



**HAL**  
open science

## Didactique des sciences et formation des professeurs

Guy P. Brousseau

► **To cite this version:**

Guy P. Brousseau. Didactique des sciences et formation des professeurs. C. Comiti, T. Ngo Anh, A. Bessot, M.-P. Chichignoud & J.-C. Guillaud. Didactique des disciplines scientifiques et formation des enseignants, Hà Nội: Maison d'Édition de l'Éducation Giáo dục, pp.19-34, 1995. hal-00550874

**HAL Id: hal-00550874**

**<https://hal.science/hal-00550874>**

Submitted on 31 Dec 2010

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Didactique des sciences et formation des professeurs

Guy Brousseau

1995

## Référence bibliographique de ce texte

**Brousseau, G. (1995). Didactique des sciences et formation des professeurs. In C. Comiti, T. Ngo Anh, A. Bessot, M.-P. Chichignoud & J.-C. Guillaud (Eds.), Didactique des disciplines scientifiques et formation des enseignants (pp. 34-54). Hà Nội: Maison d'Édition de l'Éducation Giáo dục**

## **Pour en savoir plus sur les Présentations de la Didactique des Mathématiques à divers auditoires**

Le thème de cet article a été abordé à plusieurs reprises au cours des recherches de l'auteur. Ces différents textes, publiés ou non, ont été réunis en un dossier les rassemblant autour d'une présentation et de commentaires récents de l'auteur.

Le lecteur trouvera des liens vers les éléments de ce dossier : sur <http://www.guy-brousseau.com> facilement accessible dans la catégorie « dossiers thématiques »

## FICHE SIGNALÉTIQUE DE LA PREMIÈRE PUBLICATION

### Origine

Conférence d'ouverture du Premier Colloque Régional des Pays Francophones du Sud-Est Asiatique, Université Pédagogique de Ho Chi Minh Ville (20-24 février 1995), Viet-Nam.

### Catégorie

Texte publié

### Etat

Conditionné par l'auteur

### Titre du texte

L'émergence d'une science de la didactique des mathématiques

### Sous titre

Motifs et enjeux

### Langue

Français

### Date de production, écriture

1995

### Nature du texte

Conférence

### Résumé

Ce texte est la conférence d'ouverture d'un colloque. Il fait une présentation générale de l'intérêt de la didactique des mathématiques pour la formation et la pratique des professeurs, et pour l'organisation sociale de la diffusion des savoirs. Il situe les apports de cette discipline (approche scientifique, théorique et expérimentale des phénomènes d'enseignement et d'apprentissage) qui s'intéresse à la spécificité des contenus, par rapport à d'autres (pédagogie, méthodologie, psychologie, etc.).

### Equipe de recherche

LADIST, Université de Bordeaux I

### Nom de la revue ou de l'ouvrage

Didactique des disciplines scientifiques et formation des enseignants

### Editeur

Hà Nội: Maison d'Édition de l'Éducation Giáo dục

### Date de publication

juillet 1995

### Page

19-34

### Mots-Clés

Connaissances ; savoirs ; pédagogie générale ; théories didactiques

# **Didactiques des Sciences et Formation des Professeurs**

**par G. BROUSSEAU**

IUFM d'Aquitaine et Université Bordeaux 1

Mesdames, Messieurs, mes chers collègues

J'éprouve une grande émotion à voir réunis ici des éducateurs et des formateurs de professeurs des disciplines scientifiques, venus de pays qui ont connu depuis cinquante ans des sorts si différents et parfois si tragiques. Notre présence ici témoigne de notre confiance en notre capacité à améliorer, ensemble, l'avenir de nos enfants et de nos concitoyens, par une meilleure formation scientifique.

J'ai eu personnellement l'occasion d'apprécier la qualité et le dévouement extraordinaire des enseignants de cette région, la persévérance, le courage et l'ingéniosité de leurs élèves. Je sais à quel point cette confiance en l'avenir dont je parle est enracinée dans une pratique et une culture ancienne.

Les sciences ont l'ambition d'être un savoir universel, dépouillé des particularités qui se dressent sans cesse entre les hommes pour les diviser. Profitant de ce bien commun, et des commodités d'une langue d'échange, nous sommes ici pour confronter nos réflexions et nos expériences et pour nous en enrichir mutuellement.

Je connais la plupart des participants français à ce colloque. Ils pratiquent une approche différente de ce que nous avons pu voir dans le passé, où la générosité et la passion servaient parfois d'alibi à l'outrance et au dogmatisme. Cette approche nouvelle est à la fois plus prudente, plus attentive aux faits et moins aux normes a priori. Elle est plus vigilante et critique, mais avec la retenue et le respect que doit inspirer notre ignorance devant des phénomènes d'une grande complexité. Leur attitude finalement beaucoup plus scientifique et expérimentale qu'autrefois n'exclut nullement la recherche de l'efficacité, que ce soit dans la conduite de l'enseignement ou dans la production d'ingénierie et de techniques. Il me semble que ce Colloque marque pour la première fois notre volonté d'établir nos échanges au sujet de l'enseignement scientifique, au bon niveau: celui des connaissances sur l'acte même d'enseigner et d'apprendre dans ce qu'il a de spécifique du savoir à communiquer.

