

Eléments de didactique des sciences.

Sur ce sujet, il est nécessaire de lire le livre généraliste de JOHSUA S. et DUPIN J.J., *Introduction à la Didactique des Sciences et des Mathématiques*. PUF : Paris

Sur http://perso.orange.fr/daest/Fichiers/Equipe_ddm.htm on trouvera des indications plus récentes mais peu détaillées qui donnent une idée de l'états des connaissances en didactiques des sciences, sur http://perso.orange.fr/daest/guy-brousseau/textes/Glossaire_Brousseau.pdf
On trouvera des définitions fondamentales dont certaines sont reprises ici.

Attention ! La didactique des sciences n'est pas un *truc* qui permet de parler de sciences sans en faire. Plus particulièrement, la didactique des mathématiques n'est pas un artifice qui permettrait de les enseigner sans les comprendre. L'étude, l'expérience ont montré qu'il y avait des stratégies d'enseignement des mathématiques meilleures (c'est à dire plus efficaces, plus rentables, mais pas forcément pour tous les élèves) que d'autres. Il y a dans ce domaine comme dans d'autre des escroqueries intellectuelles qui consistent à cacher derrière un écran jargonnesque un vide conceptuel sidéral dans lequel peuvent s'épanouir des carrières universitaires, mais on ne peut pas enseigner aujourd'hui en espérant être un peu efficace en ignorant certains fondamentaux de la didactique. Ces fondamentaux sont donnés dans le livre cité en introduction qui se garde, lui, de toute dérive.

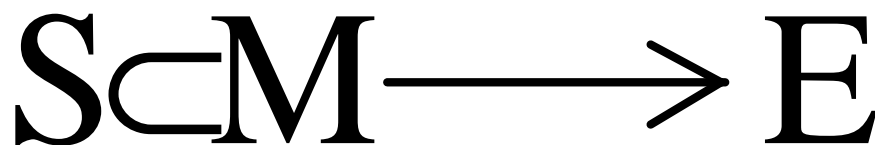
Pour des critiques sur les excès de l'approche didactique, lire les textes de Laurent Lafforgue, Médaille Fields de mathématiques, à partir par exemple de <http://michel.delord.free.fr/ll-dermieres.html>

1°) Comment enseigne-t-on ?

Des réponses plus complètes seront apportées aux étudiants dans les cours de philosophie de l'éducation, de psychologie de l'enfant et de pédagogie générale dispensés à l'Ecole Normale. En première approche, on se contentera des simplifications suivantes.

a) Les méthodes transmissives.

Elles se schématisent selon le schéma suivant :



qui signifie que le maître possède le savoir et qu'il le transmet aux élèves, principalement en parlant. C'est encore l'image du verre que l'on remplit par déversement. C'est aussi le schéma *naturel* de l'enseignement, celui qui a prévalu durant des siècles. S'il est très bien adapté à la relation consciente d'enseignement (c'est à dire quand l'étudiant sait qu'il étudie), il est très inadapté à la situation inverse du jeune élève qui *va à l'école* sans en connaître tout à fait ni les buts ni les moyens. C'est un schéma qui marche donc bien avec les étudiants de l'Ecole Normale qui se trouvent dans une situation paradoxale, celle de recevoir de façon transmissive des informations qui montrent les limites d'une telle méthode.

Les méthodes transmissives restent bien adaptées, même à l'école élémentaire à l'enseignement de certaines matières ou de certains savoirs. La meilleure façon de connaître des éléments de géographie physique par exemple, c'est que le maître les donne à des élèves attentifs. Par contre, le développement d'une expertise dans le choix de la multiplication ne peut pas se faire sans passage à l'expérience, à *l'apprentissage* qui reste une activité intime et nécessaire. Sans doute aussi ne suffit-il pas d'entendre un cours sur la technique de Rembrandt pour peindre comme lui.

Dans le cas des méthodes transmissives, l'échec d'apprentissage est entièrement supporté par l'élève, car le maître maîtrise le savoir (c'est pourquoi on l'appelle ainsi...), ce qui est noté par le signe d'inclusion dans le schéma précédent. Il a d'ailleurs été recruté (au moins dans la tradition française) sur cette maîtrise et pas sur de quelconques qualités de communication ou d'animation de groupe.

