

# L'ÉMERGENCE DE LA DIDACTIQUE DE LA BIOLOGIE, UN ITINÉRAIRE

Jean-Pierre Astolff

*Depuis une quinzaine d'années, la didactique de la biologie se développe, et tente de se constituer comme une discipline autonome, générant ses concepts spécifiques. L'équipe de recherche de l'INRP est l'une des plus anciennes dans ce domaine, et l'auteur, actuellement responsable de cette équipe, décrit ici l'itinéraire et les évolutions intellectuelles qui ont conduit à l'émergence d'une didactique spécialisée, à partir d'une "pédagogie des sciences". Laquelle développait plutôt alors dans son champ propre, des préoccupations de pédagogie générale (pédagogie par objectifs, travail autonome ...).*

*Ce texte tente d'identifier les ruptures théoriques et les problèmes nouveaux auxquels s'affronte cette discipline en développement. Il est issu d'une note de synthèse, rédigée pour la soutenance d'une Thèse sur travaux, à l'Université Lyon II, en 1989.*

la description  
d'un parcours  
intellectuel

La relation d'un itinéraire de recherche en didactique de la biologie, telle qu'elle est tentée ici, propose une analyse de l'évolution des problématiques de toute une équipe, sans doute la plus ancienne en France dans ce domaine. A travers un parcours à caractère inévitablement subjectif, ce texte tente de décrire un certain nombre de phases, de ruptures théoriques, de moments-charnières, à travers lesquels s'est progressivement constituée et autonomisée une discipline récente, encore en émergence.

Il ne s'agit évidemment que d'une contribution, d'autres lectures complémentaires restant à écrire.

D'abord, parce que l'analyse ne porte volontairement que sur une partie des travaux de l'équipe de recherche, ceux qui concernent le niveau du premier cycle secondaire. Alors que la réflexion sur l'enseignement scientifique à l'école élémentaire a cheminé de manière interactive, et a fourni, sous l'impulsion amicale de Victor Host, nombre de clés décisives. Pourtant, cette limitation délibérée à l'un des niveaux de la scolarité est apparue utile, pour pouvoir décrire avec une précision et une contextualisation suffisantes une telle évolution. Le contexte du collège depuis quinze ans est tout à fait singulier dans le système éducatif ; il n'est pas réductible à celui des "activités d'éveil" à l'école élémentaire lesquelles méritent d'autres développements et d'autres références.

Aussi, parce qu'a été adopté un parti pris "internaliste" qui pourra surprendre, comme si la didactique de la biologie n'avait subi nulle influence ni bénéficié d'aucun apport. Evidemment il n'en est rien, mais ce serait un autre travail (lequel reste

centré sur la  
didactique de la  
biologie au  
Collège

largement à faire) que de caractériser les emprunts, les passages et ruptures conceptuelles d'une didactique à l'autre. Incontestablement, celles des mathématiques et de la physique se sont développées avec quelque avance, et cela a pesé (pèse encore aujourd'hui) sur les concepts, les problématiques, les méthodologies, en usage pour la didactique de la biologie. Pourtant, même si nous avons quelque intuition de telles dettes et interactions, il nous est apparu préférable, au moins dans un premier temps, de les réfréner quelque peu, pour tenter d'abord un travail à caractère plus "monographique", sur lequel on pourra appuyer utilement comparaisons et confrontations. Commencer par une fresque évolutive trop large eût été hasardeux, car on est tenté d'y insuffler à son insu, des mouvements tendanciels et évolutifs, lesquels n'ont de valeur que locale, mais que l'on généralise abusivement. Comme si l'ampleur du mouvement descriptif encourageait les effets "ethno-centriques".

On pourra aussi lire cet essai, comme une façon disciplinaire de décrire l'évolution générale des idées pédagogiques depuis une quinzaine d'années, des tendances programmatiques ou non-directives de l'époque, à la centration actuelle sur la construction des concepts et l'importance des obstacles.

## **1. L'ANALYSE DES OBJECTIFS ET LA CONSTRUCTION D'ÉPREUVES D'ÉVALUATION, COMME RÉGULATEURS D'UN CURRICULUM OUVERT**

d'abord la  
définition des  
objectifs

Une des premières recherches conduites par l'INRP, au début des années 70, a concerné la définition des objectifs de l'enseignement de la biologie, pour le niveau de la Sixième et de la Cinquième des collèges. <sup>(1)</sup> Il prend sens dans un contexte et des perspectives qu'il faut d'abord rappeler.

### **1.1. Le renouvellement curriculaire**

le renouvellement  
curriculaire de  
1968

Cette recherche se situe dans une phase importante de renouvellement curriculaire de l'enseignement français de la biologie dans les collèges d'enseignement secondaire (C.E.S.). En effet, la circulaire ministérielle du 17 octobre 1968, tout en conservant intacts les termes des programmes en vigueur,

---

(1) Jean-Pierre ASTOLFI, Anne COULIBALY, Victor HOST. *Biologie (initiation expérimentale) dans les CES expérimentaux* (analyse des objectifs). Paris : INRDP, Coll. *Recherches pédagogiques*, 55. 1972.

introduit de fait une véritable rupture méthodologique et curriculaire. (2)

de  
l'enseignement  
monographique  
à la pédagogie  
du problème  
biologique

A une pédagogie monographique, centrée sur l'observation et son instrument privilégié, le dessin, elle substitue une pédagogie thématique, largement ouverte à l'initiation expérimentale. A un contenu principalement orienté par une perspective d'anatomie comparée (et, de ce fait, centré sur l'observation puis le dessin des pièces anatomiques squelettiques et de la denture), fait place une perspective biologique plus ouverte et plus variée, permettant d'aborder la diversité des fonctions biologiques, mais aussi d'approcher les domaines écologique et éthologique. Elle balaye une forme de travail répétitive, morcelée, voire ritualisée, pour laisser place subitement à des recherches s'inscrivant dans des temps plus longs, instaurant le dialogue dans la classe comme moteur de l'avancée de la connaissance. Surtout peut-être, elle essaie d'instaurer une **pédagogie du problème biologique** se substituant au traditionnel titre de la leçon et orientant l'activité pédagogique, les connaissances apparaissant in fine comme le résultat d'un processus de recherche et la réponse à une question scientifique ayant fait l'objet d'investigations.

Une telle transformation curriculaire au C.E.S., parallèle à la mise en place des activités d'éveil scientifiques pour l'école élémentaire, s'inscrit bien, comme on le voit, dans le contexte idéologique des années 68.

## 1.2. Le cadre des C.E.S. expérimentaux

dans les classes  
hétérogènes des  
collèges

En avril 1970, le protocole dit de Saint-Quentin, signé entre l'INRP et le ministère de l'Education nationale, constitue le point de départ d'une vaste innovation contrôlée, destinée à rechercher des modalités nouvelles et moins sélectives d'organisation des C.E.S., notamment par la suppression des filières prévues par la réforme Fouchet (sections classiques longues, sections modernes courtes, classes de transition ...). Sous la direction de Louis Legrand, alors directeur du département de la recherche pédagogique de l'INRP, s'élaborent et s'expérimentent de nouvelles structures qui s'efforcent de limiter le caractère ségrégatif des groupements d'élèves, de conserver autant que faire se peut l'hétérogénéité des classes mais de rendre celle-ci viable, afin d'éviter que ne perdurent des

(2) MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE. Circulaire n°IV-68-521 du 17 octobre 1968. Ce texte, signé du recteur Henri Gauthier, doit en réalité beaucoup au doyen de l'inspection générale de sciences naturelles, Firmin CAMPAN. Il est à situer dans la lignée de la "pédagogie de la redécouverte", telle que l'a décrite Charles BRUNOLD. Esquisse d'une pédagogie de la redécouverte dans l'enseignement des sciences. Paris : Mouton. 1948.

Firmin CAMPAN. "L'enseignement de la biologie et de la géologie, une révolution permanente", in : "Biologie-Géologie", *Cahiers pédagogiques*, 97. 1971.

... alors pilotées  
par l'INRP

filières reproductrices des inégalités sociales. Tout un dispositif d'accompagnement tel que groupes de niveaux-matières, tutorat, enseignements de soutien, options ... est alors mis en place, ainsi qu'un dispositif global d'évaluation de l'innovation, sous forme d'épreuves normalisées communes à l'ensemble des C.E.S. expérimentaux et aux établissements de référence qui leur étaient appariés. <sup>(3)</sup>

C'est précisément par rapport à cette nécessité d'épreuves-bilans normalisées, en fin de sixième d'abord, puis de façon montante pour les classes suivantes, que la construction d'un tableau d'objectifs s'est révélée indispensable.

### 1.3. Une taxonomie disciplinaire

Comment concilier en effet la liberté de choix des thèmes recommandée par les nouvelles instructions avec les exigences d'une évaluation commune, voilà quel a été le premier problème à résoudre.

Le bulletin de l'association des professeurs (A.P.B.G.) ainsi que multiples publications de C.R.D.P. diffusaient alors de nombreuses propositions thématiques, faites par des professeurs qui les ont expérimentées personnellement et qui les proposent à l'ensemble des collègues. Les sujets en étaient des plus variés et on peut en donner un certain nombre d'exemples pour mieux fixer les idées :

- Le Hérisson.
- L'apprentissage chez la Souris blanche.
- Etude de la croissance pondérale chez le Cailleteau en fonction du régime alimentaire.
- De la denture de l'Homme aux mathématiques modernes.
- La chasse des Vertébrés.
- L'alimentation des Oiseaux carnassiers.
- Air, respiration, combustions.
- Respirer dans l'eau.
- Le développement de la Truite.
- Les Vertébrés passent l'hiver.
- La peau des Vertébrés.
- Biologie des Chauves-souris des Pyrénées orientales.

concilier libre  
choix des thèmes  
et évaluation  
commune

Pour résoudre le conflit indiqué entre libre choix des sujets par chaque établissement et homogénéité de l'évaluation, est entreprise la construction d'un **tableau synoptique des objectifs possibles** de l'enseignement de la biologie en Sixième et Cinquième. <sup>(4)</sup> Bien sûr en prenant appui sur la littérature déjà

(3) Cf. Louis LEGRAND (dir.). *Vers l'individualisation de l'enseignement dans le premier cycle secondaire*. Paris : INRP, Coll. *Recherches pédagogiques*, 58. 1973.

- *Pour une politique démocratique de l'éducation*. Paris : PUF. 1977.