Ce colloque est le couronnement de l'action opiniâtre d'une petite équipe qui oeuvre ici depuis plusieurs années. Je tiens à les saluer et à les remercier ainsi que tous ceux qui les ont aidés. Je sais que nous trouverons ici beaucoup d'occasions d'apprendre et de réfléchir. Je suis sûr que les échanges seront aussi riches que l'espèrent les organisateurs, et que nous y prendrons les raisons de continuer une coopération fructueuse et agréable.

# 1. Importance et conditions classiques de la formation scientifique des professeurs

a) Les besoins des sociétés en connaissances scientifiques et techniques devraient donner une importance croissante à leur enseignement. Il s'agit d'augmenter le nombre et la qualité des scientifiques mais aussi d'augmenter les connaissances scientifiques communes à l'ensemble de la population afin d'améliorer les possibilités de collaboration de diffusion, d'utilisation, d'application et de création technique.

"Pourtant les objectifs des gouvernements dans ce domaine sont loin d'être atteints et les réformes succèdent aux réformes sans qu'on puisse raisonnablement avoir le sentiment que les difficultés soient réellement traitées" comme le constatent S. Johsua et J.J. Dupin.<sup>1</sup>

Une meilleure prise en compte de l'enfant et de l'élève, jointe à une vision plus simple, plus générale et mieux organisée des mathématiques et des sciences, a conduit dans les années soixante et soixante-dix à des réformes optimistes. Leurs résultats ont révélé par la suite toutes les faiblesses de nos connaissances sur les phénomènes qui les accompagnent. Ces difficultés ont souligné l'importance de la formation des professeurs. Dans une certaine mesure l'illusion de la transparence des propos scientifiques a fait long feu. N'en déplaise à Boileau, on commence à connaître, sans toujours le reconnaître d'ailleurs, qu'il ne suffit pas d'être un bon scientifique pour s'exprimer clairement et par là, assurer un bon enseignement de sa discipline. Un flot d'observations, de jugements et de conseils pertinents et utiles est alors venu de toutes les branches des sciences humaines.

Cependant la proclamation de l'importance de l'élève n'a pas été suivie des progrès pratiques escomptés. En partie peut être parce que les apports des sciences de l'éducation n'arrivent pas à se concrétiser en une aide efficace et transmissible, dès lors qu'il s'agit du contenu de l'enseignement car des phénomènes spécifiques apparaissent.

b) Examinons ces apports. La formation des professeurs consiste en la communication de savoirs théoriques et pratiques nécessaires à l'art d'élever et d'instruire les enfants. Ces savoirs forment le champ de la *pédagogie* ou *sciences de l'éducation*. Une organisation traditionnelle de ce champ le décompose comme suit:

La *méthodologie*, ou pédagogie spéciale, est elle-même composée d'une partie "naturaliste" qui décrit sans jugement les pratiques "habituelles" et leurs résultats - par exemple en terme d'évaluation" et une partie "technologique" qui présente les objectifs, les normes imposées et les procédés "nouveaux".

La mise en oeuvre des procédés proposés pour le développement harmonieux des élèves et la conduite effective des classes relève de l'*expérience pédagogique*. Elle suppose de la part des enseignants l'utilisation personnelle et opportune - disons *pratique* - de principes généraux relatifs à la psychologie, à la morale ou à la sociologie et qui forment la *pédagogie générale*.

Différents points de vue idéologiques, modes ou circonstances, ont conduit à introduire ici ou là des nuances et des termes différents. Par exemple l'extension de l'enseignement aux adultes s'accommode mal d'une définition et de concepts adaptés à l'éducation des enfants, le recours à des moyens de plus en plus sophistiqués fait apparaître des fonctions qui concourent à l'enseignement sans répondre à la définition de "professeur" etc.

---

<sup>1</sup>Dans leur excellent ouvrage: " introduction à la didactique des sciences et des mathématiques" aux P.U.F.

Sur ce fond est apparue toute une floraison de savoirs nouveaux généralement d'origine scientifique, que nous pourrions appeler métapédagogiques. Citons au hasard : des méthodes ou des techniques d'observation ou d'évaluation des élèves, des méthodes mathématiques et statistiques d'analyse du fonctionnement scolaire, des modèles sémiologiques de l'acte d'enseigner, des théories locales pour décrire les connaissances, la mémoire ou les apprentissages, des interprétations psychanalytiques des difficultés des élèves etc. L'intérêt et la quantité de ces suggestions ne fait que rendre plus difficile le choix des connaissances "minimales" compatibles avec les temps de formation consentis par nos sociétés pour les professeurs et qui restent toujours très faibles. En France, pour les sciences, ce temps a diminué en valeur absolue depuis le début du siècle malgré une augmentation sensible du niveau et du temps total des études requises (six ans de plus pour les professeurs d'écoles).

Mais l'organisation générale demeure. Elle conserve à l'enseignement le caractère d'une technologie, d'un savoir professionnel, d'une application "artistique" de principes et de prescriptions.

c) Quelle institution peut le mieux assurer la formation des professeurs ? La conception classique exprimée ci-dessus conduit à envisager plusieurs solutions.

