structuration (voir la figure 5). Dans le but d'initier une action sur les représentations en début de section nous proposons à l'élève d'évoquer ses connaissances sur les ravageurs en partant des concepts qu'il a acquis en dehors de la formation avec le support d'un ensemble de photographies qu'il choisit et décrit dans ses mots ; une mise en commun est effectuée afin de repérer les connaissances qui font défaut ou qui sont déjà acquises. Les observations effectuées en classe sur cette activité d'apprentissage montrent que les élèves connaissent déjà certains ravageurs très courants mais que la majorité d'entre eux n'est pas capable de distinguer avec certitude la présence d'une maladie de celle d'un insecte nuisible.

La structuration des connaissances constitue l'étape suivante visée par une nouvelle activité d'apprentissage : un premier diagramme est construit ; il représente les différentes catégories de ravageurs à partir des caractéristiques repérées par les élèves au cours de leurs observations. Pendant la construction du diagramme, l'enseignant doit intervenir pour favoriser l'expression des élèves et pour les aider à organiser leurs productions cognitives et concrètes en vue d'une première ébauche de schématisation des connaissances, son rôle se limitant à guider les apprenants dans leur démarche individuelle. Les élèves ont cependant éprouvé certaines difficultés à élaborer un diagramme individuel. Cela a incité l'enseignant à adopter une attitude plus magistrale dont le résultat fut la production d'un diagramme unique pour tout le groupe, sans que celui-ci provienne d'un véritable consensus contrairement à ce que nous avions prévu. Cet exemple nous montre à quel point la production des diagrammes nécessite une réflexion autonome et structurée de la part des apprenants ; celle-ci implique également que l'enseignant y consacre le temps nécessaire.

Le mouvement de mobilisation cognitive pour ce sous-objectif est ascendant et culmine dans la structuration du diagramme relatif à la catégorisation des concepts de base. Du

les élèves  
évoquent et  
confrontent leurs  
connaissances  
relatives aux  
ravageurs

l'élaboration  
d'un diagramme  
individuel pose  
certaines  
difficultés

point de vue de l'apprentissage, nous avons pu constater que les noms des différents types de ravageurs sont acquis (identification de concepts) mais que les termes spécifiques relatifs aux relations existant entre les ravageurs et la plante-hôte et les ravageurs entre eux (catégorisation par classe : parasitisme, compétition, etc...) ne semblent pas en progression. Il apparaît donc que la démarche de structuration pour cette deuxième habileté ait été trop abrupte ou insuffisamment préparée par les démarches précédentes.

Sous-objectif 2 : Procédures relatives à l'observation des symptômes d'infestation et au dépistage des ravageurs

Les aspects procéduraux du dépistage des ravageurs sont envisagés pour la première fois, c'est pourquoi ils sont abordés à travers les démarches d'évocation et de confrontation (voir la figure 5). Une activité de jeu éducatif permet à l'élève d'évoquer ses connaissances procédurales relatives au dépistage d'un ravageur et de les associer aux connaissances déclaratives du sous-objectif précédent. On l'amène ainsi à réaliser une première boucle de rétroaction sur des contenus récemment acquis, ce qui constitue la première étape de transformation de la structure cognitive. Le jeu vise la production d'un tableau qui permet de mettre en forme les représentations associées à une procédure spontanée de dépistage (évocation). Chaque élève dispose d'un ensemble de cartons illustrés représentant une action particulière de la procédure à l'aide d'un symbole et l'illustration photographique de l'information visuelle qu'il obtient de l'enseignant s'il envisage cette action. On retrouve les actions suivantes : observation de loin ou de près, creusage du sol pour observer le ravageur aux niveau des racines de la plante, coupe de la tige et des feuilles, estimation de l'ampleur des dégâts et du niveau de dangerosité du ravageur en fonction de son stade de développement. L'élève reçoit au départ une carte illustrant l'état général d'un champ vu de loin tel que le cultivateur pourrait l'appréhender dans la réalité. Il lui revient ensuite de se procurer auprès de l'enseignant les cartons qui lui permettent de cheminer dans une procédure qu'il juge efficace (séquence d'actions avec leurs effets). Le jeu est basé sur l'émission d'hypothèses dont la pertinence est évaluée par l'accès à une information visuelle utile pour l'identification. Seules les actions efficaces lui permettent de progresser dans l'identification du ravageur. Ainsi l'élève peut évoquer ses représentations tout en intégrant les connaissances déclaratives acquises dans le sous-objectif précédent. La présentation de sa stratégie personnelle et spontanée de dépistage aux autres membres du groupe lui permet de confronter ses connaissances à celles de l'enseignant et de ses pairs. L'enseignant y contribue en animant la présentation et en faisant ressortir les éléments communs entre les élèves. La mise en commun est suivie de la structuration d'un diagramme portant sur la procédure d'identification d'un ravageur à partir des éléments invariants issus des dif-

comment  
dépister un  
ravageur ?

évocation et  
confrontation par  
un jeu éducatif...



...conduisant à la structuration d'un diagramme algorithmique

férentes démarches individuelles. L'élaboration d'un schéma algorithmique est réalisée sous la guidance de l'enseignant qui évalue les interventions en fonction de leur pertinence. Un exercice de vérification est proposé pour achever l'atteinte de ce deuxième sous-objectif : l'enseignant joue un rôle déterminant dans l'évaluation de l'exercice car la production des élèves servira de base aux démarches ultérieures (voir dernier sous-objectif de la section).

La combinaison entre les niveaux d'habiletés cognitives et les démarches choisies pour ce sous-objectif produit le même profil de mobilisation cognitive que pour le sous-objectif précédent (voir la figure 6) car le but est de favoriser l'acquisition de connaissances procédurales qui n'ont jamais été abordées et qui constituent un élément déterminant des apprentissages en protection des cultures. Le niveau de mobilisation cognitive est cependant supérieur car les habiletés envisagées sont plus complexes (niveau procédural). La progression des différentes démarches est un peu plus abrupte mais entraîne les apprenants jusqu'à la vérification de leurs connaissances.

Du point de vue des apprentissages, la comparaison entre les prétest et post-test est très significative. Dans l'ensemble, les élèves n'avaient jamais réalisé une telle tâche. La majorité d'entre eux ont affirmé au prétest que, confrontés à un problème d'infestation, ils feraient appel à un expert, confirmant ainsi leur incapacité à mener une procédure de dépistage de manière autonome ; au mieux, certains proposent une interprétation des symptômes en terme de carence nutritive ou de pauvreté du sol, sans faire de référence explicite à la présence des ravageurs. Au post-test, aucun élève ne fait plus référence à l'expert. Les bases de la procédure semblent donc acquises et une certaine autonomie se développe. Plusieurs d'entre eux sont capables de décrire la procédure de dépistage pour la maladie et l'insecte nuisible de manière générale. Lorsqu'on analyse les réponses individuelles, on peut parler de l'existence d'un saut qualitatif d'apprentissage significatif pour chaque élève dans la mesure où chacun peut décrire les étapes de base, associer les symptômes à la présence d'un ravageur et non plus uniquement à une carence nutritive et utiliser un vocabulaire spécifique. L'atteinte de ce sous-objectif permet de finaliser une première transition entre les savoirs procéduraux pré-instructifs et les savoirs professionnels et de concrétiser cette transition à l'aide de supports visuels susceptibles de guider une action adéquate.

les élèves progressent vers une démarche plus autonome

**Sous-objectifs 3 et 4 : Identification des ravageurs spécifiques aux cultures (phytosystèmes) ; intégration la problématique de l'infestation des ravageurs au processus de rotation des cultures.**

La logique de la section IV veut que l'on intègre dans le sous-objectif 3 les connaissances relatives aux différents

l'élève structure  
les  
connaissances  
de deux sections  
du cours...

phytosystèmes que les élèves ont acquises dans la section précédente du cours et dans le premier sous-objectif de la section, c'est pourquoi elles ne sont abordées que dans une démarche de structuration (voir la figure 5). La structuration permet d'effectuer le lien entre ces deux « blocs » de connaissances : l'un relatif aux propriétés de certaines cultures et l'autre relatif aux catégories de ravageurs spécifiques à ces cultures. Le diagramme reflétant l'intégration de ces différents types de connaissances est élaboré au cours d'activités d'apprentissage favorisant le rappel des connaissances antérieures et la construction d'un schéma plus complexe.

...pour élaborer  
un schéma  
complexe des  
processus en jeu

Le quatrième sous-objectif aborde les compétences terminales de la section de manière intégrée : l'élève doit pouvoir identifier les facteurs qui interviennent dans une situation d'infestation par les ravageurs en tenant compte des caractéristiques de la culture atteinte et du processus général de rotation des cultures. Comme tel, cet objectif ne fait pas appel à de nouvelles connaissances (on procède d'abord à l'intégration et à la vérification des connaissances acquises dans les sous-objectifs précédents). Il fait néanmoins appel à des habiletés cognitives de niveau supérieur car elles demandent à l'élève d'articuler plusieurs systèmes complexes : le système du ravageur comme agent de destruction, le système du champ comme processus évolutif qui peut être entravé dans son développement ou freiner la progression du ravageur et enfin le système que constitue l'ensemble des cultures d'une ferme au sein de l'environnement et leurs interactions au sein du processus de rotation des cultures. La complexité de ce contenu nécessite une nouvelle structuration de connaissances sous forme d'un schéma intégrant tous les aspects de la protection des cultures abordés dans la section. La portée de ce diagramme est à son tour explorée dans des activités d'apprentissage qui en favorisent la vérification et l'activation. Cette fin de section permet donc essentiellement à l'élève d'effectuer un nouveau retour sur les connaissances qu'il a progressivement construites au cours des différentes activités d'apprentissage. L'évolution de ses représentations reflète un nouvel état de transition entre ses savoirs préinstructifs et le savoir professionnel.

transfert des  
acquis  
antérieurs...

