

# CONSTRUCTION DES PROBLÈMES ET FRANCHISSEMENTS D'OBSTACLES

Michel Fabre  
Christian Orange

*Le traitement didactique des obstacles s'effectue le plus souvent dans des situations de résolution de problèmes. Pour des raisons qui tiennent à la fois aux caractéristiques épistémologiques des savoirs scientifiques et aux conditions psychologiques du changement conceptuel, on tente ici de relier franchissement d'obstacle et construction de problèmes par les élèves. Le concept de construction d'espace-problème, issu de la psychologie cognitive, permet de formaliser les débats dans la classe comme le montre une étude de cas. L'étude comparée de différents dispositifs mis en œuvre dans les classes permet également d'esquisser une typologie des ruptures et invite à une diversification des stratégies didactiques de changement conceptuel.*

résolution ou  
construction des  
problèmes ?

L'importance des conceptions et des obstacles dans les apprentissages conduit la didactique des sciences à s'intéresser aux dispositifs d'aide aux changements conceptuels. Actuellement, on maîtrise le plus souvent les moyens de faire douter un élève de la valeur de ses conceptions (fissuration). Mais, malgré quelques tentatives de théorisation des changements conceptuels (1), les conditions permettant un véritable franchissement d'obstacle ainsi que l'adhésion à une autre conception restent encore obscures (Astolfi J.-P., Peterfalvi B., 1993 ; Johsua S., Dupin J.-J., 1993, p. 133). Cette difficulté nous semble liée à la centration habituelle des analyses didactiques sur la résolution de problèmes. Or, de notre point de vue et comme nous l'avons déjà proposé (Fabre M., 1993), c'est avant tout la construction et la reconstruction des problèmes par l'apprenant qui doivent être étudiées par les didacticiens et travaillées en classe.

Rappelons brièvement notre thèse. Les élèves, armés de leurs connaissances, peuvent être confrontés à des événements qui font problème : phénomènes dont l'explication n'est pas immédiate, conception d'un pair... Cela peut se faire spontanément dans ou hors de la classe, ou être provoqué, par exemple au cours d'une situation-problème. Entre ce problème qui apparaît à l'élève et le problème résolu, il y a tout un processus, fondamental, qui est généralement peu étudié en didactique, et qui consiste en une construction ou

---

(1) On pense, en particulier, aux travaux de Posner et Strike, qui étudient les changements conceptuels en dehors de toute référence aux obstacles bachelardiens (Posner *et al.*, 1982).

une reconstruction (2) du problème, ou problématisation. Ce processus transforme un problème perçu en un problème construit ou, plus généralement, en un ensemble articulé de problèmes construits (problématique).

Cet article voudrait montrer ce qu'apporte l'étude des processus de problématisation à la compréhension des changements conceptuels. Dans un premier temps, nous traiterons des liens qui existent, de par la nature des savoirs visés, entre ruptures et obstacles d'une part et construction de problèmes d'autre part. Puis, lors d'une étude de cas, nous préciserons certaines caractéristiques du processus de problématisation, dans ses aspects didactiques. Enfin nous tenterons une typologie des ruptures et des obstacles associés, en nous appuyant sur la variété des processus didactiques de construction des problèmes

## 1. SAVOIRS SCIENTIFIQUES, PROBLÈMES ET OBSTACLES

Que se passe-t-il lorsqu'un élève, ou plus généralement un individu, change de conception ou franchit un obstacle ? L'interprétation de cette question dépend étroitement de l'idée que l'on se fait des connaissances. Nous allons présenter ce qu'est pour nous un savoir scientifique et ce que cela implique quant à l'origine possible des obstacles et aux conditions didactiques de leur franchissement.

les  
caractéristiques  
d'un savoir  
scientifique

Nous retenons trois caractéristiques principales des savoirs scientifiques. Elles ne sont pas indépendantes, mais éclairent des aspects différents :

- les savoirs scientifiques sont des compétences,
- les savoirs scientifiques sont raisonnés,
- les savoirs scientifiques sont partagés et soumis à la critique.

### 1.1. Les savoirs scientifiques sont des compétences pour maîtriser des problèmes

expliquer  
et prévoir

Un savoir scientifique n'est pas la simple description d'une réalité : il permet d'expliquer, et, de façon subsidiaire, de prévoir (3) ; donc de maîtriser des problèmes. Cette caracté-

- 
- (2) Face à un problème rencontré, l'élève va le construire de manière privée pour fournir une première réponse. Les dispositifs didactiques de type "situation-problème" peuvent être vus comme des moyens de contraindre l'élève à reconstruire le problème en précisant des contraintes et/ou des possibles non spontanément repérés par l'élève.
- (3) Nous partageons complètement le point de vue de Toulmin selon lequel le but de la science est avant tout d'expliquer : « *La prévision est donc un savoir-faire, une technique, une application de la science plutôt que la science elle-même.* » (Toulmin St., 1973, p. 40).

ristique, les savoirs scientifiques la partagent avec les conceptions des élèves. C'est en cela qu'il y a concurrence. L'élève doit donc connaître contre des connaissances antérieures ; d'où l'importance didactique du concept d'obstacle épistémologique. On ne peut accéder à la culture scientifique qu'en changeant de culture, en renversant les obstacles déjà amoncelés par la vie quotidienne (Bachelard G., 1938). Par exemple, les obstacles que Canguilhem qualifie d'intérêt technique, liés aux rapports sociaux habituels avec les êtres vivants, censurent toute explication analytique de la vie (Canguilhem G., 1975). Plus généralement, l'efficacité des conceptions est une composante forte des obstacles.

Il en résulte, comme cela est maintenant bien établi en didactique des sciences, que le savoir auquel on fait accéder les élèves doit pouvoir concurrencer, dans la maîtrise des problèmes, leurs conceptions initiales. De ce point de vue, un enseignement se limitant à une description de la réalité semble épistémologiquement peu valable : un savoir véritablement scientifique doit s'avérer fonctionnel. Ceci montre également la nécessité de ne pas réduire les activités scolaires au travail sur les ruptures mais de permettre aux élèves d'utiliser leurs nouvelles connaissances et d'en étendre la portée par la confrontation à divers problèmes dits normaux (4). Le dépassement des obstacles n'est qu'à ce prix !

pertinence  
des savoirs  
scolaires ?

## **1.2. Les savoirs scientifiques sont des savoirs raisonnés**

Cela peut sembler une évidence en ce qui concerne les savoirs des scientifiques, mais voyons ce que cela signifie dans la classe. Prenons l'exemple de la nutrition, telle qu'elle peut être étudiée au cycle 3 de l'école primaire : il s'agit de faire comprendre aux élèves l'intervention des aliments dans le fonctionnement de leur corps. Dans certaines conceptions initiales, les aliments s'accumulent dans une poche qui grossit progressivement au cours de la vie, ce qui explique la croissance. D'autres élèves pensent à des tuyaux "nourriciers", présents dans tout le corps, mais indépendants du système sanguin.

