

## Nouveaux concepts en didactique des sciences

Jean THERER

### Résumé

Les cours de sciences sont-ils mal perçus par les adolescents ? Une enquête récente du LEM (Laboratoire d'Enseignement Multimédia, ULg) semble le démontrer. La géographie, entre autres, suscite des réticences chez les étudiants de 16 à 21 ans. Pour remédier à ce problème, cet article propose quelques suggestions, notamment : (1) la promotion d'une "Nouvelle didactique" (descriptive et expérimentale plutôt que prescriptive et doctrinale), - (2) la diffusion et intégration de nouveaux concepts didactiques comme les "représentations mentales", la "transposition didactique", les "styles d'apprentissage", ..., - (3) l'élaboration d'une authentique "Ergonomie didactique" axée sur une approche systémique des situations d'apprentissage.

### Mots-clés

didactique, représentations, objectif-obstacle, transposition didactique, formation des enseignants, ergonomie didactique

### Summary

*Are experimental sciences badly perceived by teenagers ? A recent survey led by LEM (Multimedia Teaching Laboratory) tends to show it. Among others, Geography induces some reticences among students between the ages of 16 and 21. Facing that problem, this paper suggests some practical answers, i.e. : (1) promotion of a "New didactics" (description and experimental process rather than perceptive and doctrinal exhortation), - (2) diffusion and integration of new heuristic models like "cognitive representations", "didactical transposition", "learning styles" ..., - (3) elaboration of a true "Didactical Ergonomics" centred on a systemic approach of learning situations.*

### Key-words

*didactics, cognitive representations, didactical transposition, learning styles, teacher's training*

Les sciences sont-elles mal aimées ? Comment les adolescents perçoivent-ils les cours scientifiques et plus particulièrement la géographie ? Au risque de paraître alarmiste, force est bien de reconnaître que les réponses à ces questions sont préoccupantes. Disons-le tout net, les cours de sciences n'intéressent guère nos jeunes contemporains. Une enquête récente du Laboratoire d'Enseignement Multimédia de l'Université de Liège en témoigne (LEM, 1990).

Cette enquête, menée auprès de 2 143 étudiants de 16 à 21 ans, portait à la fois sur les connaissances scientifiques, la perception des cours et les suggestions relatives à l'enseignement des sciences. En ce qui concerne les connaissances, les résultats semblent assez satisfaisants : les concepts scientifiques classiques sont généralement bien identifiés. Par contre, en ce qui concerne l'intérêt pour les différents cours de sciences, les avis sont partagés et rendent compte de réelles réticences. Quelques indices parmi d'autres :

- en moyenne, moins de la moitié des étudiants (42,55 %) perçoivent les cours comme intéressants ou passionnants ;
- 34 % des étudiants déclarent que le cours de géographie n'est pas satisfaisant ;
- 14 % estiment même que cet enseignement est "rebutant";
- enfin, 20 % des étudiants consultés considèrent que le cours de géographie ne les aide pas à mieux comprendre leur environnement (LEM, 1990, p. 34-38).

Bien entendu, de tels constats mériteraient d'être nuancés et interprétés. Par exemple, en paraphrasant Piaget, on pourrait émettre l'hypothèse que "...ce que les adolescents n'aiment pas, ce ne sont pas les sciences mais bien les leçons de sciences !".

Comment réagir face à cette inquiétante démotivation ? Comment réconcilier les jeunes avec la formation scientifique ? Que nous propose la recherche en didactique ? Pour tenter d'apporter des éléments de réponse

à ces problèmes, nous aborderons successivement trois questions.

I. Qu'est-ce que la didactique ?

II. Quels concepts didactiques pour quelles pratiques ?

III. Quelles perspectives ?

## I. QU'EST-CE QUE LA DIDACTIQUE ?

Comme beaucoup de termes pédagogiques, le mot "didactique" a connu nombre d'avatars et de glissements sémantiques. En gros, trois conceptions majeures émergent de cette évolution toujours en cours.