L'enchaînement des différentes démarches des derniers sous-objectifs montre que la progression de la mobilisation cognitive n'est pas aussi régulière que pour les sous-objectifs précédents (voir la figure 6). Un mouvement unique anime le sous-objectif 3. Le sous-objectif 4 est animé par deux mouvements distincts : un retour sur les contenus précédents et l'activation de tous les contenus en fin de section.

Du point de vue de l'évolution des apprentissages, nous avons observé que les connaissances de la section III ont pu être transférées avec succès dans la section IV par la majo-

...mais fragilité  
des  
connaissances  
spécifiques à la  
section :

rité des élèves. Les connaissances du sous-objectif 3 n'ont pas été abordées à travers des questions spécifiques ; elles sont abordées dans les questions relatives au sous-objectif 4 puisque celui-ci synthétise toutes les connaissances de la section. Les élèves maîtrisent bien les connaissances portant sur les conditions de développement des différents phytosystèmes et sont capables de les transposer dans le contexte d'un problème d'infestation. Cependant, les connaissances spécifiques de la section IV ne semblent pas encore suffisamment consolidées. Ainsi les liens entre les mécanismes de rotation des cultures et les infestations endémiques ne semblent pas compris par tous les élèves. Certains d'entre eux interprètent encore la baisse de rendement d'un champ à l'aide d'un modèle mental qui fait référence à la qualité du sol et non à la présence du ravageur comme origine potentielle du problème. Nous savons que les élèves doivent pouvoir roder ces connaissances dans la section suivante. Les niveaux les plus complexes des habiletés devraient sans doute être abordés eux aussi à travers des démarches de niveau inférieur : la mobilisation cognitive exigée pour ces contenus ne semble pas assez progressive et la résolution de problème devrait être abordée avec profit dans cette section dans les activités d'apprentissage de fin de section.

...une  
mobilisation  
cognitive trop  
exigente ?

### **3. BILAN ET PERSPECTIVES POUR UNE IMPLANTATION ULTÉRIEURE DE LA STATÉGIE PÉDAGOGIQUE**

Globalement, l'écart positif entre le prétest et le post-test semble presque constant pour tous les types d'habiletés ce qui permet d'envisager qu'un apprentissage significatif a eu lieu pour l'ensemble de la section. Dans le détail, l'ampleur des écarts révèle que la progression des apprentissages est un peu plus prononcée lorsque les contenus de l'objectif d'apprentissage ont été traités dans des séquences de démarches qui favorisaient l'évocation, la confrontation, la structuration et la vérification de manière rapprochée (sous-objectifs 1 et 2). Ceci nous indique que les habiletés cognitives, qui ont été traitées de manière à favoriser d'abord l'explicitation des représentations individuelles et la structuration des connaissances ensuite, sont acquises de manière durable par les élèves. Cette constatation semble concerner plus particulièrement les objectifs visant les habiletés déclaratives et procédurales en début de section.

des  
apprentissages  
significatifs ont eu  
lieu ...

Lorsque ces objectifs sont intégrés dans la suite de la section à des objectifs plus complexes faisant référence à des habiletés de niveau supérieur, leur traitement dans des démarches orientées vers l'intégration produit également une progression de l'apprentissage. Il nous est permis de penser que des capacités de transfert peuvent s'exercer au

sein d'une même section, pour autant que la complexité croissante du traitement et des habiletés favorise une intégration des différents contenus. Dans un cas (sous-objectif 3) la démarche de structuration a été proposée en incorporant une habileté de niveau supérieur, sans que celle-ci ait été au préalable abordée dans d'autres démarches.

...pour autant que toutes les démarches de la phase de montage soient respectées...

En ce qui concerne les sous-objectifs relatifs aux habiletés supérieures de la fin de la section, l'analyse des écarts de progression confirme que ces habiletés peuvent être développées à travers des démarches telles que la structuration, la vérification et l'activation à la condition que les démarches pédagogiques, y compris celles des sections précédentes, visent explicitement les premières étapes du montage de ces connaissances. Les résultats obtenus par l'activation de telles connaissances dans des exercices explicitement prévus à cet effet montrent que les élèves ont pu effectuer un certain rodage de leurs habiletés.

...et que la croissance de la mobilisation cognitive soit régulière

La stratégie pédagogique envisagée présente une alternative aux approches pédagogiques traditionnellement défendues dans l'enseignement professionnel. La pertinence de l'articulation proposée entre les différentes démarches pédagogiques pour la section IV a pu être évaluée suite à l'analyse des interventions et des apprentissages. Il semble que l'application de la stratégie pédagogique produise un effet positif lorsqu'on envisage de traiter les mêmes habiletés à des niveaux différents de démarche à condition que ces démarches respectent les phases de motivation et de montage pour les compétences relatives aux connaissances déclaratives ou procédurales qui sont abordées pour la première fois. Les démarches les plus complexes (vérification et activation) remplissent leur rôle dans le rodage des compétences à condition que ces dernières aient été abordées dans les séquences précédentes ou dans une autre section dans des démarches moins exigeantes mais tout aussi essentielles. Les résultats plus faibles en fin de section incitent à penser que la mobilisation cognitive était peut-être trop élevée ou que sa progression était trop rapide : l'accent mis sur la schématisation et l'activation des connaissances complexes sans que celles-ci aient été au préalable explicitement évoquées et confrontées par les élèves peut expliquer leurs difficultés d'appropriation. Il serait donc opportun d'aborder ces habiletés complexes à travers une séquence de démarches pédagogiques plus progressive, de consolider la structuration préalable des connaissances et d'accentuer davantage les démarches orientées vers le rodage des connaissances en fin de section. Ainsi, l'activation des connaissances pourrait être abordée parallèlement à la maîtrise des autres habiletés cognitives comme activité de structuration de ces habiletés et non en fin de section comme activité destinée au transfert global du contenu d'une section toute entière.

La difficulté essentielle concerne les démarches de structuration parce qu'elles exigent de l'enseignant qu'il modifie son rôle : les diagrammes technoscientifiques doivent être élaborés sur la base des informations qui ont émergé d'un travail individuel et collectif en classe. Suite à la mise à l'essai, nous pensons qu'il faut faciliter ce partage des connaissances par des activités soutenues par un matériel pédagogique suscitant les échanges verbaux.

L'introduction de perspectives constructiviste et cognitiviste au sein de l'enseignement professionnel présente de nombreux défis qui nécessitent la collaboration soutenue de chercheurs et d'intervenants sur le terrain. Suite à cette analyse, nous dépitons la nécessité de sensibiliser de manière explicite l'enseignant de formation professionnelle aux méthodes qui favorisent la gestion partagée du savoir en classe et la construction collective de celui-ci. Un effort particulier nous semble devoir être consacré au développement de moyens susceptibles de l'aider à rendre opérationnels les principes issus de ces approches théoriques. Le processus de transformation de la structure cognitive de l'élève en vue de l'acquisition de compétences spécifiques requiert selon nous des interventions pédagogiques visant l'explicitation et l'enrichissement de ses savoirs préinstructifs par l'intégration des concepts technoscientifiques sous-jacents aux tâches professionnelles. Notre modèle pédagogique propose un certain nombre d'orientations pour l'élaboration de telles interventions. Dans ce sens, il offre un potentiel d'applications diversifiées dans le contexte d'un enseignement professionnel renouvelé.

nécessité de sensibiliser l'enseignant en formation technique à une approche orientée vers la gestion partagée des savoirs

Isabelle NIZET,  
Auxiliaire de recherche, département  
de technologie de l'enseignement  
Robert BRIEN,  
Chercheur principal, département  
de technologie de l'enseignement  
Louis-Philippe LECLERC,  
Chercheur associé, département  
de didactique  
Jacques BESANÇON,  
Directeur du projet et chercheur  
principal, département de didactique,  
Université Laval (Québec)

#### Remerciements :

*Les auteurs tiennent à remercier M. Maurice Dumont pour sa contribution particulière au projet en tant qu'enseignant à l'école polyvalente Pamphile LeMay de Ste-Croix de Lotbinière. Cette recherche a été supportée financièrement par le Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science, Gouvernement du Québec, dans le cadre du programme Recherche Développement pour les Formateurs, projet n° 89-LA : S-02.*

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ASTOLFI, J.-P. et DEVELAY, M. *La didactique des sciences*. Collection Que sais-je ? Presse universitaires de France, 1989.

BRIEN, R. *Sciences cognitives et formation*. Presses de l'Université du Québec, 1990. (Distribution en France par les Editions ESKA).

DEVELAY, M. A propos de la transposition didactique en sciences biologiques. *Aster*, n° 4, 1987.

DREYFUS, R., JUNGWIRTH, E. & ELIOVITCH, R. Applying the « Cognitive Conflict » Strategy for conceptual change - Some implications, difficulties, and problems. *Science Education*, vol. 74, n° 5, 1990, pp. 555-569.

DUFFY, T. M. & BEDNAR, A. K. Attempting to come to grip with alternative perspectives. *Educational Technology*, vol. 31, n° 9, 1991, pp. 12-15.