Ces conceptions mélangent en fait trois types de connaissances : des opinions entendues et reprises, comme les relations entre nourriture et croissance ; des convictions acquises empiriquement, mais non questionnées, comme le lien entre les aliments ingérés et le ventre ; des inventions

---

(4) Pour Kuhn (1983), un problème normal est un problème traité à l'intérieur d'un paradigme déjà constitué. Nous avons proposé d'étendre ce concept à la didactique (Orange C., Orange D., 1993) en distinguant les problèmes de rupture, qui permettent aux élèves et à la classe d'accéder à un paradigme, et les problèmes normaux, qu'il faut régler à l'intérieur d'un paradigme déjà construit et identifié.

savoir factuel  
ou problématique ?

pour articuler de manière explicative les différents points. Que signifie dépasser ces conceptions et accéder à un savoir scientifique ? L'enjeu n'est pas seulement de changer d'idée : par exemple d'abandonner l'opinion selon laquelle la nourriture s'entasse dans le ventre et fait ainsi grossir, pour adhérer à la formulation selon laquelle les aliments, après avoir été transformés, sont distribués à tout le corps par le sang. Ce qui est important, ce n'est pas d'accéder directement à un savoir factuel "vrai" mais plutôt de construire ou reconstruire la problématique dont ce savoir fournit une solution possible. Dans l'exemple choisi, l'essentiel est bien que les élèves élaborent une problématique de distribution, c'est-à-dire qu'ils saisissent la nécessité de distribuer quelque chose provenant des aliments à toutes les parties du corps et qu'ils imaginent différentes possibilités pour cette distribution – diffusion, tuyaux nourriciers, vaisseaux sanguins... – même si, dans le corps humain, une seule d'entre elles est réalisée, comme vont l'indiquer secondairement les confrontations empiriques.

d'une connaissance  
d'opinion à  
une connaissance  
apodictique

Faire des sciences c'est donc abandonner une connaissance d'opinion, une connaissance mal questionnée, assertorique, c'est-à-dire réduite à un simple constat, pour une connaissance qui, une fois problématisée, sera fondée en raison, deviendra apodictique. C'est le cas lors de la rupture fondamentale que met en avant Bachelard entre connaissance commune et savoir scientifique (5) ; mais cela peut être étendu à toute rupture, même entre deux théories scientifiques, car sans vigilance, l'apodictique retombe vite dans l'assertorique (6). À ces ruptures s'opposent des obstacles du type "expérience première" ou "connaissance générale" (Bachelard G., 1938).

C'est ainsi un espace de nécessités et de possibles (la représentation du problème, ou espace-problème) qu'il faut tenter de faire construire aux élèves, sans se limiter à ce tour de passe-passe qui consisterait simplement à leur faire changer d'opinion. Les ruptures et le franchissement des obstacles correspondants sont donc avant tout liés, non à la résolution du problème, à la découverte d'une solution, mais à la construction par les élèves du problème ou d'une problématique dans un cadre théorique défini (7). Nous donnons dans la deuxième partie de cet article l'analyse d'un tel travail de classe.

---

(5) « *La science ... s'oppose absolument à l'opinion... L'opinion pense mal, elle ne pense pas : elle traduit des besoins en connaissances.* » (Bachelard G., 1938, p. 14).

(6) « *Par une curieuse accoutumance, l'apodictique vieilli prend le goût d'assertorique, le fait de raison demeure sans l'appareil de raisons.* » (Bachelard G., 1938, p. 247 ; Fabre M., 1995, chap. VI et VII).

(7) Cadre théorique défini par l'enseignant lorsqu'il fixe ses objectifs. Les élèves construisent le problème mais le maître reste le garant d'un cadre théorique scientifiquement pertinent.

### 1.3. Les savoirs scientifiques sont des savoirs partagés, soumis à la critique

Un savoir scientifique n'est pas une simple connaissance privée, aussi pertinente soit-elle (mais qui pourrait alors en juger ?). Il doit être soumis à la discussion publique et pouvoir être remis en question. Karl Popper explique ainsi l'invention de la science : *« les philosophes grecs ont inventé une nouvelle tradition qui consistait à adopter une attitude critique par rapport aux mythes et à les discuter ; il s'agissait non seulement de raconter un mythe, mais aussi de le faire discuter par l'auditoire »* (Popper K., 1985, pp. 192-194).

Cette attitude critique, constitutive de la science, prend deux formes complémentaires, mais très liées.

Tout d'abord, il y a la communauté scientifique. En science, un résultat n'a en effet de sens qu'une fois communiqué, repris, admis, reconstruit par les autres membres de la communauté scientifique. Autrement dit, un savoir ne sera vraiment scientifique que s'il est partagé, discuté et s'il peut servir de base à d'autres développements communicables. Pour la science à l'école il faut donc penser, de façon primordiale, débats scientifiques et argumentations.

Mais aussi, et selon Popper c'est une conséquence du premier point, intervient la mise à l'épreuve des modèles et des théories par la confrontation au réel : observations, expérimentations ou recours à des faits reconnus ; il s'agit alors de comparer des prévisions théoriques à des phénomènes spontanés ou provoqués. Tout cela se résume par ce que dit le biologiste F. Jacob de la pensée scientifique : *« À chaque étape il lui faut s'exposer à la critique et à l'expérience. »* (Jacob F., 1980, p. 30).

On voit mal alors comment un savoir scolaire qui ne serait pas l'objet de discussions au sein de la classe et de confrontations aux connaissances empiriques des élèves, même si elles ne sont pas proprement expérimentales, pourrait prétendre à un véritable statut scientifique. Cela implique que, malgré les limites justement affirmées des conflits cognitifs brefs, le débat scientifique dans la classe est fondamental (8). L'accession de chaque élève de la classe à un savoir scientifique ne peut se faire qu'au travers de la construction d'une problématique commune qui fonde en "raison partagée" un paradigme de classe (9). Ce paradigme pourra alors servir de cadre pour la construction et la résolution de nouveaux problèmes qui le feront évoluer progressivement (problèmes normaux).

- 
- (8) Il s'agit là d'une justification épistémologique du débat dans la classe, alors que l'argumentation en faveur des conflits socio-cognitifs est de nature psychologique. Il est intéressant de remarquer que ces deux points de vue peuvent se compléter.
- (9) On peut appeler paradigme de classe un ensemble de connaissances sur un domaine donné, consciemment partagé par la classe et qui sert de référence pour maîtriser de nouveaux problèmes (problèmes normaux).

Ainsi la soumission à la critique des savoirs scientifiques renvoie à leurs deux caractéristiques précédemment présentées : leur opérationnalité pour maîtriser des problèmes et leur fondement par la constitution d'un espace-problème.

