

Sébastien DUFLOT

La différenciation didactique dans l'enseignement des sciences

Notice biographique

Sébastien Duflot est professeur des écoles et docteur en sciences de l'éducation. Sa thèse, soutenue en 2008 à l'Université de Lille 3, porte sur les parcours cognitifs des élèves lors de l'apprentissage de concepts scientifiques.

Résumés

Dans le système éducatif, la diversité des élèves est perçue de façon négative. Elle rend difficile la mise en œuvre d'activités par l'enseignant. Cette hétérogénéité est présentée sous forme d'une hiérarchisation des élèves. Cependant, les différences entre élèves ne se résument pas au niveau qu'ils ont atteint. Ce modèle archaïque compare l'élève à un récipient qu'il s'agit de remplir de savoir dans une progression linéaire et verticale. La diversité des conceptions des élèves contribue à l'hétérogénéité observée dans la classe. Les enfants ont élaboré de façon idiosyncrasique des modèles explicatifs à propos des phénomènes scientifiques qui les entourent. A partir de leur vécu, leurs expériences, leur environnement, ils ont construit le modèle leur permettant de comprendre le monde. Chacun de ces modèles est différent des autres. Alors, peut-on rêver d'une heuristique générale de l'enseignement des sciences ? Comment prendre en compte cette diversité de conceptions dans la classe ? La différenciation didactique en sciences est-elle une adaptation aux possibilités de chacun en leur donnant des objectifs différents ? Ou faut-il chercher, de manière plus ambitieuse, les voies de réussite individualisées pour que tous atteignent les mêmes objectifs ?

In the educational system, the variety of the pupils is perceived in a negative way. It confronts the teacher with a series of difficulties. This heterogeneousness is presented in the form

of a hierarchical organization of the pupils. However, the differences between the pupils can't be summarized in the grades they obtained. This archaic model compares the pupil to a bottle filled with knowledge in a linear and vertical progress. The variety of the conceptions of the pupils contributes to the heterogeneousness observed in the class. The children elaborated in an idiosyncratic way explanatory models about the phenomena surrounding them. Based on their lives, their experiments, their environment, they built models allowing them to understand the world. Each of these models is different from one another. Can we thus dream about a general heuristics of the teaching of sciences? How to take into account this variety of conceptions in the classroom? Is the didactic differentiation in sciences an adaptation to the possibilities of each one by giving them different objectives? Or is it necessary to look, in a more ambitious way, for individualized ways of success so that all reach the same objectives?

Mots-clés : hétérogénéité, différenciation didactique, représentation, conception, sciences, enseignement, concept, parcours cognitif

Keywords : heterogeneousness, didactic differentiation, representation, conception, sciences, teaching, concept, cognitive route

Sommaire

| | |
|--|-----|
| Introduction : L'hétérogénéité des élèves..... | 167 |
| 1. Le parcours cognitif des élèves | 169 |
| 1.1. Typologie des parcours cognitifs..... | 172 |
| 1.2. Diversité des parcours..... | 175 |
| 2. Prendre en compte l'hétérogénéité des représentations..... | 176 |
| 2.1. Traitement des représentations..... | 178 |
| 2.2. Mise en application de ces principes dans l'enseignement..... | 180 |
| Conclusion | 181 |
| Bibliographie | 181 |

Introduction : L'hétérogénéité des élèves

L'hétérogénéité des élèves, au cœur du système éducatif actuel, est présentée comme un défi pour l'enseignant. Il doit apprendre à gérer le nombre important d'élèves dans la classe. On sait, depuis longtemps, que les élèves ne sont pas tous identiques. Ils ont, chacun, un caractère, des conceptions, des facultés, de motivations qui les différencient des autres. Par nature, la classe est hétérogène. On observe aussi que les apprenants progressent à des vitesses différentes, à des moments différents, en utilisant des stratégies d'apprentissage ou de résolution de problème différentes et en suivant des motivations et des buts différents.

Le système éducatif, prompt à vouloir gommer ces inégalités et modeler les enfants, hiérarchise les différences. Il les rend responsables d'une différence de niveau scolaire. Cette hétérogénéité est perçue comme un problème à résoudre par l'enseignant. Mais n'est-elle pas un élément de la vie elle-même ? L'hétérogénéité est constitutive de la société, en général, et du groupe social que représente la classe, en particulier. Vouloir effacer ces différences est une utopie et c'est même dangereux car elles contribuent à l'équilibre du groupe. Dans ce modèle, les élèves atypiques, moins favorisés, plus lents, sont mis en échec par la pédagogie frontale, incapable de gérer l'hétérogénéité autrement. On exige que les élèves aient les mêmes bases en début de cursus puisque c'est indispensable dans ce type d'enseignement. Il n'existe donc que deux voies: la réussite ou l'échec.

Seul un cheminement linéaire et vertical¹ choisi par l'institution est-il possible ? On peut voir l'hétérogénéité comme un obstacle insurmontable à l'enseignement et proposer des objectifs différents aux élèves pour s'adapter aux capacités supposées de chacun. Mais on peut aussi chercher des voies différentes pour permettre à chaque élève d'atteindre les mêmes objectifs avec tous les élèves. En pédagogie, « tous les chemins mènent à Rome » qu'on y aille à pied, en voiture ou en train. Il est possible de faire atteindre les mêmes objectifs à tous les élèves à condition de trouver le cheminement qui lui convient et de lui accorder le temps et l'attention qui lui est nécessaire.

