

UN MODELE POUR COMPRENDRE L'APPRENDRE : LE MODELE ALLOSTERIQUE

Francine PELLAUD, Docteur en Sciences de l'éducation, Laboratoire de didactique et d'épistémologie des sciences (Genève)

Richard-Emmanuel EASTES, Professeur agrégé de Sciences physiques, Ecole normale supérieure (Paris)

André GIORDAN, Professeur de Didactique des Sciences, Directeur du Laboratoire de didactique et d'épistémologie des sciences (Genève)

Article publié dans *Gymnasium Helveticum*, janvier 2005.

MOTS-CLES

Apprendre, modèle allostérique, conceptions, déconstruction – reconstruction, stabilité du savoir, environnement didactique.

RESUME

Apprendre est un processus éminemment complexe, non réductible à une seule recette. La recherche didactique a toutefois été en mesure d'en proposer une *modélisation*, qui passe par l'identification des paramètres les plus significatifs de l'élaboration de la pensée.

Le *modèle allostérique de l'apprendre* (allosteric learning model), développé par le LDES de l'université de Genève, est l'un des modèles les plus récents, les plus globaux et les plus opératoires du point de vue de l'enseignant et du médiateur.

AVANT PROPOS

Un modèle « allostérique »... On reproche souvent aux didacticiens d'employer un jargon incompréhensible pour décrire des aspects de l'éducation qu'en tant qu'enseignants, nous expérimentons quotidiennement dans nos classes. Pourtant, comme toutes les autres sciences, qu'elles soient « dures » ou « humaines », la didactique a un rôle légitime de théorisation et d'explicitation, qui passe nécessairement par l'élaboration de concepts ou de modèles précis ayant besoin d'être nommés. Heureusement, malgré son appellation un peu ésotérique, le modèle allostérique a l'avantage d'être directement exploitable dans l'acte d'enseignement.

Cela signifie-t-il pour autant que le modèle allostérique propose une nouvelle « méthode » d'enseignement ? Une de plus ? Non pas. Cet article a moins pour objectif d'expliquer « comment on enseigne » que « comment on apprend ». Et ce renversement de point de vue offre des perspectives enthousiasmantes, tant du point de vue intellectuel que pédagogique. Libre à l'enseignant ensuite d'utiliser ces idées et résultats pour mieux comprendre ses élèves et la façon dont ils perçoivent son discours ou ses activités.

INTRODUCTION : VERS UN NOUVEAU MODELE DE L'APPRENDRE

Comprendre comment, en tant qu'individu, nous apprenons et élaborons notre propre savoir, pourquoi nos connaissances préalables sont parfois des obstacles à « l'assimilation » de nouvelles informations... autant de pistes pertinentes pour réfléchir à la manière dont nous proposons le savoir à nos élèves et à nos étudiants, et plus généralement pour améliorer notre manière de communiquer, de proposer des idées et de « faire passer » des informations nouvelles auprès de nos collègues, amis, enfants.

Dans un article précédent¹, nous avons décrit les modèles de l'apprendre les plus pertinents élaborés jusqu'à nos jours, ainsi que les pédagogies qui en ont découlé. Insistant sur le fait qu'aucun de ces modèles n'était véritablement « faux » ou « mauvais », nous avons également cherché à montrer que chacun d'entre eux était simplement plus ou moins adapté pour décrire et expliciter une situation pédagogique donnée.

L'évocation de leurs limites respectives et l'invocation de travaux célèbres tels que ceux de Bachelard, Barth, Gardner, etc. nous a toutefois conduits à déterminer un certain nombre de paramètres qu'il convient de prendre en compte pour intégrer les résultats expérimentaux récents et élaborer un modèle qui soit à la fois plus global et plus précis. En particulier, nous avons été amenés à considérer quatre éléments fondamentaux, trop souvent négligés dans les modèles classiques :

- L'importance de l'idée de déconstruction – reconstruction des idées (ou structures de pensée) préexistantes,
- L'influence de l'environnement dans lequel se déroule l'apprentissage,
- L'aspect dynamique et systémique de l'élaboration des savoirs,
- L'importance des différents niveaux auxquels l'apprendre se joue.