#### **1.4. Conclusions**

Les caractéristiques du savoir scientifique que nous retenons nous amènent donc à relier fortement les ruptures et les franchissements d'obstacle à la construction de problèmes par les élèves, au sein de la communauté scientifique que représente la classe. Nous allons maintenant préciser ce travail de problématisation et son lien avec le changement conceptuel à partir d'un exemple.

## **2. PROBLÉMATISATION ET CONSTRUCTION DE L'ESPACE-PROBLÈME**

### **2.1. La problématisation**

Qu'est-ce que problématiser ? Comment décrire le processus de problématisation ? Soit la question : "Comment les aliments font-ils pour faire grandir ?". Quelles sont les connaissances que l'on attend des élèves de CM sur le sujet ? On lit dans un (vieux) manuel de CM :

*« Les aliments sont broyés par les dents, ils descendent dans l'estomac où ils sont malaxés et réduits en bouillie. Puis, cette bouillie passe dans l'intestin dont la paroi est tapissée de vaisseaux sanguins. Les aliments passent donc dans le sang qui les transporte à toutes les parties du corps pour les nourrir. Les déchets sont éliminés. »*

trois types  
d'enseignement

On peut sur cet exemple tenter une typologie de l'enseignement-apprentissage selon que va prédominer la compréhension, la résolution de problème ou la problématisation.

- **La compréhension**

On part ici du résumé que l'élève doit comprendre. Dans ce cas, les propositions du texte semblent valoir pour elles-mêmes et indépendamment de tout contexte de recherche. Mais en réalité, elles ne sont intelligibles que par rapport aux problèmes qu'elles solutionnent tout en les refoulant (Meyer M., 1986). Comprendre une proposition ou une série de propositions, c'est donc retrouver les questions oubliées auxquelles ces propositions répondent. Autrement dit, la compréhension relève déjà de la problématisation, mais d'une problématisation privée, ignorée par l'enseignant.

- **La résolution de problème**

Le problème étant formulé par le maître ou le manuel, l'élève devra le résoudre, la solution produite coïncidant

avec la connaissance à apprendre. Ici, la réponse est bien produite par l'élève, mais celui-ci n'a aucune marge de manœuvre dans la construction du problème qui reste finalement la prérogative du maître ou du manuel.

• **la problématisation**

Ici le problème ne se présente pas tout fait ; il est simplement posé sous forme d'une question générale ou d'une situation. Les élèves doivent le construire progressivement à partir d'un cahier des charges et par un système de contamination de contraintes, de telle sorte que sa détermination complète coïncide effectivement avec ses solutions possibles. Pour l'enseignant, l'objectif est que les élèves construisent une problématique pertinente par rapport à la question traitée, problématique seule susceptible de donner sens aux solutions trouvées et donc aux connaissances scientifiques construites. C'est dans ce dernier cadre que nous nous situons.

## 2.2. L'idée d'espace-problème

Pour décrire ce processus de construction du problème, nous partirons de l'idée d'espace-problème (10) de Newell et Simon, repris par la psychologie cognitive (Richard J.-F., 1990, p. 120). Résoudre un problème, c'est ici cheminer dans un espace où sont figurés les états successifs de la situation (les nœuds) sous l'effet des actions du sujet (les arcs). L'un des nœuds représente la situation de départ, l'autre la situation d'arrivée. Cet espace-problème constitue ainsi un modèle formel pour la description des processus réels de résolution. Le traitement d'un problème suppose cependant la définition concrète de cet espace, laquelle aboutit à la représentation du problème avec ses trois composantes : interprétation de la situation initiale, de la situation-but, des actions licites.

• La psychologie cognitive distingue la représentation du problème par l'expert des représentations plus ou moins adéquates que s'en font les novices. Ces deux représentations ne correspondent pas forcément dans la mesure où le novice peut définir un espace plus restreint ou au contraire plus large que celui de la tâche (Richard J.-F., 1990 p. 123). Il nous semble utile de distinguer plusieurs représentations "savantes" selon les différents experts qui interviennent : le biologiste (a), le didacticien (b), l'enseignant (c) ; et plusieurs représentations de novices : celle du groupe classe (d), ou celle d'un élève en particulier (e). Ces espaces coïncident rarement tout à fait ! Les problèmes posés par ces intersec-

différentes  
représentations  
d'un problème

---

(10) Dans nos travaux antérieurs, nous l'avons caractérisé comme une problématique s'effectuant dans une modalité particulière : celle du problème. (Fabre M., 1993).

problèmes  
sémantiquement  
riches

tions et ces disjonctions sont d'ailleurs intéressants du point de vue didactique (11).

- La deuxième distinction importante concerne la typologie des problèmes. Jean-François Richard montre qu'un problème apparemment aussi bien défini que celui de la tour de Hanoï peut être ambigu pour le novice (12). Mais l'indétermination augmente lorsqu'on étudie des problèmes "sémantiquement riches" comme les problèmes scientifiques ou techniques. Dans ce type de problèmes, l'activité cognitive de l'élève se rapproche d'avantage d'une activité de conception ou de projet (par exemple écrire un article), ou encore d'une activité d'induction de structure (faire un diagnostic), que d'une activité de résolution de problème à transformation d'états, type tour de Hanoï.

- La troisième distinction concerne les processus de compréhension et de résolution. Pour la psychologie cognitive, la compréhension consiste dans la (re)construction du problème, alors que la résolution concerne la découverte d'un chemin reliant l'état initial à l'état final. L'une relève de la lecture de la carte, l'autre d'une orientation dans le territoire (Richard J.-F., 1990, p. 28, p. 158). Mais comment penser le processus cognitif d'élaboration de la carte ou de construction de l'espace-problème ?

construction  
de l'espace-  
problème

Nous proposons donc de reconsidérer les propositions de Newell et Simon en prenant en compte l'idée que l'espace-problème doit être construit et non pas simplement parcouru. En sciences on peut relativement facilement distinguer les processus de construction des processus de résolution. La construction de l'espace-problème part de la prise de conscience qu'une question se pose et aboutit à l'organisation des éléments du problème. Cet espace est, en même temps ou après coup, le lieu d'une démarche de résolution s'étendant de la formulation d'hypothèses à leur vérification ou falsification. Construction et résolution sont donc deux processus logiquement mais non chronologique-

---

(11) Entre (a) et (b) quelle est la signification scientifique de la transposition didactique ? Entre (c) et (b) l'espace-problème vu par l'enseignant coïncide-t-il avec celui du didacticien ? Entre (c) et (d), l'enseignant a-t-il une vue objective du débat scientifique ? Entre (d) ou (e) et (b) : le débat scientifique a-t-il permis à l'ensemble de la classe ou à tel élève de construire les problèmes attendus par le didacticien ? Entre (d) et (e) comment situer la problématisation "privée" d'un élève par rapport au débat scientifique de la classe ?