¹ DE VECCHI 2000.

Dans le cas d'apprentissages conceptuels, tels que dans les sciences de la nature, les élèves arrivent en classe avec leurs propres systèmes explicatifs des phénomènes naturels. Ces conceptions sont toutes différentes puisqu'elles ont été élaborées de manière idiosyncrasique par chaque élève pour appréhender son environnement. Elles peuvent nous paraître erronées et nous pouvons être tentés de vouloir les éradiquer pour homogénéiser la classe et transmettre le savoir de référence (savoir savant). Mais le résultat de telles pratiques est incertain, les représentations initiales ayant tendance à réapparaître lorsque le contexte scolaire disparaît. De plus, il est dangereux de vouloir éliminer ces grilles d'observation du monde car si elles existent c'est qu'elles trouvent leur utilité. Giordan et de Vecchi² considèrent que, plutôt que de vouloir démanteler à tout prix les conceptions des apprenants, il est préférable de voir les représentations comme des objets qui évoluent. Les structures préexistantes doivent pouvoir intégrer les savoirs nouveaux; c'est donc grâce à de petites transformations qu'elles vont pouvoir le faire. Comme l'écrivent P. Clément, A.-L. Serverin et A. Luciani, « c'est par le lent turn-over des cellules que les éléments digérés finissent, à terme, par renouveler la matière du corps. La constitution initiale du corps ne résiste pas, elle existe et se renouvelle à partir de ce qui est digéré. Si les éléments de connaissance ne sont jamais "assimilés", mais simplement "régurgités" sans être digérés, ce renouvellement se fera sans eux, selon les mécanismes antérieurs, ceux qui ont fondé et renforcé les représentations initiales³ ». Il est donc difficile, alors, de parler de conception vraie ou fausse. Il n'y a pas de représentation meilleure qu'une autre, il n'y a que des représentations ayant un champ de validité plus ou moins large. Une représentation est construite pour résoudre des problèmes. Lorsque la représentation en place est adaptée aux problèmes qui se présentent à l'élève, elle lui permet de les résoudre. Il est donc inutile d'en changer. C'est quand elle ne permet plus de résoudre les problèmes qui se posent qu'il faut en changer. Un concept trop éloigné des préoccupations devient inutile. Ce qui importe, c'est le caractère opératoire de la conception. Ainsi, une représentation mentale ayant un domaine de validité restreint peut suffire si elle correspond au degré d'évolution de l'apprenant.

Selon Marzer, il faut suivre une « théorie provisoire mais opérationnelle⁴ », les enseignants doivent choisir le domaine de validité du concept abordé qui permettra aux élèves de résoudre des

² GIORDAN, DE VECCHI 1994.

³ CLEMENT 1983.

⁴ MARZER 1983.

problèmes qui feront évoluer leurs conceptions. Apprendre, c'est élargir le champ de validité de ses conceptions. L'élargissement du domaine de validité va permettre à l'apprenant d'expliquer un certain nombre de faits à sa portée.

La question du traitement de l'hétérogénéité dans l'enseignement des sciences est, avant tout, la question de la prise en compte des représentations des élèves. Vouloir hiérarchiser les conceptions afin de classer les élèves n'est pas concevable. L'apprentissage d'un concept est l'intégration de notions de plus en plus complexes à sa représentation. C'est cette représentation qui va conditionner la facilité d'intégration des nouvelles notions. Le niveau de complexité de la représentation initiale n'est pas le garant d'une intégration aisée des nouvelles notions. On observe des représentations initiales avec des niveaux de formulation bas qui évoluent rapidement face aux notions étudiées. Par ailleurs, des conceptions montrant des niveaux de formulation élevés peuvent être plus résistantes à l'intégration de nouvelles notions.

1. Le parcours cognitif des élèves

L'enseignant qui souhaite prendre en compte les représentations des élèves pour mettre en place ses activités fait émerger ces représentations pour avoir un état des lieux avant l'enseignement. Puis, il met en place des activités dont il espère qu'elles permettront de dépasser des obstacles à l'apprentissage pour atteindre un certain objectif conceptuel. Que se passe-t-il au niveau cognitif entre le recueil des représentations initiales et celui des représentations finales en fin de séquence d'apprentissage ? Si les activités proposées sont les mêmes pour tous les élèves, les représentations évoluent-elles de la même manière ?

Un indicateur intéressant est le niveau de formulation de l'élève à propos des concepts étudiés. On le détermine en remplaçant les formulations des élèves recueillies lors d'un entretien individuel dans une échelle de différentes formulations prédéterminées allant du plus simple et individuel au plus complexe et généralisé. Il ne s'agit pas d'une hiérarchie des conceptions. L'utilisation des niveaux de formulation des élèves permet de visualiser la diversité des représentations des élèves au départ, ainsi que la diversité des parcours cognitifs empruntés lors de l'évolution des conceptions.

Dans le cadre de l'étude de la construction du concept d'écosystème, nous avons construit les parcours cognitifs d'élèves de cm1 à propos de trois concepts organisateurs (les relations alimentaires, les populations, les milieux)⁵. La réalisation d'un graphique remplaçant ces niveaux de formulation suivant les différentes séances d'apprentissages pour chaque enfant, permet d'obtenir une représentation des «parcours cognitifs des élèves». Ce sont les représentations graphiques du cheminement de la pensée de l'élève durant une séquence d'enseignement sur les écosystèmes.