C'est l'intégration de ces quatre éléments que propose le *modèle allostérique de l'apprendre*, développé par Giordan & al. depuis 1987². En récusant la linéarité de l'acquisition des savoirs et en articulant cette acquisition autour du concept de *conception*, en portant une attention accrue au contexte pédagogique, il permet d'apporter de nouveaux éclairages sur *l'apprendre* et d'affiner notre compréhension de « ce qui se passe dans la tête de l'apprenant ». A ce titre, il est susceptible de conduire à une pédagogie dans laquelle l'enseignant retrouve une place centrale.

Tout comme le chimiste fonde sa description de la structure de la matière sur le concept de *molécule*, nous considérons le savoir comme résultant de la juxtaposition de *conceptions*. Les conceptions constitutives du savoir étant par nature intégrées dans des structures mentales dynamiques enchevêtrées et liées par des liens de forces très variables, elles peuvent être comparées aux acides aminés des protéines. A ce titre, la biologie moléculaire fournit un exemple de protéines particulièrement adaptées à cette métaphore : les protéines allostériques, dont la structure et la fonctionnalité changent sous l'influence de leur environnement. D'où la dénomination du modèle développé ici : le modèle *allostérique* de l'apprendre.

LA NATURE DU SAVOIR : QU'EST-CE QU'UNE CONCEPTION ?

Pourquoi est-il si difficile d'apprendre certaines choses et pourquoi certains apprentissages sont-ils réversibles ? Pourquoi au contraire suffit-il d'entendre une seule fois un mot ou une explication pour les conserver à jamais ? Tout cela dépend avant tout de nos « conceptions ». Ces dernières constituent à la fois les briques élémentaires du savoir et les fondements de la pensée, c'est-à-dire l'ensemble des mécanismes qui nous permettent de produire du sens pour mieux appréhender notre environnement et agir sur lui.

Bien plus que de simples représentations ou images mentales, elles font donc appel à des modes de raisonnement, à des réseaux de références et des signifiants variés. L'ensemble de ces éléments est directement issu du vécu de chacun, influencé par les multiples environnements dans lesquels nous baignons quotidiennement et dont les aspects affectifs vont souvent jouer un rôle déterminant.

¹ F. Pellaud & R.-E. Eastes, *Des modèles pour comprendre l'apprendre : de l'empirisme au modèle allostérique*, Gymnasium Helveticum n°5/04, p.10-14.

² Conférence IUBS donnée à Moscou en 1987, reprise dans Giordan A. et Girault Y. (éd), *New learning models*, Z'éditions, 1996.

Ces conceptions ne sont jamais évidentes et rarement exprimées de manière explicite. Tel l'iceberg repéré par la petite fraction qui affleure au-dessus de l'eau (figure 1), elles ne sont révélées que par des gestes, des attitudes, l'expression de valeurs, de croyances ou de connaissances, qui peuvent apparaître de manière tout à fait anodine au cours d'une discussion, d'une réponse à une question, d'un dessin.