(12) Dans le problème dit de la tour de Hanoï, une planchette est munie de trois tiges. Sur la première sont enfilés trois disques de tailles différentes (le plus grand en dessous, le plus petit au dessus). Le jeu consiste à passer de cet état initial à un état final où les disques sont rangés sur l'une des deux autres tiges. Les règles sont les suivantes :

- on ne peut déplacer qu'un disque à la fois ;
- on ne peut déplacer que le disque du dessus ;
- on ne peut pas mettre un disque sur un plus petit.

C'est l'ensemble de ces contraintes et des possibles qu'elles ouvrent qui définissent l'espace-problème (Richard J.-F., 1990).



ment distincts : dans un processus réel de problématisation, ces deux activités sont le plus souvent enchevêtrées. Comme le dit Michel Meyer (1979), il y a un art des problèmes relevant d'une logique du sens et un art des solutions relevant d'une logique de la vérité. Parler de logique du sens signifie ici que les questions pertinentes pour ce niveau ne sont pas celles du vrai et du faux, mais qu'il s'agit plutôt de localiser les points singuliers, intéressants, remarquables, bref ceux qui sont susceptibles de faire progresser l'enquête, et de délaissier les autres.

### 2.3. Une étude de cas

L'essai de modélisation présenté ici concerne un débat scientifique dans une classe de CE2 qui s'interroge sur la nutrition : "Comment les aliments font-ils pour faire grandir ?". Le but de l'enseignant est de faire construire à la classe une problématique de distribution (représentation de novice), laquelle pourrait être comparée à la représentation du didacticien. Nous isolons ici ce qui a trait à la construction des problèmes au cours du débat scientifique dans la classe, en laissant de côté la recherche de solution.

décrire un débat  
scientifique

Tout débat, toute argumentation peuvent être étudiés comme une schématisation (Grize, 1990). Nous nous intéressons ici à la dimension épistémique de cette schématisation : quels sont les sous-problèmes et les réponses partielles évoquées, relativement au sujet traité (la distribution des aliments) ? Nous visons ici un résumé global du débat (13). Les propositions du résumé sont de type question/réponse. On peut les regrouper selon le problème (implicite ou explicite) qui les concerne : ce dont il est question.

L'ensemble des propositions du débat constitue la représentation du problème à laquelle aboutit la classe (et non encore sa solution !). Cette représentation se lit sur deux dimensions : verticale (l'enchaînement des questions et des réponses, qui fait que la problématique suit son cours et avance) et horizontale (la différenciation des questions et des réponses qui réalise un élargissement de la problématique). L'enchaînement concerne les inférences qui sont de plusieurs types : (Q-R) inférence apocritique (on répond à la question) ; (R-Q) inférence problématologique : la réponse relance de nouvelles questions, sans être forcément remise en cause ; (R-Qo) objection, la réponse est remise en cause. La différenciation concerne les embranchements du débat. Par exemple des alternatives (**OU** exclusif) telles que des questions (Q/Q) ou des réponses concurrentes (R/R). Des ramifications (**ET**) de questions en sous questions (Q:Q) ou de réponses (R:R) ou encore d'objections (O:O).

---

(13) Naturellement, on pourrait donner des descriptions plus fines de tel ou tel point du débat.

Lors de la construction, l'espace-problème se dissocie également en sous-espaces, étiquetés chacun par un problème fondamental. Chaque sous-espace peut renfermer du "hors question" (14) et comporter également des nœuds argumentatifs.

On a donc ci-contre une représentation possible de la macrostructure du débat. C'est un schéma qui n'est ni strictement chronologique ni strictement logique. Il peut s'analyser comme suit.

- Un développement (Q1....Q3)
- Un embranchement (A) R3a / R3b. C'est la controverse fondamentale (*Controverse 1*) de cette séquence entre : "Les aliments restent dans la poche." / "Il vont dans tout le corps."
- Développement de R3b "Ils vont dans la poche." Les réponses (R3a et R3b) donnent lieu à une inférence problématique (Q5 : "Qu'est-ce qui grandit ?") laquelle entraîne des réponses alternatives (R5b et R5a), suivies d'une objection. (*Controverse 1 Bis*)
- Développement de R3a. L'inférence problématique Q4 donne lieu à un embranchement à 3 réponses (R4a, R4b, R4c) (*Controverse 2*), lesquelles entraînent une ramification d'inférences problématiques (Q6, Q7) concernant les sous-problèmes mécaniques. D'où le nœud (R7a, O7a, O7b) concernant le passage des aliments dans le sang.
- On peut isoler quatre sous-espaces. Sous-espace (I) problème des entrées/sorties qui constitue du hors question que l'on peut formuler ainsi : "Il existe des bons et des mauvais aliments ; les mauvais aliments ressortent du corps ; les bons aliments restent dans le corps ; les aliments vont dans des boyaux." Sous-espace (II) problème de distribution des aliments dans tout le corps. Sous-espace (III) "Qu'est-ce qui grandit ?" Sous-espace (IV) questions périphériques. C'est le sous-espace (II) qui est naturellement le plus différencié et qui minimise (III).
- Sans chercher à schématiser exhaustivement l'espace-problème de l'enseignant, on peut remarquer que c'est le maître qui explicite les principaux sous-problèmes à partir des réponses fournies par les élèves (Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q7). Son action vise la compréhension des réponses par les autres élèves (si comprendre c'est remonter aux problèmes !). Le maître localise également les deux controverses en surévaluant la controverse n°1, sans doute pour conforter la classe dans une problématique de distribution.