GAGNON, R., BESANÇON, J., JEAN, P., GAGNÉ, R. & LECLERC, L.-P. Analyse d'un programme d'électromécanique en ses concepts et principes physiques : méthode et application. *International Review of Education*, vol. 35, n° 3, 1989, pp. 305-327.

GIORDAN, A., MARTINAND, J.-L., ASTOLFI, J.-P., RUMELHARD, G., COULIBALY, A., DEVELAY, M., TOUSSAINT, J., HOST, V. et collaborateurs. *L'élève et/ou les connaissances scientifiques*, Collection Exploration Recherches en sciences de l'Éducation, Peter Lang, 1987.

GURNEY, B. *Constructivism and Professionnal Development : a Stereoscopic view*. Annual Meeting of the national association for research in Science Teaching (62nd, San Francisco, CA, 1989).

HOC, J. M. *Psychologie cognitive de la planification*. Grenoble : Presses Universitaires de l'Université de Grenoble, 1987.

LABONTÉ, T. *L'acquisition des concepts scientifiques sous-jacents à la formation technologique dans l'enseignement professionnel au secondaire*, Tome 1. Gouvernement du Québec, ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science, direction générale de l'enseignement et de la recherche universitaire, 1987.

LAMOUREUX, G., MORE, R. La conception de systèmes psychodidactiques à base cognitive : perspectives possibles. *Recherches en Education, Théorie et pratique*, n° 4, 1991.

LECLERC, L.-P., BESANÇON, J. & NIZET, I. Élaboration de modèles conceptuels adaptés au contexte de l'enseignement professionnel : une application en agrotechnique. *Aster*, n° 15, 1992, pp. 101-119.

LEGENDRE, R. *Dictionnaire actuel de l'Éducation*. Montréal : Larousse, 1988.

MAYER, R. E. Models for understanding. *Review of Educational Research*, vol. 59, n° 1, 1989, pp. 43-64.

NORMAN, D. A. Some Observations on mental models. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds), *Mental Models*, Bolt, Beranek and Newman Inc, 1983.

PAILHOUS, J. & VERGNAUD, G. *Adultes en reconversion. Faible qualification, insuffisance de la formation ou difficultés d'apprentissage ?* Ministère de la recherche et de la technologie, Programme Technologie-Emploi-Travail, 1989.

PERKINS, D. N. Technology meets constructivism : Do they make a marriage. *Educational Technolgy*, Vol. 30, May, 1991.

SIEGLER, R. S. How knowledge influence learning, *American Scientist*, 7, 1983, pp. 631-638.

TOUPIN, L. L'entreprise du savoir et les savoirs en entreprise : dérive ou ancrage? *Sociologie et Sociétés*, Vol. XXIII, n° 1, 1991, pp. 109-129.

RUMELHART, D. E. Schemata : the building blocks of cognition. In R. J. Spiro, B. C. Bruce & W. F. Brewer (Eds). *Theoretical issues in reading comprehension*. Hillsdale, N. J. : Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1980, pp. 33-58.

RUMELHART, D. E & ORTONY, A. The representation of knowledge in memory. In R. C. ANDERSON, R. J. SPIRO & W. E. MONTAGUE (Eds). *Schooling and the acquisition of knowledge*. Hillsdale, New Jersey : Lawrence Erlbaum, 1977, pp. 271-295.

RUMELHART, D. E. & NORMAN, D. A. Accretion, tuning and restructuring : Three modes of learning. In J. W. Cotton & R. L. Klatzky (Eds). *Semantic factors in cognition*. Hillsdale, N. J. : Lawrence Erlbaum Associates, 1978.





# L'UTOPIE CRÉATIVE OU LA PENSÉE MODÈLE

Anne-Marie Drouin

*La recherche pédagogique entretient avec l'utopie des rapports ambivalents ; souvent critiquée comme utopiste elle semble avoir trouvé dans la notion de modèle pédagogique une référence théorique d'inspiration plus pragmatique. Le modèle pédagogique vise à guider en les expliquant des pratiques dans lesquelles il demeure ancré. Pourtant l'opposition du modèle pédagogique et de l'utopie est peut-être plus apparente que réelle. Paradoxalement, et si l'on prend en compte la richesse de significations de l'utopie, ce souci pratique souligne une parenté méthodologique entre le modèle pédagogique et la démarche utopique, avec toutes ses ambiguïtés et toutes les ouvertures dont elle est porteuse. La réflexion qui suit se propose de rappeler les divers sens et fonctions de l'utopie, afin d'éclairer la notion même de modèle pédagogique, pris alors comme une des expressions de la pensée utopique. Le détour par une présentation de quelques utopies littéraires, et de quelques utopies éducatives, permettra de mieux cerner l'origine des sens contradictoires attachés à ces démarches. Ce détour permettra aussi de voir jusqu'où l'analogie entre le modèle pédagogique et l'utopie garde sa pertinence.*

## 1. LE MODÈLE PÉDAGOGIQUE ET SES AMBIGUITÉS

### 1.1. Les conditions d'une didactique possible

Depuis qu'elle existe, la recherche en didactique des sciences expérimentales de l'INRP tente de définir son "modèle pédagogique". L'ambiguïté de l'expression a été perçue au point que le besoin a été ressenti d'en donner une définition, au milieu d'autres termes-clés, dans le lexique du rapport de recherches sur *Procédures d'apprentissage en sciences expérimentales* (1).

Un "modèle pédagogique" ne doit pas être compris comme une "pédagogie modèle", ou comme un "modèle à imiter", mais plutôt comme un ensemble de principes théoriques, dont la cohérence et l'articulation ont pour ambition de définir les conditions de possibilité d'une "bonne" pédagogie. Le modèle pédagogique vise à échapper au repliement sur soi d'une démarche purement théorique, tout comme à l'isolement de modes d'activités didactiques et pédagogiques, dont la validité reste purement locale, et souffre de ne pas s'articuler sur un projet plus vaste.

(1) Jean-Pierre ASTOLFI (dir.), *Procédures d'apprentissage en sciences expérimentales*, Paris, INRP, 1985 (Coll. Rapports de recherches, n° 3), p. 205.

un modèle  
pédagogique  
n'est pas une  
pédagogie  
modèle

un effort de  
rigueur

Le terme "modèle" veut souligner l'effort de rigueur dans l'articulation des principes, et en même temps, le caractère hypothétique de leur choix. Un modèle scientifique ne prétend pas être une image-reflet de la réalité, mais bien une interprétation possible, ayant une consistance interne et cherchant une compatibilité avec les phénomènes réels. De la même façon le modèle pédagogique se présente comme une hypothèse de travail, fondée sur une réflexion épistémologique, psychologique, sociologique, reposant aussi sur des choix éthiques et politiques, implicites ou explicites, et visant à élaborer une didactique possible.

une hypothèse  
de travail

Le modèle pédagogique traduit ainsi des choix théoriques non contradictoires entre eux, et visant à guider des projets pratiques.

### 1.2. Un modèle constructiviste

le pari de  
concilier des  
exigences  
contradictoires

Le modèle pédagogique de référence pour la recherche en didactique des sciences expérimentales de l'INRP correspond à la volonté de concilier des exigences théoriques (prise en compte de la rigueur conceptuelle, analyse épistémologique des contenus scientifiques) et des objectifs pédagogiques (prise en compte des représentations pour une appropriation réelle par les élèves de contenus et de démarches, reposant sur une véritable activité conceptuelle). La perspective de ce modèle est ainsi *constructiviste*, c'est-à-dire qu'elle se démarque à la fois d'une pédagogie de la transmission, attachée aux seuls savoirs, et d'une pédagogie uniquement centrée sur l'enfant et ses intérêts spontanés. Ce choix traduit alors un pari : celui d'échapper aux illusions pédagogiques, et de proposer un modèle qui respecte des exigences contradictoires, préservant la rigueur sans négliger l'activité de l'élève.

rendre explicites  
des valeurs et  
des principes

Ainsi, définir un modèle pédagogique, cela correspond à la volonté d'explicitier et de tester les principes sur lesquels il repose. Et ce faisant, par contraste, se voient promues au titre de *modèle* des pratiques différentes, qui elles ne s'étaient nullement pensées comme modèles, mais résultaient d'habitudes et de convictions implicites, comme c'est le cas par exemple du "modèle transmissif". Construire un modèle pédagogique c'est aussi rendre explicites les valeurs et les principes desquels on veut se différencier (2).

### 1.3. Modèle pédagogique ou modèle didactique ?

On peut se demander pourquoi l'expression *modèle pédagogique* a été préférée à celle de *modèle didactique*. Il y a certes à cela une raison historique : à l'époque où cette notion s'est introduite dans la réflexion de l'équipe de recherche

(2) On trouvera une présentation et une analyse de divers modèles pédagogiques dans Jean-Pierre ASTOLFI, *L'école pour apprendre*, Paris, ESF, 1992.

une différence  
mouvante

INRP sur l'enseignement des sciences expérimentales, on parlait plus volontiers de pédagogie que de didactique. Mais on peut penser que cela traduisait aussi la référence à un réseau de valeurs où le savoir et l'autonomie sont jugés positifs, où l'activité est préférée à la passivité, et où néanmoins la rigueur épistémologique demeure vigilante. En effet on peut admettre que la différence entre *pédagogique* et *didactique*, bien qu'elle soit mouvante et discutable, accorde au premier terme un sens plus large qu'au second, en incluant aussi la dimension de la relation interpersonnelle et affective, au point de s'élargir parfois à ce qui concerne *l'éducation* en général, ses finalités et ses principes. (3)

Ici apparaît ce qui distingue le modèle pédagogique d'un modèle proprement scientifique. Tandis que le modèle scientifique vise avant tout à expliquer un fragment de réalité en permettant de prévoir son comportement, le modèle pédagogique a pour finalité essentielle de donner une représentation qui puisse accompagner et éclairer l'action. Plus qu'un modèle pour expliquer c'est un modèle pour agir ou plus exactement c'est un modèle pour agir en comprenant comment on agit.