- "Les apports des Collèges expérimentaux", in : *Pour un collège démocratique*, Rapport au Ministre de l'Education nationale. Paris : La Documentation française. 1982. pp. 281-288.

(4) Le travail précurseur en ce domaine fut une modeste publication de M. PRUDHOMME. *Biologie (initiation expérimentale)*. Lille : CRDP. 1970.

disponible sur les objectifs (moins abondante qu'aujourd'hui en langue française), mais avec un parti fondamentalement différent de l'orientation dominante.

premier effort  
épistémologique  
d'analyse des  
contenus  
disciplinaires

En effet, le problème n'est pas pour nous de construire un nouveau modèle hiérarchisé à la manière des taxonomies de Bloom ou Guilford, dans lequel chaque objectif d'un niveau déterminé englobe les objectifs de rang inférieur <sup>(5)</sup>, mais de fournir aux enseignants un tableau des possibles didactiques en biologie. Les familles d'objectifs proposées résultent plutôt d'un premier effort épistémologique d'analyse des contenus disciplinaires et distinguent ce qui relève des langages, des méthodes, des techniques et des connaissances (le domaine des attitudes sera ajouté dans des publications postérieures). La raison principale en est que la finalité première de notre taxonomie n'est pas, comme souvent, de faciliter la construction d'épreuves d'évaluation, de situer chaque item de questionnement par rapport à d'autres et d'en favoriser la réécriture si nécessaire, mais bien plutôt d'orienter les prises de décision curriculaires des professeurs. Même si, au terme, cela se répercutera (je l'ai indiqué d'emblée) dans une mise au point facilitée de l'évaluation concertée.

les objectifs : un  
langage commun  
pour réguler les  
choix collectifs

Ce qui par contre est apparu décisif, c'est que la référence aux objectifs puisse fournir d'une part **un langage** de communication entre enseignants pour désigner, caractériser et situer les choix opérés par chacun ; qu'elle fonctionne d'autre part comme **un régulateur** des choix pédagogiques à moyen terme, lorsqu'on s'interroge sur les effets de cohérence comme de dissonance qui résultent d'une simple accumulation thématique non raisonnée par la médiation des objectifs. De la sorte, la taxonomie des objectifs reprend une place pédagogique beaucoup plus centrale, ni seulement en amont pour pré-programmer une progression, ni seulement en aval pour mettre au point les items d'évaluation, mais bien diachronique à l'ensemble de l'activité didactique.

C'est d'ailleurs ce que relève César Birzea, lorsqu'il évoque notre travail dans sa revue critique des techniques d'opérationnalisation des objectifs :

*"Au moment où l'on a essayé d'appliquer la technique de Mager dans la rédaction des programmes scolaires, on a constaté certaines difficultés imprévues. Les auteurs des programmes scolaires se sont heurtés, en spécial, à l'accent exclusif sur l'output qui écarte les programmes de leur sens formatif essentiel. (...)*

*Ce point de vue s'est imposé dans la technique même d'opérationnalisation des objectifs pédagogiques (sous-entendu à travers notre propre projet). Comme une conséquence,*

---

(5) Benjamin S. BLOOM. *Taxonomie des objectifs pédagogiques*. 1 : *Le domaine cognitif*. Montréal : Etudes vivantes. 1969. (Ed. orig. 1956).  
J.P. GUILFORD. *The nature of human intelligence*. New York : McGraw Hill. 1967.

à la place de l'accent exclusif sur les comportements et sur l'évaluation finale, **le poids se déplace** sur la structure hypothétique des programmes scolaires, **sur les activités didactiques qui sont spécifiées dans la définition même de l'objectif opérationnel.** (...)

Ces activités représentent plus qu'un comportement défini par un verbe d'action, une condition de réalisation et un critère de la performance acceptable. **Elles mettent l'accent sur la situation d'apprentissage** et son contenu spécifique, remettant dans leurs droits le processus éducatif et la communication entre professeur et élève, qui redeviennent les éléments dominants des programmes scolaires." (6)

#### 1.4. Behavioriste, mais par méthode

C'est aussi notre travail que retient Jean Berbaum lorsqu'il présente, dans le "Que sais-je ?" *Apprentissage et formation*, la pédagogie par objectifs (P.P.O.), et plus précisément les principes de l'élaboration d'un objectif. (7) Il note que l'opérationnalisation introduit un fractionnement dont témoigne la numérotation décimale que nous avons choisie (trois chiffres pour un objectif opérationnel), et que ce **fractionnement** illustre le processus introduit par le behaviorisme.

De fait, il faut reconnaître l'influence du behaviorisme dans la conception de notre taxonomie, chaque définition d'objectif correspondant scrupuleusement à un observable comportemental, et sa rédaction incluant bien un inévitable verbe d'action. Mais il faut voir qu'il s'agit - si l'on peut ainsi s'exprimer - d'un **behaviorisme méthodologique** plus que d'un behaviorisme conceptuellement assumé.

C'est qu'on ne saurait réduire la formation scientifique à une succession d'atteintes d'"objectifs à trois chiffres" ! Chacun de ces derniers est plutôt l'**indicateur** d'un objectif mentaliste général (à deux chiffres), en définitive seul important, que l'objectif lui-même. Mais encore faut-il pouvoir se donner des indicateurs suffisamment précis sans en rester au verbalisme, et confronter les différentes façons d'opérationnaliser un même contenu d'enseignement. C'est pourquoi notre projet ne se rapproche nullement d'une pédagogie de maîtrise, graduant logiquement la difficulté des apprentissages, et faisant apparaître pédagogiquement les objectifs, selon une logique qui respecterait leur hiérarchie constitutive.

En réalité, il s'agit plutôt ici de l'utilisation de la **syntaxe de la P.P.O.** pour échapper d'une part à la pédagogie intentionnelle, d'autre part à l'enseignement dogmatique.

l'utilisation de la  
syntaxe de la PPO  
pour échapper à  
la pédagogie  
intentionnelle

(6) César BIRZEA. *Rendre opérationnels les objectifs pédagogiques*. Paris : PUF. 1979. p.95.

(7) Jean BERBAUM. *Apprentissage et formation*. Paris : PUF, Que sais-je ? 1984. p.111.

En effet, l'utilisation du langage des objectifs pour définir les activités didactiques permet d'abord de se détacher de l'habitus enseignant, pour s'intéresser à ce que les élèves ont à faire et à savoir faire de manière effective, au lieu d'en rester au point de vue de l'émetteur discursif. Et cela effectivement, est un moyen de faire prendre conscience du caractère dogmatique de nombreux apprentissages scolaires, au sens où ce qu'on appelle "maîtriser une notion" ne correspond souvent qu'à la mémorisation réifiée d'une définition peu fonctionnelle. Bien souvent, si l'on ne prend pas soin de s'astreindre à cette syntaxe des objectifs pour s'en rendre compte, c'est le comportement de rang taxonomique le plus inférieur qui, de facto, se révèle bien souvent en jeu.

De quel savoir s'agit-il en quelque sorte pour l'élève, et quelle est sa fonctionnalité par rapport à un problème à résoudre ? Il faut avouer que les pratiques dominantes en restent souvent sans s'en rendre compte, et au delà de l'ambition des finalités scientifiques affichées, au niveau que Bloom nomme "connaissance de faits particuliers" !

C'est en cela me semble-t-il, qu'une pédagogie **par les** objectifs (pour reprendre l'expression d'Hameline), bien plus peut-être que la pédagogie **par** objectifs, constitue souvent - et encore aujourd'hui malgré la retombée de l'effet de mode - un passage obligé de la réflexion didactique.

### 1.5. Effets d'ouverture, effets de fermeture ?

On voit quelle contribution particulière ce travail a pu apporter dans la lignée des recherches sur les objectifs. Dans le cadre des C.E.S. expérimentaux, il a nettement contribué à faire évoluer un dispositif, d'abord institutionnel et structurel, centré sur la diversité des modes de groupement des élèves, vers des préoccupations plus spécifiquement didactiques. <sup>(8)</sup> En entraînant l'ensemble du dispositif de recherche-innovation vers une analyse plus précise des contenus d'enseignement, via l'analyse des objectifs, il ouvrait la voie aux travaux ultérieurs sur la **différenciation pédagogique**, la mise au point de programmes-noyaux, etc.

Dans le cadre de l'enseignement biologique, il a permis la construction d'assez nombreuses épreuves-bilans, permettant de réguler dans le moyen terme les effets de la liberté de choix des thèmes scientifiques d'étude. <sup>(9)</sup> Conjointement avec les travaux de mise au point des activités scientifiques d'éveil à l'école élémentaire, cette recherche a contribué à distinguer nettement les deux significations possibles d'une programma-

pour éviter d'en rester aux catégories inférieures de Bloom

d'un dispositif institutionnel (les groupements différenciés d'élèves) à une différenciation pédagogique

(8) Jean-Pierre ASTOLFI. "Comment a procédé la section de Biologie pour définir les objectifs de sa discipline", in *C.E.S. structurés en groupes différenciés*. Paris : INRDP. 1973.

(9) Jean-Pierre ASTOLFI. "Epreuves de contrôle et définition des objectifs", in *Bulletin de liaison et d'information des professeurs de sciences naturelles*. Paris : CRDP. 1973.

tion didactique : ce qui relève de l'élaboration du planning des activités (la progression), et ce qui relève de la construction des contenus disciplinaires - conceptuels et méthodologiques - (l'évaluation).

Trop souvent en effet, la déficience de l'élaboration du second aspect est masquée par le luxe superfétatoire de détails dont on entoure le premier. A contrario, la détermination claire des objectifs permet de **laisser du jeu** dans le cheminement didactique à court terme, en reprenant l'ensemble à moyen terme dans une matrice de type planning / bilan.

En définitive, il faut le voir, la conception de ce travail en reste à une épistémologie assez nettement positiviste, liée aux traditions de la profession, qui tend à chosifier les méthodes scientifiques comme si celles-ci pouvaient s'enseigner et s'apprendre indépendamment de leur objet d'étude. Cela peut se comprendre dans un contexte traditionnellement uniquement tourné vers la succession de connaissances ponctuelles, où l'existence même des méthodes et leur apprentissage sont entièrement absents. Introduire la nécessité de leur prise en compte dans la formation, à part égale avec ces produits de l'activité scientifique que sont les savoirs, constitue bien alors une novation. Mais il est vrai que nous ne nous sommes pas encore démarqués de cette caricature de la méthode bernardienne, sur laquelle nous ironiserons plus tard avec le sigle OHERIC. Soyons justes, si les ouvrages d'épistémologie des sciences se multiplient aujourd'hui, les classiques Popper et Kuhn venaient à peine d'être traduits en français (respectivement 1973 et 1972) ! <sup>(10)</sup>

une  
épistémologie  
encore positiviste

D'autre part, la conception de ce travail **reste très systématique et programmatique**. Certes, elle s'efforce d'ouvrir nettement les modalités de construction des progressions pédagogiques par rapport aux pratiques dominantes des années 70, mais elle n'intègre nullement par exemple la prise en compte des caractéristiques cognitives spécifiques de l'apprenant, avec ses représentations et ses modes de pensée spécifiques, ce qui ne sera tenté que dans le cadre de recherches postérieures.