On peut penser à :

- confier la formation des professeurs à des collègues plus expérimentés ou à des responsables administratifs de l'éducation qui "montreront" ce que leur expérience leur a appris et qu'il faut reproduire, ou à
- confier la formation des professeurs à des établissements universitaires spécifiques dits pédagogiques ou d'éducation, qui feront la synthèse des connaissances d'origines différentes, ou enfin à
- confier la formation des professeurs aux départements des universités scientifiques car dans certains pays comme la France, les deux solutions ci dessus sont accusées de ne pas donner une place suffisante à la formation scientifique des professeurs, en particulier en mathématiques.

On observe que de nombreux pays oscillent entre ces trois solutions mais qu'aucune ne donne entièrement satisfaction. Il n'y a pas accord sur les moyens de limiter les risques de dérapages et d'assurer aux professeurs une bonne formation professionnelle.

La solution administrative et purement professionnelle n'assure pas une bonne professionnalisation face aux autres métiers

Les facultés d'éducation ne peuvent cultiver que les idées générales communes à tous les domaines représentés et n'envisagent guère en complément que des problèmes technologiques mineurs. Leurs rapports avec le "terrain" ne sont pas non plus satisfaisants.

Les facultés des sciences, encore plus éloignées du terrain, s'intéressent presque exclusivement au contenu mais considèrent souvent la formation de professeurs comme un sous-produit naturel et alimentaire de leur activité principale qui est la recherche. Elles expriment de plus en plus ouvertement que cette activité ne mérite aucun effort intellectuel susceptible d'être institutionnalisé.

Finalement dans les deux premiers cas, les professeurs et leurs formateurs se coupent de l'activité et de la communauté scientifiques. En retour ils ne peuvent guère faire entendre les exigences de leur fonction sociale même s'ils bénéficient d'une bonne formation initiale

et s'ils maintiennent à jour leur information scientifique. Dans le dernier cas, ils ignorent presque tout de leur futur métier quand ils n'apprennent pas à le mépriser.

## 2. Insuffisances et difficultés de l'approche classique pour la formation des professeurs

a) Remarquons que cette conception classique laisse hors des préoccupations de la pédagogie, la responsabilité du choix et de l'organisation des savoirs à enseigner. Légitimement cette organisation revient aux scientifiques eux-mêmes et le choix des enseignements est supposé se faire sur cette base par une "négociation" entre les pouvoirs publics et la "communauté scientifique". Elle conduit donc à penser que le professeur peut réussir son enseignement en habillant seulement un discours scientifique intangible à l'aide d'une technologie issue de principes pédagogiques généraux et en tirant des conclusions empiriques d'une bonne évaluation de son activité.

b) Or cette approche de la formation professionnelle des professeurs ne peut fonctionner que lorsqu'un certain nombre de conditions sont remplies :

**condition 1:** l'organisation des savoirs adéquate pour poser et résoudre les problèmes que la recherche scientifique se pose, autrement dit la science des chercheurs, est à peu près *la même* que celle qui permet de l'appréhender dans son ensemble, la science des professeurs.

**condition 2:** l'organisation des savoirs est *assez stable* dans le temps et assez répandue dans la société pour permettre les négociations et les adaptations nécessaires.

**condition 3:** l'organisation des savoirs et les savoirs synthétiques - la science des professeurs - qui donnent aux scientifiques accès à l'ensemble de leur domaine est à peu près *adaptée* aux possibilités d'apprentissage des élèves de tous les niveaux. Elle est "génétique". Elle doit l'être doublement: globalement, chaque apprentissage prépare suffisamment les étapes ultérieures, et localement, chaque étape est réalisable par le professeur et accessible aux élèves.

**condition 4:** Si l'organisation des savoirs se révèle inadaptée, la communauté des professeurs a la compétence, l'autorité et l'homogénéité nécessaires pour effectuer et faire accepter les aménagements indispensables.

Cette dernière condition est cruciale puisqu'aucun secours théorique spécifique n'est proposé à ce sujet dans la conception méthodologique: la présentation académique classique des sciences est-elle suffisante pour engendrer les adaptations ? Prend-elle à sa charge la prévision des effets produits?

c) Ces conditions ont été suffisamment proches d'être réalisées à une certaine époque, mais elles ne le sont plus aujourd'hui.

La première condition n'est pas réalisée, même si globalement les progrès des chercheurs dépendent de simplifications et d'unifications utiles aux professeurs. Il n'existe pas vraiment une organisation universelle - synthétique - des "savoirs savants".

Les chercheurs classiques réorganisent et choisissent - plus ou moins bien - les connaissances de leur domaine qu'ils jugent dignes d'être communiquées mais seulement en fonction des préoccupations de leurs recherches. Voudraient-ils faire mieux en direction des élèves qu'il leur manquerait des éléments fondamentaux.

Les deux autres ne le sont pas non plus.

d) La conception classique et les organisations socio-scientifiques qu'elle suggère rendent presque impossible le développement d'une réflexion à la fois théorique, expérimentale et technique sur l'activité d'enseignement des professeurs dans ce qu'elle a de spécifique du savoir transmis. Le but de cette réflexion est d'apporter

- une reprise théorique des connaissances enseignées.
- une synthèse des apports des autres sciences à la connaissance des processus d'enseignement et d'apprentissage
- un champ spécifique pour aménager la conjonction de tous ces types de connaissances.

Cette réflexion est indispensable car l'intégration de toutes les connaissances issues de toutes sortes de disciplines et relatives à l'acte d'enseignement requiert la création d'un champ scientifique approprié, des savoirs spécifiques, et une communauté qui s'en charge comme d'une science.