### A. La conception ancienne

A l'origine, "didactique" est utilisée comme synonyme savant de "pédagogie". C'est le sens adopté par Comenius dans "La Grande Didactique", ouvrage publié en 1649.

Ensuite, pendant très longtemps et encore aujourd'hui, le mot didactique est plutôt utilisé comme adjectif signifiant "propre à instruire". On y associe d'ailleurs très souvent une connotation péjorative. Ne dit-on pas d'un enseignement ou d'un ouvrage qu'il est "lourdement didactique" ? En clair, cela veut dire ennuyeux, rébarbatif, rebutant,... Peut-être, précisément, certains cours de sciences sont-ils trop "didactiques"...

### B. La conception classique (toujours actuelle)

Au cours des années 60, le terme "didactique" redevient substantif avec des acceptions plus ou moins extensives. Exemples :

- R. Lafon (1963) : "Art d'enseigner exercé par un adulte";
- H. Pieron (1963) : "Science auxiliaire de la pédagogie relative aux méthodes les plus propres à faire acquérir telle ou telle matière...";
- G. Mialaret (1979) : "Ensemble des méthodes, techniques et procédés pour l'enseignement..."

A mon sens, cette acception reste partiellement légitime, mais elle n'en est pas moins réductionniste. Trop souvent, en effet, dans la formation actuelle des enseignants ou des formateurs, la didactique est assimilée à un ensemble de recettes, sinon d'astuces, plus ou moins éprouvées qu'il convient de s'approprier essentiellement par le biais d'une exhortation magistrale assortie de quelques stages chichement planifiés.

### C. La conception nouvelle (après 1980)

Depuis une bonne dizaine d'années, le mot "didactique" connaît une nouvelle carrière. De science auxiliaire de la pédagogie (cfr. Pieron), la didactique se mue en science

autonome s'inspirant à la fois de la psychologie, de l'épistémologie, de la recherche pédagogique et, plus récemment, des nouvelles "sciences cognitives". À ce titre, la nouvelle didactique ambitionne de faire la synthèse de tous les éléments d'une situation pédagogique. En termes plus fonctionnels, nous proposons la définition suivante.

**DIDACTIQUE** - Discipline scientifique qui a pour objet l'optimisation des apprentissages dans une situation d'enseignement ou de formation. La didactique cherche donc essentiellement à traduire en actes les intentions pédagogiques.

Ainsi définie, la didactique présente deux grandes orientations : la didactique générale et la didactique spéciale. Tant du point de vue de la recherche que du point de vue de la formation des formateurs, cette distinction garde toute sa pertinence.

La didactique générale (DG) se centre davantage sur l'étude du fonctionnement cognitif des apprenants (modes de raisonnement, styles cognitifs, épistémologie génétique, ...) et sur l'analyse des situations institutionnelles (études des interactions, styles d'enseignement, modes d'évaluation, ...).

La didactique spéciale (DS) s'attache plus précisément à l'étude des principaux concepts propres à une discipline, à l'évolution de ces concepts, à leur vulgarisation, à leur mode d'acquisition, ...

En fait, DG et DS sont à la fois en interférence et en complémentarité comme peuvent l'être, par exemple, la médecine générale et la médecine spécialisée. Du moins, elles devraient l'être. Dans les pratiques actuelles de formation des enseignants, un certain clivage persiste. Comme le soulignent parfois malicieusement les stagiaires, "la didactique générale est bien trop générale et la didactique spéciale est vraiment trop spéciale...". Passons.

En conclusion, l'émergence de la nouvelle didactique marque le passage de la tradition et de l'empirisme à la rationalité et à l'expérimentation, préludes à une authentique professionnalisation de la fonction enseignante.