Et cela peut s'interpréter de deux manières. Comme la façon que nous venons longuement d'évoquer, d'outiller la mise en place d'un curriculum ouvert. Mais peut-être finalement aussi comme le besoin d'une réassurance face à l'ouverture pédagogique déstabilisante, comme une façon élégante de refermer

(10) L'ouvrage collectif intitulé *Quelle éducation scientifique, pour quelle société ?* débutait par le chapitre : *OHERIC ne répond plus. Le naufrage de l'éducation scientifique ?* Le sigle OHERIC y condensait de façon critique la démarche prototypique : Observation, Hypothèse, Expérience, Résultats, Interprétation, Conclusion.

Karl R. POPPER. *La logique de la découverte scientifique*. Paris : Payot. 1973. Ed. originale : Londres. 1959.

Thomas S. KUHN. *La structure des révolutions scientifiques*. Paris : Flammarion. 1972. Ed. originale : Chicago. 1962.



liberté  
pédagogique et  
enfermement  
dans des  
tableaux  
cartésiens ?

la brèche. Car il y a bien quelque côté paradoxal à **transformer en tableaux cartésiens la nouvelle liberté pédagogique** introduite dans l'enseignement scientifique ... !

Malgré tout, cette double lecture possible peut fournir une clé de l'apport essentiel de la recherche, dans la mesure où celle-ci a su mettre en tension dynamique deux domaines qui ont longtemps eu tendance à se défilier l'un de l'autre : **la préparation minutieuse**, voire obsessionnelle, dont la nature se trouve modifiée par son report sur le moyen terme, la fonction dirigiste tendant alors à devenir régulatrice ; **l'inventivité de situations didactiques** non préalablement codifiées par la tradition ni les manuels, dont se trouve évitée la dérive non-directiviste florissante à cette époque. Cette mise en tension d'éléments hétérogènes contribuera à l'émergence d'une didactique de la biologie. La tendance s'en développera ultérieurement comme on le verra, mais cela me conduit à l'examen de la seconde phase des recherches ici présentées.

## 2. LE DÉVELOPPEMENT DE L'AUTODIDAXIE ET DE L'AUTO-ÉVALUATION DANS L'ÉDUCATION SCIENTIFIQUE

Le texte révélateur de la rupture théorique nous conduisant à une nouvelle phase de recherche est constitué par l'article du *Bulletin de l'A.P.B.G.*, publié en 1973 avec André Giordan et Guy Rumelhard <sup>(11)</sup>, dans le style volontiers polémique de l'époque ; rupture qui culminera avec l'ouvrage collectif des P.U.F. en 1978. <sup>(12)</sup>

### 2.1. Caractérisation d'une rupture théorique

Alors que le patient travail cartésien de définition des objectifs vient juste de s'achever, une remise en question décisive s'opère, déstabilisant l'édifice précédent sans pour autant le récuser, mais conduisant à une importante réorientation des travaux. On peut caractériser de la façon suivante les aspects essentiels de cette révision problématique introduite.

- **La place centrale de l'élève, et l'altérité de son "chemin de l'apprendre"** par rapport aux progressions pédagogiques (aussi rigoureuses et méticuleuses soient-elles) est affirmée avec force.

Non pas que jusque là, l'élève n'ait pas été au centre des préoccupations comme en témoignent, dès 1966, les orienta-

(11) Jean-Pierre ASTOLFI , André GIORDAN, Guy RUMELHARD. "Pourquoi l'autonomie des élèves en Biologie ?", in : *Biologie-Géologie (Bulletin de l'APBG)*, 4, 1973.

(12) Jean-Pierre ASTOLFI et al. *Quelle éducation scientifique, pour quelle société ?* Paris : PUF, L'Éducateur. 1978.

l'élève au centre  
des  
apprentissages  
scientifiques

la pédagogie de  
l'intérêt

OHERIC ne  
répond plus ...

tions du C.E.S. expérimental de Marly-le-Roi, où Brunsvic et Berger distinguaient "quatre temps de l'acte pédagogique" (information, exploitation, assimilation, contrôle).<sup>(13)</sup> Traduction pédagogique d'une prise de conscience de la durée et des modalités spécifiques de l'appropriation du savoir par l'élève, comme de l'écart irréductible de celle-ci avec le projet enseignant.

Mais malgré tout, l'élève restait en position subordonnée - certes plus assistée que passive - alors que la rupture introduite lui accorde une place plus centrale dans le processus.

- **L'importance accordée aux intérêts de l'élève et au libre choix de ses sujets d'activité** répond au climat de l'époque sensible à la non-directivité. Elle prend appui sur toute la tradition de l'éducation nouvelle, notamment la "pédagogie de l'intérêt" chère à Dewey ou Freinet.

C'est le moment où, au C.E.S. expérimental audiovisuel de Marly-le-Roi, l'on dépasse la seule logique de l'insertion didactique de messages télévisés diffusés en circuit fermé, pour développer une seconde phase d'expérimentation : la mise en place d'un centre d'auto-documentation multimédia (C.A.D.). Dans le domaine plus proprement scientifique, les travaux de Marcel Sire fournissaient alors le principal, sinon le seul, modèle français d'un travail autonome des élèves de type expérimental, et la mise au point de documents de ressources favorisant l'autodidaxie répondait à une demande assez forte de la part des innovateurs.<sup>(14)</sup>

- **Le réexamen épistémologique de la nature de l'activité scientifique** bat également son plein. L'argumentaire contestant la prétendue "démarche OHERIC" prêtée à Claude Bernard consiste à prendre appui sur l'histoire des découvertes scientifiques pour montrer leur écart avec la rigidité d'une démarche stéréotypée. On assimile facilement alors l'activité de l'élève à celle du chercheur, et cela se combine avec les deux éléments précédents (spécificité des modes de pensée juvéniles, importance du libre-choix des sujets d'étude) pour donner à l'élève une place nodale dans le processus d'enseignement.

Outre Kuhn et Popper déjà cités, mais dont le domaine d'étude concerne davantage les mathématiques et la physique que les sciences biologiques, l'influence est grande des travaux de Georges Canguilhem. Dans cette lignée, l'ouvrage de Mirko D. Grmek, montrant - chez Claude Bernard lui-même - l'écart entre les termes de son *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* et les notes de son cahier de laboratoire sur l'origine de l'intoxication oxycarbonée, fonctionne comme un

(13) Cf. Annie BIREAUD. *Le Collège audiovisuel de Marly-le-Roi. Une innovation en technologie éducative, 1963-1970. Etude historique*. Thèse de 3ème cycle. Université Paris XIII - Villetaneuse. 1979.

(14) Marcel SIRE. *Les élevages des petits animaux. Leurs enseignements*. Paris : Lechevalier. 2 tomes. 1974.

même chez  
Claude Bernard,  
d'après Grmek

véritable révélateur. <sup>(15)</sup> Contrairement à ce que laisse entendre le titre de l'ouvrage de Karl R. Popper, il n'y a pas de "logique de la découverte scientifique", mais seulement une logique reconstruite de la communication de ses résultats. Grmek montre comment il faut presque dix ans à Cl. Bernard pour dépasser l'obstacle épistémologique que constitue pour lui la dissociation de la couleur rouge du sang et de son oxygénation. Son "Cahier de notes" laisse apparaître dès 1856 les premiers indices de la nécessité de cette dissociation, mais il faudra attendre 1865 pour que dans son *Introduction*, il présente celle-ci comme résultant logiquement des hypothèses qu'il a posées.

Les conséquences pédagogiques en sont tirées sous forme de la nécessité d'un cheminement autonome des élèves, auxquels l'enseignant n'impose pas d'emblée ses structures intellectuelles, mais qu'il laisse explorer librement - seuls ou plus souvent en groupe - le matériel disponible comme les interrogations scientifiques qui les animent. Adaptant un aphorisme de Canguilhem, on insiste sur le fait que la véritable question scientifique, dans la simplicité de son expression rationnelle, ne résulte pas des observations empiriques initiales, mais indique que l'on approche du terme d'un travail : résoudre un problème c'est apprendre à le poser, et dès qu'il est clairement posé, la solution est proche. En d'autres termes : à ce moment, l'obstacle principal est franchi.

diversifier les  
cheminements  
intellectuels des  
élèves

- **La diversité des cheminements individuels** apparaît dès lors comme inévitable. L'idée d'une "progression pédagogique" perd même une bonne partie de son sens, d'une part parce que celle-ci anticiperait sur l'activité des élèves et chercherait à la mouler prématurément dans des cadres préconstruits, d'autre part parce qu'elle ne prend pas en compte la variabilité inter-individuelle des cheminements.

Si la référence à l'enseignement programmé reste possible, le behaviorisme est loin : ce que l'on en retient ici, c'est davantage les idées de bifurcations, de "branchements" et de boucles de remédiation, proposées par les programmes crowdériens, que celles de linéarité, de progressivité et de décomposition en étapes élémentaires héritées de Skinner. Reste commune toutefois, l'importance accordée à la réussite, comme moteur de l'apprentissage. La nature des "préparations" s'en ressent évidemment : leur rôle est de prévoir un éventail d'orientations possibles pour mieux les outiller, bien plus que de fixer prématurément les étapes d'un parcours.