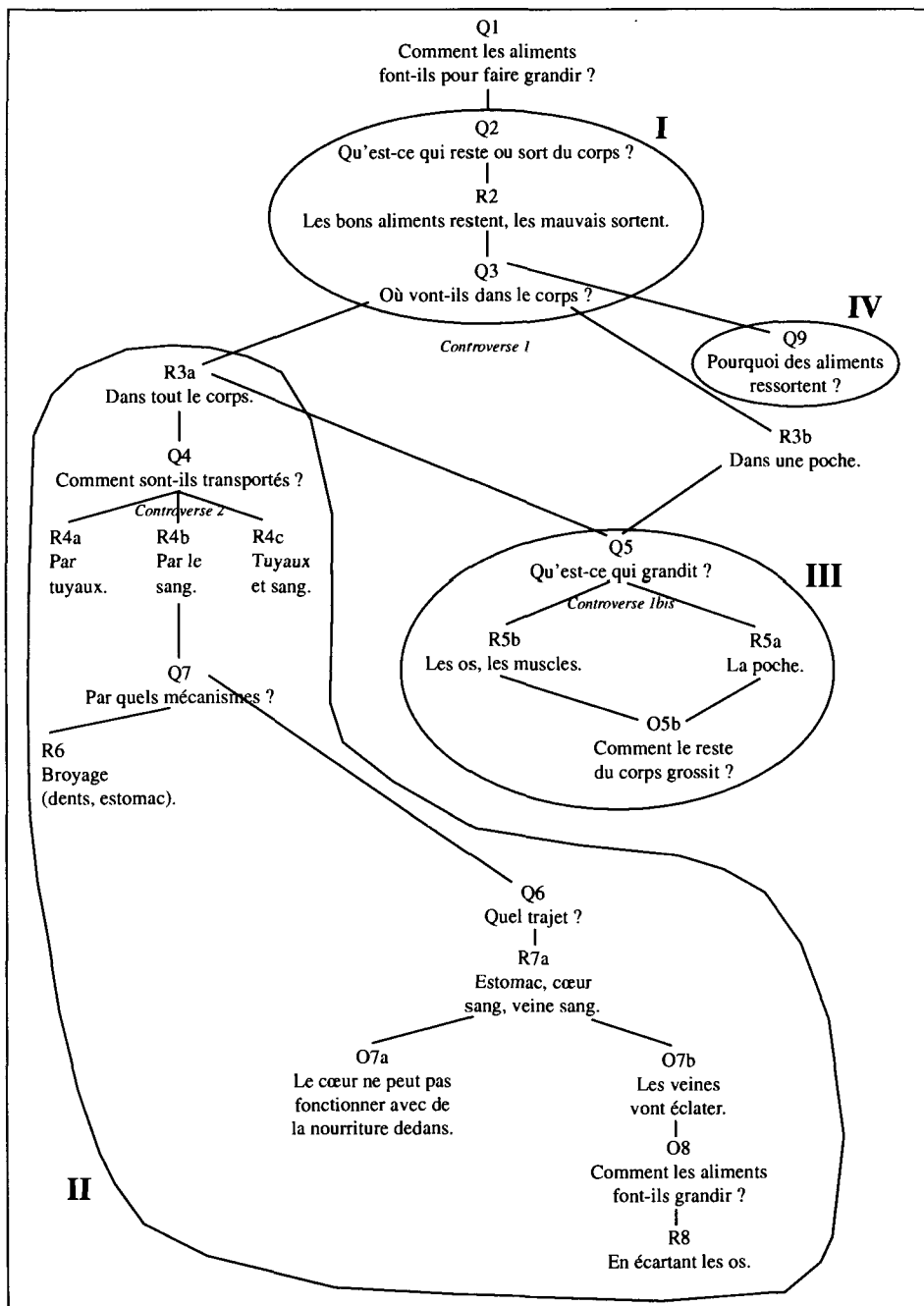
## 2.4. Conclusions

De notre point de vue, l'élève ne peut donner sens aux connaissances scientifiques sur la question de la nutrition que s'il les produit (avec l'aide du maître et de ses pairs)

---

(14) Le "hors question" correspond à ce qui n'est pas remis en question dans le débat.

**Macro structure du débat  
dans une classe de CE  
(classe d'Isabelle Ménard)**



comme solutions d'une problématique de distribution. Construire un problème, pour l'élève, c'est donc participer à l'élaboration d'une carte mentale faite de questions/réponses ; comprendre ce qui, dans cette carte, relève de connexions nécessaires et ce qui, au contraire, ouvre des possibles entre lesquels il faut trancher. Pour l'enseignant, faire construire aux élèves une problématique de distribution relève de trois grandes fonctions. Fonction d'explicitation : l'enseignant aide les élèves à formuler leurs réponses, à questionner les réponses des autres élèves, fait apparaître l'unité de la problématique en travaillant le lien problème/solution. Fonction de prise de conscience : l'enseignant aide les élèves à repérer les grandes phases de la discussion, à identifier les nœuds du débat, les principales controverses, à constater enfin la progression ou le piétinement de ce débat. Enfin, fonction de "guidage" : l'enseignant opère comme un directeur de recherche qui signale les pistes intéressantes et qui – au besoin – déplace le questionnement des élèves en leur faisant admettre (grâce à des éléments "critiques" : documents, observations, expériences...) des nécessités, nouvelles pour eux, et leurs possibles correspondants.

Prendre au sérieux l'idée de problématisation, c'est s'obliger à décrire le processus par lequel s'instaure dans la classe un débat scientifique. Ce débat ne peut être formalisé que si l'on accepte de différencier la construction de l'espace-problème de son utilisation à des fins de résolution. Nous avons montré sur un exemple qu'il pouvait se décrire par un formalisme simple. Même sommaire, une telle description permet la localisation des différentes problématiques du débat et des controverses qui l'agitent. Elle donne ainsi des indications (15) sur l'espace-problème construit par les élèves.

### 3. VERS UNE TYPOLOGIE DES RUPTURES

différents processus  
de problématisation

Dans l'exemple ci-dessus, la construction du problème par les élèves et donc leur représentation de l'espace-problème s'élaborent essentiellement dans un débat collectif guidé par le maître et s'appuyant sur des productions de groupes. Il ne s'agit pas d'une règle générale. D'autres études de cas, que nous ne pouvons pas détailler ici (voir : Orange C., Fabre M., 1996), montrent que les processus de problématisation peuvent prendre des formes assez différentes, le débat collectif ne suffisant pas à construire ou reconstruire le problème dans le "paradigme-objectif" (16). Bien entendu, derrière cette diversité apparente peut se cacher une unité

- 
- (15) Aller plus loin nécessiterait une représentation de l'espace-problème indépendante des contingences du débat (c'est-à-dire une "carte" de cet espace-problème et non seulement un itinéraire d'exploration) ; nous y travaillons actuellement.
- (16) C'est-à-dire le paradigme auquel le maître tente de conduire la classe.

de fonctions didactiques. Mais il semble aujourd'hui nécessaire d'interroger la nature des ruptures et des obstacles en jeu dans ces différents dispositifs : le besoin de dessiner une typologie des ruptures apparaît de plus en plus clairement. L'étude des différents processus didactiques de construction des problèmes permet de placer les premiers repères d'une telle typologie.

### 3.1. Trois prototypes de dispositifs-problèmes en biologie-géologie

Nous décrivons rapidement trois dispositifs qui nous serviront de prototype, pour la phase qui va des premières productions explicatives des élèves à la reconstruction du problème dans le "paradigme-objectif". Ces descriptions relèvent d'une analyse *a posteriori* dans notre cadre conceptuel général en fonction de l'étude épistémologique des domaines concernés. Elles n'analysent pas les ruptures et les obstacles en jeu : ceci sera fait dans la section suivante.

#### • Cas n°1

Le premier de ces dispositifs est celui présenté ci-dessus (classe de CE2 sur la nutrition humaine). Nous en retenons, pour cette étude comparative, les éléments suivants.

problématisation  
par débat

- Les élèves (groupes) ont produit des explications de fonctionnement différentes, dont certaines proches de celles visées par le maître ; mais aucune n'est complètement problématisée : il s'agit essentiellement d'opinions. Pour les uns, les aliments restent dans une poche, pour d'autres ils sont distribués par des tuyaux contenant uniquement de la nourriture (tuyaux nourriciers). Pour d'autres encore ils sont distribués par le sang.

