

Obstacles épistémologiques, conflits socio-cognitifs et ingénierie didactique

Guy Brousseau

Université de Bordeaux I

Les obstacles et leurs origines

Il est inévitable que l'apprentissage et *a fortiori* l'enseignement, surtout quand il est axé sur la compréhension des notions communiquées, fasse surgir des obstacles cognitifs.

L'une des conséquences de ce "théorème" pour la didactique conduit à accepter certains sauts de complexité (sauts informationnels) au lieu de rechercher des progressions continues le long des variables didactiques.

2. Mais parmi ces obstacles cognitifs, certains sont parfaitement évitables, d'autres le sont beaucoup plus difficilement. Si certains résultent sans recours du développement psycho-génétique de l'homme (obstacle ontogénique), d'autres sont le résultat artificiel de décisions didactiques malencontreuses (obstacle didactique). Certains autres sont historiquement attestés et participent à la signification des notions auxquelles ils se rapportent (obstacle épistémologique historique). Parmi ces derniers, certains sont encore d'actualité **et ne doivent pas être ignorés** par l'enseignement (obstacle épistémologique inévitable), d'autres peuvent et doivent être contournés habilement pour permettre un accès rapide aux significations et aux pratiques modernes (obstacle épistémologique "évitable"). Mais le fait d'éviter certains obstacles en rend d'autres inévitables. On ne peut les supprimer tous !

3. Il serait erroné de supposer que les obstacles proviennent seulement de la nature de l'homme, de celle des connaissances, ou du manque d'habileté à enseigner, car certains d'entre eux ne pourront disparaître qu'au prix d'une certaine évolution de la culture et des connaissances didactiques et épistémologiques de toute la noosphère (obstacle culturel). Leur dépassement est hors de portée d'une action d'enseignement au sens classique: ils réclament des actions didactiques d'une autre nature.

4. La question de la didactique des obstacles cognitifs et épistémologiques est donc posée. Elle ne peut être évitée.

Les traitements didactiques des obstacles cognitifs: Le rôle des conflits

1. Il existe différentes manières de traiter les conflits cognitifs:

1.1. L'enseignement peut les ignorer: L'enseignement du savoir culturel et scientifique le plus récent, et son institutionnalisation, est supposé alors suffire à la compréhension de l'élève, à son fonctionnement et à l'effacement de représentations spontanées indésirables, s'il en apparaît ou s'il en subsiste.

1.2. L'enseignement peut les dénoncer: mettre en échec les conceptions fausses par des exercices appropriés (exemples et contre exemples), et intégrer les conclusions dans le cours. Les cours de mathématiques gardent longtemps la trace, sous la forme de contre-exemples ou de problèmes classiques, des rejets les plus essentiels, mais ces derniers peuvent passer "inaperçus" pour l'élève et il peut y avoir intérêt à augmenter encore le caractère solennel de ces rejets.

1.3. L'enseignement peut faire buter les étudiants sur la difficulté, leur donner l'occasion d'une accommodation et intégrer les conclusions. L'ingénierie didactique permet au professeur d'envisager tout un éventail de situations, propres à mettre en échec les représentations fausses des élèves (à la condition qu'il connaisse les unes et les autres) sans qu'il lui soit nécessaire de traiter "officiellement" les réponses indésirées autrement que comme des erreurs.

- En mettant en échec de façon répétée, en particulier dans des situations d'action, les modèles implicites utilisés par les élèves, le professeur espère les voir s'évanouir. Ceci se produira d'autant mieux que la situation permettra plus pleinement l'exercice de la conception à rejeter, et non pas seulement un de ses aspects mineurs... La liste des conditions qui favorisent ces rejets reste à faire, mais on peut prévoir que certaines conceptions vont résister à ce traitement. En particulier les connaissances qui ont reçu, pour une raison ou pour une autre, une certaine institutionnalisation - et nous savons qu'il en existe nécessairement - ou celles qui nécessitent l'explicitation et l'institutionnalisation du rejet et son inclusion dans le savoir définitif.

- La prise en considération de ces conceptions résistantes peut alors exiger un degré de plus dans l'institutionnalisation, en donnant l'occasion d'une exploration explicite des différentes positions et de leurs conséquences, et en en faisant le sujet d'un débat au cours duquel les raisonnements seront non seulement

recontextualisés mais encore repersonnalisés. La confrontation des positions peut alors prendre la forme d'une situation de validation, informelle ou non, spontanée ou organisée:

- débat atypique permettant de formuler les différentes positions et d'introduire la "solution" si elle ne surgit pas du débat;
- ou situation spécifique (validation), dont le débat n'est que l'un des instruments, et qui permet (et prévoit) une dialectique où la coopération et le conflit socio-cognitif, d'une part, et le rôle du professeur et le rôle du milieu, d'autre part, se complètent et s'équilibrent.