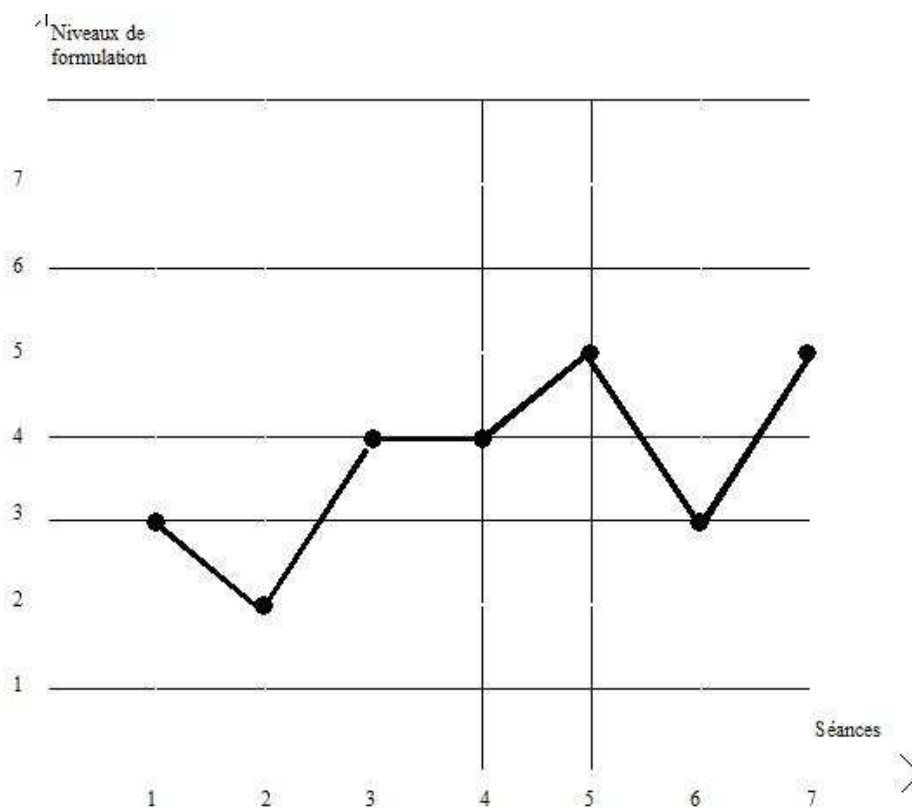


Fig. 1 : Exemple de parcours cognitif pour un élève et un concept. [Source : Dufлот 2008]

On voit que le passage au niveau de formulation supérieur ne se fait pas toujours sans heurts. Souvent, on observe des phases de régression dues à une restructuration de la conception.

⁵ DUFLOT 2008.

Il convient d'observer l'évolution sur l'ensemble d'une séquence d'apprentissage. Une évaluation ponctuelle ne donne pas les mêmes indications sur le niveau de l'élève.

Les « parcours cognitifs » des élèves obtenus valident un modèle d'intégration de données qui passe par une déstructuration du système. Le schéma suivant permet de visualiser cette intégration :