## II. QUELS CONCEPTS DIDACTIQUES POUR QUELLES PRATIQUES ?

À côté des concepts pédagogiques bien connus des enseignants (par exemple : curriculum, motivation, objectif opérationnel, transfert d'apprentissage,...) apparaissent régulièrement de nouveaux modèles et paradigmes issus de la recherche en didactique et plus particulièrement de la recherche en didactique des sciences. Dans ce vaste florilège, nous retiendrons et analyserons quatre concepts qui présentent une indéniable valeur heuristique et qui inspirent déjà de nouvelles stratégies

d'enseignement. Cette sélection reste toutefois subjective et un peu arbitraire du fait que ces concepts ne sont nullement représentatifs de l'ensemble des travaux et orientations en didactique des sciences. Ceci dit, nous présenterons succinctement :

- 1) les représentations mentales (Bruner et al., 1966, 1973),
- 2) la transposition didactique (Chevallard, 1985),
- 3) les objectifs-obstacles (Martinand, 1986),
- 4) les styles cognitifs (Kolb, 1985; LEM, 1991).

#### A. Les représentations

Fondamentalement, la "re-présentation", c'est l'action de rendre présent à l'esprit une parcelle du monde sensible (objet, phénomène, événement,...). Historiquement, c'est le sociologue E. Durkheim qui, semble-t-il, a proposé le premier le terme de "représentation" en tant qu'interprétation collective de certaines réalités sociales. Plus tard, le concept acquiert un statut transdisciplinaire et on le retrouve sous la plume de Piaget (1965) et de Bruner (1966). Plus récemment encore, en didactique, la représentation désigne le "déjà-là conceptuel" (Astolfi et Develay, 1989). Dans le même ordre d'idées, la représentation est définie par des expressions comme "le pré-acquis", "le noyau conceptuel", ou plus élégamment, comme le "proto-concept". Mais, ne nous y trompons pas. La représentation n'est pas une vague évocation visuelle de la réalité ; elle est une re-création subjective de cette réalité.

A titre d'exemples, j'ai tenté d'identifier les représentations que quelques adultes, réputés cultivés, se faisaient de la géographie. Entre autres définitions plus ou moins fantaisistes, j'ai retenu deux propositions surprenantes :

- Géographie : étude comparative des peuples de la terre et de l'univers,
- Géographie : science qui met en graphiques les phénomènes terrestres.

De cette petite expérience, je retiens que nous avons tous une vision partielle et partielle de la réalité, mais que cette perception imparfaite peut s'avérer suffisamment fonctionnelle dans l'une ou l'autre aire d'activité. Dans cette perspective, l'acte d'enseigner revient donc à modifier de telles perceptions pour accroître les performances ; à aider l'apprenant à passer d'une représentation A (subjective et approximative) à une représentation B (plus objective et plus rigoureuse). Une telle intervention didactique exige une patiente stratégie. L'enseignant devra :

- susciter l'expression des représentations (élaboration d'une carte conceptuelle, débat relatif à un document

vidéo, ...)

- les identifier (dresser une sorte d'inventaire des représentations les plus fréquentes) ;
- les respecter (ne pas les considérer comme des erreurs à extirper ou comme des "perles" dont on se gausse) ;
- les utiliser (les modifier progressivement en utilisant les interactions et les confrontations au sein du groupe).

En caricaturant quelque peu, on pourrait dire que les représentations sont aux mains du formateur comme l'argile est aux mains du potier.

Malheureusement, dans les classes, ce travail sur les représentations est encore trop souvent considéré comme "une perte de temps, une propension à l'anecdote ou une dangereuse concession à la pédagogie ludique"... Plus que jamais pourtant, il serait temps de se pénétrer du message piagétien : les concepts ne s'enseignent pas, ils se construisent.

#### B. La transposition didactique (Chevallard, 1985)

Ce concept est né de la recherche en enseignement des mathématiques. En première analyse, la transposition didactique peut être comprise comme la transformation du savoir savant en savoir scolaire. Sans une telle transposition, les connaissances scientifiques risquent, en effet, de rester strictement inintelligibles au commun des mortels.