- **La modification et la diversification des fonctions du maître** résultent de l'ensemble précédent. Au lieu d'assurer principalement la transmission des connaissances, dans un schéma shannonien de la communication dont il est l'émetteur,

(15) Mirko D. GRMEK. *Raisonnement expérimental et recherches toxicologiques chez Claude Bernard*. Genève, Paris : Droz. 1973.

et aussi les  
fonctions de  
l'enseignant  
scientifique

l'enseignant se trouve au carrefour de fonctions nombreuses qui, loin de se substituer au processus d'apprentissage, permet d'optimiser celui-ci grâce à son pouvoir d'**étayage** (Bruner). Sans exclure l'apport d'informations ni les interventions directives, il se positionne d'abord comme un facilitateur, un médiateur du savoir en train de s'acquérir. Et cela, principalement de manière indirecte, par la nature de ses questions, par la richesse du milieu biologique qu'il crée dans la classe, par les aides documentaires qu'il crée et rend disponible en réponse aux besoins. Les grilles d'interactions verbales classiques (Flanders, Postic, De Lansheere-Bayer ...) servent de points de référence mais sont élargies, d'une part à des situations de travail autonome en groupes plus diversifiées que l'organisation d'une classe dialoguée, d'autre part à des fonctions indirectes de l'enseignant et notamment de production (matériel, aides didactiques, documents d'évaluation ...)

## 2.2. De l'analyse des objectifs au contrat pédagogique

Une telle transformation de l'épistémologie scolaire résulte largement de l'air du temps, dans la dynamique de 1968. Mais elle est trop souvent chez ceux qui s'en réclament et militent en sa faveur, plus idéologique que véritablement didactique, et il devient dès lors urgent de construire de **nouveaux outils fonctionnels de gestion des apprentissages**, adaptés à cette orientation pédagogique. C'est précisément ce à quoi s'attachent nos recherches de cette période, s'appuyant sur les travaux antérieurs, mais les reprenant pour les transformer profondément.

le  
développement  
d'une pédagogie  
contractuelle  
grâce au partage  
des objectifs

C'est principalement à un nouveau mode de **gestion sociale des objectifs**, dans le cadre d'une **pédagogie du contrat** que l'on peut rapporter ici l'essentiel de nos résultats de recherche. L'usage de ce terme de "contrat" ne doit pas entraîner ici de méprise, car il ne possède pas encore à cette époque la connotation particulière que lui ont donné récemment les didacticiens des mathématiques. Il ne s'agit pas du tout, en effet, d'un "contrat didactique" au sens introduit par Brousseau et Chevallard, mais d'un "contrat pédagogique" plus proche de celui qu'évoque Janine Filloux, et centré sur la nécessité d'une explicitation et d'un partage des objectifs avec les élèves. <sup>(16)</sup>

L'idée principale est la suivante : aux tableaux d'objectifs de la phase précédente, qui servaient de régulateur à l'élaboration curriculaire du maître, et largement construits a priori, succède l'idée d'une co-gestion avec les élèves de leur avancement et d'une identification de ceux-ci plutôt a posteriori. C'est là la signification des **grilles d'activités** dont disposent les élèves et qui leur permettent, à eux, de réguler une activité dont la

(16) Janine FILLOUX. *Du contrat pédagogique*. Paris : Dunod. 1974.

Cf. aussi Evelyne BURGUIERE, André CHAMBON, Gérard CHAUVÉAU, et al. *Contrats et éducation : la pédagogie du contrat, le contrat en éducation*. Paris : INRP / L'Harmattan. 1989.

repérés a  
posteriori à partir  
d'une grille  
d'activités gérée  
par les élèves

une "prise de  
conscience" des  
objectifs implicites

et des épreuves  
d'auto-évaluation  
à caractère  
"mono-objectif"

logique première obéit à l'intérêt et au questionnement préscientifique déjà évoqués.

Selon la terminologie employée, on a d'abord affaire à des **activités fonctionnelles** (au sens que Claparède donne à ce terme) répondant à la curiosité, au pouvoir d'étonnement, au plaisir du jeu, aux questions pragmatiques résultant d'observations spontanées.

Sous l'influence des échanges entre élèves, des interactions avec le matériel et les documents, des stimulations et interventions du professeur, les activités fonctionnelles évoluent dans leur finalité et s'inscrivent dans la formulation/résolution d'un problème biologique ; les questions pragmatiques deviennent des questions scientifiques. <sup>(17)</sup>

Il est dès lors fondamental qu'une **prise de conscience** (au sens de Piaget cette fois) puisse s'opérer au cours de l'activité, grâce à la reconnaissance des objectifs poursuivis de facto, à leur caractérisation et leur situation sur une grille des possibles.

Du coup, d'outil curriculaire privilégié du maître et conservé in petto, l'analyse des objectifs devient l'occasion d'une reconnaissance de la signification par les élèves de leur activité spontanée, et d'un processus de **partage de ces objectifs**. Cette reconnaissance et ce processus n'étant pas bien sûr sans influence sur la nature de l'activité autonome initiale, mais contribuant au contraire à en modifier le statut épistémologique aux yeux même des élèves, et favorisant du coup leur évolution significative.

De même, l'évaluation fondée sur les objectifs change-t-elle de nature, ou tout au moins de mode de gestion. Aux épreuves-bilans normalisées permettant la régulation a posteriori du curriculum, se substitue (ou s'ajoute) une procédure d'**auto-évaluation**, elle aussi fondée sur les objectifs. Une partie importante de l'activité de recherche consiste ici à la mise au point précise d'**exercices mono-objectifs** grâce auxquels les élèves peuvent tester leurs acquisitions et rééquilibrer leur activité - toujours avec l'aide de l'enseignant bien sûr - mais en disposant d'un référentiel objectif mis à leur disposition. Il s'agit bien ici d'une tentative d'**auto-évaluation formatrice**, au sens que Bonniol, Nunziati et al. ont donné récemment à ce terme. <sup>(18)</sup>

(17) Victor HOST. "Procédures d'apprentissage spontanées dans la formation scientifique", in : *Revue française de pédagogie*, 45. Paris : INRP. 1978.

Michel DEVELAY a caractérisé l'opposition activités fonctionnelles / activités de résolution de problèmes, dans "Essai de caractérisation des séquences conduites en activités d'éveil scientifiques", in *Eveil scientifique et modes de communication*. Paris : INRP, Coll. *Recherches pédagogiques*, 117. 1983.

(18) Jean-Jacques BONNIOL. "Influence de l'explicitation des critères utilisés sur le fonctionnement des mécanismes d'évaluation d'une production scolaire", in : *Bulletin de psychologie*, 353. 1981.

Georgette NUNZIATI. "Pour construire un dispositif d'évaluation formatrice", in : *Apprendre 1*, *Cahiers pédagogiques*, 280. 1990.

l'évaluation par  
l'observation  
continue des  
groupes d'élèves

Quant à l'unité pédagogique de traitement considérée par le maître, elle change d'ordre de grandeur. A l'idée d'une gestion globale de la classe, orientée par un dialogue pseudo-socratique, se substituent des interventions plus individuelles et un suivi de petits groupes qui cheminent selon des voies et des rythmes spécifiques. Du coup, les indices prélevés pour décider des modes et des types d'intervention changent également : aux ressources de la maéutique fait place l'observation continue des élèves et des groupes, la négociation de contrats personnalisés selon les difficultés particulières rencontrées, l'examen dialogué des fiches d'activités et des résultats de l'auto-évaluation.

### 2.3. L'entrée en scène des représentations

C'est dans ce contexte que se situent nos premiers travaux tentant d'appliquer au contexte scolaire l'idée de représentation, en étudiant les idées que se font les élèves des concepts scientifiques avant qu'on ne les leur enseigne. Ce thème, dont la fortune a depuis, été spectaculaire, et dont le succès a d'ailleurs contribué à l'émergence de la didactique des sciences en tant que domaine autonome de recherche, n'en est alors qu'à ses balbutiements.

la fonction  
polémique initiale  
des  
représentations

Il faut voir que la fonction initiale de ces études de représentations est d'abord pour nous **polémique**, au sens où elle se propose d'attirer l'attention sur l'inefficacité des formes traditionnelles d'enseignement que sont **la magistralité et la linéarité**.

Le problème consiste moins à étudier la prise en compte possible des représentations, qu'à faire apparaître l'hétérogénéité de structure entre le questionnement personnel des élèves, leurs intérêts spontanés, les modalités de leurs raisonnements ... avec la logique d'une progression pédagogique classique. Même si celle-ci intègre le "dialogue" avec la classe comme nouvel habit du cours magistral.

Ces études visent, en quelque sorte, à **légitimer l'exploration** de nouveaux modes d'activité pédagogique, puisque l'étude des représentations des élèves, leur persistance - voire leur retour régressif tout au long de la scolarité -, montre de façon patente les limites d'efficacité des formes traditionnelles de travail scolaire en biologie. <sup>(19)</sup>

un révélateur de  
l'inefficacité des  
méthodes  
traditionnelles, au  
plan des  
connaissances

Du coup, la construction du savoir par les nouveaux modes expérimentés, est censée être plus facile pour les élèves puisque plus "naturelle" : il suffit de s'adapter à leur fonctionnement et

(19) André GIORDAN. *Une pédagogie pour les sciences expérimentales*. Paris : Le Centurion. 1978.

Androula CHRISTOFIDES-HENRIQUES, César COLL. "Comment dialoguer avec les objets, ou l'enseignement des sciences à l'école primaire : perspective piagétienne", in : *Cahiers de la section des sciences de l'éducation de l'Université de Genève*, 2. 1976.

à leur rythme propres. Par l'insistance mise sur les attitudes face au questionnement biologique, et par le soin apporté à l'appropriation personnelle des méthodes scientifiques, doivent nécessairement se construire les connaissances, comme les produits naturels d'un processus bien conduit.

La naïveté du projet peut paraître bien désarmante avec le recul dont on dispose aujourd'hui et, effectivement, on a probablement sous-estimé le poids des obstacles épistémologiques à franchir par les élèves. Pourtant, on peut interpréter ces travaux comme un souci d'introduire ce qu'on ne nommait pas encore une **perspective didactique**.

En effet, le projet s'écarte de l'idéologie non-directive dominante, presque exclusivement centrée sur la relation pédagogique avec ses enjeux de séduction comme de pouvoir, pour laquelle le contenu particulier des connaissances est secondaire, ou tout au moins indifférent et interchangeable. Il s'intéresse de façon beaucoup plus centrale - en une époque où ce n'est guère de mode - à **la question des savoirs**, dont il cherche à construire des modalités plus efficaces. Il est significatif de ce point de vue que la recherche ait pris la pédagogie dominante sur le terrain de sa légitimité sinon de son efficacité : celui des connaissances. En disant chiche !

Les connaissances s'en trouvent redéfinies de façon plus large (comme les effets tangibles de démarches abouties), et plus signifiante (comme des outils conceptuels disponibles à moyen terme).

une remise au centre de la question des savoirs

#### 2.4. Des aides didactiques pour la réussite d'un modèle pédagogique

Pourtant, l'expression et le recueil des représentations des élèves, l'observation et le suivi de leur activité scientifique autonome, pour importants et systématiques qu'ils soient, ne suffisent pas. La mise au point d'aides didactiques, tant pour les élèves que pour les maîtres, s'avère nécessaire et fait l'objet d'importants investissements de notre part.