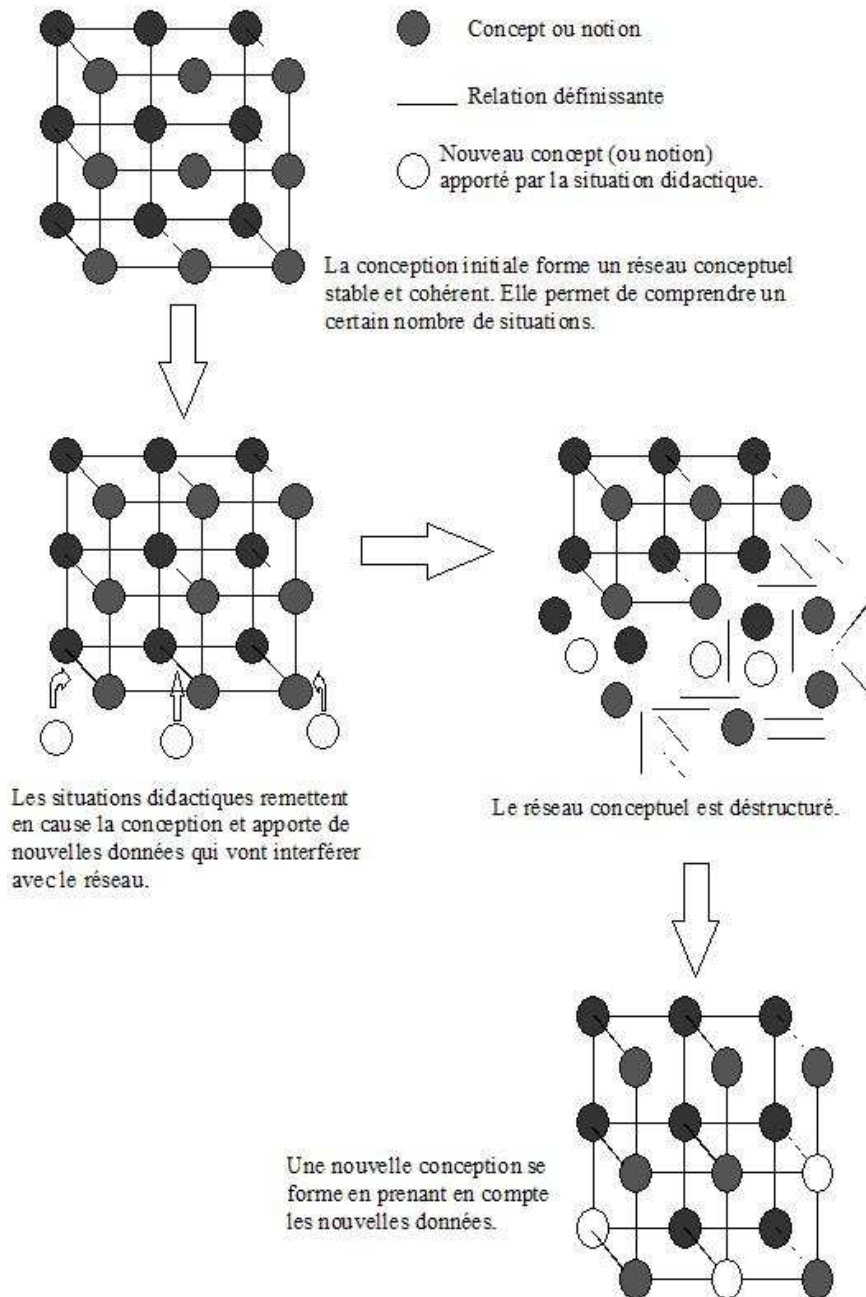


Fig. 2 : Intégration de nouvelles données. [Source : Dufлот 2008]

1.1. Typologie des parcours cognitifs

Les grilles élaborées pour montrer l'évolution des représentations au travers des niveaux de formulation présentent différentes structures remarquables qui reviennent chez tous les enfants et quel que soit le concept. Ces structures sont rassemblées dans la typologie suivante. Elles permettent de comprendre le parcours cognitif des élèves.

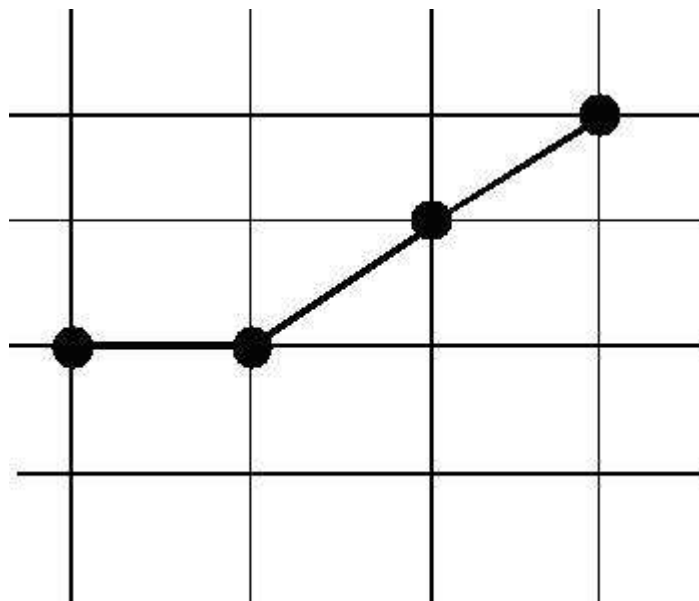


Fig. 3 : Type de parcours cognitif 1. [Source : Dufлот 2008]

Lorsque les nouvelles données s'intègrent naturellement à l'ancienne représentation, la progression se fait de façon linéaire. Il peut s'agir d'une seule information qui permet de faire évoluer le niveau de formulation sans remettre en cause la structure de la représentation. Il s'établit des relations entre les deux parties. Il semblerait que ce soit les niveaux de formulation les plus faibles qui sont les plus aptes à évoluer de cette manière. La représentation, étant moins structurée, va intégrer plus facilement les nouvelles données.

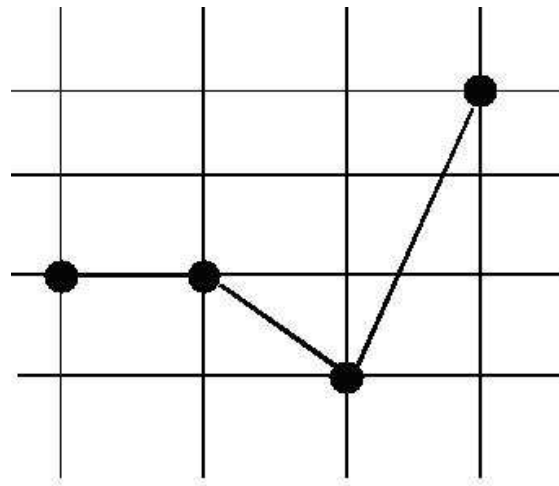


Fig. 4 : Type de parcours cognitif 2. [Source : Dufлот 2008]

Le plus souvent, il est nécessaire de déstructurer la représentation pour la restructurer afin de la faire évoluer vers un niveau supérieur. La baisse de niveau de formulation est le signe de cette déstructuration. Elle a été amorcée par une situation où la représentation s'est trouvée mise en défaut. Il a donc fallu la remplacer. Le passage à un niveau supérieur montre la restructuration. Il s'agit de la reconstitution d'une nouvelle représentation à partir des éléments constituant l'ancienne représentation, des nouvelles données et surtout de relations qui s'établissent entre ces éléments.