#### 1.4. Un modèle de référence qui n'a rien d'utopique ?

Cet aspect pragmatique du modèle pédagogique semble avoir pour fonction de ne pas oublier les pressions du réel et de ne pas sombrer dans des rêves utopiques.

ne pas oublier les  
pressions du  
réel...

Pourtant, par son abstraction même, son caractère nécessairement simplificateur, le modèle pédagogique projette la démarche pédagogique vers un ailleurs où les contradictions seraient résolues, où les événements s'enchaîneraient suivant l'ordre des raisons et où les échecs eux-mêmes seraient récupérables dans le cadre du système théorique mis en place. Par là, le modèle pédagogique pourrait être qualifié d'utopique au sens où ce terme tend à mettre l'accent sur le caractère imaginaire d'une construction intellectuelle.

... mais prendre  
au sérieux l'idée  
d'utopie

Antidote pragmatique à l'utopisme des idéaux pédagogiques ou construction intellectuelle de caractère utopique, cette apparente contradiction nous invite à prendre au sérieux le concept même d'utopie.

---

(3) Pour préciser l'analyse des différences entre *didactique*, *pédagogie* et *éducation*, voir Anne-Marie DROUIN, *La pédagogie*, Paris, Desclée de Brouwer, 1993 (coll. 50 mots), article "didactique".

## 2. L'ÉMERGENCE DE L'IDÉE D'UTOPIE

### 2.1. La rencontre de l'utopie et de l'éducation

La rencontre de l'éducation et de l'utopie peut paraître incongrue. Mais il se pourrait qu'elle soit inscrite d'emblée dans la nature des choses.

un rêve  
condamnabile...

En effet, d'un côté il existe des projets multiples de réforme de l'éducation, des propositions, des réflexions, des tentatives marginales. Au nom du réalisme, il arrive que ces projets ou propositions soient qualifiés d'"utopistes". On voit ici à l'œuvre le sens négatif du terme - le plus fréquent dans le langage courant - qui s'attache à condamner ce qui est éloigné ou séparé de la réalité. La notion d'utopie, invoquée de façon critique, apparaît alors non seulement comme un simple rêve, mais comme une entrave à l'action efficace, suspectée d'entretenir des illusions. C'est pourquoi dans le monde de l'école elle n'a pas toujours bonne presse : lancer des expériences utopiques est le type même de l'action irresponsable, car l'enjeu en est le devenir des élèves.

... ou un lieu  
de bonheur ?

D'un autre côté, il existe un genre littéraire, l'Utopie, ainsi nommé depuis que Thomas More a forgé ce mot de toutes pièces dans son célèbre récit *De optimo reipublicae statu, deque nova insula Utopia*, publié en 1516. *Utopie* est façonné à partir de deux mots grecs : *u* = "non" et *topos* = "lieu" : l'Utopie est un *non-lieu*, un *lieu de nulle part*. La ressemblance de "u" avec "eu" = "bonheur", permet en outre de jouer sur les mots et d'imaginer ce lieu, qui est une île, heureux. A la suite de Thomas More, d'autres auteurs ont écrit des utopies, tels Campanella (*La cité du soleil*, 1623) ou Francis Bacon (*La nouvelle Atlantide*, 1627), et on a pu également considérer rétrospectivement comme des utopies certains textes antérieurs, tels *La République* de Platon (4).

Or il apparaît que dans tout ce qui peut être qualifié d'utopie, au sens littéraire du terme, on voit se dessiner un monde imaginaire, dans lequel les auteurs se préoccupent beaucoup de problèmes d'éducation, puisque les utopies ont généralement pour ambition de construire un homme nouveau.

Ainsi on a une double rencontre : dans l'éducation il peut y avoir de l'utopie, et dans l'utopie, il est question d'éducation. Dans la lignée de cette signification du terme, on a pu quali-

(4) Ceci ne veut pas dire qu'il faut considérer Platon comme le précurseur de l'utopie. Jean-Jacques Wunenburger, dans *L'utopie ou la crise de l'imaginaire*, Paris, J.P. Delarge, 1979, fait remarquer qu'il existe une différence importante entre la *République* et une utopie : "Peut-on assimiler une méthode rationnelle de définition d'une normativité sociale avec la production d'espaces imaginaires ?" (p.45). Il rappelle aussi que la recherche de la cité idéale dans le texte de Platon n'est pas une fin en soi, mais un détour pour comprendre ce qu'est la justice (p.46).

une double  
rencontre

fier certaines réflexions sur l'éducation, certains projets, certaines constructions théoriques, d'*utopies éducatives*. Les utopies éducatives sont alors en quelque sorte une réplique, sur un domaine particulier, l'éducation, des *utopies littéraires*.

Mais pour apprécier les effets de cette rencontre, il n'est pas inutile d'explorer ce qu'est l'utopie.

## 2.2. Qu'est-ce que l'utopie ? Le destin d'un mot

"Lorsqu'un mot fait fortune il finit par éclater" (5). Cette formule d'Alexandre Cioranescu, qui s'applique au mot utopie, introduit une analyse de la notion, de laquelle se dégagent cinq sens possibles :

Le premier sens est celui du titre de l'ouvrage de Thomas More. Utopie est alors un nom propre, qui désigne d'abord l'île imaginée par More, puis le texte lui-même où il est question de cette île.

les sens multiples  
de l'utopie

L'utopie est ensuite le nom générique désignant les ouvrages du même genre, qui ont suivi, ou qui ont précédé celui de More. L'utopie devient alors un nom commun, désignant là encore aussi bien les pays imaginaires que les textes où il en est question.

De là on a pu appeler utopie le songe, ou le rêve qui n'a aucune chance de se transformer en réalité : c'est le sens le plus courant dans la langue de tous les jours, associé aux adjectifs "utopique", et "utopiste", le second étant légèrement moins péjoratif, et plus simplement descriptif que le premier.

Mais l'utopie, en tant que rêve, ou oeuvre d'imagination peut aussi traduire une critique et une distance à l'égard de la réalité, signe d'un pouvoir créatif. C'est, selon les termes de Karl Mannheim, une "*orientation qui transcende la réalité et qui en même temps rompt les liens de l'ordre existant*" (6). L'utopie est l'attitude qui correspond au désir de préparer le futur sur la base du refus du présent, par opposition, dans le vocabulaire de Mannheim, à l'*idéologie*, qui se veut une justification théorique d'une situation présente par une classe au pouvoir. L'utopie apparaît alors comme un projet, nécessaire au dynamisme d'une société.

Enfin, dans la lignée de ce quatrième sens, on parle aussi de "méthode utopique", comme méthode de pensée permettant, sur le mode hypothétique, de tester des constructions sociales imaginaires.

On peut alors ajouter un sixième emploi du mot, quand l'utopie devient *utopie éducative*, c'est-à-dire lorsque l'orga-

(5) Alexandre CIORANESCU, *L'avenir du passé, Utopie et littérature*, Paris, Gallimard, 1972, p.19.

(6) Karl MANNHEIM, *Idéologie et utopie*, (1929) Paris, Librairie Marcel Rivière, 1956.

Il existe aussi  
des utopies  
éducatives

nisation globale de la société n'apparaît que comme un horizon flou, mais où sont inventées des formes nouvelles d'éducation et de pédagogie, en fonction d'un projet d'homme particulier. Cet emploi du terme recouvre à la fois celui d'utopie littéraire puisqu'il s'agit de mettre en scène des pédagogies nouvelles, en prévoyant avec précision le détail des démarches pédagogiques, et à la fois celui d'*expérience de pensée*, puisqu'il s'agit de tester, en pensée, des méthodes ou un projet. Cette expression d'utopie éducative souligne la part d'irréalisme qu'on pourrait y déceler, mais aussi la fécondité de réflexions qui tentent de renouveler l'acte éducatif.

Ainsi, au total, l'utopie peut désigner le rêve irréalisable et irréaliste, rêve soupçonné de pouvoir devenir dangereux, selon des arguments d'ailleurs contradictoires (accusé d'entretenir des illusions il empêche une véritable transformation de la réalité, accusé d'être trop bien élaboré, il donne des idées dangereuses...). Mais l'utopie est aussi le rêve conçu comme constructif et nécessaire pour dynamiser les pesanteurs de la réalité.

### 3. LES UTOPIES LITTÉRAIRES COMME SOURCES DE RÉFLEXION

#### 3.1. Les caractéristiques des utopies

à la recherche  
d'une définition

Si l'on devait établir un recensement de toutes les utopies publiées depuis celle de More, on serait gêné à la fois par le nombre de textes qui est très important, et par les cas "limites". Par exemple la distinction n'est pas toujours aisée entre le mythe et l'utopie ou entre l'utopie et le roman de science fiction. Sans compter la question évoquée plus haut de la légitimité de l'emploi du terme utopie pour désigner des oeuvres publiées avant celle de Thomas More. Pour en finir avec les ambiguïtés, on peut se référer à la définition proposée par Raymond Ruyer : *"Une utopie est la description d'un monde imaginaire en dehors de notre espace ou de notre temps, ou en tous cas de l'espace et du temps historique et géographique. C'est la description d'un monde constitué sur des principes différents de ceux qui sont à l'oeuvre dans le monde réel."* (7).