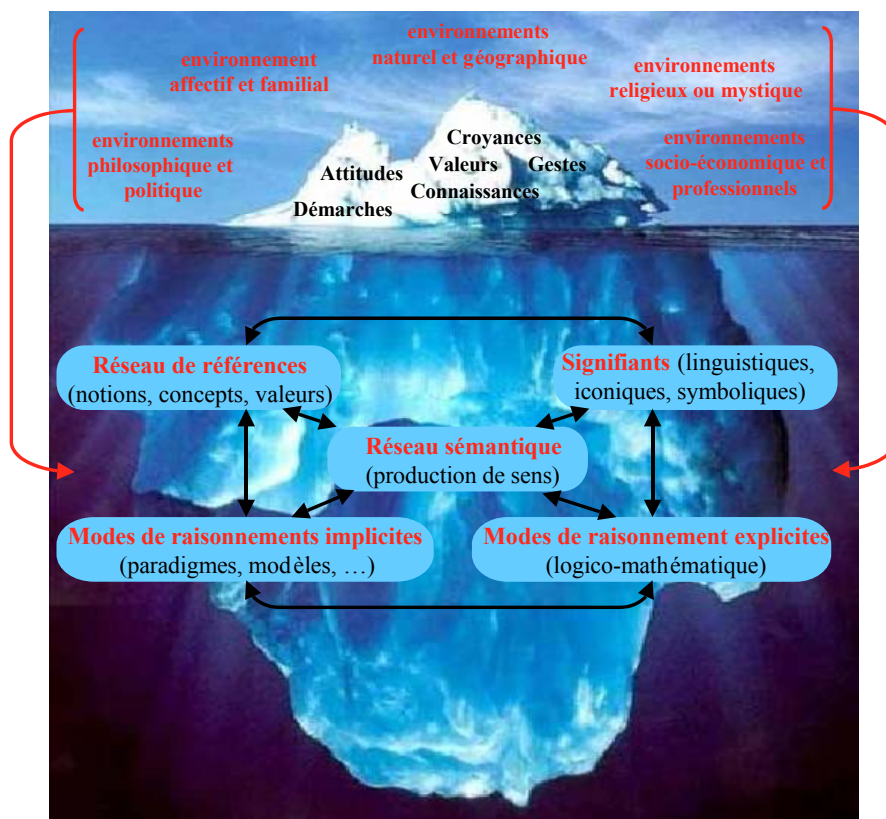


Figure 1 : Le fondement du modèle allostérique de l'apprendre : les conceptions, modelées par les multiples environnements de l'apprenant. Giordan et Pellaud, LDES, 2001.

Ces informations – qui proviennent de nos environnements non seulement culturels et historiques propres, mais également géographiques, religieux, socio-économiques, politiques et surtout affectifs – influencent nos modes de raisonnements explicites (connaissances logicomathématiques) ou implicites (paradigmes sociaux, modèles, etc.), nos signifiants (linguistiques, iconiques, symboliques, etc.) et notre réseau de références (notions, concepts, valeurs, etc.), définissant ainsi un réseau sémantique, base de toute production de sens. Les conceptions, résultat de l'ensemble de ces interactions, sont donc à la fois savoir en place et filtre pour les informations nouvelles.

Dans la vie de tous les jours, dans nos relations interindividuelles, nous avons habituellement accès à cette partie émergée, ainsi qu'à quelques éléments des multiples environnements de nos interlocuteurs. Mais si cette connaissance est généralement suffisante pour gérer nos relations sociales, elle devient très vite limitée pour le médiateur qui doit intervenir directement sur l'acte d'apprendre. Pourquoi ? Parce que les conceptions de ses élèves sont à la base même de leur manière de penser, de comprendre et donc d'apprendre.

Ainsi, comme l'a précisé ailleurs André Giordan³, « *La conception n'est pas le produit de la pensée, elle est le processus même de l'activité mentale. Elle devient une stratégie, à la fois comportementale et mentale, que gère l'apprenant pour réguler son environnement* ». Les conceptions permettent donc l'identification de situations en activant les savoirs antérieurs. En ce sens, elles sont un outil indispensable à toute nouvelle acquisition de savoir.

En conséquence, parce que leurs conceptions sont influencées par leurs environnements respectifs, les élèves d'une même classe ne percevront pas tous de la même façon les propos de leurs professeurs. Lorsqu'il sera question d'énergie par exemple, nul doute que ce terme évoquera des choses très différentes chez le fils du physicien nucléaire, la fille d'un agriculteur biodynamicien, d'un installateur de cellules photovoltaïques ou d'un prince du pétrole, le fils d'un professeur de yoga ou d'un animateur d'une célèbre station de radio française.

³ GIORDAN, A. (1996) Représentations et conceptions in *Représentations et conceptions en didactique*, Regards croisés sur les STAPS sous la dir. de J-P. Clément, CIRID/CRDP d'Alsace, p. 15.

