

UN OBJET D'ETUDE DE LA DIDACTIQUE DES DISCIPLINES SCIENTIFIQUES LES CONCEPTIONS DES APPRENANTS

L'objectif de cette réflexion est de montrer l'apport des recherches en didactique des disciplines scientifiques aux processus d'enseignement apprentissage.

Dans une première partie, nous retracerons, de façon succincte, la genèse et le développement des recherches en didactique des disciplines scientifiques. Pour ce faire, nous nous référerons à des exemples de cadres théoriques sur lesquels les recherches en didactique s'appuient de façon importante.

Dans une deuxième partie, nous développerons l'un de ces cadres théoriques: les conceptions des apprenants.

Les conceptions jouent un rôle fondamental dans les recherches en didactique des disciplines scientifiques. En effet, ces dernières, en s'articulant au modèle constructiviste, accordent un intérêt à l'élaboration de procédures et d'activités qui visent la déstabilisation et la transformation des conceptions d'élèves. Celles-ci sont des moyens d'investigation à la disposition des apprenants. Elles ont à la fois un rôle d'étonnement, d'intégration et d'explicitation, mais en même temps, elles peuvent aussi être des difficultés et des obstacles qui entravent l'acquisition de nouvelles connaissances.

1. GENESE DES RECHERCHES EN DIDACTIQUES DES DISCIPLINES SCIENTIFIQUES

A l'orée des années soixante et soixante-dix, plusieurs réformes de l'enseignement des sciences et des mathématiques, alliées à la prise en compte des spécificités de l'apprenant, se sont succédées dans l'objectif d'améliorer les phénomènes d'enseignement-apprentissage. Le prototype fut la fameuse réforme des mathématiques modernes. Le besoin de recourir à de telles réformes était suscité par la place importante qu'occupait l'enseignement des sciences et des mathématiques dans la société.

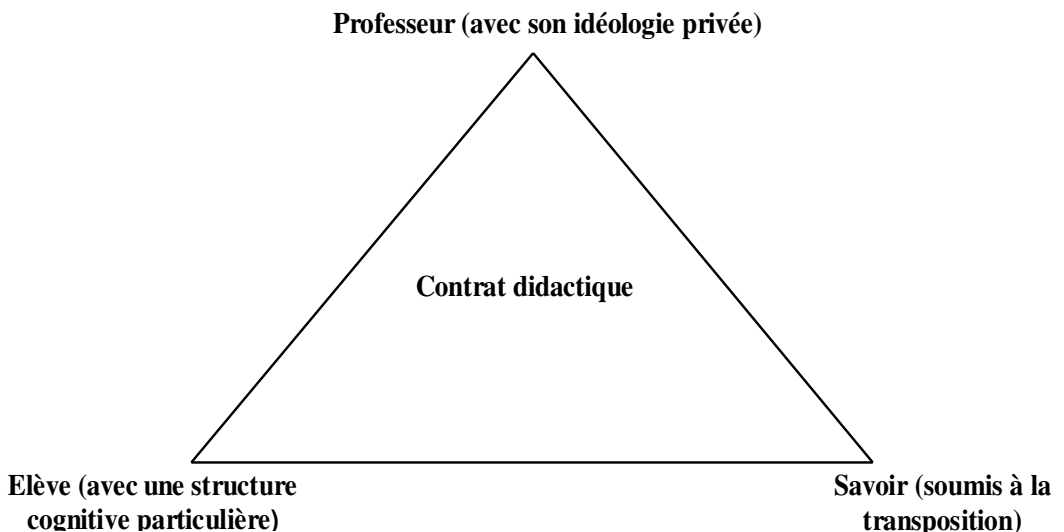
Ces réformes ont été fondées sur deux idées illusoire. D'une part, la structure profonde de chaque science, caractérisée par une simplicité élégante devait être présentée au plus vite aux élèves. D'autre part, l'évolution cognitive d'un élève se fait de façon spontanée et doit l'amener directement à la connaissance scientifique. Ces illusions ont été à l'origine des déceptions majeures qu'ont connues les réformes de l'époque.