A la lumière de cette définition on peut ainsi mieux concevoir, au-delà de l'originalité de chacune, les points de convergences des diverses utopies.

Thomas More lui-même avait dit avoir écrit un texte de pur divertissement. Pourtant son oeuvre a été lue comme une critique de la politique anglaise de son époque, et comme une véritable prospective.

---

(7) Raymond RUYER, *L'utopie et les utopies*, Paris, PUF, 1950, p. 3.

Les autres oeuvres que l'on a pu considérer comme des utopies ont cette même ambivalence qui les fait louvoyer entre le ludique et le sérieux. Le caractère imaginaire du propos permet une grande liberté d'imagination, pourtant, il semble que les "utopies" ont des points de convergence assez constants.

ambivalence  
et liberté

Il s'agit de mondes imaginaires représentant la perfection et prévoyant jusqu'aux détails de la vie quotidienne, selon des principes et des valeurs posés comme absolus. L'organisation en est souvent dirigiste mais posée comme juste et le collectivisme, sous diverses formes y est souvent à l'oeuvre. Le développement de l'utopie est celui d'un monde à l'envers, prônant comme norme ce qui serait inhabituel ou aberrant, voire choquant dans notre monde. L'utopie repose sur une foi en les possibilités de l'homme et se pose comme un modèle pour le bonheur, non nécessairement individuel mais au moins collectif, le bonheur individuel étant supposé découler directement du bonheur collectif. Elles ont pour mission de présenter un homme nouveau, refusant ainsi, (ou niant la possibilité de) toute dissidence, et tendant à l'uniformité et l'immobilisme : elles se situent hors de l'histoire. Enfin, au nom de ce désir de créer un homme nouveau, elles accordent une grande place à l'éducation.

### 3.2. Les utopies dans leur rapport à l'éducation

En tant qu'elles s'intéressent à l'avènement d'un homme nouveau, les utopies font de l'éducation un thème privilégié. La place accordée est inégale, mais le souci éducatif demeure sous-jacent. On peut s'attacher à quelques utopies exemplaires, qui seront significatives de la place accordée à l'éducation et la pédagogie : celle de Thomas More, *Utopia* (1516), de Tommaso Campanella, *La Cité du Soleil* (1623), de Francis Bacon, *La nouvelle Atlantide* (1627), de François Rabelais, *Gargantua* (1534) (Livre I, l'Abbaye de Thélème) et d'Etienne Cabet, *Voyage en Icarie* (1840).

le souci de créer  
un homme  
nouveau

La présence de l'éducation dans ces utopies souligne le rapport étroit entre éducation et projet politique, et la forme utopique permet la plus grande inventivité : dégagées des entraves de la réalité, les utopies ont toute liberté pour créer des situations innovantes.

Certes tout est simple dans les utopies : ni difficultés d'apprentissage (tous sont doués, y compris à *Thélème* où ont été sélectionnés les jeunes gens "bien nés"), ni contradictions dans les choix d'orientation et de spécialisation (les goûts de chacun sont posés comme harmonieux et naturellement bien répartis (en *Utopie*), ou si l'organisation vient d'en haut, elle est spontanément acceptée (dans *la Cité du soleil*). Le plaisir de savoir est général, et parfois renforcé par des jeux éducatifs à caractère intellectuel ou moral (comme dans dans *la Cité du Soleil* avec "la bataille arithmétique" ou "le combat des vices et des vertus"), ou par des méthodes consistant à rendre le savoir agréable et attrayant (en *Icarie*,

un monde où  
tout est simple

l'orthographe ne pose pas de problème vu que la langue s'écrit comme elle se prononce, à chaque âge est prévu un livre de synthèse du savoir, la gentillesse de l'enseignant est recommandée comme une méthode pédagogique, et les musées de toutes sortes sont développés, complétés par les promenades dans la nature).

Il n'y a pas de conflit entre un savoir utile et un savoir gratuit, mais complémentarité et alternance, ou valorisation globale de toute forme de savoir comme dans *La nouvelle Atlantide*.

Enfin la liaison entre la famille et l'Etat est parfaite, comme elle l'est d'ailleurs entre l'institution éducative elle-même et le monde de la production : en *Utopie* par exemple chacun est élevé dans le métier de son père, et doit en outre connaître l'agriculture, qui est enseignée "en théorie dans les écoles, en pratique dans les campagnes voisines".

### 3.3. Une perfection qui donne à penser

Les utopies sont donc l'image même de la facilité et de la perfection. Mais leur univers fictif une fois construit, elles sont tenues de respecter sa logique propre, logique qui fait intervenir toutes les dimensions de la vie sociale, et peut devenir à son tour contraignante, sans laisser beaucoup de place à l'inattendu. A vouloir prévoir la totalité des choses, les utopies tendent à devenir totalitaires.

la logique des  
choix

En effet les utopies font apparaître à quel point l'éducation est intriquée dans tous les rouages de la société et de son organisation : depuis les finalités morales et les références métaphysiques, en passant par les nécessités économiques, et le goût pour la gratuité ou l'inutile, mais aussi par les choix de valeur, les choix de vie concernant le plaisir, le rapport entre les sexes, les confrontations à la guerre et au pouvoir. Les utopies nous offrent des tableaux de vie qui ne sont pas nécessairement désirables, mais qui ont pour avantage, une fois que la description en a été donnée, de ne plus être imprévisibles. La cohérence, et les solutions apportées sont sans doute trop faciles mais elles soulignent une logique dans les organisations et les choix : si l'on veut que chacun soit libre de choisir le métier qu'il souhaite, donc l'éducation qu'il souhaite, alors il faut supposer une harmonie spontanée, comme chez Thomas More, qui ne fera pas de ces choix un danger pour la Cité. Si l'on craint les errements de la nature humaine, alors il faut choisir une organisation autoritaire, comme chez Campanella, mais éclairée et généreuse, ou bien il faut tenter de transformer les hommes en profondeur, modifier jusqu'à leurs désirs, comme chez Cabet. Si l'on veut l'égalité et l'abondance, mais aussi du temps libre, alors il faut que tous travaillent, de façon efficace, et que le temps de loisir lui-même soit constructif...



une aide pour  
penser les  
difficultés réelles

Or, si l'on quitte les utopies, on est dans l'imprévisible : comment savoir si la spontanéité de l'homme le pousse au bien puisque la spontanéité n'existe jamais à l'état pur ? Comment gérer les goûts personnels et les nécessités économiques s'il n'existe pas une harmonie préétablie ? Comment choisir les apprentissages, et comment les répartir dans le temps, si l'on n'est pas face à des êtres surdoués capables d'apprendre sans difficulté, et avec plaisir ?

Les utopies, non par les solutions qu'elles proposent - puisque ces solutions sont d'un autre monde - mais par le rapport entre leurs solutions et leur situation de départ, sont bien un moyen de nous aider à penser les difficultés réelles, dont la complexité risque de devenir un obstacle à la pensée. Etre en prise avec les difficultés de l'éducation, cela peut amener à une vision trop immédiate et sans recul. Penser les problèmes de façon trop générale, c'est oublier les structures de la réalité. L'utopie nous offre un modèle, où chaque élément est mis en rapport avec un autre, et où la globalité d'un projet garde sa cohérence. C'est en cela que l'utopie peut vraiment constituer une expérience de pensée, et une modélisation simplifiée des divers possibles de l'éducation.

#### 4. LE MODE DE PENSÉE UTOPIQUE

##### 4.1. Des expériences de pensée

Les utopies comme genre littéraire font donc elles-mêmes fonctionner ce *mode de pensée utopique* que l'on a déjà évoqué, et qui est un certain mode d'approche des problèmes, une méthode d'investigation. Ce mode de pensée est le principe commun des utopies, ce qui constitue en quelque sorte leur essence, et qui apparaît comme "un exercice mental sur les possibles latéraux" (8). Le mode utopique est donc ce qui permet de jouer avec les possibles, de constituer en quelque sorte des expériences de pensée, en s'appuyant sur des situations inventées, mais présentées comme concrètes. Jean-Jacques Wunenburger exprime la même idée lorsqu'il définit l'utopie comme "quête du possible" ou comme "cet ailleurs qui n'est jamais tout-à-fait nulle part, et qui nous déporte toujours vers du nouveau" (9).

jouer avec les  
possibles

##### 4.2. Le mode utopique comme travail sur le réel

Le mode utopique est relatif au "comprendre". Il dépend d'une première compréhension du réel, et il aide à son tour à une meilleure compréhension de celui-ci. Imaginer un

(8) Raymond RUYER, *L'utopie et les utopies*, Paris, PUF, 1950, p. 9

(9) Jean-Jacques WUNENBURGER, *L'utopie ou la crise de l'imaginaire*, Paris, JP Delarge, 1979, p. 7.

inverser pour  
comprendre

monde possible (sur le plan de la pensée), cela ne peut se faire que par transformation du monde réel, analogie de situations ou renversement, inversion : c'est ainsi que chez Thomas More, les utopiens ont le plus grand mépris pour l'or, et l'utilisent pour les choses les plus viles. Le mode utopique apparaît paradoxalement comme un travail sur le réel.