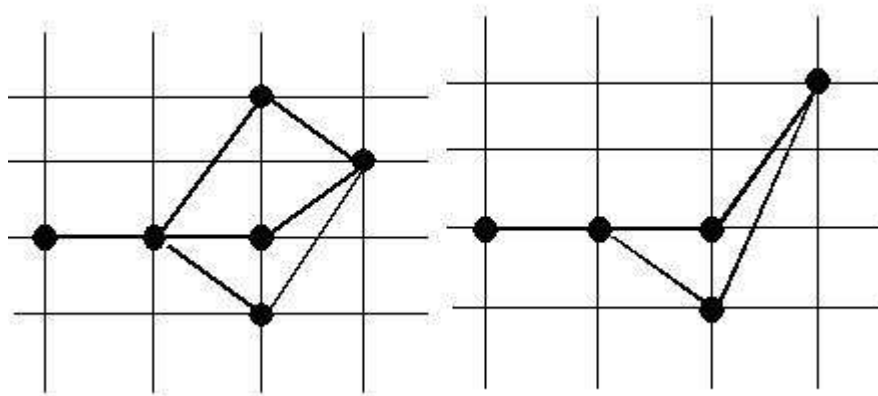


Fig. 5 : Type de parcours cognitif 2bis. [Source : Dufлот 2008]

La déstructuration peut laisser place à deux ou trois niveaux de formulation distincts. Cela montre l'état d'instabilité dans lequel l'élève se trouve. C'est le reflet de la coexistence possible de représentations différentes chez l'individu.

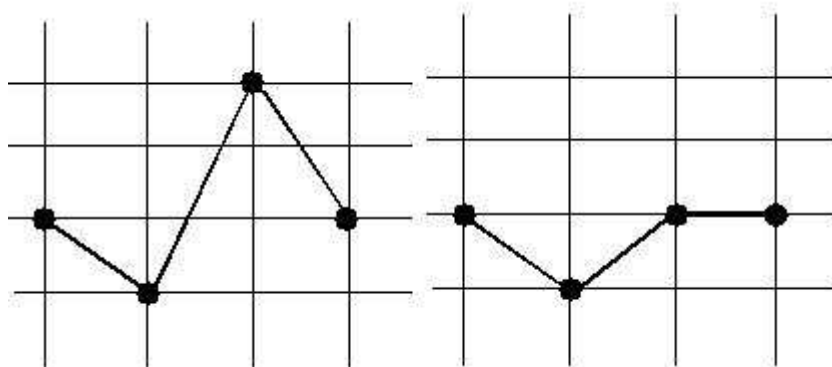


Fig. 6 : Type de parcours cognitif 3. [Source : Dufлот 2008]

Quelque fois, malgré la déstructuration, l'élève ne stabilise pas sa représentation à un niveau supérieur de formulation. Après un passage, à un niveau supérieur, la formulation retombe au niveau précédent parce que toutes les relations nécessaires pour stabiliser le niveau de formulation supérieur ne se sont pas faites. Dans le deuxième cas, la déstructuration permet seulement une restructuration au même niveau de formulation que précédemment. La nouvelle représentation, bien qu'au même niveau, sera plus stable et plus résistante aux changements.

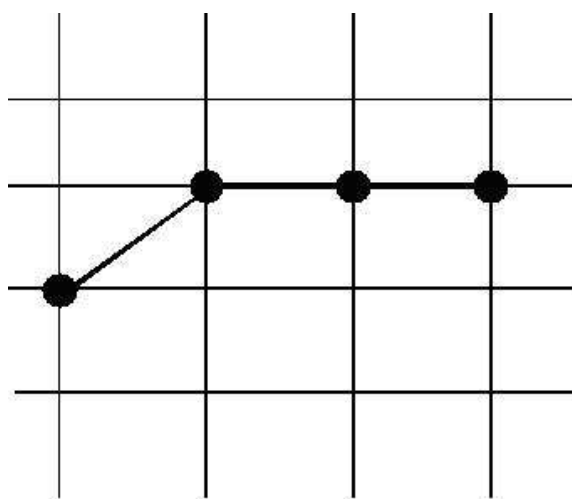


Fig. 7 : Type de parcours cognitif 4. [Source : Dufлот 2008]

Lorsque les niveaux de formulation restent stables, cela signifie que la représentation a atteint un niveau qui n'est plus remis en cause par les situations d'enseignement. La représentation permet, alors, de répondre aux questions qui se posent à l'enfant jusqu'au moment où elle ne sera plus suffisante.

1.2. Diversité des parcours

Même si des récurrences existent, les parcours cognitifs représentés par l'évolution de niveaux de formulation des élèves montrent qu'il n'existe pas un seul cheminement possible pour accéder au savoir mais pratiquement autant de voies différentes qu'il y a d'apprenants. Cela peut s'expliquer par plusieurs causes :

1°- D'abord, les élèves ont une expérience antérieure et personnelle différente. Ils sont donc arrivés en classe avec une conception des écosystèmes qui leur est propre. Le vécu, les expériences, l'environnement des enfants, influencés par l'imgo parental⁶ et confrontés aux représentations sociale construisent une conception originale. On comprend alors que les élèves ne partent pas du même niveau de formulation.