- L'objectif retenu est de faire passer les élèves d'une conception sans distribution ou encore à distribution par tuyaux nourriciers, à une conception à distribution par voie sanguine ; on vise également une compréhension des raisons de la distribution (nécessités) et des possibles acceptables.

- Lors du débat, guidé par le maître, les élèves arrivent à comparer leurs productions, à argumenter, à mettre en doute des éléments de leurs explications ; les arguments échangés sont mécanistes.

- À l'issue du débat, la classe a construit une représentation du problème selon le nécessaire et les possibles (voir partie 2 de l'article).

#### • Cas n°2

Nous prenons comme second exemple un dispositif-problème sur le volcanisme des zones de subduction, mis en place en Première S (Orange D. et C., 1993 ; Orange C. et D., 1993). La question de départ est la suivante : "À partir de quoi et comment se forme le magma qui alimente les volcans des zones de subduction ?"

problématisation  
par débat  
et élément critique

- Les élèves ont initialement produit des explications de fonctionnement différentes ; aucune n'est proche de celle visée par le maître car elles expliquent toutes la fusion du magma par la seule température.

- L'objectif est de faire passer les élèves d'une explication s'appuyant uniquement sur la température, à une explication faisant intervenir plusieurs facteurs (température, pression totale, pression d'eau).

- Lors du débat, la classe se met d'accord, par argumentation, sur une explication commune qui ne correspond pas au savoir visé par le professeur : c'est l'échauffement par le frottement des deux plaques qui serait responsable de la fusion. L'enseignant doit alors apporter un élément critique pour déstabiliser cette conception commune. Ce sont des documents (isothermes et diagrammes de fusion) qui permettent aux élèves de mettre leur modèle à l'épreuve et de prendre conscience de sa non pertinence (le problème doit être reconstruit).

- Le professeur doit enfin apporter une aide pour la reconstruction du problème (texte de Claude Allègre (17)), les élèves n'étant pas capables par eux-mêmes d'inventer d'autres possibles et de penser les nécessités correspondantes.

### • Cas n°3

Le dernier exemple est celui d'un travail sur la nutrition végétale en classe de Seconde : on demande aux élèves d'expliquer ce que doit prendre un plant de Maïs dans le milieu extérieur et ce qu'il doit en faire pour passer de l'état de plantule à l'état adulte (Orange C., 1994 ; Orange C., Fabre M., 1996 ; Orange C., 1997).

- Les élèves ont produit des explications initiales différentes. Certaines sont assez proches de celles recherchées par le maître, mais la majorité a une conception vitaliste naïve ou substantialiste : le maïs pousse, donc prend de la masse s'il se sent bien et/ou s'il est approvisionné en une substance "magique" qui le fait grandir (18).

problématisation  
par discussion  
et proposition  
du maître

---

(17) Ce texte précise, en faisant référence à des expériences faites en laboratoire, les paramètres jouant sur la fusion des roches. (Allègre, 1987, p. 103).

(18) Il s'agit d'explications qui s'appuient essentiellement sur le fait que le végétal pousse "par nature" (vitalisme naïf) ou par action de quelque chose (substance, énergie...) qui a comme propriété d'aider cette croissance (substantialisme). Voici quelques exemples :  
« Les sels minéraux et l'eau ça va dans la sève... La sève circule dans les nervures... Elle entretient, elle maintient la plantule en vie. »  
Les engrais « c'est pour plusieurs choses ; c'est pour rendre le Maïs beau, comme il faut, et le protéger contre ce qui détruit le Maïs ».  
« Les sels minéraux, c'est des vitamines, c'est pour donner de l'énergie. »

- Objectif : il s'agit de faire passer la majorité des élèves d'une conception vitaliste ou "magique" de la nutrition et de la croissance des végétaux à une conception en termes de flux de matière et de transformations chimiques.

- Lors du débat, la classe discute ; certains font évoluer leur point de vue, mais il n'y a pas argumentation et confrontation sur les points fondamentaux pour le problème à construire, ni caractérisation précise des points de vue différents, ni accord sur une explication commune.

- Le maître apporte des indications et des contraintes complémentaires (bilan quantitatif de matière, compositions élémentaires) pour conduire les élèves à un type d'explication ; mais il ne lui est pas possible de mettre véritablement en difficulté les explications des élèves ; il peut juste les guider vers une autre forme d'explication.

Ce ne sont que des exemples ! Ils correspondent cependant à des scénarios rendant compte de la plupart des cas étudiés et leurs principales différences ne peuvent être considérées comme une conséquence de choix arbitraires du maître, comme des possibles interchangeable. Plusieurs raisons à cela.

- Les analyses menées *a posteriori* ne donnent aucune solution pour ramener tous ces cas à un même scénario ; en particulier il ne semble pas possible, dans les cas 2 et 3, de faire construire la problématique visée par le seul débat à partir des productions initiales des élèves.

- Un certain nombre de régularités apparaissent. Les cas comme celui étudié plus haut (cas n°1, limité à un débat scientifique) sont particulièrement fréquents à l'école élémentaire et rares au lycée ; c'est l'inverse pour les deux autres cas.

- Les contraintes qui ont conduit le professeur à adopter tel ou tel dispositif semblent bien résider dans les rapports entre les connaissances initiales des élèves et les savoirs visés.

trois processus  
de problématisation,  
trois types  
de ruptures ?

Nous proposons l'explication suivante : dans ces trois exemples, les ruptures que les élèves doivent effectuer sont de nature différente, ce qui explique le déroulement différent de la reconstruction du problème.

### 3.2. Trois types de ruptures ?

Nous allons tenter de définir, à partir de ces exemples, trois types de ruptures, en montrant les liens entre caractéristiques épistémologiques et processus didactiques. Nous considérons, pour simplifier, qu'une explication correspond à un raisonnement s'appuyant sur des intelligibles fondamentaux, c'est-à-dire des éléments qui vont de soi, à un moment donné pour un individu donné (éléments auto-explicatifs ; voir Toulmin St., 1973).

• **La rupture métaphysique**

changer  
d'intelligibles  
fondamentaux

Elle est illustrée par l'exemple n° 3 (nutrition des végétaux en Seconde). Les élèves doivent passer d'une explication de la croissance des végétaux par "qualités naturelles", quasi magique, à une explication mécaniste, au sens large (flux). La rupture à faire correspond à un véritable changement d'*épistémè* (Foucault M., 1966), de paradigme explicatif (Toulmin St., 1973) ou de cadre épistémique (Piaget J., Garcia R., 1983). Ce sont les intelligibles fondamentaux des élèves qu'il faut modifier.