#### 4.3. Le mode utopique comme salut pour la pensée

l'utopie comme  
antidote d'un  
destin aveugle

C'est cette conscience des possibles qui rend l'utopie inventive et libre à l'égard du réel, même si cette liberté peut faire peur. Pousser jusqu'au bout le jeu des possibles est le propre des utopies. Elles deviennent des jeux logiques, qui ont leurs règles internes. Sont-elles alors des sources d'inspiration positive ? ou des modèles pernicioeux ? Sont-elles seulement indifférentes car irréalisables ? Mannheim, après avoir pourtant montré l'aspect limité et illusoire de l'utopie, termine son ouvrage sur un hommage à l'utopie :

*"La disparition de l'utopie amène un état de chose statique, dans lequel l'homme lui-même n'est plus qu'une chose. Nous serions alors en présence du plus grand des paradoxes imaginables : l'homme qui a atteint le plus haut degré de maîtrise rationnelle de l'existence deviendrait, une fois démuné de tout idéal, un pur être d'instincts ; et ainsi après une longue évolution tourmentée, mais héroïque, ce serait précisément au stade le plus élevé de la prise de conscience, quand l'histoire cesse d'être un destin aveugle et devient de plus en plus la création personnelle de l'homme, que la disparition des différentes formes de l'utopie ferait perdre à celui-ci sa volonté de façonner l'histoire à sa guise, et par cela même, sa capacité de la comprendre" (10).*

Ce que Mannheim dit pour la pensée politique générale peut très bien être attribué au domaine de la pédagogie et de l'éducation. C'est en tous cas l'intuition des auteurs d'utopies éducatives (11).

### 5. LES UTOPIES ÉDUCATIVES COMME EXPÉRIENCES DE PENSÉE

L'utopie éducative rêve sur l'éducation la plus proche de la perfection, et propose une véritable mise en scène de principes et de leur réalisation, au moins fantasmée, parfois partiellement réalisée, ou ponctuellement appliquée, de sorte que l'auteur de cette utopie ne la pense pas nécessai-

(10) Karl MANNHEIM, *Idéologie et utopie*, p.233.

(11) Sur les utopies éducatives, voir deux articles récents : Elizabeth CAILLET, "Les nouvelles figures de l'utopie pédagogique"(pp.17-32) et Henri DESROCHES, "L'éducation permanente aux horizons de l'utopie"(pp.73-88), *Education permanente*, n° 98, 1989.

utopie-projet  
 utopie-théorie  
 utopie-  
 expérimentation

rement en ces termes, mais plutôt en termes de projet, ou de réflexion théorique, voire même d'expérimentation. Mais si l'on peut alors parler d'utopie, c'est que l'ensemble des réflexions, la teneur du projet, ou la réalisation ponctuelle de principes éducatifs ont les caractéristiques principales des utopies. On pourra appuyer ici l'analyse sur trois utopies éducatives, prises comme représentatives de trois types différents : l'utopie de Comenius, comme utopie-projet, l'utopie de Rousseau, comme utopie-théorie, et la réalisation ponctuelle de Neill à Summerhill, comme utopie-expérimentation.

### 5.1. Trois visages de l'utopie éducative

Chez Comenius comme chez Rousseau ou Neill, on voit se développer des principes radicalement nouveaux par rapport à une situation réelle contre laquelle ils s'inscrivent.

#### • Comenius

une éducation  
 universelle

Comenius, dans le XVII<sup>e</sup> siècle tourmenté de la Guerre de Trente ans fait dans sa *Grande Didactique* (1657) le projet d'une éducation universelle, définissant, en un sens plus large que celui des didacticiens actuels, la didactique comme *"art complet d'enseigner tout à tous. Et de l'enseigner de telle sorte que le résultat soit infaillible. Et de l'enseigner vite, c'est-à-dire sans aucun dégoût et sans aucune peine pour les élèves et pour les maîtres, mais plutôt avec un extrême plaisir pour les uns et pour les autres. Et de l'enseigner solidement et non superficiellement et en paroles, mais en promouvant les élèves à la vraie culture scientifique, littéraire et artistique, aux bonnes moeurs, à la piété"*. (12)

une œuvre  
 contrastée

L'oeuvre et la pensée de Comenius sont contrastées. Critique à l'égard de la pédagogie répandue à son époque, qui était surtout livresque et fondée sur l'autoritarisme et les punitions, angossé par la situation politique générale et souffrant personnellement des malheurs de la guerre, il voit dans une éducation rénovée un moyen de rendre l'homme meilleur et de rendre possible la paix entre les nations. Ce double souci donne à son oeuvre un caractère paradoxal.

D'un côté il produit des outils pédagogiques qui sont effectivement utilisés dans des écoles comme ses manuels d'apprentissage des langues (13), des cartes de géographie (une carte de la Moravie qu'il avait faite est utilisée tout au

(12) Jan Amos KOMENIUS (KOMENSKY), *La grande didactique*, [1657] Trad. Piobetta, Paris, PUF, 1952.

(13) En 1668 Comenius apprend que plus de 250 écoles allemandes ont adopté sa méthode, et en France les méthodes de latin sont inspirées de Comenius pendant environ 150 ans, notamment chez les jésuites. Voir Anna HEYBERGER, *Jean Amos Comenius (Komensky)*, Thèse pour le doctorat d'Université, présentée à la faculté des lettres de Paris, Paris, H. Champion, 1928), p.12

long du XVII<sup>e</sup> siècle) (14) le premier manuel au sens moderne du terme (*Orbis Sensualium pictus* c'est-à-dire *Le monde sensible illustré*) publié en 1658 et réédité plusieurs fois jusqu'au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, etc..

D'un autre côté, ce désir d'efficacité s'inscrit sur un fond de rêve absolu. Pour parvenir à cette paix totale qui est son souci constant, il faut une organisation parfaite et universelle, où tout doit être réformé, depuis les écoles, en passant par les institutions, jusqu'au comportement religieux et moral.

l'idée de la  
totalité

De plus la philosophie de Comenius repose sur une volonté de tout unifier. C'est l'idée de totalité qui domine son oeuvre et qui s'exprime à travers toute la série de néologismes qu'il crée avec le préfixe "pan" pour désigner ses projets : pansophie (savoir total et sagesse totale), pampaedia (éducation universelle), panscolie (établissement d'écoles en tous lieux), panorthosie (organisation universelle) etc. (15). Les projets de paix universelle sont d'ailleurs étroitement liés aux projets didactiques. Ainsi dans la Dédicace de la *Grande didactique*, §33, Comenius dit ceci : *"Nous nous sommes proposé des buts universels qui embrassent la culture de la nature humaine tout entière : favoriser le développement physique, intellectuel et spirituel de la jeunesse, si elle s'y prête, afin de lui procurer le bonheur en cette vie et dans l'autre. Si tous ou tout au moins un grand nombre consentaient à progresser dans la voie de la sagesse, de l'honnêteté et de la piété, quelle bénédiction ce serait pour les familles, les Etats et l'Eglise de Dieu !"* (16)

la pédagogie au  
service de la paix

Dans l'ensemble les propositions didactiques de Comenius se présentent comme des idées allant dans le sens d'un progrès de l'humanité. Ses projets politiques globaux de paix universelle sont généreux. Mais sa pensée devient aussi un véritable système, où l'école vient à être organisée sur le mode étatique. Ainsi la *Pampaedia* (ch. V, 28) prévoit que chaque école doit être comme une petite ferme, comme un petit Etat divisé en curies représentant des districts de

(14) Voir Anna HEYBERGER, Op cit.p.28.

(15) Dans son désir de tout unifier et de ne pas distinguer les diverses dimensions de la réalité, Comenius reçoit d'ailleurs quelques critiques. Par exemple, Descartes qui au départ approuvait le projet de savoir universel de Comenius, émet quelques réserves après la lecture d'un ouvrage publié en 1639, *Pansophia Prodrromus*. Il n'approuve pas dit-il dans sa correspondance *"que l'auteur veuille joindre la religion et les vérités révélées avec les sciences qui s'acquièrent par le raisonnement naturel"*. (Lettre à Mersennes citée par J.B. Piobetta, Comenius, Grande didactique, Paris PUF, 1952, p.11.

(16) Il développe plus précisément ces projets dans la *Consultation universelle sur la réforme des affaires humaines*. Cet ouvrage posthume, perdu pendant des siècles et retrouvé en 1933, est composé de plusieurs textes, dont la *Panorthosie*, ou traité d'un amendement universel des affaires humaines.

citoyens avec leurs prêteurs, leur sénat et leurs tribunaux, et enfin une sorte de petite Eglise. Les programmes prévus doivent être les mêmes pour une même tranche d'âge, un manuel unique doit être fourni aux élèves, sous l'autorisation d'une autorité publique (*Panorthosie*, ch. XVI). On n'est certes pas devant une apologie de la tyrannie, mais on est devant une pensée qui croit à une harmonie globale du monde, à la possibilité d'une organisation rationnelle totale.

Si bien que si l'on peut parler de pensée utopique à propos de Comenius, ce n'est pas tant parce qu'il n'aurait pas réalisé ses projets, puisque nombre d'entre eux l'ont été, et durablement. C'est plutôt parce que ces projets, d'une part s'incrinrent dans un projet global de réforme de la société et même de l'humanité, et que d'autre part ils prennent un caractère systématique dont la précision méticuleuse prétend à une perfection suspecte d'irréalisme (17). On voit particulièrement bien à l'oeuvre la double fonction de l'utopie. D'un côté, aiguillon pour la pensée, puisque c'est bien ce rêve et cette confiance acharnée en la marche vers un progrès qui ont fourni à Comenius l'énergie d'une pensée didactique forte et nouvelle. D'un autre côté, une pensée totalisante dont on pourrait craindre, si elle était mise en oeuvre, qu'elle ne devienne totalitaire (18).