### 3. Les difficultés de la diffusion des savoirs scientifiques

Les savoirs scientifiques des différentes institutions de la société sont naturellement et légitimement différents car ils remplissent des rôles différents.

a) Chaque institution reçoit des savoirs scientifiques mais elle les transforme, les adapte à ses besoins et crée elle aussi des connaissances et des moyens appropriés à ses problèmes.

L'exemple le plus évident est celui des sciences appliquées et de la technologie qui utilisent des vocabulaires et des moyens spécifiques pour effectuer des tâches différentes.

Mais c'est aussi le cas des divers partenaires de l'enseignement. Les connaissances scientifiques des élèves, même en mathématiques, ne sont pas définitives et ne peuvent pas l'être. Celles qu'ils peuvent acquérir au début de leur apprentissage sont nécessairement incomplètes et ne sont correctes que dans des conditions et sur un domaine restreint. Par exemple la compréhension de la division dans les naturels conduit les élèves à nier que la multiplication par un quart équivaut à une division par quatre. **Les connaissances des élèves à propos des concepts scientifiques sont des productions "originales"**. Elles prennent de ce fait un sens différent qui doit plus tard être remanié. Les didacticiens essaient de les décrire, l'enseignement doit en tenir compte.

De plus **la culture scientifique des professeurs est "différente" de celle de leurs élèves,**

**Mais la culture scientifique des professeurs est "différente" elle aussi de celle de la communauté "savante"**. Elle diffère d'ailleurs aussi de celle du public, cultivé ou non. Elle ne joue pas le même rôle et comprend donc des aménagements et des connaissances spécifiques.

Ces différenciations tendent à permettre et à favoriser l'adaptation des institutions à leurs tâches mais elles rendent plus difficiles les échanges et les contrôles inter-institutionnels.



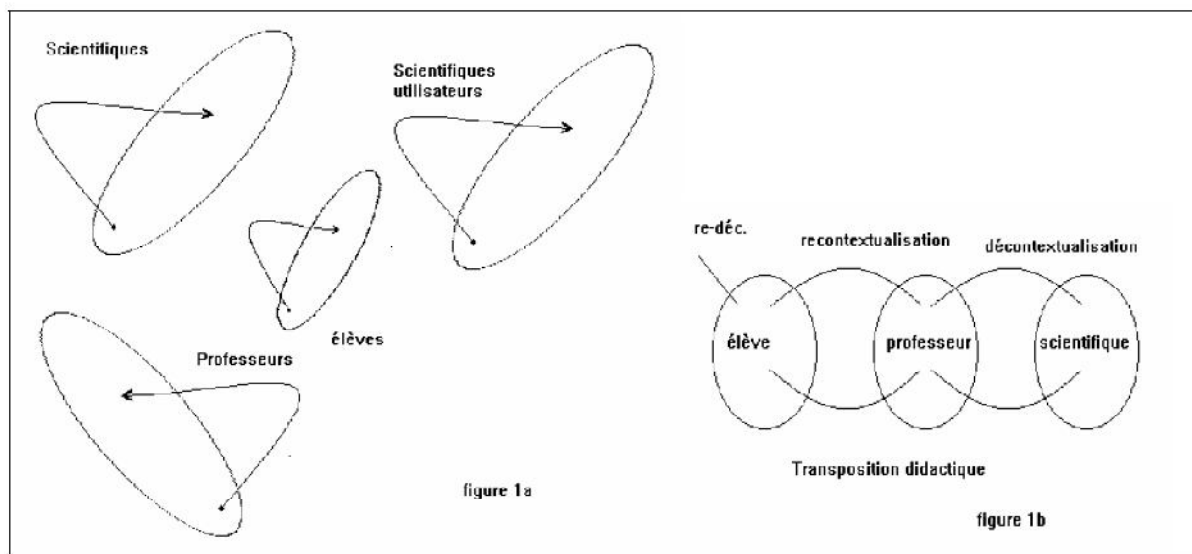


Figure 1

b) Les échanges d'information entre les institutions requièrent donc, mais créent aussi, naturellement ou volontairement des modifications appelées **transpositions didactiques**. Une tendance universelle à l'économie conduit chaque institution à se décharger d'une partie de la tâche de conception et de contrôle par l'emploi d'algorithmes ou de matériels, conçus ailleurs et communiqués puis mémorisés ensuite. Cette tendance crée des rapports au savoir et finalement des "cultures," différentes.

L'enseignement doit préparer mais aussi limiter ou au moins retarder cette différenciation. Il joue donc un rôle essentiel dans le maintien de la cohésion culturelle scientifique de la société et dans l'efficacité de son fonctionnement et de son organisation.

c) Ces observations montrent combien les rapports des professeurs avec les scientifiques du domaine qu'ils enseignent doivent être étroits, et combien est essentiel pour cela l'intérêt que prennent les scientifiques à la diffusion de leurs savoirs et à leur place dans l'enseignement. Mais elles montrent que ces deux conditions ne suffisent pas. Pour choisir les connaissances des élèves et organiser leur apprentissage progressif dans un certain domaine scientifique, les professeurs ont besoin de **connaissances spécifiques nouvelles dont une partie appartient à ce domaine scientifique lui même**.

d) Si l'on veut éviter une société morcelée par la ségrégation culturelle, il faut gérer ces différences légitimes dans les rapports aux connaissances scientifiques et pour les gérer il faut les décrire et les comprendre: **une science des conditions de la diffusion et de l'acquisition provoquée des savoirs scientifiques nécessaires aux besoins des institutions est indispensable**, cette science est **la didactique**.