Ceux-ci s'enracinent fortement dans la dynamique des innovations, qu'il s'agisse du dispositif des C.E.S. expérimentaux, ou de la mise en place du centre d'auto-documentation de Marly-le-Roi, toutes deux déjà évoquées. Elles sont analysées et systématisées dans le cadre de recherches-actions et débouchent sur des productions mises à la disposition des enseignants dans une perspective formative.

On peut schématiquement distinguer ici :

- des **documents d'orientation** qui permettent aux élèves, dans une perspective autodidaxique, d'accéder librement à des réseaux d'information en fonction du libre choix de leurs sujets d'étude.

Cela suppose la rédaction de documents **lisibles** sans que leur conception oblige à la médiation magistrale, ce qui est loin

nécessité de réécrire les aides didactiques, pour que les élèves puissent y accéder hors de la médiation du professeur

nécessité de réécrire les aides didactiques, pour que les élèves puissent y accéder hors de la médiation du professeur

un fichier d'évaluation au succès certain ... mais ambigu

d'une pédagogie générale appliquée aux sciences à une didactique disciplinaire

d'être le cas des productions didactiques habituelles (manuels, diapositives, films courts ...). <sup>(20)</sup>

- **des documents de guidage**, le plus souvent gérés par l'enseignant, qui s'insèrent dans une stratégie d'interventions individualisées. Le document fonctionne ici comme un des modes indirects d'intervention du maître ; il est remis au groupe à l'occasion d'une discussion ou d'une observation sur l'état d'avancement du travail.

- **des documents d'auto-évaluation**, fondamentaux dans l'idée d'une réorganisation secondaire des activités, permettant de passer de la logique empirique de l'action à la logique reconstruite du savoir. Le fichier d'auto-évaluation <sup>(21)</sup> en constitue l'exemple le plus abouti, couvrant un grand nombre d'objectifs méthodologiques. Il est frappant de constater que celui-ci a été très bien accueilli par la profession (ce qui n'est pas le cas de tous les documents mettant en jeu les situations d'autonomie de l'élève), mais que le sens en a très souvent été inversé. Ce succès ambigu résulte en effet de la possibilité de lire ces fiches, non comme des documents d'auto-évaluation a posteriori des objectifs travaillés par l'élève, mais comme des exercices systématiques d'initiation méthodologique. Or, c'est précisément là tout ce qui sépare les productions issues de la première phase des recherches (cf. tableaux d'objectifs) de celles issues de la seconde, qui est en jeu, mais n'est pas vu, dans ce renversement d'utilisation.

### 3. QUELQUES DIMENSIONS CONTEMPORAINES D'UNE DIDACTIQUE DE LA BIOLOGIE

Le début de la troisième phase des recherches peut être approximativement daté du moment même où semble culminer la seconde, avec la parution en 1978 de notre ouvrage collectif des P.U.F, coordonné par André Giordan.

Elle correspond à l'émergence en tant que telle de l'idée de didactique des sciences, c'est-à-dire à la nécessité d'une centration beaucoup plus précise sur des **champs conceptuels**, dont il s'agit d'analyser les obstacles et les conditions d'appropriation par les élèves. Elle a pour une part je crois,

(20) Jean-Pierre ASTOLFI, Claude BORGEL, Claude FAURE, Yvette GINSBURGER-VOGEL. *Biologie 6ème*. Paris : Belin. 1977. *Biologie 5ème*. Paris : Belin 1978. Avec livres du professeur.

Equipe de recherche ASTER. *Formation scientifique et travail autonome*. Collection *Collèges...* Paris : INRP. 1985.

(21) Jean-Pierre ASTOLFI, Nicole BEAUCHAMP, Claude BORGEL, Yvette GINSBURGER-VOGEL. *Les exercices d'auto-contrôle en Biologie*. Paris : INRP/CES de Marly-le-Roi. 1974. 80 fiches autocorrectives + livret explicatif.



contribué aussi à la fonder dans le champ de la biologie, parallèlement à ce qui s'est construit pour les mathématiques et la physique.

Les publications de cette troisième phase marquent en effet, pourrait-on dire, le passage d'une pédagogie générale appliquée à l'enseignement scientifique (adaptation disciplinaire de la pédagogie par les objectifs, des orientations de l'éducation nouvelle ou de la non-directivité ...) à une didactique des sciences proprement dite. Le nouvel ouvrage collectif, également coordonné par André Giordan, paru chez Peter Lang en 1983, en constitue le premier effort de systématisation <sup>(22)</sup>, que l'on peut comparer de ce point de vue avec celui des P.U.F. en 1978.

### 3.1. L'analyse de la matière et la construction de trames conceptuelles

nécessité d'une reformulation du savoir pour son enseignement

La nécessité d'une analyse spécifique de la matière enseignée pour les besoins didactiques, est apparue assez tôt comme une réponse à la prise de conscience qu'il ne suffit pas de prendre appui sur le savoir universitaire existant, quitte à en proposer des reformulations simplifiées par voie régressive. La détermination systématique des objectifs constituait d'ailleurs un premier effort important dans cette analyse des contenus, puisqu'elle permettait de mieux savoir ce que l'on cherche à enseigner au-delà de la succession des activités scientifiques. Mais ce type d'analyse restait insuffisant, en raison du caractère trop mécanique des taxonomies, et surtout de l'absence de perspective épistémologique dans leur principe de construction. Même si nous nous étions efforcés de notre mieux, de ne pas concevoir notre tableau d'objectifs comme un outil transdisciplinaire passe-partout, mais d'y intégrer le caractère particulier de l'investigation et des démarches scientifiques (voir par exemple ce qui est dit de l'observation, en réaction à l'idéologie positiviste dominante chez les professeurs de sciences).

sur d'autres bases épistémologiques que l'analyse des objectifs

On notera ici, bien avant qu'Yves Chevallard n'introduise utilement le concept central de **transposition didactique** (au succès d'ailleurs souvent bien ambigu), cette idée décisive que l'épistémologie scolaire n'est jamais réductible à celle du savoir savant de référence, mais qu'elle nécessite un effort de reconstruction, moyennant d'inévitables décontextualisations et recontextualisations. <sup>(23)</sup>

grâce à un processus de transposition didactique

Et ceci, non seulement comme un constat quasi-sociologique des ruptures qui s'opèrent "naturellement" au long de la chaîne de la transposition, lorsque les différents acteurs de la

(22) André GIORDAN (dir.). *L'élève et/ou les connaissances scientifiques*. Berne : Peter Lang. 1983. 2<sup>e</sup> éd. revue 1987.

(23) Yves CHEVALLARD. *La transposition didactique*. Grenoble : La Pensée sauvage. 1984.

"noosphère" traduisent un contenu de savoir savant en propositions programmatiques, mais d'abord comme des **propositions didactiques de reformulation conceptuelle**.

Le problème de la construction progressive des concepts scientifiques par les élèves est rendu complexe pour une double raison :

mettant en valeur  
des concepts  
intégrateurs en  
petit nombre

- d'une part, l'habitude ancrée chez les enseignants de définir chaque concept à partir d'un énoncé unique obtenu par simple décalque simplifié d'une formulation universitaire, et ceci à partir d'une situation pédagogique souvent unique ;
- d'autre part, la difficulté à définir pour chaque domaine scientifique, **les quelques concepts intégrateurs permettant d'en appréhender la structure**, et à organiser autour d'eux les nombreux énoncés de base possibles en interrelations multiples. (24)

Une approche constructiviste du savoir suppose précisément des confrontations périodiques et systématiques entre, d'une part des **trames conceptuelles** fournissant une structure cohérente du savoir possible, d'autre part les **filiations de niveaux de formulations** possibles pour un même concept à différents niveaux.

trames  
conceptuelles et  
niveaux de  
formulation

On peut éviter de la sorte un enfermement trop précoce des élèves dans des discours formalisés et favoriser au contraire une diversification des formulations acceptées, à condition qu'elles soient en accord aussi bien avec ce qui a été réalisé au cours de l'activité de classe qu'avec les données admises par la communauté scientifique. C'est ainsi que peut être surmontée l'apparente contradiction entre la nécessité pour chaque élève de construire personnellement son savoir par un effort de recherche, de création et de communication, et l'existence d'un acquis conceptuel socialisé que l'institution scolaire vise à transmettre avec efficacité.

mettent en  
relation les  
énoncés  
successifs du  
savoir scientifique

Ces **trames conceptuelles** ont pour fonction d'analyser la matière enseignée en mettant en relations internes et externes chacun des concepts ; les relations internes étant celles qui lient entre elles les éléments constitutifs d'un même concept, les relations externes celles qui lient un concept à d'autres limitrophes. Une telle analyse n'est pas insurmontable dans la mesure où le nombre de concepts intégrateurs est assez restreint dans chaque discipline, mais elle gagne à prendre appui chaque fois que possible sur les travaux épistémologiques antérieurs (pour la biologie, ceux de Georges Canguilhem nous ont été d'un apport particulièrement décisif).

En ce qui concerne la biologie dans son ensemble, les auteurs du rapport *Sciences de la vie et société*, François Gros, François Jacob et Pierre Royer, ne retiennent que trois concepts intégrateurs :

---

(24) Ce développement reprend, en les adaptant, quelques unes des pages rédigées pour l'ouvrage collectif cité, paru chez Peter Lang (1983).

"Trois notions-clés ont ainsi été mises en lumière.

**La première notion c'est l'unité du monde vivant et la parenté de toutes les espèces.** Tous les êtres vivants, du plus humble au plus orgueilleux, sont formés des mêmes matériaux. Le code génétique est universel.

**La deuxième notion, c'est l'unité de la biosphère et l'interdépendance des éléments qui la constituent.** D'où l'importance des mécanismes encore mal connus, qui maintiennent en équilibre cet important système. (...)

**La troisième notion, c'est l'importance de la diversité du monde vivant : diversité des espèces sur la terre, diversité des individus au sein de l'espèce.** C'est par la diversification des individus, par leur divergence progressive, que se forment les espèces nouvelles." (25)

pour éviter de présenter une "science en miettes"

Entre la "science en miettes" constituée par la multitude des énoncés élémentaires possibles et ces concepts intégrateurs, la plupart des notions scientifiques telles qu'elles sont formulées par les programmes occupent une position intermédiaire.