• **Rousseau**

On connaît l'enfance autodidacte de Rousseau, ses expériences malheureuses de préceptorat, sa fuite devant l'éducation de ses propres enfants. Si bien que sa démarche théorique sur l'éducation est comme un lieu de compensation, un lieu essentiel, par rapport à ce "lieu de nulle part" que constitue son rapport réel à l'acte éducatif. Son expérience de précepteur lui sert en quelque sorte de contre-modèle, car il y a fait toutes les erreurs qu'il condamne dans *l'Emile*. Son enfance solitaire lui sert de référence positive, mais il condamne la lecture précoce des romans et les effets

(17) Comenius estime que ses plans de réforme du savoir humain ne peuvent être mis en oeuvre sans une organisation nouvelle de la société en général. Il faut une éducation nouvelle, une langue internationale, une philosophie universelle, une religion réformée. Des institutions nouvelles et internationales doivent présider à ces réformes : un "collegium lucis" ("collège de lumière") qui serait à la fois une Académie universelle, et un ministère international de l'éducation, une Cour internationale de justice, un consistoire mondial, une assemblée représentant toutes les nations...

(18) Pour une information plus complète sur Comenius, on peut se référer aux ouvrages suivants:  
 Jacques PRÉVOT, *L'utopie éducative, Comenius*, Paris, Belin, 1981.  
 Marcelle DENIS, *Un certain Comenius*, Paris, Publisud, 1992.  
 Marcelle DENIS, *Comenius, une pédagogie à l'échelle de l'Europe*, Berne, Peter Lang, 1992.  
 Jan Milich LOCHMAN, *Comenius, Galilée de l'éducation, citoyen du monde*[1982], Paris, Oberlin, 1992.

une harmonie et  
un système

une démarche  
théorique

que ceux-ci peuvent avoir sur l'éveil des sentiments. L'absence d'expérience en matière de rapports filiaux et parentaux l'amènent à survaloriser l'amour maternel et paternel, au point que ponctuellement Emile lui-même appelle "père" son précepteur et que celui-ci l'appelle "mon fils".

Rousseau pose clairement son propos comme tâche théorique au livre I de l'Emile : *"Hors d'état de remplir la tâche la plus utile [celle d'éduquer] j'oserai au moins d'essayer de la plus aisée ; à l'exemple de tant d'autres je ne mettrai point la main à l'oeuvre, mais à la plume, et au lieu de faire ce qu'il faut je m'efforcerai de le dire"* (19).

Il explique dans ce même livre I l'évolution de sa démarche : *"Pour ne pas grossir inutilement le livre, je me suis contenté de poser les principes dont chacun devait sentir la vérité. Mais quant aux règles qui pouvaient avoir besoin de preuves, je les ai toutes appliquées à mon Emile ou à d'autres exemples, et j'ai fait dans des détails très étendus comment ce que j'établissais pouvait être pratiqué[...] Il est arrivé de là que j'ai d'abord peu parlé d'Emile, parce que mes premières maximes d'éducation, bien que contraires à celles qui sont établies, sont d'une évidence à laquelle il est difficile à tout homme raisonnable de refuser son consentement. Mais à mesure que j'avance, mon élève autrement conduit que les vôtres n'est plus un enfant ordinaire ; il lui faut un régime exprès pour lui. Ainsi il paraît plus fréquemment sur la scène et vers les derniers temps je ne le perds plus un moment de vue, jusqu'à ce que, quoi qu'il en dise, il n'ait plus le moindre besoin de moi. Je ne parle point ici des qualités d'un bon gouverneur, je les suppose, et je me suppose moi-même doué de toutes ces qualités"* (20).

Le paradoxe est ici que Rousseau utilise cette méthode d'un élève imaginaire - dont la personnalité devient de plus en plus prégnante, au point que l'ouvrage finit par prendre la forme romanesque au livre V - pour ne pas tomber dans des visions, alors même que ce sont en quelque sorte les visions qui se sont imposées à lui et lui ont fait adopter cette méthode (21).

(19) J.J. ROUSSEAU, *Emile*, Paris, Gallimard, 1969 (Pléiade) p.264.

(20) J.J. ROUSSEAU, p.265. On trouvera aussi des renseignements très intéressants sur l'évolution de la pensée de Rousseau dans Peter D. JIMACK, *La genèse et la rédaction de l'Emile de Jean-Jacques Rousseau. Etude sur l'histoire de l'ouvrage jusqu'à sa parution*, Genève, Librairie Droz, 1960.

(21) Au livre I d'*Emile* il dit *"Je sais que dans les entreprises pareilles à celle-ci, l'auteur toujours à son aise dans des systèmes qu'il est dispensé de mettre en pratique, donne sans peine beaucoup de beaux préceptes impossibles à suivre, et que faute de détails et d'exemples ce qu'il dit même de praticable reste sans usage quand il n'en a pas montré l'application. J'ai donc pris le parti de me donner un élève imaginaire, de me supposer l'âge, la santé les connaissances et tous*

une fiction à  
valeur opératoire

Toutefois, même si la forme romanesque finit par l'emporter dans l'*Emile*, c'est la valeur démonstrative qui est première. La fiction a alors une fonction opératoire, elle est au service d'une expérimentation mentale : elle finit par devenir une véritable utopie. En effet, la fiction romanesque de la *Nouvelle Héloïse*, où Rousseau met en scène les principes éducatifs de Julie, peut demeurer fiction, elle est un jeu pour l'esprit et le cœur, elle permet une véritable projection affective. L'"homme naturel", construit par simple soustraction sur l'homme moderne des apports de la société, fait office, dans le *Discours sur l'origine de l'inégalité* d'outil pour comprendre. Mais l'utopie éducative qui prend forme dans l'*Emile* veut montrer un fragment de monde possible - certes imaginaire - mais conçu pour être représentatif de la réalité. Sa fonction n'est alors plus simplement d'être un lieu de projection romanesque, ni simplement un outil pour comprendre, mais aussi un outil pour agir. Voulant servir d'intermédiaire entre l'imagination et la réalité, ou plus précisément, utilisant l'imagination pour mieux agir sur la réalité, l'*Emile* est bien une utopie.

un outil pour agir

Cette utopie met en scène un lieu privilégié, un élève exceptionnel, un précepteur parfait. Malgré cela, Rousseau se défend de vouloir échapper au réel : certaines difficultés de la réalité sont banales et inintéressantes, liées aux institutions stupides telles que les collèges qui d'emblée déforment les enfants et créent des difficultés artificielles, et la pensée utopique sert ici à retrouver la réalité dans sa pureté originelle, et à entamer un travail éducatif complet et intéressant, où les difficultés seront celles de la nature et non les obstacles inutiles créés par la société.

Ainsi dans son utopie Rousseau rassemble les conditions idéales pour que la réalité garde sa pureté : l'élève sera éduqué dès la naissance, avant que sa bonté naturelle soit corrompue par une éducation ordinaire, il n'aura pas ou peu de contact avec les autres enfants, il sera le seul élève d'un seul précepteur. D'où l'idée d'une "éducation négative" comme préservation d'une nature positive (22).

Le caractère utopique des propos de Rousseau tient aussi à ce que l'éducation est prise comme une démarche totale et continue, avec une prise en charge de l'élève depuis le pre-

---

*les talents convenables pour travailler à son éducation[...] Cette méthode me paraît utile pour empêcher un auteur qui se défie de lui de s'égarer dans des visions."* JJ. Rousseau, *ibid.* p.264

- (22) Rousseau précise le sens qu'il donne à l'expression "éducation négative" dans sa *Lettre à Christophe de Beaumont* (1762) : "*J'appelle éducation positive celle qui tend à former l'esprit avant l'âge et à donner à l'enfant la connaissance des devoirs de l'homme. J'appelle éducation négative celle qui tend à perfectionner les organes, instruments de nos connaissances, avant de nous donner ces connaissances, et qui prépare à la raison par l'exercice des sens.[...] Elle ne donne pas les vertus mais elle prévient les vices; elle n'apprend pas la vérité, mais elle préserve de l'erreur."* JJ. Rousseau, *ibid.* p.945 . Voir aussi p.1359 (note de la p.324).

une éducation  
totale

mier âge jusqu'après le mariage. On voit en fait un tableau de l'éducation quelque peu pesant, même si par ailleurs est affirmée la volonté d'éduquer à la liberté : il s'agit d'une liberté accompagnée, et où l'éducateur demeure celui qui sait ce qui est bien ou mal, et où la fantaisie et l'inattendu ont peu de place.

L'un des points forts de l'éducation de Rousseau, est sans doute l'adaptation de l'action éducative aux aptitudes de l'enfant selon son âge. Mais on peut se demander si derrière ces étapes de l'évolution de l'enfant, et malgré les fluctuations dont elles ont fait l'objet, il n'y a pas un risque d'enfermement dans un modèle un peu figé si l'on voulait respecter telles quelles ces étapes, en n'entreprenant par exemple l'éducation intellectuelle qu'à partir de l'âge de 12 ans.

Mais c'est peut-être précisément parce qu'il adopte un mode de pensée utopique que Rousseau peut se laisser aller à une inventivité pleine de ressources, et si riche de problèmes posés.