Chacune des déclarations ci-dessus demanderait des explications des illustrations et des preuves; nous les trouverons dans les différents ateliers de ce colloque.

#### 4. Les didactiques des sciences et des mathématiques.

a) Le premier caractère de cette science est de **mettre en avant l'importance des savoirs en cause**. L'acquisition de chaque connaissance scientifique est le fruit d'une aventure différente, pour les élèves comme pour l'humanité. Elle ne peut donc pas être reproduite par une simple composition automatique de conditions générales s'appliquant à une

présentation formelle des savoirs. Qu'il s'agisse de comprendre les difficultés de l'enseignement d'une notion ou de produire des solutions et des moyens, il faudra toujours une reformulation théorique majeure qui permette de réorganiser suivant son propre point de vue, autour du contenu, les autres aspects - sociaux, psycho-cognitifs, langagiers ou relationnels -.

Ceci conduit à rendre difficile sinon impossible l'exportation de travaux d'une didactique à une autre, même si certains cadres théoriques semblent pouvoir s'étendre.

**La proximité avec l'observation, l'ingénierie et donc avec l'enseignement** est le second caractère important de la didactique. Pour les approches classiques, la relation didactique n'est qu'un but ou qu'un décor. La didactique vise une appréhension directe de l'activité des professeurs, que ce soit pour l'observer, la décrire ou lui fournir des moyens d'intervention.

b) Il s'agit de décrire comment un système enseignant (P) peut intervenir dans les rapports d'un enseigné (E) avec un milieu (M) pour modifier les connaissances (C) qu'il y engage de façon à lui faire "acquérir" un savoir (S) défini dans une autre institution. Les interactions de l'élève et du professeur sont produites par leur répertoire de connaissances. Ce schéma très général de la relation didactique peut être reformulé en termes de rapport au savoir.