2°- Ensuite, les obstacles qui empêchent l'évolution de leurs représentations peuvent être communs mais leur franchissement donnera naissance à une nouvelle représentation qui sera, elle aussi, originale. Si on peut, parfois, réunir les élèves autour d'un niveau de formulation, c'est en rassemblant les points communs de leurs conceptions. Les activités mises en place par l'enseignante ont provoqué des dissonances chez certains enfants seulement. Cela dépend de l'état de leurs représentations au moment de la séance. Chaque individu trouve sa solution pour résoudre les problèmes cognitifs qu'on lui pose. Ces problèmes sont les confrontations mentales générées par la rencontre de conceptions différentes.

3°- Enfin, il n'existe pas de réalité objective pouvant servir de référence pour l'élaboration d'une séquence de science. L'enseignant, même s'il s'appuie sur les conceptions des élèves, élabore les séances en suivant un fil conducteur pour amener les apprenants au niveau qu'il a prévu.

Lorsqu'elles ne sont pas conditionnées par l'influence de la hiérarchie, la pression des parents d'élèves ou le programme de l'éducation nationale, les activités choisies sont le reflet de la structuration mentale du thème par l'enseignant. C'est sa propre structure de pensée qui va

⁶ « *Imago* » : représentations parentales fixées dans l'inconscient durant l'enfance. Carl Gustav Jung introduisit ce terme en 1911. La représentation du père (imago paternel) et la représentation de la mère (imago maternel), sont des constructions mentales très subjectives formées à partir d'expériences, frustrations et satisfactions infantiles. Très chargées sur le plan affectif et pouvant présenter d'importantes déformations par rapport à la réalité, ces représentations influencent les perceptions du sujet et ses relations sociales selon le mécanisme de la projection.

orienter l'organisation des séances. Il réalise une modélisation de la construction de l'objet disciplinaire. Cette modélisation l'éloigne du développement cognitif de l'élève.

Puisqu'il n'existe pas de structure a priori du concept, l'individu va lui conférer une organisation qui lui donnera du sens en mettant en relation les éléments qui sont à sa disposition. Popper⁷ rejetait déjà l'idée d'une heuristique générale dans l'élaboration scientifique. Nous pouvons dire qu'il n'existe pas, non plus, de vérité toute faite dans l'apprentissage des sciences. Si c'était le cas, comme le pensait Comte⁸, on pourrait mettre en place une méthode générale d'observation méticuleuse aboutissant à la connaissance scientifique « positive » pour tous les apprenants et en suivant le même parcours.

Mais, en pratique, l'élève qui apprend donne du sens au fait sous un angle personnel. Il possède déjà une vision du monde qui va interférer avec les informations qu'il tire des situations didactiques et réélaborer sa conception. Tout comme le scientifique inscrit ses observations dans un cadre théorique préexistant, l'apprenant a besoin de sa grille de lecture personnelle pour élaborer ses propres connaissances. Lorsque cette grille n'est pas adaptée pour comprendre les phénomènes observés, il doit la reconstruire en tenant compte des nouvelles données.

Le rôle de l'enseignant est de guider le processus d'apprentissage de l'élève. Il a besoin d'une bonne connaissance du domaine étudié mais ce n'est pas suffisant. Il lui faut également connaître le sujet en développement qu'est l'élève. Ce qui lui manque c'est la connaissance de l'activité cognitive de l'élève en relation avec son vécu affectif et social.

2. Prendre en compte l'hétérogénéité des représentations

La tentation est grande de vouloir homogénéiser la classe en détruisant les représentations des élèves mais elles ne sont pas des erreurs qu'il faut détruire car elles ont une grande importance pour l'individu. Pour lui et dans un certain cadre de validité, elles fonctionnent. Il ne souhaite pas les abandonner. Les situations de conflits cognitifs et socio-cognitifs sont là pour montrer l'inadaptation des représentations dans certains contextes. De véritables situations-problèmes

⁷ POPPER 1973.

⁸ COMTE 1832.

doivent ensuite aider l'apprenant à construire une nouvelle conception. Mais les élèves n'en sont pas au même point, ni avant la séquence, ni après.

C'est une réalité bien connue des enseignants qui est confirmée par l'étude des parcours cognitifs des élèves. On observe que, même au milieu de la séquence, non seulement les élèves ne sont pas tous au même niveau de formulation au même moment, mais il existe des différences importantes entre les niveaux des élèves et entre ce que l'enseignant avait envisagé et ce qui se passe réellement. Les situations visant la perturbation ou l'évolution des représentations ne conduisent pas forcément à un changement.

D'autres situations, par contre, amènent des changements imprévus. Les activités de confrontation des représentations permettent d'apporter une dissonance dans les conceptions des élèves. Mais la déstabilisation n'est pas suffisante, il est nécessaire de mettre les élèves en situation de reconstruire une nouvelle représentation, sinon le risque est de voir réapparaître les conceptions initiales. Et même en appliquant cela, on observe une grande résistance des représentations. Dans certains cas, plusieurs niveaux de formulation peuvent coexister chez le même élève. Lorsqu'une nouvelle représentation est construite pendant l'enseignement dans un cadre spécifique, la représentation initiale peut perdurer et réapparaître dans un contexte moins formel que l'école.