Dans ces conditions, on peut entendre l'échange suivant (réel) :

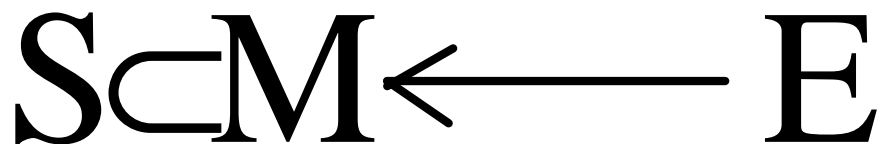
L'élève : « Monsieur, j'ai pas *compris* »

Le maître : « Tu n'avais qu'à *écouter* ».

On voit bien là les limites du concept, il suffirait *d'écouter*, si possible attentivement, pour *comprendre*.

b) Les méthodes de la monstration.

Issues des contestations du système éducatif dès le début du XX^{ème} siècle, légitimées par la Révolution Culturelle Chinoise et ayant connues leurs heures de gloire à la fin des années 1960, elles fonctionnent sur le schéma suivant :



Elles supposent toujours que le maître possède le savoir, (c'était même leur tare fondamentale pour les maoïstes), mais elles modifient le rôle du maître comme celui de l'élève : le maître *montre*, l'élève regarde, imite et devrait ainsi apprendre. Si cela doit pouvoir marcher pour certains apprentissages pratiques (on regarde comment on taille la pierre, puis on essaye de la tailler), c'est difficilement concevable pour d'autres apprentissages, notamment scientifiques.

Dans ce cas, la responsabilité de l'échec est inversée, c'est parce qu'il n'a pas *bien montré* que le maître n'a pas réussi à faire que l'élève sache. L'élève est alors tout à fait exonéré de ses responsabilités. Un apprentissage peut parfois avoir lieu dans ces conditions, à conditions de redites, très nombreuses, très lassantes

c) Les méthodes constructivistes.

2°) L'effet Topaze.

Définit par Guy Brousseau (voir pourquoi ce nom a été choisi par exemple sur <http://www.amazon.fr/Topaze-Marcel-Pagnol/dp/2877060594>) c'est un des éléments centraux de l'analyse des pratiques d'enseignement.

Définition : *Tout procédé qui permet d'obtenir une réponse juste indépendamment d'un apprentissage.*

Pour restrictive qu'elle soit cette définition que je donne de Topaze est suffisamment simple pour permettre de théoriser certaines pratiques.

L'effet Topaze est produit par les enseignants qui se méprennent sur leur mission. Le rôle des enseignants n'est pas d'obtenir à tout coup (et à tout coût) des réponses justes, mais d'enseigner, c'est à dire de transmettre des connaissances, d'aider les élèves à se les approprier.

Exemples d'effets Topaze :

- a) Un élève écrit sur son ardoise une réponse fausse. Le maître lui dit « t'es sûr que c'est juste ?... ». Selon le contrat didactique instauré dans la classe l'élève efface. Le maître est satisfait, il n'y a plus trace d'erreurs.
- b) Le maître donne pendant un trimestre des problèmes qui relèvent tous de la multiplication. Ce contrat implicite finit par être décodé par les élèves qui finissent par « savoir » faire les problèmes.
- c) Le maître adapte sa question pour avoir la réponse attendue.

Caricature :

Le maître de CE₁ : « pour les Anciens, combien y avait-il d'éléments primordiaux ? »

Silence des élèves.

Le maître. « Combien font 2 fois 2 ? »

Les élèves 4 !

Le maître : « c'est bien »

On voit sur cette caricature que si le maître prend la réponse à la deuxième question comme la réponse à la première, il s'aveugle. Les élèves peuvent ne pas avoir même compris le sens de la question initiale et y avoir pourtant répondu.

- d) Usage de mots déclencheurs en résolution de problèmes et plus généralement de processus algorithmiques d'usage local.