2. Il n'y a pas de solution universelle et, selon la nature et l'importance de l'obstacle, l'une ou l'autre de ces stratégies peut être préférable. Le conflit socio-cognitif est une technique didactique difficile à mettre en oeuvre et à gérer:

- l'objet du débat peut changer de cadre d'un moment à l'autre sans qu'il soit possible d'estimer l'utilité de ce dérapage;
- les interventions du professeur sont serrées entre des contraintes contradictoires;
- c'est une technique très coûteuse en temps.

Ces liaisons conduisent à exiger une grande rigueur dans l'appréciation et l'utilisation de ses résultats ainsi qu'une clarification du contrat didactique auprès des élèves: L'empirisme et l'improvisation, aussi bien dans le choix des sujets que dans la conduite de l'enseignement, sont les principales causes d'échecs dans l'utilisation de ces techniques. Il faut traiter ces situations plutôt comme une pièce de théâtre (de comedia del Arte).

3. Pour fonctionner, notamment sur les obstacles importants, le conflit socio-cognitif doit, en même temps s'appuyer sur des règles et permettre de les reconsidérer:

- règles du comportement social (rôle de l'autorité, de la séduction, de la référence culturelle, des moyens rhétoriques de convaincre, du respect de l'interlocuteur, de la coopération et de la concurrence);
- règles permettant de contrôler la consistance du discours et des positions;
- règles permettant de juger de l'adéquation (pertinence, efficacité, etc...) des positions;
- règles du contrat didactique (remise en cause du problème dévolu à la classe, appel à la référence culturelle, justification du temps didactique, institutionnalisation, discussion du projet d'apprentissage...).

4. Comme il est presque impossible d'atteindre du premier coup un bon usage de ces différentes règles (et des règles de leur

remise en cause) dans une classe, il est nécessaire d'envisager un certain nombre de telles situations qui permettront:

- de développer les pratiques des élèves dans les différents secteurs (avec vraisemblablement une progression);
- de créer dans la classe une véritable société intellectuelle qui comprend, pratique et aime le débat cognitif;
- de résoudre des problèmes cognitifs, scientifiques, logiques, culturels, civiques...;
- de permettre, à chaque élève, d'intérioriser les contraintes et les habitudes des débats comme méthode personnelle de réflexion et de recherche et donc d'améliorer - peut-être - son efficacité scientifique, sa rigueur, et sa motivation.

Je remarque que le terme "conflit socio-cognitif" met l'accent de manière excessive sur un des aspects des débats: l'examen et la prise de positions contradictoires, et qu'il masque une condition indispensable à leur bon fonctionnement: la coopération des élèves en vue de la construction d'un savoir **commun vrai**.

5. L'enseignement de la division au cours moyen 2e année tel qu'il est traité dans: "rationnels et décimaux dans la scolarité obligatoire", chapitres 12 et 13 (Brousseau et Brousseau, 1987) donne un exemple de traitement d'un obstacle épistémologique: les conceptions liées aux nombres naturels, à l'aide d'une situation de validation organisant des débats et des conflits. La création collective du "nouveau" sens de la division (au sens de l'institutionnalisation) se réalise à travers un "concours de recherche d'énoncés de problèmes".

Pour trouver des énoncés nouveaux, les élèves sont conduits à identifier et à utiliser différentes variables (types de nombres, domaines, types de grandeurs...). Ils discutent des points à attribuer aux énoncés pour leur nouveauté et des modifications à apporter à ce qu'ils appellent "problèmes de division". Tout le débat porte en fait sur l'extension impossible à D de conceptions spécifiques de N et à la restriction à N de celles de D.

Bibliographie

- Brousseau, G., Brousseau, N. (1987). Rationnels et décimaux dans la scolarité obligatoire. *Publications de l'IREM de Bordeaux*, 535 pages.
- Brousseau, G. (1986). *Théorisation des phénomènes d'enseignement des mathématiques*. Thèse de doctorat d'État, Université de Bordeaux.