Revenons à présent à la métaphore de l'allostérie, au sein de laquelle chacun de ces icebergs est représenté par un acide-aminé. Car, en effet, les conceptions ne sont pas autonomes : chacune d'entre elles est reliée à beaucoup d'autres, par des liens plus ou moins solides, au sein d'un réseau complexe et mouvant qui s'apparente justement à celui que constituent les acides-aminés des protéines allostériques. Dans cette perspective, nous considérons le savoir global comme un ensemble de protéines, en interaction ou non selon que les réseaux de conceptions qu'elles représentent constituent des systèmes explicatifs compatibles (cas des connaissances en biologie et en chimie) ou non (cas des croyances religieuses et des connaissances scientifiques).

Par suite, chaque nouvelle information reçue par l'apprenant va être confrontée à l'un de ses réseaux de conceptions, qui l'accueillera comme une protéine accueillerait un réactif chimique (cas de l'information qui provoque la réorganisation de conceptions) ou un nouvel acide-aminé (cas de l'information qui constitue un savoir nouveau et se raccroche à la structure préexistante). Mais tout réactif chimique n'a pas nécessairement d'action sur une protéine : il peut également être rejeté ou même dans certains cas, être transformé lui-même avant d'être plus ou moins intégré par la protéine. Voyons ce qu'il en est réellement au niveau de la transformation du savoir.

APPRENDRE, C'EST TRANSFORMER SES CONCEPTIONS

Considérant qu'apprendre, c'est modifier la structure de son savoir ou passer d'un « état de savoir » à un autre, généralement sous l'influence d'un ensemble d'informations nouvelles, on conçoit naturellement que dans le cadre de la modélisation ci-dessus, « apprendre, c'est transformer ses conceptions » (Giordan, 1998). Car au sein de la multiplicité d'environnements dans lesquels baigne l'apprenant et face aux informations qu'il reçoit, son savoir nouveau ne peut simplement s'*accumuler* qu'extrêmement rarement, comme le suppose l'idée constructiviste. En effet, si les conceptions sont indispensables pour permettre de créer le lien entre le savoir déjà acquis et le savoir à acquérir, elles peuvent vite constituer un obstacle à l'apprendre, comme Bachelard le précisait en 1938 déjà :

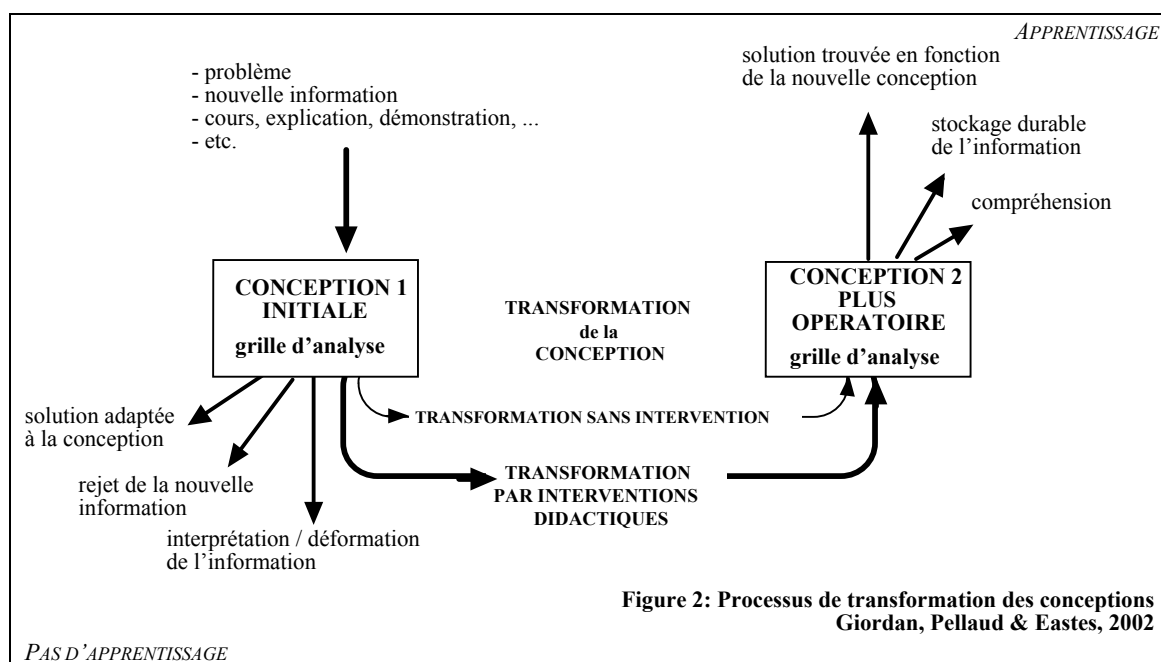
*(...) C'est en termes d'obstacles qu'il faut poser le problème de la connaissance scientifique. Et il ne s'agit pas de considérer des obstacles externes, comme la complexité et la fugacité des phénomènes, ni d'incriminer la faiblesse des sens et de l'esprit humain: c'est dans l'acte même de connaître, intimement, qu'apparaissent, par une sorte de nécessité fonctionnelle, des lenteurs et des troubles. (...) En fait, on connaît contre une connaissance antérieure, en détruisant des connaissances mal faites, en surmontant ce qui, dans l'esprit même, fait obstacle à la spiritualisation. (...) Il est alors impossible de faire d'un seul coup table rase des connaissances usuelles. (...) Quand il se présente à la culture scientifique, l'esprit n'est jamais jeune. Il est même très vieux, car il a l'âge de ses préjugés*⁴.