La didactique des mathématiques, la première, celles des autres sciences ensuite sont nées de la décision de la volonté d'un abord raisonné, systématique, scientifique et spécifique des phénomènes d'enseignement-apprentissage dans ces domaines, visant à délimiter théoriquement et pratiquement les domaines du possible et ceux de l'inaccessible.

Ainsi, la didactique (d'une discipline et d'une science en particulier) s'est fixé comme objectif d'étudier les processus d'enseignement et d'apprentissage relatifs à cette discipline. D'une part, elle insiste sur l'étude de l'évolution, de l'élaboration et de la structuration des connaissances dans une perspective d'optimisation des connaissances, et d'autre part, elle se préoccupe de l'étude de stratégies d'enseignement et des processus d'appropriation et d'acquisition de connaissances.

L'intérêt de la didactique des disciplines aux savoirs d'une part, aux conditions de transmission de ces savoirs dans une institution donnée et aux conditions d'acquisition des connaissances par un apprenant d'autre part, est à l'origine de l'adoption du triangle didactique comme modèle mettant en relation, dans l'acte d'enseignement, trois acteurs: **l'enseignant**, **l'élève** et **le savoir**. Chacun de ces acteurs est situé à l'un des sommets du triangle, et les relations existant entre ces acteurs, prises deux à deux, sont visualisées par les côtés du triangle.

Johsua et Dupin (1993) considèrent, analytiquement, le triangle didactique en décrivant chacun des sommets du triangle.



- **Le professeur** développe des conceptions précises, tenant à son histoire propre, sur la manière dont un élève apprend, sur les finalités de l'enseignement qu'il dispense, sur les fondements épistémologiques des sciences. Ceci constitue, en quelque sorte, son idéologie privée qui conditionnera en partie les actes

d'enseignement effectués.

- **L'élève** aborde un enseignement avec une structuration particulière de connaissances. Celle-ci peut se révéler compatible avec ce qu'on veut lui faire apprendre, mais elle peut aussi ne pas y correspondre. Les mécanismes cognitifs sont importants à cerner et constituent un objet d'étude fondamental en didactique.

- **Le savoir** présenté en classe entretient des liens culturels et sociaux avec l'extérieur de la classe. Il a lui aussi une histoire, qui conditionne à la fois le contenu à enseigner, sa place dans un cursus, la forme de sa présentation. Il dépend de plusieurs facteurs liés entre eux : les conceptions épistémologiques dominantes dans les communautés savantes, les relations culturelles entretenues avec ces domaines par le public, finalités sociales fixées à cet enseignement.

2. DEVELOPPEMENT DES RECHERCHES EN DIDACTIQUE DES DISCIPLINES SCIENTIFIQUES

Avant 1980, les recherches en didactique des mathématiques se sont développées autour des pôles **savoir** et **élèves**, même si **l'enseignant** figure comme 3^{ème} sommet dans le triangle didactique. Ces recherches marquent la rupture avec la pédagogie ; elles sont en fait influencées par les théories du développement de l'enfant.

En didactique des mathématiques, la théorie des situations est la théorie emblématique des recherches en didactique des mathématiques, à cette période. Elle modélise les rapports au savoir du sujet à travers les dialectiques de l'action, la formulation et la validation (Connaître pour **agir**, pour **communiquer**, pour **prouver** et **convaincre**). L'enseignant, inclus, dans un premier temps, dans la situation, doit se retirer pour permettre l'interaction de l'élève avec la situation : situation adidactique (Brousseau, 1986)

Plus tard, l'observation du fonctionnement des classes et la communication avec les enseignants s'est imposée, d'où l'émergence de nouvelles questions et de nouveaux objets théoriques :

1. **Notion de contrat didactique (Brousseau, dès 1980)** : élèves en échec en mathématiques.
2. **La théorie de la transposition didactique (Chevallard, 1985)** : les premières études se limitent au travail de la communauté savante et de la noosphère.
3. Etude des contraintes institutionnelles auxquelles est soumis l'enseignant, comme **l'évaluation**, vue comme un des éléments essentiels de la **négociation didactique (Chevallard, 1985)**.
4. **Modèle de dialectique Outil-Objet (Douady, 1986)** : précise le rôle du maître dans le changement de statut des connaissances engagées par les

élèves pour résoudre des problèmes et dans la gestion de situations didactiques qui permettent cette évolution.