Dans ce cas, les deux cadres explicatifs (celui de départ et celui visé) sont incommensurables, pour reprendre un expression de Th. Kuhn (1983, voir en particulier p. 204 ; voir aussi Toulmin St., 1973, p. 65) ; c'est-à-dire qu'il n'est pas possible aux tenants de l'un et de l'autre cadre, de mettre en concurrence leurs points de vue divergents dans un débat argumenté. On ne peut donc pas montrer simplement la supériorité de l'une des explications, ni par un appel à la raison, ni par un recours à des résultats empiriques : les conceptions des élèves sont aptes à répondre à toutes les objections. La plupart du temps cela se traduit, si on n'y prend garde, par un dialogue de sourd entre enseignant et élèves, chacun pensant comprendre ce que l'autre veut dire et l'interprétant à sa façon.

La représentation du problème à construire est totalement étrangère à la représentation spontanée des élèves. Au bout du compte, c'est un changement métaphysique sur ce que veut dire "expliquer" que les élèves doivent opérer : un changement des grandes règles du jeu scientifique. Les obstacles sont donc dans les conceptions qu'ont les élèves du monde et de ce qu'est une bonne explication.

Pour le maître, il ne s'agit pas de convaincre par des arguments ou des faits, mais, plus modestement, d'inviter à essayer autre chose. C'est à induire de tels essais que servent les informations complémentaires qu'il apporte. La rupture ne peut pas être immédiate. Elle se fera, éventuellement, par l'usage répété du nouveau cadre explicatif (19).

• **La rupture développementale  
ou de raisonnement**

changer de forme  
de raisonnement

Dans l'exemple n° 2 (volcanisme des zones de subduction en Première S), les élèves sont dès le départ sur des explications mécanistes. L'explication que l'on veut leur voir adopter ne relève pas d'une autre *épistémè*, d'une autre grande idée de ce que veut dire expliquer ou, si l'on préfère, d'intelligibles fondamentaux différents. Mais ils doivent com-

---

(19) On doit admettre qu'il s'agit bien ici "d'imposer" une certaine culture scientifique sans autre raison que de conduire l'élève à la culture scientifique actuelle. Aller plus loin nécessiterait de travailler avec la classe sur l'histoire des idées.



prendre et accepter un autre raisonnement, plus complexe (plusieurs variables) et moins commun que leur raisonnement spontané (fusion/température). Ils ont pour cela à construire de nouvelles structures mentales ; l'enjeu est développemental.

Du point de vue de la représentation du problème à construire, il s'agit d'étendre l'espace-problème initial en reconstruisant sa structure et en modifiant certaines contraintes. Les obstacles sont dans les formes de raisonnement spontanées et dans le fait que ces raisonnements sont employés quotidiennement et efficacement par les élèves.

Les ruptures développementales se traduisent didactiquement par deux caractéristiques. On peut faire prendre conscience aux élèves des limites de leur conception ; cela tient à ce que, l'*épistémè* restant la même, ou, si l'on préfère, les deux paradigmes étant commensurables, les élèves sont à peu près d'accord dès le départ avec l'enseignant sur ce qu'est une explication acceptable. Mais ils ne peuvent trouver par eux-mêmes et rapidement la forme de raisonnement à laquelle on veut les conduire car le saut théorique est important : il faut les aider en leur proposant des pistes, une fois que la nécessité de changer d'explication leur apparaît.

#### • La rupture "simple"

Dans le premier exemple (nutrition humaine au CE), explication de départ et explication visée sont, comme dans la catégorie précédente, du même type, mécaniste (20). Mais ici les raisonnements en concurrence sont, l'un et l'autre, simples, linéaires (raisonnements mécanistes simples). Il s'agit pour les élèves d'élargir le champ des possibles et de conscientiser les nécessités constitutives du problème. La rupture à faire est donc essentiellement entre opinions et savoir scientifique problématisé ; ce n'est pas rien, puisqu'il s'agit là d'une rupture fondamentale selon Bachelard ! (21) Des obstacles existent qui sont liés aux objets étudiés, à leur charge affective, technique ou symbolique, et aux conceptions épistémologiques des élèves (qu'est-ce qu'un savoir en science ?).

identifier les  
nécessités et  
élargir le champ  
des possibles

---

(20) La principale raison pour affirmer que les élèves sont tous, dès le départ, dans des explications mécanistes tient dans les arguments qui sont échangés lors du débat : ils sont de nature mécaniste (changement de taille, trajet d'aliments, modification physique de ces aliments), ce qui n'est aucunement le cas lors d'un travail sur une "rupture métaphysique".

(21) Dans les autres types de ruptures, il s'agit généralement aussi d'une rupture "fondamentale" entre opinion et savoir scientifique. Mais elles présentent, en plus, une autre forme de difficultés (conversion ou mode de raisonnement). C'est en ce sens qu'on utilise ici le terme de "rupture simple", faute de ne pas en avoir trouvé de plus pertinent. Mais cette rupture "simple" n'est pas, à cause des obstacles associés, nécessairement facile à effectuer.

Dans le cas de ces ruptures "simples", on peut s'attendre à trouver, dans les différentes conceptions des élèves de la classe, une certaine variété d'explications et d'arguments qui vont enrichir le débat dans le sens souhaité par le maître car ils sont sur le même plan que ce qu'il vise. Ceci explique que la problématisation puisse se faire en grande partie dans un débat, organisé et régulé par l'enseignant. La fréquence de ce type de fonctionnement à l'école primaire pourrait s'expliquer par une contrainte moins forte qu'au collège et au lycée sur les savoirs à atteindre.

### **3.4. Conclusions**

Cette première tentative de typologie des ruptures a pour unique intention de faire avancer la discussion dans ce qui nous paraît de plus en plus une nécessité : clarifier les différents changements conceptuels que les élèves doivent mener et leurs liens avec la reconstruction de problème. Il est vraisemblable que les types proposés, qui ne sont pas nécessairement exhaustifs, sont davantage des pôles que des catégories, une rupture réelle donnée pouvant être une combinaison de ces différents types. Il faudrait, pour aller plus loin, dresser par domaine un panorama des ruptures à effectuer tout au long de la scolarité ; voir aussi comment articuler le travail sur ces ruptures et sur les obstacles correspondants.

On ne doit pas déduire hâtivement de cette typologie qu'elle représente une échelle de difficulté des ruptures. Dans la mesure où le maître peut proposer aux élèves des aides leur évitant des inventions qui, historiquement, ont pris un temps important et de nombreux détours, il n'est pas sûr que la difficulté d'une rupture ou l'importance des obstacles associés puisse uniquement se ramener à ces critères épistémologiques. Entre en compte tout un ensemble de charges symboliques sur les objets et les phénomènes étudiés, qui peut s'avérer plus important dans une rupture dite simple, que dans une rupture développementale, par exemple.