Partons d'un exemple. Qu'est-ce que la tectonique des plaques ? Pour en avoir le cœur net, j'ai consulté mon encyclopédie. "TECTONIQUE DES PLAQUES" - du grec tectonikê = art du charpentier. "Tectonique globale expliquant les orogènes et les différents phénomènes géologiques par le mouvement des plaques lithosphériques rigides se déplaçant sur l'asthénosphère plus molle grâce à des courants de convection dans le manteau. Cfr théories de Wegener, de Hess et de Matthews."

Il est bien évident que, sans l'aide d'un géographe averti et d'une sérieuse transposition didactique, ces élégants propos me resteront à jamais hermétiques. Je signale, en passant, que les manuels scolaires "à l'usage de l'enseignement moyen" ne m'ont guère éclairé davantage et m'ont laissé à mes terrifiantes représentations de continents dérivant, au hasard, sur un magma brûlant.

Dans l'enseignement des sciences, la transposition didactique n'échappe malheureusement pas à certaines dogmatisations et dénaturations. Dans le louable souci de gagner du temps et de respecter le sacro-saint programme, certains professeurs n'hésitent pas à asséner des vérités abscondes et définitives sous forme de définitions, règles et résumés,...

Ceci explique peut-être l'inappétence pour les cours scientifiques (cfr. supra) et surtout une vertigineuse "perte de charge" dans la rétention des savoirs ainsi acquis.

Comment peut-on optimiser la transposition didactique ?

Les chercheurs s'entendent généralement sur trois recommandations.

- *Contextualisation*. Concurrément au travail sur les représentations, l'enseignant s'efforcera d'insérer les nouvelles connaissances dans un réseau de faits significatifs pour l'apprenant. Develay (1992) évoque, en outre, les "pratiques sociales de référence", c'est-à-dire une prise en compte des valeurs socio-culturelles dans cet effort de contextualisation.

- *Conceptualisation "opératoire"*. Un modèle scientifique n'est jamais qu'une grille de lecture de la réalité. Il appartient à l'enseignant de déterminer le niveau de conceptualisation le plus adéquat en fonction des objectifs pédagogiques et du profil des apprenants. Ainsi, dire que le soleil se lève à l'Est et se couche à l'Ouest reste parfaitement pertinent dans certaines circonstances.

- *Rejet du "prêt à penser"*. Une loi scientifique n'est ni un dogme, ni un secret que le savant arrache à la nature. Ce n'est qu'une hypothèse toujours provisoire, toujours révisible (cfr Principe de falsifiabilité de K.R. Popper). En conséquence, une bonne leçon de sciences ne commence pas dans l'illusoire clarté d'une belle définition (simplicité logique), mais dans l'incertitude tonique d'un problème à résoudre et d'une difficulté à vaincre (simplicité psychologique).

La transposition didactique est donc tout autre chose qu'une simple réduction régressive du savoir savant. Elle suppose, au contraire, une réorganisation originale et différenciée, une mise en perspective instrumentale, des connaissances en vue de leur réelle intégration et de leur mobilisation ultérieure.

### C. Les objectifs-obstacles (Martinand, 1986)

Curieuse expression, plutôt paradoxale. Si un objectif est un but à atteindre, comment un obstacle pourrait-il constituer un objectif ?

En fait, ce concept est né en réaction à la trop célèbre PPO (Pédagogie par objectifs) dont les pédagogues avertis connaissent bien les fréquentes dérives et les effets pervers, notamment :

- l'atomisation des intentions éducatives ;
- la ritualisation formelle des énoncés ;
- l'occultation des autres aspects de l'acte d'enseigner.

Exemple classique : "Après 50 minutes de cours sur l'oxydo-réduction, l'élève de 4ème année de l'enseignement général (sciences "fortes") sera capable d'énoncer en moins de 3 minutes la définition figurant à la page 17 de son syllabus".