Le cas du concept de reproduction est particulièrement significatif puisque d'une part, il se construit à l'aide d'un nombre important d'énoncés élémentaires, et d'autre part, il concourt partiellement, en interaction avec d'autres, à la construction des trois "notions-clés" de la biologie. (26)

les trames : des grilles de référence pour situer les acquis

Il est hors de propos qu'un tel édifice, qui répond avant tout à une logique descriptive, puisse servir à imposer un cheminement pédagogique obligatoire ni même préférentiel, une "voie royale" qui s'imposerait pour l'enseignement. Sa fonction est plutôt de constituer une **grille de référence** qui permette au professeur de pointer les acquisitions des élèves dans l'ordre où elles se présentent, et de décider d'un cheminement particulier à chacune de ses classes. En effet, **les trames contribuent à modéliser la matière à enseigner** et attirent l'attention sur les relations logiques multiformes entre les concepts, leurs sous-éléments constitutifs et les signifiants variés qui permettent de les exprimer.

une modélisation de la matière à enseigner

On remarquera et on s'interrogera sur les convergences qui rapprochent les deux types d'organigrammes, ceux issus d'une analyse apriorique de la matière, et ceux résultant d'une construction scolaire empirique. Car ils doivent en effet, être simultanément distingués et mis en relation :

- distingués, puisque les uns décrivent des cheminements pédagogiques possibles, alors que les autres modélisent des structures de savoir ;
- mis en relation, puisque la fonction des seconds est précisément d'éclairer les décisions pédagogiques pouvant conduire

(25) François GROS, François JACOB, Pierre ROYER. *Sciences de la vie et société, Rapport au Président de la République*. Paris : La Documentation française. 1978. Repris en Collection *Points Seuil*.

(26) Cf. le modèle graphique de la trame conceptuelle relative à la reproduction, dans l'ouvrage collectif cité, 2<sup>e</sup> édition, pages 128-129.

à la reformulation d'une notion déjà antérieurement abordée, et à la structuration des énoncés successifs.

Bref, si les premiers fournissent une structure logique sans implication scolaire temporelle, les seconds en constituent des actualisations partielles possibles, sous la forme de progressions pédagogiques régulées par ces trames conceptuelles.

En d'autres termes, reprenant des formules employées par Jean-Louis Martinand dans le même ouvrage collectif (cf. pp. 49-51), la trame a pour fonction pédagogique de constituer un tableau de référence qui permet de situer les acquisitions des élèves, et d'aider l'enseignant dans le choix de ses stratégies, sans les prédéterminer de manière contraignante. Elle fournit un cadre solide à quoi rapporter les représentations et explications exprimées ou construites, leur évolution, l'impact des actes pédagogiques. Ce cadre permet d'étudier par comparaison les processus d'apprentissage des élèves puisque les productions de ceux-ci sont multiformes et instables et qu'il faut les référer à des productions élaborées, adultes et sociales, bien situées.

La trame n'indique donc que des possibles, prenant appui sur une analyse solide de la matière qu'il revient aux enseignants d'actualiser, voire de relativiser. Elle fait pourtant apparaître le manque de fondement de ces prétendues "voies royales" à l'acquisition d'un concept, dégagées par la tradition, pour des populations scolaires sans rapport avec la situation actuelle, et avec la relative inefficacité que l'on sait. <sup>(27)</sup>

un cadre solide à  
quoi rapporter les  
représentations et  
explications des  
élèves

contre les  
prétendues  
"voies royales"

### 3.2. Le statut didactique des représentations et son évolution

De façon symétrique à l'accent mis sur l'analyse de la matière enseignée, d'importants approfondissements ont été nécessaires en ce qui concerne l'analyse et la prise en compte didactique des représentations des élèves.

Ces deux orientations sont d'ailleurs tout à fait complémentaires. L'une porte plutôt sur les processus de l'enseignement ; l'autre sur ceux de l'apprentissage. L'une envisage la construction des concepts à partir de leur terme : le savoir savant qu'il s'agit de reformuler ; l'autre à partir de leur genèse : le savoir initial des élèves qu'il s'agit de faire évoluer. Elles proposent ainsi deux parcours de sens opposés sur le "chemin du savoir", deux

représentations et  
transposition  
didactique : deux  
parcours de sens  
opposés sur le  
chemin du savoir

(27) Deux publications fournissent des exemples de construction de trames conceptuelles construites dans ce cadre théorique, respectivement relatifs aux champs conceptuels de Reproduction et d'Ecosystème. Il s'agit de :

- Jean-Pierre ASTOLFI. "Processus d'apprentissage en sciences expérimentales", in *Bulletin Aster* 18 (ancienne série). 1980.

- Equipe de recherche ASTER. *Procédures d'apprentissage en sciences expérimentales*. Collection *Rapports de recherches*. Paris : INRP. 1985.

parcours qu'il est nécessaire de conjuguer si l'on veut éviter une perspective constructiviste naïve, si l'on veut échapper à la fois à la tradition dogmatique et à l'illusion empiriste.

d'une perspective  
polémique à un  
souci descriptif

Comme on l'a dit, l'origine de l'intérêt pour les représentations des élèves a d'abord été d'ordre polémique, et l'enjeu initial de leur repérage, la mise en évidence de l'inefficacité des formes pédagogiques classiques, transmissives ou pseudo-dialoguées. Mais peu à peu, **cet intérêt s'est autonomisé et la perspective devenue plus descriptive**. Il faut dire que la tâche s'est révélée plus ardue que prévu, que la prise en compte des représentations n'a pas provoqué d'améliorations spectaculaires d'apprentissage telles qu'on les imaginait sans doute un peu naïvement.

En réalité, c'est l'idée même de représentation qui s'est trouvée modifiée, et dont nos publications successives gardent la trace.

Dans un article publié en 1978 dans le numéro de la *Revue française de pédagogie* rendant compte de la table ronde CNRS "Didactique des sciences et psychologie" (publication qui marque un moment décisif de la structuration de la didactique comme domaine de recherche), j'ai fait état de travaux conduits à l'école élémentaire sur le concept de vivant et son évolution chez les élèves du cours préparatoire.<sup>(28)</sup> On peut y voir à l'oeuvre une première conception, que l'on peut qualifier de **cartographique** des représentations des élèves.

les  
représentations  
comme  
cartographie  
mentale

Face à un concept scientifique donné, on s'efforce de déterminer un "état préalable des lieux", un inventaire des préconceptions que l'on peut s'attendre à retrouver en situation didactique. Elles sont certes replacées dans un cadre théorique, d'inspiration essentiellement piagétienne, mais celui-ci sert plutôt à les nommer qu'à en examiner, dans le détail d'une situation, la fonctionnalité cognitive. C'est là une conception relativement déclarative et substantialisée des représentations : des "choses mentales", décrites comme des invariants peu dépendants des conditions opératoires de fonctionnement, inférées à partir de questionnements ou de mises en situation qui servent d'abord de révélateurs. L'étude des représentations renvoie d'abord ici à un **constat empirique** résultant de moyens d'investigation simples. "Dessine-moi un mouton", je te dirai quelles sont tes représentations !

"dessine-moi un  
mouton"

Outre son caractère excessivement chosiste, une telle conception mise trop fortement **sur l'écart** entre les déclarations des élèves et l'état du savoir savant. Et ce qui désigne une déclaration d'élève, orale, rédigée ou dessinée, comme une représentation, c'est d'abord la mise en évidence de cet écart. Bref, elles sont avant tout **fausses**, même si le statut de l'erreur se modifie dans le mouvement qui les fait rechercher.

Sur le plan didactique, il y a quelque chose de paradoxal dans cette approche. Car le recueil en est facile : il suffit de poser des

(28) Jean-Pierre ASTOLFI. "Les représentations des élèves en situation de classe", *in* : *Revue française de pédagogie*, 45. Paris : INRP. 1978.

les  
représentations  
comme  
symétrique des  
objectifs : la  
simplicité  
mécanique puis  
la déconvenue

les  
représentations  
comme tâche  
intellectuelle

et comme  
stratégies  
cognitives

toute réponse est  
une transaction  
singulière, malgré  
les constantes de  
l'activité mentale

questions ou de solliciter un dessin, et c'est bien là ce qui est attractif sur le plan pédagogique. La contrepartie, c'est l'accumulation de constats assez plats, provoquant un "effet catalogue", dont finalement on ne sait pas trop que faire.

En quelque sorte, **les représentations sont un symétrique des objectifs** ; elles partagent avec eux une facilité mécanique de détermination, mais aussi une pulvérisation divergente des produits obtenus dont, du coup, le sens se perd. Il n'empêche : comme les objectifs toujours, elles sont bien un "passage obligé" d'une centration didactique sur les élèves, et d'une prise de conscience de l'altérité de leur logique cognitive.

Toutefois, cette première approche a minoré deux aspects complémentaires qui ont provoqué son évolution : leur aspect stratégique pour l'élève et leur imbrication avec les cadres conceptuels de l'observateur.

En effet, loin d'être seulement un "toujours déjà-là", l'expression d'une représentation est aussi une **tâche intellectuelle** pour l'élève, une **stratégie cognitive** qui cherche à répondre à une situation provoquée. C'est le lieu de reprendre le célèbre aphorisme de Bourdieu : "l'opinion publique n'existe pas", de repenser aux critiques de Moscovici sur la signification des questionnements, de faire le rapprochement avec les sondages d'opinion. Dans tous ces cas, on le sait bien, la réponse ne peut être interprétée comme une simple image objective du réel dont le sens s'auto-organiserait - même si elle n'est pas dénuée d'indications fiables -, mais d'abord **comme une transaction** qui intègre l'observateur et les caractéristiques de la situation. Toute caractérisation de représentation nécessite alors une hypothèse de représentation de la part du chercheur. Hypothèse à laquelle celui-ci ne peut pas s'identifier sans réserve sous peine de ne retrouver in fine que la projection de ses convictions initiales. Mais hypothèse qu'il est néanmoins indispensable d'avoir en tête pour donner du sens aux données recueillies.

Dans les publications suivantes <sup>(29)</sup> apparaît ainsi un nouveau point de vue, en rupture relative avec le précédent.

Certes, il y a probablement des **constantes** dans l'activité cognitive de l'élève, qui doivent apparaître lors d'un questionnement ou d'un entretien sur un thème notionnel. Il est même nécessaire de le postuler, sous peine de réfuter du même coup toute tentative d'analyse objective. Car, imaginons qu'à chaque situation nouvelle, il faille tout reconstruire sans pouvoir jamais rien transférer ... cela suffirait à réduire à néant toute tentative d'analyse, laquelle est bien obligée de postuler quelque invariant.