Terminologie

(Glossaire)

Concepts relatifs l'état du sujet

1. Alternative. Le sujet examine les conséquences d'une proposition en acceptant alternativement sa validité ou celle de sa contraposée, dans l'espoir d'en inférer une contradiction qui lui permettra d'éliminer un des deux cas ou la négation d'une proposition déjà connue. En situation d'incertitude assez grande ou de tension, le sujet saute rapidement d'une hypothèse à sa négation, de façon aléatoire. Ce comportement se présente aussi bien en situation de validation qu'en situation d'action - où il s'agit de choisir entre deux décisions (formulables), ou même en situation de formulation, lorsque l'information est difficile à formuler et que le sujet hésite entre deux messages. La contradiction est formelle, évidente et il s'agit de choisir entre les deux options.

2. Conflit cognitif. Cet état du sujet peut être encore provoqué par une alternative, mais maintenant, en lui s'affrontent des "connaissances":

- Soit un modèle (ou une conception ou un schème opératoire) et un fait ou une série de faits contingents en contradiction avec les prévisions de ce modèle.
- Soit deux modèles (ou deux schèmes...) auxquels il a des raisons de croire, et qui lui apparaissent soudain - à tort ou à raison - comme incompatibles.

Ces situations proposent deux décisions ou deux assertions contraires, mais il s'agit:

- Soit de choisir l'une ou l'autre, ce qui pourrait vouloir dire le rejet pur et simple d'une des conceptions en conflit.
- Soit de les rendre compatibles par une modification de l'une ou de l'autre. La contradiction n'était alors qu'apparente, elle n'était qu'un paradoxe.

Dans tous les cas, il s'agit d'un conflit cognitif parce que la connaissance du sujet est clairement la cause et l'objet du conflit, au moins implicitement.

3. Rupture cognitive. Le sujet est en état de rupture cognitive si des faits nombreux ont contredit sa "conception" et qu'il lui apparaît qu'elle doit être abandonnée, ou si les deux "modèles" ou

les deux conceptions en conflit sont véritablement contradictoires et que l'une seulement va survivre, éventuellement assez transformée.

Un conflit cognitif peut ne pas aboutir à une rupture mais une rupture est précédée le plus souvent de nombreux conflits.

Concepts relatifs aux connaissances en conflit.

Obstacles

1. On ne peut pas dire que dans une simple alternative, une des deux propositions soit une connaissance "mal faite", ni même en général qu'elle soit une connaissance.

2. Une collection de propositions forme une connaissance à la condition qu'elles soient adoptées ensemble par le sujet et qu'elles soient reliées entre elles par des relations de nécessité. Une connaissance peut être improvisée, et si, de plus, elle est fautive, elle n'aura alors chez le sujet qu'une existence passagère: elle succombera au premier conflit et celui-ci restera le plus souvent assez furtif (1).

3. Considérons une conception [un ensemble de connaissances, un langage, une manière de voir une représentation - erronée - mais qui a été engagée avec quelque succès dans une famille d'actions, ou comme moyen d'expression, ou dans des jugements (elle a permis une certaine réussite au sujet)]. Une telle conception sera plus difficile à modifier ou à rejeter. Elle donnera lieu à des conflits cognitifs véritables.

4. Si par surcroît la résistance est forte, en ce sens que les conflits cognitifs se prolongent sans que l'on parvienne à éliminer la connaissance fautive, ou si, bien qu'apparemment rejetée par le sujet, elle réapparaît de façon fortuite et en quelque sorte échappe à son contrôle, nous dirons que cette conception fait obstacle. La connaissance ancienne provoque des erreurs persistantes dont l'origine peut échapper longtemps au sujet.

5. Ces obstacles peuvent être:

° Des schèmes opératoires, ou des modèles spontanés apparaissant "naturellement" au cours du développement du sujet (**obstacles ontogéniques**). Assez souvent ces représentations ne sont pas identifiées dans la culture et les connaissances scientifiques prises comme référence ne correspondent pas bien

¹ Conditions nécessaires proposées par Duroux et Brousseau pour la recherche d'un obstacle épistémologique.

aux problèmes posés, de sorte que l'obstacle cognitif se double d'un obstacle culturel (une sorte de cécité de la culture).

o Des connaissances inadéquates d'origines diverses véhiculées par la culture et toujours présentes, bien que déjà traitées par un domaine scientifique.

o Des obstacles qui ont joué un rôle dans le développement historique des connaissances et dont le rejet a dû être intégré explicitement dans le savoir transmis (4). Certains de ces obstacles historiques sont encore aujourd'hui, dans les conditions actuelles "nécessaires" à la mise en place d'une connaissance: la conception correspondante se développera presque sûrement à un moment de la formation du sujet ou même sera consentie par l'enseignement comme un appui indispensable pour atteindre une connaissance supérieure. Ces conceptions sont les **obstacles épistémologiques**. Ils réalisent les conditions (1), ce sont des connaissances (2) qui ont un domaine de succès (3), un domaine d'échec (4), qui résistent ou ressurgissent (5), dont le rejet doit être explicité et intégré au savoir (1).