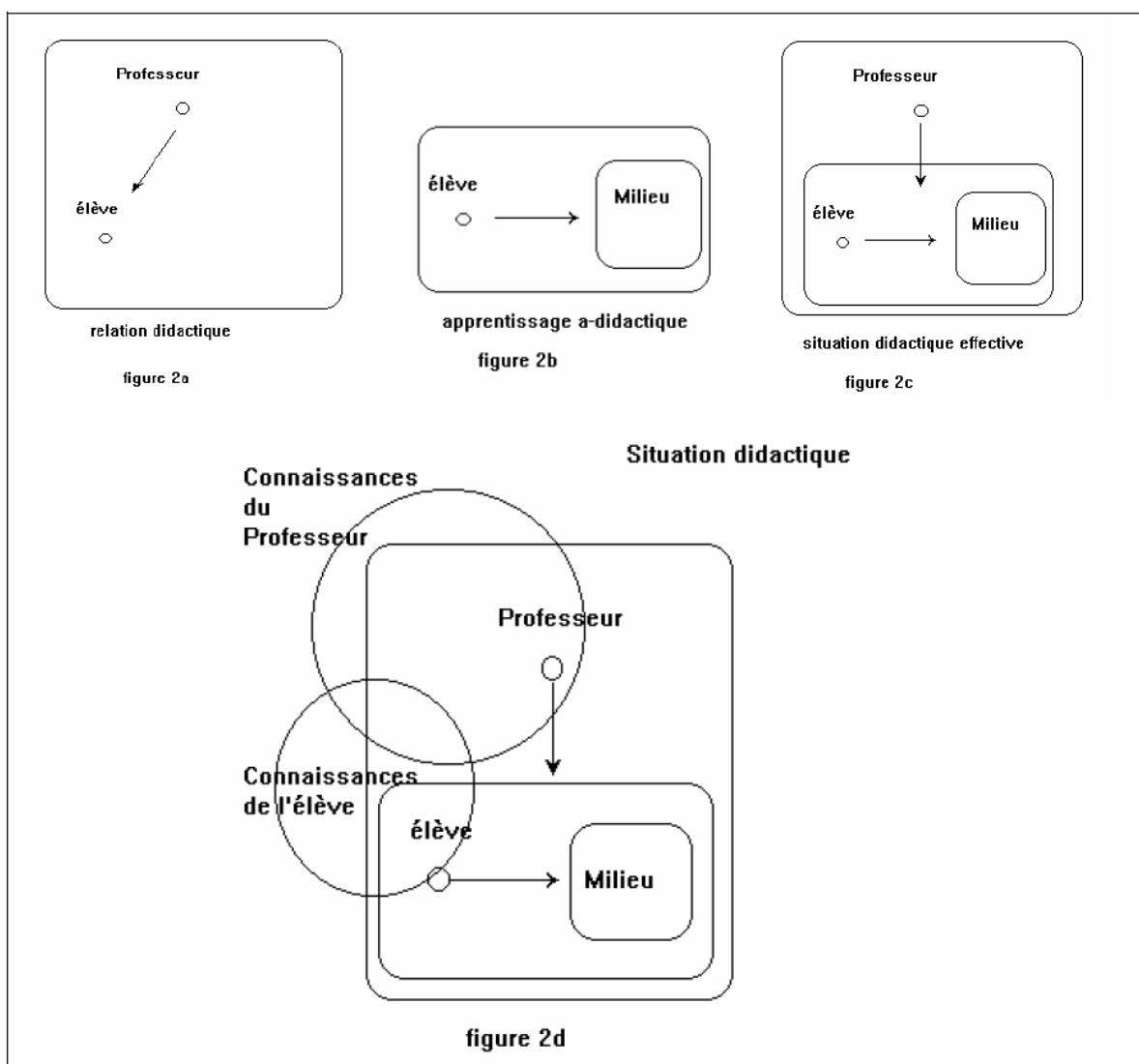


Figure 2

L'organisation d'un apprentissage ou d'une simple communication se réfère à diverses structurations:

- celles des savoirs, qui viennent de la communauté qui les produit, comme par exemple une présentation axiomatique,
- celle des connaissances de l'élève, prises par exemple en un champ conceptuel,
- celles imposées par la logique des rapports avec le milieu et du problème qu'il pose à chaque instant; modélisées par une "situation".

c) Les théories les plus importantes en didactique des mathématiques tentent de discerner les lois suivant lesquelles ces structures interviennent en partant plutôt de l'une ou de l'autre. Ce sont actuellement celles de la **transposition didactique**, des **champs conceptuels** et des **situations didactiques**. La première observe les modifications que les savoirs mathématiques subissent au cours de leur diffusion dans une perspective anthropologique. La seconde étudie l'organisation des conceptions des élèves dans une perspective plus psychologique. La troisième modélise et classifie les interactions elles-mêmes selon les différentes formes de connaissances, de savoirs, d'apprentissages et d'enseignements. Ces théories s'articulent, se complètent et souvent se recouvrent. Elles témoignent d'approches et de sensibilités distinctes. Certains de leurs concepts et de leurs méthodes sont transposables dans d'autres domaines.

d) De nombreux concepts très intéressants sont apparus dans la didactique des différentes disciplines. Je me sens incapable de les présenter et de les confronter ici en une synthèse honorable. La recherche a produit déjà d'importants résultats qui ne constituent toutefois encore qu'une ébauche. L'ampleur des connaissances à mettre en oeuvre a été un obstacle à l'émergence de la didactique, l'accumulation des connaissances de didactiques peut devenir l'obstacle principal au développement et à la diffusion de la didactique elle-même, non seulement auprès des professeurs mais aussi auprès des didacticiens eux-mêmes. Je préfère donc me restreindre à un exemple.

## 5. Principe méthodologique fondamental de la théorie des situations

a) Le principe méthodologique fondamental de la théorie des situations consiste à faire correspondre à tout savoir déterminé une classe minimale de situations qui font apparaître cette connaissance comme le moyen optimal de solution de ces situations. Cette classe de situations comprend l'ensemble des problèmes caractéristiques d'un savoir. Elle peut être engendrée par le jeu des variables cognitives et des variables didactiques d'une situation fondamentale unique.

Les modèles de situation sont des modèles mathématiques qui permettent un certain contrôle de la consistance de l'architecture théorique. L'étude des variables est ainsi à la fois théorique et expérimentale.

Les situations sont l'instrument privilégié de la description de l'activité didactique mais aussi le moyen de décrire et d'analyser les interventions du professeur (contrat didactique). Elles sont donc un moyen d'échange entre les enseignants et d'intégration des connaissances sur l'enseignement, originaires de différents domaines scientifiques.

b) Donnons un exemple d'application de ce principe méthodologique: prenons le concept de nombre naturel. La connaissance des premiers nombres naturels se manifeste par le comptage.

La situation fondamentale d'apprentissage du comptage doit pouvoir être communiquée à un enfant qui ne sait pas compter et il doit pouvoir apprendre à la résoudre sans intervention technique de son professeur. Les situations réelles réclameront des interventions didactiques plus ou moins importantes.

Considérons la situation suivante :

- "Nous avons des peintures dans ces petits pots. Tu dois aller chercher là-bas les pinceaux et en mettre un seul dans chaque pot. Tu dois porter tous les pinceaux en un coup et il faut qu'il ne reste ni pinceau sans pot, ni pot sans pinceau. Si tu te trompes, tu reprends tous les pinceaux, tu les ramènes là-bas et tu essaies à nouveau. Tu sauras compter quand tu pourras faire ça, même quand il y a beaucoup de pots".

Plus précisément, l'enfant saura compter lorsqu'il pourra demander (émetteur) à quelqu'un (récepteur) la quantité exacte de pinceaux nécessaires et vérifier l'opération. Cette situation est la plus générale dont le fait de compter est la solution optimale.

Pour comprendre cette "définition" l'enfant n'a pas besoin de savoir déjà compter. Il lui est seulement nécessaire de pouvoir réussir le jeu avec deux ou trois pots. Il faut aussi qu'il sache vérifier la correspondance un à un. L'apprentissage alors peut commencer, non pas par l'imitation ou la reproduction mais par l'invention d'une solution stable quel qu'en soit le moyen.