Perçue à travers la grille d'analyse que constitue le système explicatif existant de l'apprenant, chaque nouvelle information va donc être interprétée, déformée, modelée et reformulée, voire appauvrie avant de pouvoir s'y adapter, le réseau de conceptions exerçant un rôle de « filtre réducteur ». Bien des exemples vont dans ce sens, montrant que, si *accommodation* il y a, elle ne se fait pas forcément dans le sens d'une meilleure compréhension des phénomènes.

Mais si les conceptions jouent un rôle de « filtre » pour toute nouvelle information et si apprendre consiste en la transformation des conceptions, nous devons pourtant accepter qu'elles sont en même temps les seuls éléments à la disposition de l'individu apprenant pour effectuer cette transformation. Il ne lui est possible d'apprendre qu'à partir d'elles ; entre temps, le savoir antérieur, seul outil à sa disposition, lui a servi de cadre interprétatif.

La figure 2 propose une première modélisation de l'apprendre ; elle montre que l'information nouvelle peut soit être filtrée et déformée par la conception, soit induire sa transformation en une conception plus opératoire.

⁴ Bachelard, G. (1938) *La formation de l'esprit scientifique*, Librairie philosophique J. Vrin, 1938, pour l'édition de poche, 1993, p. 13-14.



Si l'adaptation de la nouvelle information proposée à l'apprenant n'est pas possible, alors elle peut être purement et simplement rejetée. Pour qu'elle ait quelque chance de passer « directement » (sans intervention didactique), il faut en effet qu'elle entre en résonance avec l'ensemble des connaissances antérieures de l'apprenant. Pour Vygotsky (1933), cela signifie qu'elle doit se trouver dans sa « zone proximale de développement », ce qui ne peut se produire que pour un pourcentage très restreint d'élèves. Pour tous les autres, il est nécessaire de mettre en place des interventions didactiques appropriées (en d'autres mots, un « enseignement »), tenant compte des conceptions et permettant de s'approcher au maximum de cette zone proximale de développement⁵.

La figure 2 nous permet ainsi de mieux comprendre que l'élaboration individuelle des savoirs est faite de multiples « pas en avant », mais également « en arrière » ou « de côté », nécessitant alors des phases de « déconstruction de savoirs ». En effet, ces « pas de côté ou en arrière » sont autant d'apprentissages, mais aboutissant à une mauvaise compréhension ou à une compréhension déformée d'un savoir scientifiquement reconnu et validé.

Il est donc nécessaire de penser la transformation du savoir comme un processus simultané de « déconstruction – reconstruction » des conceptions, où l'ancien savoir serait transformé et ne céderait véritablement la place au nouveau que lorsqu'il apparaîtrait périmé. Dès lors, il importe de chercher à savoir quels peuvent être les paramètres susceptibles de permettre cette déconstruction – reconstruction du réseau de conceptions.

