

1991-3

RÔLE DE LA MÉMOIRE DIDACTIQUE DE L'ENSEIGNANT

Guy Brousseau¹, Julia Centeno²

ABSTRACT

To what extent is the didactic system — the teacher, for example — required to manage a representation of the real behaviour — real, therefore varied and temporary — of pupils and their transient knowledge? How can this requirement be met and/or how can it be escaped or its constraints minimized by the didactic system? How does this system operate in order to do this: on knowledge (local transpositions); on the pupil (his memory); on the milieu...? Does the didactic system have a “memory”?

What consequences could arise from this and what conjectures can be made: on teaching; on the status of acquired knowledge; on the passage from one cycle to another; and on didactic transposition?

In this article we demonstrate some of the features of teachers' memory, and explain the analytical instruments which we use to determine these features.

Paragraph 5 discusses the problem of the modellisation of the system's memory and the teachers's memory.

Paragraph 6 contains some conclusions concerning the questions asked in the introduction.

RESUMEN

En que medida el sistema didáctico — el maestro, por ejemplo — esta obligado a gestionar una representación de comportamientos reales — y por lo tanto variados y provisionales — de sus alumnos y de conocimientos también provisionales de estos?

Como responde el maestro a esta exigencia y /o como puede huir de ella o reducir al mínimo sus exigencias? Como actua para ello: sobre el saber (transposición didáctica); sobre el alumno (su memoria); sobre el medio...? Tiene “memoria” el sistema didáctico?

Cuales serian las consecuencias de la existencia de una memoria del sistema didáctico? Que conjeturas podemos proponer:

- A proposito de la enseñanza?
- En relación con el status de los conocimientos?
- En cuanto al paso de los alumnos de un ciclo de enseñanza al siguiente?
- En relación con la transposición didáctica?

En este artículo se muestran algunas características de la memoria de los profesores y los instrumentos de analisis de los que nos hemos servido para determinarlas.

1. Université de Bordeaux I.

2. Escuela Universitaria de Formación del Profesorado de la Enseñanza General Básica. Luis de Ulloa S/N Logroño. España.

Archivos: rôle de la mémoire 1991

El párrafo 5 trata de problemas de modelización de la memoria del sistema didáctico y de la memoria del maestro.

El párrafo 6 contiene algunas conclusiones en relación con las cuestiones que se plantean en la introducción.

RÉSUMÉ

Dans quelle mesure le système didactique — le maître, par exemple — est-il contraint de gérer une représentation des comportements effectifs — et donc variés et provisoires — des élèves et de leurs connaissances transitoires?

Comment satisfait-il cette exigence et/ou comment peut-il y échapper ou en minimiser les contraintes? Comment opère-t-il pour cela: sur le savoir (transpositions locales); sur l'élève (sa mémoire); sur le milieu...? Le système didactique a-t-il une «mémoire»?

Quelles en seraient les conséquences et quelles conjectures peut-on proposer: sur l'enseignement; sur le statut des connaissances; sur le passage d'un cycle à un autre; et sur la transposition didactique?

Dans cet article nous montrons quelques unes des caractéristiques de la mémoire des enseignants, et précisons les instruments d'analyse dont nous nous servons pour les déterminer.

Le paragraphe 5 traite des problèmes de modélisation de la mémoire du système et de la mémoire de l'enseignant.

Le paragraphe 6 contient quelques conclusions au sujet des questions posées dans l'introduction.

INTRODUCTION

Pour permettre aux truites de remonter les rivières au-delà des barrages construits par l'homme, il a fallu ménager des «escaliers d'eau» adaptés à leurs mœurs et à leurs possibilités.

Il est possible d'imaginer un enseignement selon cette métaphore: les activités scolaires formeraient ainsi des marches, chacune étant accessible aux élèves parvenus à la marche inférieure. L'ensemble est déterminé une fois pour toutes de façon à en permettre le franchissement, sur un trajet commun, à une certaine fraction de la population.

On a pu, à l'opposé, envisager un enseignement qui s'adapterait à chaque instant aux besoins et aux possibilités de chaque élève en fonction de projets éducatifs diversifiés et eux-mêmes variables. Cette «adaptation» locale et temporaire de l'environnement n'aurait pas pour but de lui éviter toute adaptation et tout apprentissage, mais au contraire de créer des conditions optimales lui permettant d'évoluer plus rapidement et plus sûrement. Il s'agirait donc de ménager des sortes d'escaliers temporaires, individuels et optimaux.

Dans les deux conceptions, chaque acte élémentaire d'enseignement consiste à provoquer une adaptation de l'élève, non pas seulement une réponse, ni même un changement d'état (comme un poisson identique placé à un échelon supérieur), mais un apprentissage, c'est-à-dire un changement durable de ses capacités de réponses dans des environnements différents. L'apprentissage est conçu comme à la fois une «acquisition d'informations» et une modification plus ou moins profonde (accommodation ou assimilation) des modes de traitement de cette information.

Selon une conception classique, cet apprentissage est donc une «mise en mémoire» par l'élève de capacités et d'informations diverses, pouvant se manifester sous différentes formes (comportements), dont les plus importantes s'identifient comme des connaissances ou des savoirs...

Dans la première conception, le système d'enseignement n'a aucune adaptation à accomplir (autre que celle de sa constitution initiale). Il n'aurait donc besoin d'aucun dispositif de «mise en mémoire» pour aucun fait particulier. Sa mémoire, c'est sa structure du moment. Par contre, dans la seconde conception le système doit s'adapter à des variations:

— d'une part, à des différenciations,
 — d'autre part, à des évolutions temporaires,
 aussi bien des savoirs et des institutions que des individus (élève ou professeur). On peut donc penser que, comme tout organisme vivant dans des circonstances similaires, il aura besoin d'une mise en mémoire de certains faits en rapport avec ses capacités, d'en faire usage au moment de la décision ultérieure.