5. Développement d'une méthodologie de recherche qui ne se contente pas d'étudier le développement des connaissances chez les élèves mais prend en compte la complexité du système didactique et de la classe : *l'ingénierie didactique (Artigue, 1988)*.

D'un autre côté, en s'intéressant aux pôles « élèves », « Savoir », les didactiques des disciplines scientifiques ont accordé un intérêt particulier aux *conceptions des apprenants* et ont montré que certaines réponses erronées d'élèves sont engendrées par des conceptions qui se révèlent fort éloignées des modèles canoniques scientifiques correspondants.

3. CONCEPTIONS ET OBSTACLES

Dans le modèle constructiviste, les connaissances ne doivent prendre de sens que pour celui qui apprend et au moment où il les apprend. Ainsi, ce qui caractérise ce dernier modèle c'est surtout cette construction de sens par l'apprenant, qui doit contribuer activement à la construction des savoirs qui sont en jeu.

Un enseignement prenant en considération le modèle constructiviste semble mieux correspondre aux conditions concrètes d'acquisition des connaissances par les élèves. En insistant sur l'activité intellectuelle de l'apprenant, en favorisant les interactions entre apprenants et en centrant les activités sur des situations problèmes, c'est le rapport élève-savoir qui est mis au premier rang de la situation d'enseignement. **L'élève n'est plus là pour seulement apprendre mais aussi et surtout pour comprendre** ce qu'il apprend par lui-même. Le rôle de l'enseignant, n'est pas pour autant négligé, mais devient primordial car, dans ses choix d'apprentissage et des activités proposées, il reste responsable de l'engagement persistant de l'élève dans les processus de recherche et de résolution des problèmes proposés.

Ainsi, la didactique, préconisant le modèle constructiviste et insistant sur la construction du sens par l'apprenant, accorde un rôle important aux conceptions dans l'apprentissage. Celles-ci seront développées dans ce qui suit.

3.1 Les conceptions et l'importance de leur étude

Le concept de "conception" est un terme central en didactique. Dans l'idée de ce concept, la didactique tient compte à la fois de la dimension individuelle d'une histoire **personnelle**, de la dimension **psychologique** de processus cognitifs communs à tous, et de la dimension **collective** d'une imprégnation sociale pouvant donner naissance à une image dominante. En prenant en considération les conceptions des apprenants, **l'erreur change**

de statut, elle n'est plus considérée comme un accident regrettable, une maladresse, ou une absence de connaissance, mais plutôt comme une fonction positive et centrale dans le processus d'apprentissage et de compréhension de l'apprenant. Ces erreurs, reflet des conceptions d'élèves, doivent être recherchées non seulement pour comprendre certaines formes de raisonnement, mais surtout parce qu'elles sont incontournables. Ainsi, il apparaît que tout apprentissage doit, non pas éviter ou ignorer les conceptions, mais plutôt s'en servir pour les dépasser et ce afin d'être plus efficace.

3.1.1 Vers une tentative de définition

Selon le dictionnaire des concepts clés en pédagogie, les conceptions sont « *des modèles « implicites » ou « explicites » auxquels les apprenants se réfèrent pour décrire, expliquer, comprendre un évènement perceptif ou une situation* ».

En ce sens, la conception que nous nous faisons du monde, des autres, de ce qui nous entoure, n'est qu'une vision relative et partielle du réel. Les conceptions sont des idées, des images, des modes de raisonnement, des modèles explicatifs, des façons de produire du sens. Selon Giordan, la conception n'est pas « juste » ou « fausse » ni même « conforme » ou « inadéquate », elle est « **opérateur** » ou « **inefficiente** ». Il précise qu'il faut distinguer les conceptions des novices de celle des experts et que ce ne sont pas forcément ces dernières qui sont plus performantes dans la vie quotidienne. Il va même plus loin et estime que « *tout savoir reconnu par une communauté scientifique demeure une conception* ». Giordan considère que toute conception peut agir comme « un savoir acceptable » ou comme « une magnifique erreur ».

Les conceptions sur « l'apprendre » peuvent limiter les apprentissages. Si un apprenant s'estime « pas doué » en mathématiques, il ne va pas ouvrir son esprit à cette discipline et il ne va pas non plus s'entraîner. Il prouvera ainsi qu'il n'est pas doué en mathématiques.