Quant aux ruptures métaphysiques, on peut se demander si elles relèvent d'un traitement didactique de type situation-problème, cherchant à provoquer la remise en cause des représentations (voir Astolfi J.-P., 1994 et Astolfi J.-P., Peterfalvi B., 1993) : la fissuration n'est pas directement possible et la conversion relève autant d'une prise d'habitude intellectuelle que d'une prise de conscience.

Enfin rappelons que, selon nous, les apprentissages scientifiques ne se limitent pas aux ruptures ; il est nécessaire de développer les apprentissages normaux (Orange C. et D., 1993), à l'intérieur du paradigme de la classe, lorsque celui-ci est constitué.

## CONCLUSIONS

- **De la résolution de problèmes à la problématisation**

La prise en compte du changement conceptuel en didactique des sciences nous paraît – pour des raisons qui relèvent à la fois des caractéristiques épistémologiques des savoirs scientifiques et des conditions psychologiques du franchissement d'obstacles – exiger des dispositifs d'aide à la problématisation et non pas seulement de résolution des problèmes. Pour nous, l'élève ne peut donner sens aux connaissances scientifiques qu'en les appréhendant comme solutions possibles de problématiques élaborées en classe.

- **Le concept de construction d'espace-problème**

Le concept de construction d'espace-problème nous paraît un outil formel théoriquement et méthodologiquement intéressant pour l'étude et la régulation didactique des débats scientifiques en classe.

Une voie de recherche féconde consisterait à élaborer et à confronter, à propos de savoirs précis (comme la nutrition animale ou végétale, le volcanisme...) les différents espaces-problèmes : points de vue d'experts (les problématiques du scientifique, du didacticien, de l'enseignant) ou de novices (les problématiques obtenues en classe). À quoi pourraient servir de tels outils ? Ils permettraient d'abord d'anticiper le débat scientifique : de prévoir les passages obligés de la construction du problème, les questions qu'il faut nécessairement que les élèves se posent, les réponses possibles. Muni de telles cartes, l'enseignant pourrait espérer mieux réguler le débat scientifique. Enfin, l'analyse *a posteriori* devrait permettre de comparer l'espace-problème anticipé et l'espace-problème réellement construit par la classe ou tel élève. Dans l'agenda de l'enseignant, ces outils pourraient fonctionner – à côté des grilles d'analyse des représentations premières – comme des schémas d'anticipation et de régulation didactiques.

- **Vers une typologie des ruptures**

Si la construction des problèmes peut toujours se décrire dans un espace-problème, elle s'opère cependant de manière différente selon le type de changement conceptuel en jeu. Nous proposons ainsi de distinguer trois types de ruptures. Dans sa forme "simple", la rupture a lieu entre savoir privé, non problématisé, et savoir scientifique. La rupture développementale ou de raisonnement caractérise un changement de type de raisonnement qui exige lui-même l'adoption de nouvelles structures mentales. Enfin la rupture métaphysique intervient entre deux systèmes explicatifs incommensurables, comme par exemple pensée magique et pensée mécanique. Ces trois types de ruptures, aux

caractéristiques épistémologiques bien repérables, n'engagent pas les mêmes processus de changements conceptuels et exigent certainement des traitements didactiques différents.

Michel FABRE,  
Université de Nantes,  
CREN.  
Christian ORANGE,  
IUFM des Pays de la Loire (Nantes),  
CREN.

## BIBLIOGRAPHIE

- ALLÈGRE Claude, *Les fureurs de la Terre*, Paris, Odile Jacob, 1987.
- ASTOLFI Jean-Pierre, "Situation-problème" in *Dictionnaire encyclopédique de l'éducation et de la formation*, Paris, Nathan, 1994.
- ASTOLFI Jean-Pierre, PETERFALVI Brigitte, "Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales", *Aster*, 1993, 16, pp. 103-140.
- BACHELARD Gaston, *La formation de l'esprit scientifique*, Paris, Vrin, 1986 (1938).
- CANGUILHEM Georges, "Vie" in *Encyclopædia Universalis*, Paris, 1975.
- FABRE Michel, *Bachelard éducateur*, Paris, PUF, 1995.
- FABRE Michel, "De la résolution de problèmes à la problématisation, "DIDACTIQUE IV", Statut et fonction du problème dans l'enseignement des sciences", *Les sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle*, 4-5/1993.
- FOUCAULT Michel, *Les mots et les choses*, Paris, Gallimard, 1966.
- GRIZE, Jean-Blaise, *Logique et langage*, Ophrys, 1990.
- JACOB François, *Le jeu des possibles*, Paris, Fayard, 1980
- JOHSUA Samuel, DUPIN Jean-Jacques, *Introduction à la didactique des sciences*, Paris, PUF, 1993.
- JOHSUA Samuel, DUPIN Jean-Jacques, *Représentations et modélisations, le "débat scientifique" dans la classe...*, Berne, Peter Lang, 1989.
- KUHN Thomas, *La structure des révolutions scientifiques*, Paris, Flammarion, 1983.
- MEYER Michel, *De la problématologie, Philosophie, science et langage*, Bruxelles, Mardaga, 1986.

MEYER Michel, *Découverte et justification en science*, Paris, Klincksieck, 1979.

ORANGE Christian, FABRE Michel (coord.), *Rapport de recherche du GFR, Place du problème dans l'enseignement et l'apprentissage de la biologie-géologie*, MAFPEN et IUFM de l'académie de Caen, 1996 (rapport interne IUFM, MAFPEN, CERSE).

ORANGE Christian, ORANGE Denise, "Problèmes de ruptures, problèmes normaux et apprentissage en biologie-géologie", *Les sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle*, Caen, 1993, 4-5, pp. 51-69.

ORANGE Christian, *Problèmes et modélisation en biologie*, Paris, PUF, 1997.

ORANGE Christian, *Intérêt de la modélisation pour la définition de savoirs opérants en biologie-géologie*, Thèse de doctorat, Paris 7, 1994.

ORANGE Denise, ORANGE Christian, "La mise en œuvre d'une situation-problème en géologie", *Biologie-géologie* (bulletin APBG), 1993, 3, pp. 547-555.

PIAGET Jean, GARCIA Rolando, *Psychogenèse et histoire des sciences*, Paris, Flammarion, 1983.

POLYA George, *Comment poser et résoudre un problème ?* Paris, Éditions Jacques Gabay, 1965.

POPPER Karl, *Conjectures et réfutations*, Paris, Payot, 1985.

POSNER George *et al.*, "Accommodation of a scientific conception : toward a theory of conceptual change", *Science Education*, 1982, 66 (2), pp. 211-227.

RICHARD Jean-François, *Les activités mentales*, Paris, Armand Colin, 1990.

TOULMIN Stephen, *L'explication scientifique*, Paris, Armand Colin, 1973 (1961).