Exemple : le maître écrit un énoncé de problème. Il y souligne le mot *plus* et se tourne vers les élèves et demande « alors que faut-il faire ? » ; Les élèves répondent « qu'il faut ajouter. Le maître attend la réponse juste qu'il espérait sans que les élèves ne comprennent nécessairement ni l'addition ni la résolution de problème. Il suffit, pour comprendre l'erreur ainsi produite d'appliquer cette méthode au problème suivant :

Pierre a 300 f. Il a 100 f de plus que Jacques. Combien a Jacques ?

- e) Etc.

Pour aller plus loin :

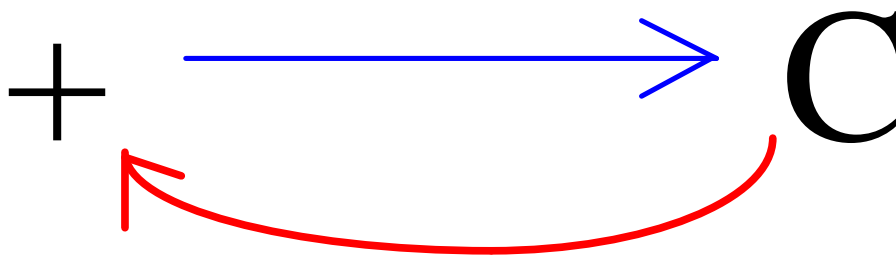
<http://www-leibniz.imag.fr/EEDDM11/Theme3/AteGrenoble.html>

<http://www.urfist.cict.fr/introdi3.html>

L'effet Topaze s'explique par la volonté des enseignants d'obtenir des élèves des réponses justes. C'est en soi une bonne nouvelle, la situation inverse serait inquiétante. Mais la volonté d'avoir des réponses justes traduit sans doute deux erreurs :

- les enseignants qui le pratiquent croient peut être que leur mission, ce pour quoi ils sont payés est d'obtenir des réponses justes. On voit couramment dans les classes des leçons qui sont présentées non pas pour procéder à un apprentissage, mais pour étaler les connaissances des élèves. Si les élèves répondent bien, la leçon est bonne.
- Plus finement, il y a une erreur plus grave, celle de croire qu'une évaluation positive a pour conséquence l'acquisition d'un savoir, alors que c'est le contraire qui est vrai.

Dans le schéma suivant, + signifie qu'une évaluation est positive et C symbolise une connaissance acquise.



La ligne bleue caractérise l'effet Topaze.

La ligne rouge est plus réaliste : si un savoir est acquis, l'évaluation de ce savoir est en général positive, à l'exclusion par exemple des *erreurs à coup sûr* pratiquées dans certaines situations.

3°) L'effet Jourdain.

(Pour comprendre l'origine du nom, voir par exemple :

<http://www.site-moliere.com/pièces/bourgeoi.htm> ou bien encore

http://fr.wikipedia.org/wiki/Le_Bourgeois_gentilhomme

Définition : Aptitude du maître à reconnaître des savoirs savants en leur absence.

Ceci permet d'éviter le débat sur les connaissances et éventuellement le constat d'échec. Il peut conclure une situation didactique.

Exemples d'effet Jourdain :

a) Entendu dans une classe de maternelle : un normalien veut faire reconnaître ce que représente une photo ; dialogue :

Le maître : les enfants, qu'est-ce qu'il y a sur cette photo ?

Les élèves : ...

Le maître : c'est du coco ra...

Les élèves : pé !

Le maître peut alors prendre la prononciation par quelques élèves de la syllabe « pé » comme le signe que la réponse à la question initiale est connue, c'est à dire que les élèves ont reconnu du coco rapé sur la photo ce qui n'est pas vrai

b) Prendre les réponses d'un élève ou d'un petit groupe d'élèves comme la réponse du groupe est un effet Jourdain.

4°) Effet Pygmalion

(Pour comprendre l'origine du nom, voir par exemple :

<http://grenier2clio.free.fr/grec/pygmalion.htm>

Définition : Influence sur l'évaluation d'informations parasites sur l'évalué : influence sur les résultats de l'enseignement des idées préconçues du maître.