o Des connaissances résultant d'une transposition didactique ancienne ou récente mais non susceptibles d'une renégociation par le maître, du moins dans le cadre restreint d'une classe - qui éviterait d'avoir à les considérer (**obstacles didactiques**).

e. Parmi les connaissances qui font obstacles, certaines sont donc inévitables ou ne doivent pas être évitées, en particulier parce que leur franchissement doit être intégré dans les connaissances ultérieures, d'autres sont plus erratiques, ont un caractère plus personnel ou encore peuvent être évitées par des dispositions didactiques appropriées.

7. Toutes les connaissances "fausses" peuvent donner lieu à des conflits cognitifs mais certains de ces conflits auront un caractère obligatoire, constitutif de la connaissance, les autres seront beaucoup plus accidentels, occasionnels, et même si leur importance est grande dans le développement de chaque sujet, le traitement et le statut culturel et donc didactique seront différents.

Les conflits cognitifs dans les situations didactiques

Les conflits cognitifs peuvent se présenter dans les divers types de situations a-didactiques, mais ils prennent alors des caractères différents, en particulier selon la structure sociale de la classe:

1. **Conflits intériorisés.** Lorsqu'un enseignant propose à la classe une situation qui interdit les communications et les coopérations aussi bien que les conflits entre les élèves, pour privilégier les relations de chaque élève avec lui, il les place tous vis-à-vis de lui dans une position semblable: par exemple, en situation d'action, les élèves travaillent individuellement et indépendamment les uns des autres; en situation de validation l'élève ne débat qu'avec le maître, donc est en situation de totale dépendance par rapport aux informations que détient le maître et par rapport aux jugements qu'il porte. Dans ces conditions, les conflits cognitifs sont soit évités complètement, soit transformés - exportés - en conflits affectifs. Le contrat didactique fait obligation au professeur d'éviter les conflits et les débats: ils doivent se régler au niveau individuel grâce à l'information donnée par le maître. Dans les meilleurs cas, toutefois, on peut obtenir des débats intériorisés; l'élève imite mentalement ou imagine un débat.

Il serait intéressant de comparer les effets de ces méthodes classiques sur la résolution des conflits, avec ceux des méthodes qui utilisent des structurations sociales adéquates de la classe.

2. **Conflits socio-cognitifs.** Si la classe est structurée de façon appropriée, comme le prévoient les schémas des divers types de situations a-didactiques (en particulier dans les situations de validation, qu'elles soient formellement organisées par le professeur ou qu'elles s'instaurent naturellement), les débats qui apparaissent alors laissent la place à divers rôles où peuvent s'exprimer les différentes positions épistémologiques des élèves.

Ces débats permettent aux élèves d'extérioriser beaucoup de positions parmi celles qui sont possibles: non seulement celles qu'ils auraient manifestées individuellement dans des questionnaires ou des entretiens individuels, mais d'autres qui apparaissent seulement dans ces conditions. L'explication de ce phénomène est claire: dans une situation individuelle, l'élève prend le parti le meilleur parmi ceux qu'il imagine, il ne prend pas nécessairement le soin d'explorer très loin les positions qui lui paraissent les moins bonnes; dans un débat, pour pouvoir prendre la parole et pour "exister", il peut être conduit à prendre des positions délaissées par ceux qui ont parlé avant lui, et à les envisager assez sérieusement pour les exprimer. Ce phénomène, qui est à la base du bon fonctionnement des situations de validation, me semble avoir été astucieusement utilisé (et prouvé ?) par Sierpiska et par El Bouazzaoui comme méthode de recherche.

J'aurai tendance à réserver le terme de "conflit socio-cognitif" aux cas où les opinions sont exprimées dans des relations sociales relativement codifiées comme cela est décrit dans les situations de validation les plus générales. Ces situations supposent à la fois une compétition pour un enjeu local et une collaboration pour l'établissement de la vérité. Il est clair que, d'une certaine manière, le terme conflit a changé de sens: au lieu d'être un état inattendu subi par le sujet, il devient le résultat prévisible d'une situation de confrontation acceptée par avance car il est inscrit en partie dans la convention même qui institue les rapports entre les élèves, c'est la règle du jeu et non pas une rencontre fortuite avec une connaissance ou un fait nouveau.