• **Neill et Summerhill**

une école où  
tout est différent

On retrouve chez Neill des accents rousseauistes sur le fait que c'est l'action éducative ordinaire qui pervertit les enfants. Mais Neill ne se veut pas théoricien. Sa critique de l'éducation "normale" se traduit par la création, en 1921, dans la région de Londres, d'une école où tout - ou presque tout - est différent (23). On a avec Summerhill une preuve par les faits que le projet est possible : il existe (il a existé) au moins un lieu où l'on peut sans catastrophes, donner aux enfants une très grande liberté. Si Summerhill est une utopie, elle ne l'est pas au sens de projet irréaliste. Neill qualifie lui-même son école d'"îlot isolé". Cet isolement est nécessaire pour pouvoir agir sans l'influence d'institutions extérieures qui pervertiraient son projet. On voit dans Summerhill les caractéristiques d'une utopie, mais une utopie réalisée. Cette utopie n'est pas un lieu "de nulle part", mais plutôt un lieu "d'autre part".

un "îlot isolé"

L'utopie de Summerhill est alors une utopie locale et non globale. Ce n'est pas la société entière sur laquelle on veut agir. Pourtant, ce qui se passe à Summerhill n'est pas sans répercussions ailleurs, et n'est pas non plus sans recevoir d'influence de l'extérieur : même isolée, une micro-société ne peut ignorer la société globale.

L'école de Summerhill demeure "utopique" à plusieurs titres : isolat expérimental, elle crée une micro-société (mais non un mini-Etat) qui, dans son organisation même, est une source d'interrogations sur le fonctionnement et les valeurs de la société globale : les règles de vie qui y ont cours ne sont pas généralisables dans la société telle qu'elle est, et

(23) A.S. NEILL, *Libres enfants de Summerhill*, Paris, Maspéro, 1970. [A radical Approach to Child rearing, Hart Publishing Co., New York, 1960]



une utopie locale  
et non globale

qui plus est, si elles devaient être généralisées, c'est la société tout entière qui devrait se transformer. Monde paradoxal et marginal plus qu'imaginaire, il concentre pourtant les rêves d'une liberté capable de s'autoréguler, et débouchant sur le respect de l'autre comme sur le choix de l'effort et du plaisir d'apprendre. *Freedom, not licence* (24), telle était la réponse de Neill à ses détracteurs qui l'accusaient de renoncer à toute règle.

## 5.2. Les utopies éducatives et la relation du réel au possible

l'éducation, une  
grande utopie en  
acte

L'éducation dans son ensemble pourrait apparaître comme une grande utopie en acte, avec ses projets, ses rêves de perfection, ses critiques de ce qui a précédé - d'où la notion de "pédagogie traditionnelle" - sa volonté de faire mieux, sa volonté de transformer .

Les utopies n'agissent pas directement sur la réalité, mais elles créent une réalité fictive qui permet d'expérimenter des possibles. L'éducation serait une utopie en tant qu'elle n'agit pas directement sur l'organisation sociale, mais à travers des enfants qu'elle oriente d'une certaine façon. Elle crée, dans sa démarche, des personnes réelles certes, mais d'une certaine façon, encore virtuelles : l'enfant est un être en devenir. Il y aurait de l'utopie dans toute éducation dans la mesure où l'action éducative *présente* a toujours en vue une réalité *future* sur laquelle on ne peut agir que par projet interposé. L'éducation comme l'utopie invente des possibles.

comment passer  
de l'ignorance  
au savoir ?

On pourrait tenir le même langage à propos de la pédagogie. Elle se donne pour but, sur un point particulier, d'agir sur un état présent d'ignorance, en vue d'un état futur de connaissance. Elle est oeuvre de transformation. A partir d'un état présent *réel*, elle veut construire un état futur *possible*. Elle est en quelque sorte une réponse au problème posé par Ménon : comment peut-on passer de l'ignorance au savoir ? *"Comment chercheras-tu Socrate, ce dont tu ne sais absolument pas ce que c'est ? Laquelle en effet parmi ces choses que tu ignores, donneras-tu pour objet à ta recherche ? Mettons tout au mieux : tomberais-tu dessus, comment saurais-tu que c'est ce que tu ne savais pas ?"*(25)

Platon, par la bouche de Socrate, justifie la possibilité d'apprendre, par l'immortalité des âmes qui ont pu contempler la vérité avant de tomber dans un corps, et qui, par un exercice approprié, sont capables de se ressouvenir de ce qu'elles savaient. Le mythe offre ici une réponse à une question des plus rationnelles : comment se mettre en quête d'une connaissance sans avoir déjà la connaissance de ce qu'on cherche à connaître. Mythique ou scientifique, une

(24) Ce titre est (mal) traduit en français par *La liberté, pas l'anarchie*.

(25) PLATON, *Ménon*, Trad. Léon Robin, Paris, Gallimard, 1950 (Pléiade), p.528.

certaine idée de la faculté de connaître sous-tend le projet d'apprendre. Par où l'on rejoint la question du modèle pédagogique.

## 6. LE MODÈLE PÉDAGOGIQUE COMME MODE DE PENSÉE UTOPIQUE

Après un détour qui a permis de visiter quelques lieux de l'utopie, et d'en percevoir les richesses et les contradictions, on sera mieux à même de comprendre en quoi le modèle pédagogique peut tisser quelques rapports avec le mode de pensée utopique.

### 6.1. Modèle et utopie "à la lettre" ?

une dérive vers  
un rêve de  
perfection

En tant qu'il définit les conditions de possibilité de l'apprentissage, il n'est pas totalement sans rapports avec l'idéal absolu d'un apprentissage parfait, attrayant, autonome, durable, source d'élévation et de libération... Même s'il se donne comme hypothétique et ancré dans les réalités, cette dérive vers le rêve n'est pas toujours évitée, et peut faire du modèle pédagogique un *modèle* et une *utopie*, tous deux au sens banal du terme (non seulement modèle de référence mais modèle à suivre ; idée parfaite de la pédagogie, mais impossible à réaliser).

un aiguillon pour  
la pensée

Mais ce qui, pris à la lettre, serait une pure dérive peut devenir source de réflexion et aiguillon pour la pensée. Pour cela il faut entendre par *modèle* cette construction théorique, qui demeure hypothèse de travail et rassemble en un ensemble cohérent des conceptions psychologiques centrées sur les vertus de l'activité, la prise en compte de l'âge, des apprentissages antérieurs et des relations au sein d'un groupe, sans oublier les exigences de validation des savoirs et leur insertion dans les représentations sociales, les obstacles ou les idées parasites qui peuvent troubler ou retarder une démarche. Si, par ailleurs, on étend l'idée d'*utopie* à ce qui met en scène des possibles, propose des expériences de pensée, invente des structures fixes pour y faire jouer des variables, alors le modèle pédagogique est bien un modèle au sens où les scientifiques parlent de *modélisation*, ou construction interprétative de la réalité - ici les conditions et les processus d'apprentissage -, et il procède bien d'un mode utopique de pensée, prenant ses distances par rapport aux pédagogies spontanées, jouant donc une fonction critique, inventive et dynamisante.

### 6.2. Pour un modèle flexible et une utopie capable de s'effacer

Pour qu'il garde ce caractère d'aiguillon pour la pensée, sans doute faut-il que le modèle pédagogique ne devienne pas

fuir le  
dogmatisme...

une utopie totalitaire. De même que le modèle scientifique doit être modifié s'il ne rend plus compte des phénomènes observables dont il était censé être une image possible, de même le modèle pédagogique doit évoluer et garder une flexibilité qui le préserve de tout dogmatisme.

C'est là qu'il doit s'écarter de l'utopie, et ce pour deux raisons au moins. D'une part l'utopie, on l'a vu, a pour caractéristique de pouvoir se déployer hors des contraintes de la réalité. Le modèle pédagogique se doit de rester proche des réalités. D'autre part, l'utopie forme un monde à part, dont les données une fois posées n'évoluent plus, d'où le caractère *prévisible* de l'utopie, l'absence d'événements. Le modèle pédagogique, qui se consacre à une réalité bien concrète, celle d'élèves apprenant, doit, pour demeurer vivant, préserver une part d'*imprévisibilité*. Il se consacre à des êtres réels et libres, donc partiellement imprévisibles.

... et préserver  
l'imprévisibilité

Autrement dit, pour demeurer positif et dynamisant, le mode de pensée utopique doit pouvoir s'effacer au moment de l'action. Tant qu'il s'agit d'inventer des possibles, son rôle est déterminant. Quand il s'agit de faire des choix pour l'action, la prise en compte du réel s'impose.

### **CONCLUSION :** **L'UTOPIE, UN MODÈLE POUR LE MODÈLE ?**

sortir de l'utopie

Le statut du modèle pédagogique a pu être éclairé par l'analogie avec le mode de pensée utopique. Cette analogie a permis de souligner le caractère théorique et critique du modèle, sa fonction de mobilisation de principes mis en relation de façon cohérente pour rendre compte des *possibles* de l'apprentissage, son pouvoir créatif et d'explicitation de la réalité. D'une certaine façon on aurait pu dire que modèle et utopie avaient tant de points communs, qu'ils ne formaient qu'une seule et même chose, ou tout au moins que l'utopie était comme un "modèle" du modèle. Pourtant, bien qu'il soit apparu que l'utopie soit une source non négligeable de compréhension de la réalité, et même d'action sur la réalité, il n'en reste pas moins que l'utopie pose les bases d'un système où tout est prévisible, et que pour garder à l'utopie son rôle dynamisant il faut sortir de l'utopie.

Il y a bien de l'utopie dans le modèle pédagogique, mais le modèle pédagogique n'est pas une utopie.

Anne-Marie DROUIN  
Université de Bourgogne