PERTURBER POUR DECONSTRUIRE, ACCOMPAGNER POUR RECONSTRUIRE

L'ancrage extrêmement fort des conceptions conduit à l'idée qu'elles peuvent être des « obstacles » à l'apprendre ; c'est notamment la thèse de Bachelard (1938) déjà évoquée plus haut. Toutefois, le modèle allostérique nuance cette position radicale. En effet, si Bachelard préconise de « détruire » ce qu'il nomme « des connaissances mal faites », cette action est très difficile, voire impossible en classe. L'apprenant ne se laisse pas facilement déposséder de ses opinions et de ses croyances, qui se révèlent être autant de compétences qui lui servent de cadre interprétatif du monde.

Ainsi, l'enseignant ne peut introduire au mieux qu'une perturbation cognitive, une sorte de dissonance qui heurte la conception de l'élève. Cette dissonance provoque une tension qui rompt le fragile équilibre créé par le cerveau. Elle ouvre une brèche qui peut conduire à reformuler le savoir pour limiter la tension. Par suite, il est

⁵ Cet enseignement, pour être efficace et conduire à un véritable apprentissage doit être pensé et construit en fonction même des conceptions des apprenants. Celles-ci ne se transformant que rarement par une seule intervention, un « environnement didactique » spécifique est préférable. Ce concept n'est pas développé dans le présent article mais des précisions peuvent être trouvées dans la référence suivante : F. Pellaud, A. Giordan, Faut-il encore enseigner les sciences ? *L'Actualité Chimique*, juillet 2002.

évident que le processus de l'apprendre ne peut se passer sans difficulté, sans phase d'inquiétude, sans le franchissement d'une barrière psychologique parfois extrêmement élevée et le passage par un état de transition incertain, le temps de se réapproprier un autre savoir au moins aussi fiable que celui qui a été « lâché ».

Pour franchir cette barrière, une stimulation est nécessaire. Celle-ci peut prendre deux formes distinctes (Pellaud & Eastes, 2003). La première est liée à la motivation de l'élève. Nul doute que sa curiosité, son ardeur, sa soif de savoir, son désir de comprendre lui permettra de franchir plus aisément la barrière qui se dresse devant lui. La seconde tient davantage de la « perturbation » de l'apprenant, qui l'amène brutalement dans un état de forte déstabilisation, duquel il ne peut évoluer qu'en passant à un nouvel état de savoir⁶. La figure 3 en propose une seconde modélisation⁷.

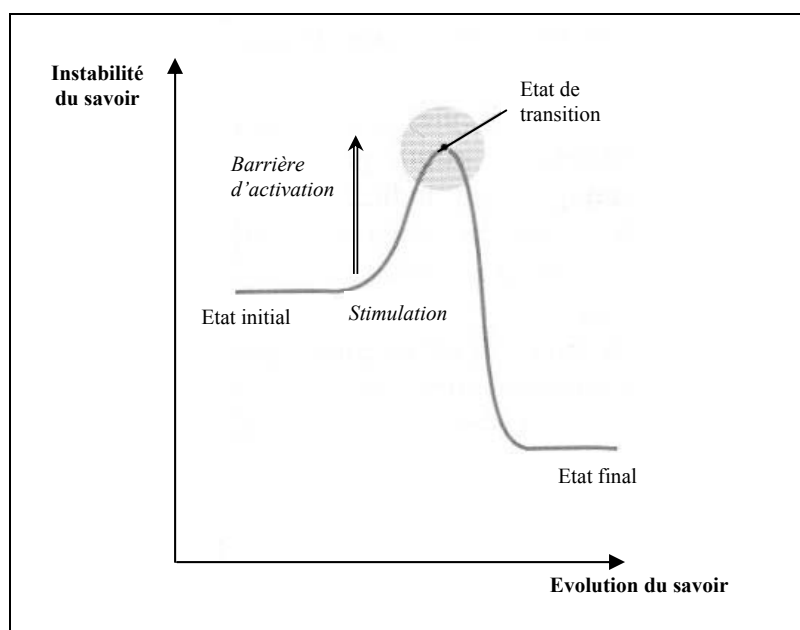


Figure 3 : Diagramme représentatif de l'acte d'apprendre.