(29) Jean-Pierre ASTOLFI. "L'analyse des représentations des élèves, voie d'une différenciation de la pédagogie", in *Revue française de pédagogie* 68. 1984.

Equipe de recherche ASTER. *Procédures d'apprentissage en sciences expérimentales*. Paris : INRP, Coll. *Rapports de recherches*. 1985.

Pourtant, on gagne à réfréner la généralisation facile, et à mieux étudier cas par cas le **fonctionnement des variables** de chaque situation : ce qui correspond aux particularités d'un problème étudié ou d'une question posée, au décodage qu'à tort ou à raison en fait l'élève, à la nature du "contrat (ou mieux, de la "coutume") didactique" instauré(e).

Certes, il y a également des **causes**, permettant de mieux situer et comprendre ce que dit l'élève à un moment donné, et l'on a pu s'efforcer de récapituler un certain nombre de registres explicatifs possibles, qu'ils soient d'ordre psychogénétique, historique ou archétypique, sociologique, voire psychanalytique. <sup>(30)</sup> Qu'est-ce qui relève, par exemple :

- de l'inachèvement du développement cognitif (égocentrisme, anthropomorphisme ...) ?
- de la difficulté à dépasser la substantialisation pour concevoir le caractère abstrait d'une relation ?
- d'adhérences relevant de l'histoire psychologique personnelle ?
- de la confusion de l'imaginaire et du réel ?
- de la surdétermination de la pensée rationnelle par des aspects inconscients, des fantasmes ... ?
- des ambiguïtés du langage et de la polysémie des mots ?
- d'une prédominance de l'analogie, de l'image et des fonctions figuratives sur ce qui relève de l'opératif ?
- d'une représentation sociale résultant de la perception de la notion en jeu dans le milieu d'origine de l'élève ? etc.

certes, les représentations ont des causes

mais complexes et fluctuantes

Une telle présentation fait apparaître le caractère composite des représentations, considérées du point de vue causal, et permet de différencier plusieurs registres de fonctionnement dans l'activité cognitive. Il ne s'agit pas de chercher naïvement à isoler les "couches d'un feuilletage", mais de rechercher au cas par cas, le niveau qui sature l'explication et la façon dont les différents niveaux interfèrent.

Car l'important, c'est de s'appuyer sur ces explications causales ou ces éléments invariants, lorsqu'ils permettent de rendre compte du fonctionnement particulier d'une situation didactique, sans qu'ils constituent par eux-mêmes une réponse suffisante à laquelle la pensée pourrait s'arrêter, satisfaite.

C'est pourquoi nous nous sommes efforcés de ne pas nous satisfaire de formulations extraites de leur contexte et interprétées de manière trop absolue, mais de disposer de séquences (plus ou moins partielles ou complètes), décryptées et intégralement retranscrites.

rechercher le niveau d'activité de l'élève qui sature à chaque moment l'explication

Les publications récentes, précédemment citées, présentent, de manière détaillée, l'analyse de telles séquences du point de vue de l'interprétation des représentations (je renvoie aux publications citées dans la note 29, qui détaillent ces exem-

---

(30) Le développement suivant est repris de *Procédures d'apprentissage en sciences expérimentales*, op. cité.

ples). Leur comparaison avec l'article cité de la Revue française de pédagogie (1978) fait clairement apparaître l'évolution problématique indiquée.

Deux exemples que j'ai plus particulièrement étudiés, mais qui ne peuvent être développés dans le cadre de cet article montrent par exemple :

- la présence simultanée, mais inapparente dans la discussion, de plusieurs conceptions des relations alimentaires du renard, et plus particulièrement des représentations de son caractère prétendument carnivore exclusif. Les modes d'explication en présence ne s'identifient qu'au prix de l'éclatement de la trame de la discussion, et de l'analyse séparée du corpus des répliques de différents élèves. On note alors que les échanges fonctionnent comme l'envers de conflits socio-cognitifs masqués, virtuellement possibles et fructueux, que seules les interventions orientées du maître pourraient rendre productifs.

- l'écart entre le projet du maître sollicitant d'un élève la schématisation des relations alimentaires au sein de la mare, et la construction à laquelle peut parvenir cet élève, intellectuellement disponible et très bien disposé. Les qualités d'écoute du maître, la qualité des interactions qui caractérisent l'échange, la multiplication des formes graphiques intermédiaires sollicitées, ne suffisent pas pour que l'élève puisse intérioriser les exigences du maître. Il modifie bien ses représentations, mais pour aboutir à un "ailleurs", à une néo-construction imprévue du maître, correspondant au progrès intellectuel maximal pour lui. On note que l'ensemble des répliques prend un sens différencié, selon qu'on le lit sur le versant où se tient le maître, ou sur celui qu'occupe l'élève.

des conflits socio-cognitifs virtuels peuvent rester masqués

une néo-construction imprévue peut émerger de la représentation initiale

### 3.3. Un concept didactique décisif : les objectifs-obstacles

Le concept d'objectif-obstacle, introduit par Jean-Louis Martinand dans sa thèse d'état, m'apparaît tout à fait décisif pour intégrer dans une même matrice la détermination des objectifs, l'analyse de la matière et ses noeuds de difficulté, l'activité intellectuelle de l'élève avec ses représentations. <sup>(31)</sup> Il devrait fournir une clé à partir de laquelle, dans les années à venir, se développera une nouvelle heuristique de recherche en didactique des sciences.

On sait que ce concept est par nature hétérogène et composite (ce qui ne veut pas dire hybride), puisqu'il tente un **couplage dialectique** entre deux perspectives qui d'ordinaire se rencontrent peu : le repérage des obstacles et l'analyse des objectifs. On a déjà noté que chacune de ces deux perspectives, prise isolément, reste finalement décevante quant aux possibilités

le couplage dialectique des objectifs et des obstacles

(31) Jean-Louis MARTINAND. *Connaître et transformer la matière*. Berne : Peter Lang. 1986.



qu'elle offre à l'application didactique, après avoir soulevé espoir et souvent enthousiasme. Car elles conduisent aux mêmes constellations éclatées (diversité des objectifs virtuellement possibles pour une même activité, hétérogénéité des représentations co-présentes dans une même classe) sur lesquelles l'action didactique arrive difficilement à embrayer.

L'idée d'objectif-obstacle propose finalement une **double réduction asymétrique**, des objectifs possibles aux objectifs utiles d'une part, des obstacles repérés aux obstacles franchissables d'autre part. Mieux : elle se propose d'utiliser la caractérisation des seconds (les **obstacles franchissables**) comme un mode de sélection des premiers (les **objectifs utiles**).

C'est peut-être cette dynamique que le terme choisi par Martinand fait, semble-t-il, mal ressortir. Le simple appariement des deux mots objectif et obstacle induit peut-être davantage la dissonance que l'interaction, et paraît heurter la compréhension. Je proposerais volontiers pour ma part le terme **objectif trans-obstacle**, si cela permettait d'en mieux faire apparaître la nouveauté conceptuelle, sans introduire de néologisme abusif.

Un article rédigé avec Anne-Marie Drouin, a tenté d'appliquer systématiquement l'idée d'objectif trans-obstacle à un concept central de la biologie, celui de milieu. <sup>(32)</sup> Et l'on peut voir, à cette occasion, comment cette idée permet d'associer comme on l'a dit, analyse de la matière, repérage des obstacles et détermination des objectifs.

Nous avons repris les travaux de Georges Canguilhem, décrivant l'introduction de ce concept importé au 18<sup>e</sup> siècle de la mécanique dans la biologie, et caractérisant les rectifications épistémologiques successives, qui ont conduit à la conception actuelle des relations entre le vivant et son milieu. <sup>(33)</sup>

L'observation des manuels de l'enseignement secondaire et supérieur nous a montré qu'à ces ruptures successives, on peut faire correspondre des recouvrements sémantiques, encore à l'oeuvre aujourd'hui. Le terme milieu continue en effet à être employé dans des acceptions diverses qui témoignent de la persistance de représentations à caractère historique, y compris chez les scientifiques. C'est que les ruptures n'appartiennent pas qu'à l'histoire, mais restent toujours à opérer.

Quel rapport y a-t-il par exemple entre des expressions comme :

- la vie dans le milieu lacustre ("milieu-chose", encore proche de l'idée newtonienne d'"éther" reprise par Lamarck de manière plus substantialisée comme "fluide de sustentation"),

des objectifs  
trans-obstacles ?

application au  
concept  
biologique de  
Milieu

(32) Jean-Pierre ASTOLFI, Anne-Marie DROUIN. "Milieu" (analyse didactique), in : *Aster*, 3. 1986.

(33) Georges CANGUILHEM. "Le vivant et son milieu", in : *Connaissance de la vie*. Paris : Vrin. 1965.

milieu-chose,  
milieu-facteurs,  
milieu-centre

- l'influence des facteurs du milieu sur la répartition des espèces ("milieu-facteur", proche de l'"ensemble des circonstances influents" d'Auguste Comte),
- le milieu, projection externe des besoins du vivant considéré comme un "centre" qui rayonne davantage qu'il ne subit (comme dans l'exemple de la Tique, que Canguilhem reprend de von Uexküll) ?

Mais les obstacles ne sont pas qu'historiques, ils sont aussi empiriques comme le montre l'étude des représentations des élèves sur cette question. Et si l'on retrouve chez eux certains traits faisant écho à l'histoire des sciences, il s'en ajoute d'autres, plutôt psychogénétiques, que l'on a pu relier aux progrès de l'abstraction (passage à l'analyse et à l'idée d'interaction, dépassements des aspects substantiels ...) et de la décentration (dépassement de la conviction non réfutable, de l'anthropomorphisme, de la subjectivité intentionnelle ...) ; d'autres encore plutôt linguistiques, etc.

On se trouve ainsi en face d'un certain nombre de conceptions du milieu, de nature et d'origine hétérogènes (nous avons pu en dénombrer et en caractériser sept configurations essentielles), chacune pouvant être considérée - selon le point de vue que l'on adopte - aussi bien comme un progrès intellectuel par rapport à des conceptions plus primitives, que comme un obstacle à franchir pour accéder à une conception plus élaborée.

face aux  
programmes  
"spirales", un  
système  
"réticulaire"

Le système n'est pas linéaire, mais plutôt réticulaire ; il fournit des clés à partir desquelles peuvent être pensés les objectifs lorsque, comme c'est le cas pour milieu (mais aussi pour chaîne alimentaire, par exemple), une même notion revient de manière "spirale" dans les programmes des différents niveaux. Et quand on sait assez mal au fond, à quelle nouveauté conceptuelle correspond chaque réintroduction programmatique d'un élément vite "défloré".