3.1.2 Origines des conceptions

Les origines des conceptions peuvent être très variables. Certaines conceptions sont liées à des préoccupations affectives (comme la pensée qu'un glaçon fond plus vite dans la fourrure). D'autres sources de conceptions résident dans le langage lui-même, comme lorsqu'un mot a plusieurs sens et que l'un d'entre eux demeure dominant (par exemple, le terme *semblables* pour les triangles peut induire l'idée *d'isométriques*), d'autres encore sont liées à une prédominance de l'analogie et de l'image par rapport à l'explication réflexive (figures prototypiques en géométrie). Enfin certaines conceptions sont le fruit

d'une explication partielle qui s'impose comme explication globale (exemple la conception qu'un nombre est toujours inférieur à son carré et supérieur à son inverse, ou encore la conception que deux droites orthogonales se coupent, ce qui n'est pas forcément le cas en géométrie de l'espace).

La réflexion didactique souligne qu'il est essentiel de prendre en compte, pour un enseignement efficace, les conceptions et de considérer que chez tout apprenant et avant tout apprentissage un "savoir est déjà là". Certaines conceptions sont des obstacles à l'apprentissage, d'autres peuvent être utilisées comme des étapes à dépasser. Les deux sont à prendre en compte et, afin de ne plus considérer l'apprenant comme une table rase, on doit "*faire avec pour aller contre*" Giordan et De Vecchi (1987), Giordan et al (1994). Le but est alors de transformer ces conceptions, et pour cela, il est nécessaire de les identifier à partir des données recueillies.

3.1.2 Un exemple de conceptions en biologie : la tuyauterie continue digestion-excrétion

Dans le cadre d'une étude en didactique de la biologie, réalisée en France par Clément P. (1991), la question suivante a été posée à différents types de publics scolaires :

« *Vous buvez un litre de bière; peu de temps après, vous allez uriner. Faites un schéma rapide, annoté, indiquant tous les lieux par où transite le liquide ingéré, depuis le moment où vous avez bu jusqu'au moment où vous urinez* ».

La conception de « *tuyauterie continue* » (bouche-vessie) avec branchement direct intestin vessie est largement dominante (schéma de type A). Le liquide passe de la bouche à la vessie à travers un tuyau continu. Or, dans l'organisme, si certains conduits sont bien des tuyaux classiques à paroi imperméable, d'autres à la fois conduisent un liquide et provoquent même le passage d'une partie de ce liquide à travers leurs parois. C'est bien cette connaissance qu'il faut avoir pour décrire correctement le trajet de la bouche à la vessie : rôles de l'intestin, des capillaires sanguins, du rein etc. Or, la plupart des réponses produites faisaient déboucher directement de l'intestin à la vessie (90% des lycéens, 72% d'étudiants biologistes en 1^{ère} année d'université, 57% d'étudiants biologistes en 2^{ème} année d'université).

Deux autres types de schémas, traduisant d'autres conceptions, dont l'une est conforme à la réalité, ont été donnés :

- Schémas (type B) jugés corrects et indiquant les trois types de conduits impliqués (digestif, circulatoire et excréteur) ;
- Schémas (type C) intermédiaires indiquant l'entrée digestive et la sortie excrétrice, mais avec une discontinuité entre les deux et souvent un point d'interrogation et sans mention du sang.