Il n'existe pas de méthode universelle de traitement didactique. Il convient de considérer les conceptions comme des marches sur lesquelles on peut s'appuyer pour s'élever. Elles doivent servir d'appui pour l'enseignant pour construire les séances d'apprentissage, comme elles servent d'appui pour l'enfant pour donner du sens à ce qui l'entoure. Mais la classe renferme une multitude de systèmes de pensée différents. La pluralité des représentations au niveau intra-individuelle et au niveau du groupe classe rend difficile sa mise en œuvre didactique. Les parcours cognitifs des élèves sont individuels, personnels. L'organisation mentale de chaque élève correspond, de façon idiosyncrasique, à son propre vécu, à son histoire personnelle et à la manière dont il a tiré partie des situations qu'il a rencontrées. Le traitement didactique ne peut, dès lors, en aucun cas, espérer homogénéiser l'esprit des élèves. Face au même enseignement, les représentations n'évoluent pas de la même manière. Il y a deux causes à cela :

1°. Tous les élèves n'ont pas atteint le même niveau de formulation du concept étudié au début de l'étude. Leurs représentations sont différentes.

2°. Les notions et concepts abordés lors des séances sont les mêmes pour tous mais selon leurs représentations initiales et les obstacles sous-jacents, les situations ne créeront pas les mêmes dissonances.

2.1. Traitement des représentations

Les propositions concernant le traitement des obstacles sous-jacents aux représentations des élèves sont de plusieurs types :

1° - On peut se centrer sur les situations susceptibles de déstabiliser ou faire évoluer les représentations. La sphère didactique est considérée comme la seule digne d'intérêt. Dans cette optique, Brousseau⁹ a proposé des situations didactiques ne prenant en compte que la classe comme unité d'analyse. Il rejette la représentation comme concept didactique pertinent. De même, Rumelhard¹⁰ ne propose pas de traitement spécifique de l'obstacle. Pour lui, des révolutions conceptuelles inaperçues et des subversions infinitésimales s'intègrent à l'enseignement sans constituer des moments vraiment individualisables ou des procédés généralisables, mais elles en changent le sens. Cette position a l'inconvénient de ne considérer que l'évolution du groupe et ignore la diversité des représentations des élèves. Nous avons vu qu'il existe de grandes différences entre les conceptions des élèves. Ignorer les systèmes de pensée des élèves dans ce qui constitue leurs particularités conduit à maintenir à l'écart de l'enseignement un certain nombre d'élèves.

2°- On peut se focaliser sur un objectif-obstacle qui constitue un point stratégique sensible et porteur de progrès possibles. Le choix d'un objectif-obstacle est le moyen, en théorie, de concilier le point de vue de l'élève basé sur ses représentations et celui de l'enseignant qui vise à changer les représentations des élèves. L'idée d'objectif-obstacle fonctionne comme un mode de sélection, parmi les objectifs possibles, de ceux qui s'avèrent pédagogiquement « intéressants¹¹ ». Ce caractère franchissable (ou non) de l'obstacle suppose une appréciation de l'amplitude du « saut conceptuel » qu'exige la tâche : ni trop facile (il n'y aurait pas d'obstacle), ni trop difficile (les élèves seraient hors d'état de le franchir). Le défi intellectuel déstabilisant doit pouvoir s'appuyer sur les

⁹ BROUSSEAU 1998.

¹⁰ RUMELHARD 1997.

¹¹ MARTINAND 1986.

représentations sur lesquelles l'élève fera levier. Pour Astolfi¹², en travaillant par objectif-obstacle, on peut faire dépasser des obstacles sur la durée de quelques séances. Aucune pédagogie ni didactique ne réussira à homogénéiser l'esprit des élèves. Mais les points communs entre les représentations des élèves existent, il suffit de les chercher plutôt que de mettre en place une méthodologie visant à mettre en évidence les différences. Des activités peuvent être construites pour faire dépasser un objectif-obstacle commun aux élèves. Ces activités vont permettre la fissuration et la déstabilisation de l'obstacle puis la reconstruction d'une nouvelle représentation. En pratique, le traitement d'un obstacle unique ne semble pas réalisable au regard de la grande diversité rencontrée dans les obstacles individuels et dans les niveaux de formulation de départ des élèves. On se rend compte qu'il n'existe pas de cheminement logique provoqué par les situations mises en places en relation avec les représentations des élèves. Même à partir de niveaux identiques les parcours cognitifs ne sont pas les mêmes. La difficulté provient du choix de l'objectif-obstacle. L'obstacle doit être commun à tous les élèves pour qu'ils soient tous concernés par l'enseignement. De plus, Le traitement local de l'obstacle qui est transversal semble suffisant pour le dépasser dans toutes les situations.

3°- On peut se centrer sur l'élève en tant qu'individualité. L'unité d'analyse est l'individu. Giordan¹³ considère que la construction des connaissances est idiosyncrasique. Cela est confirmé par les résultats notre recherche. Tous les enfants élaborent des stratégies différentes pour intégrer les données de l'enseignement à leurs représentations. Ce traitement permet, en théorie, de cibler les difficultés, les obstacles de chaque élève. Pour Giordan, le dépassement des obstacles est très difficile et ne peut se faire que sur une longue période par une déconstruction simultanée d'une reconstruction de la conception. L'évolution des représentations d'élèves vers des représentations scientifiques n'est pas immédiate. Elle est même très lente. Elle nécessite parfois des détours importants car les représentations initiales « erronées » couvrent souvent plusieurs concepts qui interfèrent entre eux. L'apprentissage conceptuel s'effectue petit à petit grâce à une succession de représentations qui se substituent les unes aux autres.