#### 4. EN CONCLUSION : LA COMPLEXIFICATION D'UN MODÈLE PÉDAGOGIQUE

Les publications qui viennent d'être présentées et mises en perspective, s'ordonnent comme on l'a vu, en trois sous-ensembles dont on a pu caractériser les évolutions problématiques autant que les résultats empiriques.

l'enrichissement  
d'un modèle  
constructiviste

Si on les envisage maintenant, en conclusion, de façon plus synoptique et diachronique, on voit qu'elles témoignent de la **complexification d'un modèle pédagogique de référence**, tel que Michel Develay a développé cette notion dans sa thèse. <sup>(34)</sup>

(34) Michel DEVELAY. *Contribution à la définition d'un modèle de formation initiale des instituteurs en activités d'éveil biologiques*. Thèse de 3ème cycle. Paris VII. 1983.

l'enrichissement  
d'un modèle  
constructiviste

Ce qui reste constant, c'est la recherche d'un **modèle constructiviste**, mettant le point à la fois sur l'importance des activités scientifiques (en réaction contre le verbalisme) et la centration sur la signification de l'activité pour l'élève (en réaction contre le dogmatisme).

Mais les termes en sont posés aujourd'hui dans des termes assez différents de ceux des années 70, ce qu'il faut bien évidemment relier à la transformation importante aussi bien du contexte idéologique que des problématiques dominantes de recherche.

"pédagogie de la  
réponse,  
pédagogie du  
problème,  
pédagogie de la  
résolution de  
problème"

Reprenant les distinctions de Philippe Meirieu, on peut dire que dans une opposition constante aux "pédagogies de la réponse", on est passé de la "pédagogie du problème" à la "pédagogie de la résolution de problème".<sup>(35)</sup>

Le premier point de vue (malgré des réserves de style laissant pointer quelque pressentiment de son insuffisance) concevait l'apprentissage presque exclusivement par une construction inductive à partir d'une structuration progressive des résultats d'activités parcellaires. Les schémas proposés dans l'ouvrage collectif des Ed. Peter Lang (dont je suis largement responsable) sont bien caractéristiques à cet égard. On y note que toutes les flèches sont orientées dans le même sens, dans un mouvement d'abstraction généralisante des situations pédagogiques particulières et des acquis ponctuels qui en résultent (2<sup>o</sup> éd., pp. 23, 32, 38). L'idée bachelardienne d'obstacle est bien citée, mais sa présence n'y est pas assez centrale. Les mots-clés de cette période sont plutôt : approche d'une notion, étapes de construction, niveaux de formulation, structuration progressive, etc.

une structuration  
progressive des  
concepts

On y décèle des traces de ce que Samuel Johsua a appelé le "mythe naturaliste", et qu'il critique dans les termes suivants : (Il existerait) *"un système naturel d'apprentissage, fondé sur une bonne correspondance entre le mode d'acquisition des connaissances de l'élève et la méthode expérimentale des sciences. L'idée fondamentale est que l'enfant va apprendre par une méthode de caractère inductif; qu'il va regarder, observer, comparer, raisonner, conclure.*

*Ensuite, sa connaissance va s'organiser par un processus de mise en ordre du réel. Et ce qui compte avant tout, ce sont moins les connaissances elles-mêmes, que la méthode dite méthode scientifique. Les connaissances seront acquises silencieusement, comme conséquence des faits bien établis et bien organisés."*<sup>(36)</sup>

(35) Philippe MEIRIEU. "Guide méthodologique pour l'élaboration d'une situation-problème", annexe à : *Apprendre... oui, mais comment ?* Paris : ESF, 3<sup>e</sup> éd. 1988.

(36) Samuel JOHSUA, Jean-Jacques DUPIN. *Représentations et modélisations : le "débat" scientifique dans la classe et l'apprentissage de la physique*. Berne : Peter Lang, 1989.

qui n'échappe pas au "mythe naturaliste"

intégrer la contradiction fondamentale de l'apprentissage

c'est l'élève, et lui seul, qui peut construire son savoir ... mais en rupture avec ses modes de pensée initiaux

Malgré le caractère excessif de cette analyse critique, qui milite plutôt pour sa part en faveur d'un retour à la légitimité magistrale, à condition que le contenu didactique de l'activité soit minutieusement choisi, on peut accepter d'y reconnaître une part de vérité. Mais en la resituant **dans sa fonction polémique**, c'est-à-dire dans son contexte de lutte contre le dogmatisme et le traditionalisme ambiants, pour lesquels toutes les flèches seraient à dessiner en sens inverse ! Rappelons qu'on sortait à peine des leçons de choses et des études monographiques ...

Les travaux plus récents ne renient rien de la distinction posée entre les acquis ponctuels résultant d'une activité scientifique particulière, et la nécessité de les inclure dans une construction plus globale du savoir. Mais ils s'efforcent d'**intégrer la contradiction fondamentale de l'apprentissage**, que les premiers essais de prise en compte des représentations avaient sous-estimée.

Cette contradiction, nous pouvons l'exprimer de la façon suivante.

- D'une part, dans la lignée des mouvements d'éducation nouvelle, renforcée par la psychologie piagétienne, on se rend compte que **c'est l'élève qui construit son savoir** à partir de son activité manipulatoire comme intellectuelle, et que personne ne peut se substituer à lui dans ses réorganisations cognitives successives. Le rôle du maître est d'abord de mettre en place des dispositifs facilitants et de réguler les apprentissages sans s'y substituer.

C'est ici ce que Louis Not appellerait la part d'auto-structuration de la connaissance. <sup>(37)</sup>

- D'autre part et simultanément, on voit bien que l'essentiel des connaissances scientifiques maîtrisées au terme de la scolarité ne l'a pas été à la suite d'une investigation personnelle, et que les apports externes ont, eux aussi, une place centrale. Et surtout que **l'objet du savoir se situe en rupture** avec les intérêts, les besoins et les questions des élèves au moins autant que dans leur prolongement.

C'est là la part d'hétéro-structuration des connaissances.

Pour résoudre cette tension, il est plus commode de sacrifier l'un des deux termes en présence, l'un ou l'autre suivant le modèle pédagogique auquel on se réfère. C'est le premier terme qui est minoré quand on insiste sur les pertes de temps occasionnées par les recherches personnelles de l'élève pour un incertain profit. Les pratiques innovantes, elles, ont sous-estimé le poids du second, déclarant par exemple que lorsqu'une démarche est bien conduite, des connaissances en résultent nécessairement comme par surcroît.

Il y a là une réelle contradiction dans les termes (face à laquelle l'inter-structuration de Louis Not me paraît insuffisante), et que

(37) Louis NOT. *Les pédagogies de la connaissance*. Toulouse : Privat. 1979.

auto-  
structuration,  
inter-  
structuration ?

l'on peut condenser par la formule suivante : un sujet en train d'apprendre le fait de manière active et ne peut y parvenir qu'en utilisant les seuls outils intellectuels dont il dispose (et qu'il pense adaptés à la situation) pour aboutir à une nouvelle organisation de ses connaissances. Laquelle ne peut être vue qu'*in fine* puisque l'accès au savoir suppose justement une rupture avec la façon dont il se posait jusque là la question. En d'autres termes, **l'élève est le centre organisateur incontournable d'un savoir qui lui est radicalement hétérogène.**

pas de complète  
transparence  
possible des  
objectifs ... sauf à  
sous-estimer les  
obstacles à  
franchir

Puisque la compréhension ne se transmet pas, on peut procéder sur certains points par résolution de problèmes qui ne sont pas posés d'emblée et ne se clarifient qu'à mesure, les élèves repérant peu à peu un obstacle qu'ils ne pouvaient pas voir, lequel concourt à la position du problème. Des ruptures intellectuelles plus ou moins importantes peuvent se produire grâce aux décentrations introduites, à la nécessité d'expliquer jusqu'au terme son point de vue à d'autres qui ne le partagent pas ... alors que le sens de ces rectifications pourraient n'être pas vu si on les imposait d'emblée. C'est bien pourquoi il ne saurait y avoir de complète transparence des objectifs pour l'élève, sauf à penser qu'il n'y a pas de véritable obstacle à franchir.

C'est cet aspect du travail scolaire qui est le plus proche du travail du chercheur et de ce que l'épistémologie nous apprend de l'émergence et du fonctionnement des concepts scientifiques.

Mais cela prend du temps, n'est possible que sur une partie du champ disciplinaire et n'aboutit qu'à des savoirs fragmentaires. Il faut donc, à d'autres moments, procéder par des voies différentes, où la découverte n'a pas le même rôle central. Les notions y sont présentées de manière systématique : on généralise, on s'appuie sur des documents ... Bref, on retrouve les caractéristiques d'une pédagogie plus classique.

Mais l'hypothèse qui nous paraît ici centrale, c'est que ces moments présentant des notions plus générales, des constructions de synthèse, prendront un sens différent si les élèves ont **par ailleurs** un contact avec la première approche. S'ils peuvent avoir sur certains points, et grâce à leur expérience personnelle d'exploration et d'investigation, **une idée de "comment fonctionne la pensée scientifique"**. Cela leur fait percevoir différemment les présentations, même magistrales, conduisant aux formulations de la science socialisée.

un modèle  
d'apprentissage  
composé,  
négociant des  
éléments  
hétérogènes en  
tension  
interactive

Ce double point de vue à prendre simultanément en compte revient à considérer les apprentissages scientifiques comme résultant à tout moment d'une **négociation entre deux termes en tension interactive**. Aucun des deux ne pouvant être sacrifié, ni même subordonné à l'autre. On s'est ainsi quelque peu éloigné du "mythe naturaliste" sans pour autant, bien au contraire, renier le constructivisme.

Face à cette évolution problématique, le vocabulaire qui n'est jamais innocent a évolué de manière significative. L'idée d'objectif-obstacle qui vient d'être développée, comme d'ailleurs celle de conflit socio-cognitif, répondent bien à une intériorisation et une conceptualisation de cette tension constitutive de l'apprendre, trop souvent sous-estimée.

Jean-Pierre ASTOLFI  
Équipe de didactique des sciences expérimentales  
Institut national de recherche pédagogique