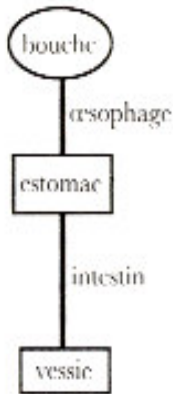


Schéma de type A

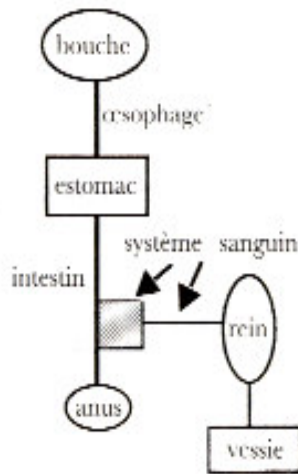


Schéma correct de type B

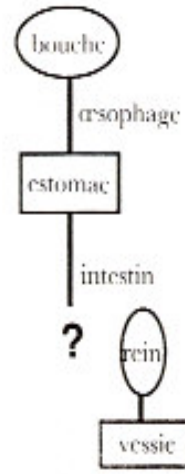


Schéma de type C

3.2 Les obstacles

Les obstacles sont des conceptions d'un type particulier. Avant d'en esquisser une définition, nous remarquons que certains obstacles sont apparus dans l'histoire des sciences et ont suscité l'intérêt de plusieurs épistémologues dont Bachelard (1938) qui considère que **c'est en terme d'obstacle qu'il faut penser l'apprentissage.**

"...on connaît contre une connaissance antérieure, en détruisant les connaissances mal faites, en surmontant ce qui dans l'esprit même, fait obstacle..."

3.2.1 Qu'est-ce qu'un obstacle?

En didactique, nous dégagons les 5 caractéristiques suivantes pour un obstacle:

- C'est une connaissance (et non une absence de connaissance)
- Elle permet de donner des réponses adéquates à certains problèmes ou classes de problèmes
- Elle conduit à des réponses erronées dans d'autres types de problèmes
- Elle présente une résistance à toute modification ou transformation et se manifeste de manière récurrente (c'est-à-dire qu'elle redevient prédominante dans certaines situations, même après avoir été remplacée, en apparence, par

une nouvelle connaissance).

- Le rejet de cette connaissance aboutira à une connaissance nouvelle.

3.2.2 Types d'obstacles

A travers plusieurs approches didactiques dont certaines centrées sur l'étude et la recherche des erreurs d'élèves, plusieurs obstacles ont pu être répertoriés par les travaux de didactique, entre autres:

- **L'obstacle épistémologique:** obstacle lié au développement historique des connaissances et dont le rejet a dû être intégré explicitement dans les savoirs transmis

- **L'obstacle didactique:** obstacle dû à des choix ou du système éducatif (transposition didactique) ou à des choix de telle ou telle stratégie d'enseignement. Ils sont inévitables car on ne peut pas supprimer les étapes, les approximations, les analogies plus ou moins pertinentes lors de l'apprentissage.

- **L'obstacle culturel:** obstacle dû à une connaissance véhiculée par le contexte culturel, déjà traitée scientifiquement, mais toujours présente.

- **L'obstacle ontogénique:** les obstacles ontogénétiques ou ontogéniques sont des connaissances "spontanées" apparaissant "naturellement" au cours du développement ; ils sont relatifs au développement neurophysiologique du sujet. Par exemple, à un âge donné, un enfant ne peut admettre que la collection B, dont on a un peu modifié l'apparence en écartant les jetons, a bien le même nombre de jetons que la collection A, alors qu'il l'admettait, lorsque les deux collections étaient présentées à l'identique. Pour cette erreur, le spatial l'emporte sur le numérique.

Abrougui Hattab Hanène
Faculté des Sciences de Bizerte

Bibliographie

- **Artigue M., 1988** ; « Ingénierie didactique », RDM vol 9.3, p 281-308.
- **Bachelard G., 1938** ; « La formation de l'esprit scientifique », Paris, Ed Vrin.
- **Brousseau G., 1986**; « Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques », RDM vol 7.2, p 33-115.
- **Chevallard Y., 1985**; « La transposition didactique du savoir savant au savoir enseigné », La pensée sauvage, Recherches en didactique des mathématiques. Deuxième édition augmentée, 1991.
- **Clément P., 1991** ; « Sur la persistance d'une conception : la tuyauterie continue digestion-excrétion », Aster n°13, p 133-156.
- **Douady R., 1986** ; « Jeux de cadres et dialectique outil-objet », RDM vol 7.2, p 5-31.
- **Giordan A. et De Vecchi G., 1987** ; « Les origines du savoir. Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques », Lausanne, Ed Delachaux et Niestlé.
- **Giordan A., Girault Y. et Clément P., 1994** ; « Conceptions et connaissances », Paris, Ed Peter Lang.
- **Johsua S. et Dupin J. J., 1993**; « Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques », Paris, Ed PUF.