Mais, en pratique, comment prendre en compte toutes les logiques cognitives pour élaborer un enseignement pour l'entité qu'est le groupe classe ?

¹² Astolfi et al. 1998

¹³ Giordan, De Vecchi 1987

2.2. Mise en application de ces principes dans l'enseignement

L'organisation des concepts en réseaux conceptuels participe à la résistance des conceptions parce que la remise en cause d'un concept demande une réorganisation de tous les concepts du réseau. Cette résistance freine l'évolution des représentations. C'est donc sur un temps très long qu'il faut compter pour dépasser les obstacles. Pour obtenir un niveau de formulation satisfaisant, il faudra travailler plusieurs fois au dépassement des obstacles durant la scolarité. Il s'agit d'un objectif à long terme. Il est possible qu'un enseignant commence à déstabiliser une conception et que la nouvelle notion soit intégrée avec un autre enseignant plusieurs années après. Cependant, il ne faut pas tomber dans une certaine dérive de pédagogies actives défendant le caractère spiralaire des apprentissages et leur inscription dans le long terme. Car cela peut se traduire, en pratique, par un manque d'ambition pour la classe. On a du mal à évaluer le progrès intellectuel visé à chaque « tour de spire ». Le report à « plus tard » pourrait cacher un contournement de l'obstacle pour ne pas avoir à le franchir. Il faut rester modeste dans ses objectifs de séquences car les élèves n'intégreront que les informations qu'ils sont prêts à recevoir.

Le temps sera mis à profit pour faire évoluer la représentation. L'évolution d'éléments périphériques (concepts ou notions) de l'aura conceptuelle peut faire évoluer le concept étudié initialement. Par exemple, l'étude de la photosynthèse et de la nutrition des plantes qui semble éloignée de celle des écosystèmes permettra de mieux comprendre le cycle de la matière, la décomposition de la matière organique et donc le lien entre les différents éléments biotiques des systèmes écologiques.

La prise en compte des obstacles sous-jacents aux représentations des élèves est nécessaire pour se placer à l'intérieur du cadre de référence de l'élève et pour en montrer les faiblesses et les limites. Mais le choix d'un objectif-obstacle unique est, en pratique, à la fois, trop et trop peu ambitieux. Trop ambitieux parce que le dépassement d'un obstacle est difficile et très long. On devra l'attaquer plusieurs fois pour s'assurer de son dépassement dans plusieurs situations et domaines différents. C'est trop peu ambitieux lorsqu'on considère que seule une partie des élèves sera concernée par cet objectif puisqu'ils n'ont pas tous les mêmes représentations.

Conclusion

Il faut donc accepter qu'en tant qu'enseignant, on ne fait que participer au dépassement d'obstacles en essayant de mettre en évidence leur inefficacité et en proposant des modèles de remplacement. A partir de ce constat, se limiter à un seul objectif est inutile.

Un nombre plus important d'obstacles peut être traité lors de la même séquence. Un traitement global et systématique face à l'organisation des conceptions en réseau et à la transversalité des obstacles est nécessaire. Dans le cadre d'un curriculum ouvert, une démarche d'investigation autonome peut être mise en place. Les séquences ne sont plus calibrées autour d'un obstacle prédéterminé mais répondent, au contraire, à une logique plus souple. L'enseignant utilise un petit nombre d'objectifs-obstacles comme repère face aux difficultés des élèves en activité et pour réguler ses interventions.

Si le dépassement d'un obstacle ne peut être un objectif à court terme, l'utilisation des niveaux de formulations permettrait d'établir des objectifs intermédiaires dans une progression établie à partir des représentations des enfants.

Bibliographie

- ASTOLFI *et al.* 1998 : J-P. ASTOLFI *et al.*, *Comment les enfants apprennent les sciences ?*, Paris : Retz, 1998.
- BROUSSEAU 1998 : G. BROUSSEAU, *Théorie des situations didactiques*, Grenoble : La Pensée sauvage, 1998.
- CLEMENT *et al.* 1983 : P. CLEMENT *et al.*, « Les représentations en biologie et les objectifs de la pédagogie: digérer ou régurgiter ? », in *Actes des 5^{es} Journées Internationales sur l'éducation scientifique*, Chamonix, 1983.
- COMTE 1832 : A. COMTE, *Cours de philosophie positive*, Paris : Bachelier, 1832.
- DE VECCHI 2000 : G. DE VECCHI, *Aider les élèves à apprendre*, Paris : Hachette Education, 2000.
- DUFLOT 2008 : S. DUFLOT, *Les Parcours cognitifs des élèves lors de l'apprentissage du concept d'écosystème*, thèse de troisième cycle, Université de Lille 3, 2008.
- GIORDAN, DE VECCHI 1994 : A. GIORDAN, G. DE VECCHI, *Les Origines du savoir*, Lausanne-Paris : Delachaux et Niestlé, 1994 [1987].

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

MARZER 1983 : J. MARZER, « Synthèse d'un travail en atelier: la construction des concepts », in *Actes des 5^{es} Journées Internationales sur l'éducation scientifique*, Chamonix, 1983.

POPPER 1973 : K. POPPER, *La Logique de la découverte scientifique*, Paris : Payot, 1973.

RUMELHARD 1997 : G. RUMELHARD, « Travailler les obstacles pour assimiler les connaissances scientifiques », in *Obstacles : travail didactique*, Aster n°24, Paris : INRP, 1997.