Tous les adultes savent, aujourd'hui, compter (quelques naturels) et enseigner aux enfants à compter sans qu'il leur soit nécessaire de définir le concept de nombre. Les pratiques habituelles du comptage qu'ils utilisent s'obtiennent à partir de la situation fondamentale. par le transfert à l'adulte de certaines responsabilités: il reste à l'enfant à faire correspondre à un ensemble de pots son nombre (travail d'émetteur) ou à constituer un ensemble d'un nombre donné de pinceaux (travail de récepteur).

Apprendre séparément ces pratiques partielles implique que l'adulte les exige, les corrige, les fasse répéter. Mais à aucun moment, l'enfant n'est alors en mesure d'établir lui-même la finalité de l'action et de corriger ses erreurs. L'apprentissage formel de la suite des nombres répète un cas encore plus dégénéré de la situation fondamentale.

Les enseignants utilisent avec un certain succès ce petit lot de situations traditionnelles. Pour le didacticien il s'agit moins de choisir entre elles que de les décrire et déterminer leurs caractéristiques.

La situation "fondamentale" permet de décrire les différentes formes de comptage et d'enseignement du comptage. Il est alors possible de dire "qui sait compter" et "comment".

Voici une expérience faite par B. de Villegas de l'Université Los Andes avec des enfants qui "savent" déjà compter en ce sens qu'ils savent résoudre le problème de l'émetteur et celui du récepteur. Nous avons pu observer le comportement suivant: un élève va chercher une poignée de pinceaux et les distribue dans les pots.

- "Ah, il en reste trois !"

- Tu as réussi ?

- Non parce qu'il m'en reste trois !

- Bon, reprends-les tous et essaie une autre fois.

Les autres élèves de la classe lui suggèrent :

- "compte ! Compte !"

L'élève compte les pots, repart, saisit une poignée de pinceaux et revient. Le fait de compter ne lui a servi à rien. Les autres élèves continuent à l'aider :

- Non ! Non ! Tu dois compter les pinceaux.

L'enfant part, compte tous les pinceaux et revient.

Cet exemple nous permet de montrer la différence entre le comptage comme savoir culturel habituel et le comptage comme connaissance d'un moyen de résoudre une situation fondamentale.

Pourrions-nous affirmer que l'élève sait compter lorsqu'il sera capable de constituer des collections adéquates de quelque importance ? Pas tout à fait. Il doit aussi être capable d'être suffisamment sûr de son comptage pour identifier les sources d'erreurs et au besoin les discuter. Par exemple, si au moment où il va chercher les pinceaux, quelqu'un lui dérobe un pot, il doit être capable de dire : "tu m'as fait une farce".

c) Nous voyons alors les exigences différentes que permet de décrire cette modélisation. La récitation de la suite des nombres (forme populaire du "savoir compter"), l'attribution d'un nombre à une collection (forme scolaire) sont des restrictions de la situation fondamentale qui ne permettent pas à l'élève d'apprendre, en jugeant par lui-même la qualité de ces tentatives, et la façon de les améliorer. Il doit imiter un acte et deviner sa finalité. Ceci ne veut pas dire que l'apprentissage par l'usage exclusif de la situation fondamentale sera plus rapide ou plus efficace.

d) Chercher les conditions d'existence d'un savoir est un moyen général de recherche en didactique. La description systématique des situations didactiques est un moyen plus direct pour discuter avec les enseignants ce qu'ils font ou ce qu'ils pourraient faire et de considérer comment ils pourraient pratiquement prendre en compte les résultats des recherches dans d'autres domaines. La théorie des situations apparaît donc comme un moyen privilégié de communication entre les chercheurs et les enseignants mais surtout comme un outil pour l'ingénierie didactique.

e) Cet exemple laisse dans l'ombre la diversité des situations nécessaires à l'ensemble du processus, la complexité des rapports au savoir, et un grand nombre de phénomènes qui seront évoqués sans doute dans les ateliers.

f) De plus il ne laisse pas entrevoir la structure du cours destiné aux futurs professeurs. L'enseignement des situations qui justifient l'invention ou la mise en oeuvre d'une connaissance scientifique et celui des concepts épistémologiques et didactiques nécessaires à la compréhension de ces situations fait partie de la formation disciplinaire des professeurs.

## **6. Intérêt de la didactique des mathématiques.**

### **a) Intérêt pour les professeurs**

Le professeur s'attend à ce qu'au moins, la didactique lui fournisse l'essentiel des techniques spécifiques des notions à enseigner, compatibles avec ses conceptions éducatives et pédagogiques générales.

\* des techniques locales

- communes : des préparations de leçons, du matériel d'enseignement, des méthodes clés en main, des instruments de gestion, objectifs et évaluations,

- ou électives, pour certains élèves présentant des difficultés particulières.

\* des techniques globales, des curriculums pour tout un secteur des mathématiques, des programmes sur plusieurs années.

Par exemple, il veut savoir comment rendre possible une réelle activité scientifique dans sa classe sans sacrifier le temps des élèves à des tâches sans vertus formatrices. Des situations comme "l'agrandissement du puzzle" montrent que les élèves peuvent "construire" un savoir non enseigné et dans une certaine mesure le réinvestir pour résoudre de nouveaux problèmes. Mais cette solution n'est transférable à aucune autre notion. Comme tous les objets techniques, les réponses auront toujours des qualités relatives et n'éviteront pas l'échec sans que le professeur possède de réelles connaissances pour les mettre en oeuvre.