Toute précise qu'elle soit, cette formulation esquive les représentations des élèves et les pièges qui jalonnent le passage de la représentation au concept. Le mérite de Martinand est de réintroduire le point de vue de l'apprenant

(quelles représentations ? quels obstacles ?) dans la problématique des objectifs pédagogiques.

L'objectif-obstacle peut donc être défini comme un objectif formulé *a posteriori* après une observation attentive des apprenants et une analyse de leurs représentations et difficultés.

Exemple. Après avoir observé un groupe d'apprentis du secteur de la construction, un formateur constate que ces jeunes justifient l'isolation thermique par la nécessité d'empêcher le froid de se propager de l'extérieur vers l'intérieur des bâtiments. Cette représentation tenace fait obstacle à une mise en oeuvre correcte des matériaux d'isolation. A partir de cette analyse, le formateur redéfinit ses objectifs et met au point un module de formation relatif à la propagation de la chaleur... (exemple emprunté à Guillemeau, ULg, 1992).

En pratique, le formateur s'inspirera utilement des démarches suivantes :

- les repérages des obstacles (épistémologiques ou didactiques) les plus fréquents ;
- l'identification des obstacles surmontables ;
- la traduction en termes d'objectifs opérationnels.

Ainsi compris, les objectifs-obstacles ne sont pas des murs à abattre ou des montagnes à gravir. Ils peuvent être comparés à des pierres glissantes au milieu du gué. Ils restent des obstacles, certes, mais aussi des jalons pour mieux progresser.

### D. Les styles cognitifs (Kolb, 1985; LEM, 1992)

Confrontés à un même problème scientifique ou domestique, des individus différents présentent des réactions contrastées. Par exemple, pour s'initier à l'utilisation d'un ordinateur, certains néophytes préfèrent se lancer dans l'action et procéder par essais et erreurs ; d'autres, au contraire, commencent par étudier soigneusement le mode d'emploi... Il n'existe d'ailleurs pas de corrélation entre ces différentes façons d'aborder le problème et les performances ultérieures des uns et des autres. Ce type d'observations débouche sur quelques hypothèses en cours de vérification.

- Le style cognitif, c'est la manière préférentielle d'aborder et de résoudre un problème.
- Nous utilisons tous les styles cognitifs, mais la majorité des sujets présentent un style dominant.
- On ne peut pas hiérarchiser les styles cognitifs. Leur efficacité spécifique varie en fonction des circonstances et de la nature des problèmes.

En conséquence, nous sommes tous différents mais complémentaires.

Il existe actuellement une quinzaine de modèles descriptifs

des styles cognitifs. Parmi ces recherches, celle de Kolb (1985) apparaît comme une des plus suggestives. En référence aux travaux de Piaget et de Guildorf, Kolb identifie quatre styles de base : assimilateur - accommodateur - divergent - convergent. Pour chacune de ces "familles" d'apprenants, Kolb détermine les points forts et les points faibles de même que les orientations vocationnelles les plus indiquées.

Le LEM (ULg) travaille actuellement à l'adaptation et à la validation du modèle de Kolb. Le but est de mettre au point un outil d'évaluation simple, mais fiable, permettant à l'enseignant d'évaluer son propre style cognitif et celui de ses élèves. Cette démarche jetterait les bases d'une pédagogie réellement différenciée et d'une évaluation plus formative.

### III. QUELLES PERSPECTIVES ?

Au moment même où les responsables politiques et académiques s'accordent sur la nécessité et l'urgence d'une réforme profonde de la formation des enseignants, l'ensemble des recherches évoquées ci-dessus nous ouvre de nouvelles et multiples perspectives. Dans le cadre de ce bref exposé, je me limiterai pourtant à trois propositions bien concrètes.

#### A. La promotion d'une "nouvelle didactique"

Le temps est venu de passer d'une didactique doctrinaire et prescriptive à une didactique plus expérimentale, plus descriptive et plus personnalisée. Cette évolution implique évidemment une collaboration collégiale entre didacticiens "généralistes" et "spécialistes". Il serait temps qu'ils accordent leurs violons à partir des développements les plus récents de leur commune discipline.