L'effet Pygmalion n'est pas toujours négatif. Il a été montré que quand le maître *surestime* ses élèves, les résultats de ceux-ci sont améliorés (et pas seulement leur évaluation). Dans le doute, il vaut mieux donc pécher par excès d'ambition que par défaut.

Exemples d'effet Pygmalion.

- a) Lors de la prise en charge d'une classe pour un stage en responsabilité, le titulaire de la classe donne son avis sur des élèves. Sans qu'il en soit conscient (l'effet Pygmalion n'a donc rien à voir avec la morale) le normalien évaluera moins bien ceux qui ont été désignés comme de mauvais élève et inversement.
- b) Les étudiants qui découvrent un professeur le jugent avant de le connaître aux bruits et rumeurs qui le précèdent.
- c) L'aspect d'un élève influence le jugement de l'évaluateur.

Pour aller plus loin, voir par exemple :

<http://www.ulg.ac.be/pedaexpe/cours/glosaire/epygmal.htm>

<http://www.reunion.iufm.fr/Dep/listeDep/exposes/effet%20pygmalion.pdf>

Situation didactique. Dévolution d'un problème qui a pour objectif l'acquisition par l'élève d'une connaissance nouvelle. Celle-ci doit être entièrement justifiée par la logique interne de la situation et gérée par un contrat qui définit les rôles du maître et de l'élève. Deux phases se succèdent. La première, situation fondamentale (ou a-didactique) dans laquelle le maître s'interdit d'intervenir comme proposeur de connaissance. Il est en particulier nécessaire que l'élève réalise l'inadaptation de ses savoirs antérieurs : l'échec, la difficulté font partie de la situation. Dans la seconde le maître est impliqué dans un jeu avec le système des interactions de l'élève avec les problèmes qu'il lui propose.

Contrat didactique. Règle du jeu de la situation didactique. Il est modifié par l'évolution de la situation. Il est différent du contrat pédagogique et dépend étroitement des connaissances en jeu. Par ce contrat, le maître s'engage par la dévolution du « bon » problème à faire acquérir une connaissance. L'élève s'engage à résoudre le problème et l'apprentissage opère.

Contrat pédagogique. Règles souvent implicites qui gèrent les relations du maître et de la classe. Le contrat pédagogique devient un concept important dans ses aspects implicites. Selon le contrat établi (implicitement), une situation identique aura des effets différents :

Exemple : l'élève écrit un résultat sur l'ardoise. Le maître dit « c'est faux » (ou bien la version locale, « t'es sûr qu'c'est juste ? »)

Classe 1 : l'élève efface.

Classe 2 : l'élève répond « non, c'est juste » (ou bien « oui, je suis sûr » ou bien encore « va jouer »...)

Brousseau montre que le contrat ne peut être rendu totalement explicite et que l'explicitation se fait au prix de l'évaporation du sens.

Contrainte didactique. Élément du contrat didactique qui a pour but de condamner des voies de recherches infructueuses. Par exemple, en CE1 on donne le problème suivant :

On a deux paniers et il y a 6 œufs dans chaque panier. Combien y a-t-il d'œufs en tout ?

6 + 6 est tout à fait recevable. Si le maître veut que les élèves utilisent la multiplication, il peut le faire de façon autoritaire (« on est des grands, on n'utilise plus l'addition », ou bien « avec la multiplication ça va plus vite » ou encore « il est interdit de faire comme ça »...) ou bien en posant une **contrainte**. Par exemple, il change l'énoncé qui devient :

On a 100 paniers et il y a 48 œufs dans chaque panier. Combien y a-t-il d'œufs en tout ?

Dans cette situation, l'addition n'est plus rentable.

Saut didactique. Dévolution d'un problème hors du champ des connaissances maîtrisées.

Transposition didactique. Présentation d'un savoir dont on a isolé certains aspects à des fins d'enseignement. On en a ôté en particulier les aspects historiques et heuristiques et réduit les champs sémantiques.

Obstacle épistémologique. Ce qui s'oppose à l'acquisition de la connaissance. La connaissance est un obstacle épistémologique, le rôle de « l'erreur » ou de « l'échec » dans une situation fondamentale est entre autre le contournement de cet obstacle.