Le professeur peut donc attendre de la didactique des connaissances relatives à différents aspects de son travail :

- \* sur les conditions à créer dans les situations d'enseignement et d'apprentissages,
- \* sur les conditions à maintenir dans la gestion ou la conduite de l'enseignement,
- \* sur les élèves, leurs comportements, leurs résultats dans les conditions spécifiques de l'enseignement,
- \* sur les phénomènes de didactique auxquels ils sont confrontés avec tous les partenaires de la communication des savoirs.

La didactique peut, à terme, aider le professeur à modifier son statut, sa formation et ses rapports avec la société :

- \* En agissant directement sur le statut des connaissances qu'il utilise,
- \* En agissant sur les connaissances de ses partenaires professionnels, et sur celles des parents et du public,
- \* En développant de meilleures possibilités pour le public et pour les citoyens d'utiliser l'enseignement de façon plus satisfaisante pour eux,
- \* En donnant de meilleures possibilités aux pouvoirs publics ou privés de gérer l'enseignement par des moyens plus appropriés.

## **b) Intérêt pour la formation des professeurs**

En donnant aux professeurs une science intégratrice et une mémoire propre, la didactique permet la création d'une culture commune ainsi que la prise en compte de l'expérience acquise et des résultats des recherches scientifiques. La dépendance de l'enseignement par rapport à de nombreux domaines de connaissances conduit à un engorgement décourageant de la formation. La didactique réduit les redondances qui en résultent et rend plus facile l'organisation de cours centrés sur l'activité principale visée.

Appuyée sur un édifice scientifique, l'ingénierie qu'elle proposera ne sera pas nécessairement accompagnée partout d'une pratique plus élégante que celle des meilleurs enseignants, mais elle pourra améliorer les résultats d'ensemble ou éviter certaines catastrophes.

## **c) Intérêt pour les parents et pour le public**

Qu'est-ce qui est possible, qu'est-ce qui est illusoire ou fallacieux ? Toutes les réformes butent sur les insuffisances et les différences de conceptions épistémologiques entre les partenaires sociaux. Le contrôle du public sur l'enseignement est légitime, il exige un

minimum de connaissances et d'informations. Ni la "confiance aveugle dans le corps professoral" ni la suspicion généralisée ne sont les meilleures solutions.

#### **d) Intérêt pour la science elle même**

Améliorer la production de connaissances scientifiques sans perdre le contrôle de leur validité est un souci pour la communauté, en particulier pour les mathématiciens. Pour que la communication et la restructuration des savoirs puissent se développer, il faut qu'elles entrent dans le processus social scientifique d'évaluation. La didactique aurait vocation d'être le moyen de cette entrée si elle résolvait certains des problèmes théoriques qui se posent à elle ...

Dès lors que l'on touche à l'organisation des savoirs, c'est avec ses producteurs qu'il faut discuter. C'est donc au sein même de la communauté scientifique que les didacticiens et les professeurs doivent gagner la légitimité de réorganiser les savoirs enseignables. Ces réorganisations font d'ailleurs partie intégrante de l'activité scientifique. On oublie trop souvent que l'élagage et la réorganisation imposés par la communication et l'enseignement des sciences sont nécessaires et contribuent fortement à leur évolution.

Ce point explique pourquoi la didactique d'une discipline scientifique doit se placer sous la responsabilité de cette discipline, même si elle peut être l'objet de didacticiens d'origines scientifiques diverses.

#### **e) Intérêt pour l'ensemble de la société**

C'est en science et plus précocement en mathématiques que les élèves peuvent apprendre comment on peut établir et gérer la vérité scientifique dans une société démocratique. Les moyens de réaliser ce projet ne sont pas faciles à inventer ni à mettre en oeuvre, mais il est encore plus difficile de faire entrer ce projet et ses conséquences dans la culture. Seule la pénétration de la didactique dans la culture permettra d'améliorer la gestion politique de la diffusion des savoirs et d'en rendre plus démocratiques l'usage et la création.

## **7 Conclusions**

Plus de trois mille ans après l'invention du commerce, l'économie - science des conditions de diffusion des biens matériels nécessaires aux hommes - a mis deux cent cinquante ans pour commencer à sortir des fantasmes. Elle est loin de proposer des solutions satisfaisantes.

Pour éduquer les quelque 2 milliards de non adultes il doit y avoir dans le monde environ 50 millions de personnes qui s'occupent institutionnellement de leur enseignement et de leur éducation.

Le nombre des créateurs et des diffuseurs initiaux de sciences et de techniques est probablement largement inférieur à 1 million de personnes. Si la cible de la didactique est très importante la source ne l'est pas moins.

Or l'étude scientifique des phénomènes de diffusion des savoirs scientifiques, elle, ne mobilise qu'un nombre très restreint de chercheurs, dispersés dans des institutions différentes parfois concurrentes, éparpillés sur des voies de recherche divergentes. La faiblesse des moyens d'élaboration et de diffusion des connaissances didactiques est manifeste.

Cependant, malgré certains vents actuels, un peu contraires, la didactique des sciences n'est pas si mal partie. Mais combien faudra-t-il de temps pour que la didactique entre dans les pratiques scientifiques et sociales ?