#### B. La promotion d'une nouvelle "Ergonomie didactique"

L'ergonomie, c'est la science qui a pour objet l'adaptation du travail à l'Homme. Si on en parle abondamment dans l'entreprise, on l'ignore superbement à l'Ecole. Jusqu'à nouvel ordre, c'est bien l'élève qui, bon gré mal gré, doit se soumettre au lit de Procuste d'une pédagogie dépassée : rythmes horaires artificiels, cloisonnement disciplinaire désuet, méconnaissance des habitudes cognitives, locaux inadaptés, ... Comment s'étonner si "La tête n'en prend pas plus que les fesses n'endurent..." (Proverbe québécois).

#### C. L'intégration des nouveaux concepts didactiques dans la formation initiale et continue de tous les enseignants

Cette intégration ne se fera évidemment pas par le biais d'exhortations académiques mais bien en formant ces enseignants comme nous souhaitons qu'ils forment plus tard leurs propres élèves ou étudiants. C'est ce qu'on

appelle *l'ISOMORPHISME*, autre concept clé en didactique.

Je suis parti d'un constat pessimiste, mais je tiens à terminer par une note d'espoir. Les nouvelles recherches en didactique permettront-elles de réconcilier les jeunes avec l'enseignement des sciences ? Pour moi, la cause est entendue. Bien intégrés, bien diffusés, ces nouveaux concepts nous conduiront à redécouvrir ensemble le "plaisir des sciences", gage d'une authentique culture scientifique.

### BIBLIOGRAPHIE

- ASTOLFI J.P., 1989. *Repères pour la didactique des Sciences expérimentales ici*, Cahiers pédagogiques, n° 278, p. 23-25.
- ASTOLFI J.P., DEVELAY M., 1989. *La didactique des sciences*, PUF, Paris.
- BRUNER J.S. et al., 1966. *Studies in cognitive Growth*, Wiley, New-York.
- BRUNER J.S. et al., 1973. Learning through Experience and Learning through Media, *Prospects 1*, pp. 20-38.
- CALANDE G., DE BUEGER C. et coll., 1990. *Plaisirs des sciences. Didactique des sciences et autonomie dans l'apprentissage*, De Boeck-Wesmael, Bruxelles.
- CHEVALLARD Y., 1985. *La transposition didactique*, La pensée Sauvage, Grenoble.
- DEVELAY M., 1992. *De l'apprentissage à l'enseignement*, ESF, Paris.
- DUDA R., RILEY P., 1990. *Learning Styles*, Presses Universitaires, Nancy.
- GUILLEMEAU J-M., 1992. *Outil didactique pour l'enseignement technique et professionnel - Isolation thermique*, Ed. Fonds de Formation Professionnelle de la Construction, Bruxelles.
- KOLB D., 1984. *Experiential Learning. Experience as the source of learning and development*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- KOLB D., 1985. *Learning Style Inventory*, Mc Beer, Boston, Mass.
- LAFON R., 1963. *Vocabulaire de la psycho-pédagogie et de la psychiatrie de l'enfant*, PUF, Paris.
- LEM Laboratoire d'Enseignement Multimédia, 1990. *Vie quotidienne et enseignement des sciences*, Université de Liège.

- MARTINAND J. L., 1986. *Connaître et transformer la matière*, Peter Lang, Berne.
- PIERON H., 1963. *Vocabulaire de la Psychologie*, PUF, Paris.
- MIALARET G., 1979. *Vocabulaire de l'Education*, PUF, Paris.
- SYLLAMY N., 1983. *Dictionnaire usuel de Psychologie*, Bordas, Paris.

Adresse de l'auteur : Jean THERER  
Méthodologie générale, Université de Liège  
Sart Tilman B32  
B - 4000 LIEGE