Bien entendu, les conditions dans lesquelles la perturbation se déroule doivent être parfaitement contrôlées, sous peine de voir le système suivre, après le passage de l'état de transition, une voie totalement imprévue et éventuellement catastrophique au regard de l'objectif poursuivi. C'est pourquoi il est nécessaire d'accompagner l'apprenant dans la reconstruction de son savoir sous peine de le voir se forger des idées fausses et même plus fausses que ses conceptions initiales. Ainsi, perturber pour faciliter la déconstruction est certes utile, mais accompagner pour aider à la reconstruction constitue à notre sens, l'un des rôles fondamentaux de l'enseignant.

Enfin, remarquons que bien des élèves effectuent un retour en arrière après avoir « appris », leur savoir regagnant ainsi l'état antérieur à la perturbation. Car, en effet, l'efficacité de la perturbation ne préjuge en rien de sa capacité à modifier de façon durable le savoir de l'apprenant ! Il s'agit des cas où, sur la figure ci-dessus, l'état final est plus haut que l'état initial. Il est alors nécessaire d'invoquer la notion de « stabilité du savoir ».

Contrairement à ce que l'on pourrait penser *a priori*, cette « stabilité du savoir » n'est pas synonyme de « justesse ». Au contraire, l'observation montre qu'elle s'apparente bien davantage au degré de confiance que le savoir en question inspire à l'élève ou en d'autres termes, à sa fiabilité. Une fiabilité qui possède trois origines principales : le caractère opératoire du savoir, la validation dont il fait l'objet par la communauté à laquelle appartient l'élève (amis, parents, enseignants, etc.) et enfin, l'affection qu'il lui porte (grâce par exemple à la fierté qu'il en retire).

⁶ Le « conflit cognitif » des constructivistes est une des catégories susceptibles de constituer une perturbation de l'apprenant. Dans un article récent (référence indiquée à la note suivante) nous avons montré qu'à ce titre, l'expérience contre-intuitive était susceptible de constituer un conflit cognitif de choix, d'une grande efficacité pour obliger l'élève à remettre en question ses systèmes explicatifs.

⁷ Cette modélisation est également développée dans la référence suivante : R.-E. Eastes, F. Pellaud, Un outil pour apprendre : Intérêts, limites et conditions d'utilisation de l'expérience contre-intuitive, *Bulletin de l'Union des Physiciens spécial didactique*, juillet-août-sept. 2004.

CONCLUSION

Si cette manière d'appréhender l'apprendre ne change rien, ni au fait que le développement « naturel » –pris dans son sens biologique à travers le développement neuronal– participe à cette transformation des conceptions, ni à ce qui est observable dans la réalité, ce point de vue modifie radicalement le rôle des adultes et de l'environnement dont bénéficie l'enfant ou l'étudiant.

Grâce à cette compréhension issue des recherches menées au LDES, nous sommes plus à même d'envisager les outils, les approches pédagogiques, les attitudes, et, d'une manière plus générale, les spécificités de ce que peut être un « environnement didactique » offrant les meilleures chances à l'apprenant de transformer plus facilement ses conceptions et d'acquérir ainsi les outils et les connaissances dont il a besoin. Mais ceci est encore une autre histoire....

POUR EN SAVOIR PLUS...

Sur l'apprendre :

A. Giordan et G. De Vecchi, *Les origines du savoir*, Delachaux, Neuchâtel, 1987.

A. Giordan, *Apprendre !* Belin, 1998, nouvelle édition 2002.

Sur les conceptions et leur exploitation en classe :

G. De Vecchi et A. Giordan, *L'enseignement scientifique, Comment faire pour que "ça marche" ?* Delagrave, nouvelle édition augmentée, 2002.

A. Giordan, J. et F. Guichard, *Des idées pour apprendre*, Delagrave, nouvelle édition 2002.

A. Giordan, *Une didactique pour les sciences expérimentales*, Belin, 1999.

et sur le site LDES : <http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/giordan/LDES/index.html>