De même qu'on reportait précédemment toute l'activité mémorielle sur l'apprenant, c'est-à-dire sur l'élève, on pourrait envisager de concentrer toute la mémoire du système sur son lecteur principal: l'enseignant.

On peut cependant prévoir que cette mise en mémoire du système didactique consiste en des modifications provisoires des quatre systèmes principaux: apprentissages transitoires pour les élèves, adaptations provisoires du maître, mais aussi aménagements fugitifs du savoir enseigné ou même du milieu et des pratiques culturelles.

Savoir dans quelle mesure le système doit s'adapter à l'apprentissage de tel savoir, à tel moment, pour tel élève, est le but de toutes les réflexions sur l'enseignement. Il s'agit ici de préciser la place, dans cette adaptation, d'informations spécifiques relatives au passé commun aux acteurs de l'apprentissage. Cette ambition soulève de nombreuses questions, dont celles énumérées ci dessous. Cet article ne peut avoir l'ambition de les examiner toutes. Et nous nous concentrerons exclusivement dans la partie expérimentale sur la mémoire du maître.

Peut-on définir et observer une mémoire didactique de l'enseignant?

Existe-t-elle à l'état spontané?

La mémoire joue-t-elle un rôle important dans l'enseignement? Un rôle facilitateur ou complexifiant?

Est-elle plus ou moins facile selon les pédagogies?

Le fait de l'utiliser plus ou moins dépend-il des enseignants, eux-mêmes, indépendamment de la méthode utilisée?

Y aurait-il des faits dont les enseignants doivent se souvenir? Et d'autres qu'ils doivent oublier?

Les rappels sont-ils nécessaires à certaines phases de l'apprentissage?

Leur utilisation est-elle plus nécessaire dans certaines méthodes que dans d'autres? Plus nécessaire à certains enfants qu'à d'autres?

Existe-t-il aussi une nécessité de l'oubli sélectif de certaines conditions de l'apprentissage?

Toutes les questions de mathématiques sont-elles également tributaires du fonctionnement de cette mémoire didactique? Comment ce fonctionnement réagit-il sur la compréhension des questions de mathématiques?

Serait-il possible d'en améliorer le fonctionnement?

Les problèmes de mémoire du système sont relativement ignorés ou traités sous d'autres noms. Quelles sont les causes et les conséquences de ce fait?

Cet article laissera dans l'ombre des questions importantes: suivant les méthodes d'enseignement ou suivant les secteurs des mathématiques concernés la mémoire de l'enseignant est plus ou moins sollicitée.

Cette approche pourrait renouveler les questions de dépendance³ entre les apprentissages scolaires. (Vinrich G., 1976; Coquin-Viennot D., 1982; sur un ouvrage de Tourneur Y. 1975; Grass R., 1979...) et faire progresser la définition du «temps didactique» (Chevallard Y. et Mercier A. 1984 et 1987; Chevallard Y., 1985) ainsi peut-être que l'articulation entre la macrodidactique et la microdidactique.

I. COMMENT SAVOIR SI DANS CERTAINES CONDITIONS, LES ENSEIGNANTS UTILISENT UNE MÉMOIRE DIDACTIQUE?

1. Mode de définition

Définir un concept en didactique des mathématiques consiste à déterminer sa fonction et sa consistance dans le système didactique (par exemple tel qu'il est modélisé en théorie des situations) puis à justifier la pertinence de cette création en montrant qu'elle explique et prévoit d'assez nombreuses conséquences concrètement significatives. Nous allons inverser ce plan et renvoyer l'étude théorique au paragraphe 5.

3. On trouvera une synthèse des études sur la dépendance entre les enseignements à propos d'une même notion mathématique en Brousseau 1986 p.27 et suivantes.

2. Définition provisoire

Dans un premier temps, une définition opératoire suffira: la mémoire de l'enseignant sera ce qui le conduit à modifier ses décisions en fonction de son passé scolaire commun avec ses élèves, sans pour autant changer son système de décision. Le caractère «didactique» de cette «mémoire» vient de ce que les décisions modifiées concernent les rapports de l'élève (chaque élève) avec le savoir (son savoir ou le savoir à enseigner) en général ou/et un savoir particulier.

Précisons aussi qu'il ne s'agit pas seulement, pour l'enseignant, de tenir compte de l'état de ses élèves en tant que résultat de leur passé. On pourrait supposer qu'il peut le connaître par une évaluation serrée. Il faut qu'il puisse mobiliser, utiliser ou évoquer avec eux des faits de classe qui ne sont pas objets d'enseignements mais qui importent pour l'apprentissage.

Nous reviendrons plus loin sur ce qu'implique cette hypothèse: ces «faits» seraient seulement des conditions éventuellement contingentes et erratiques, qui accompagnent l'apprentissage. Ils joueraient un rôle effectif dans le processus, mais ils ne pourraient pas se déduire du savoir acquis selon l'épistémologie implicite en usage chez les enseignants.

3. Méthode d'étude

L'expérience fondamentale correspondant à cette question est simple et a été conduite à plusieurs reprises au COREM⁴:

Considérons une séquence d'enseignement composée d'une suite de «leçons», chacune «bien» déterminée par ses objectifs, son programme d'action et son système d'évaluation. (Cette séquence pourrait être extraite d'un logiciel). L'expérience consiste à enseigner cette séquence à différents groupes d'élèves en faisant varier les conditions d'héritage du système.

Dans l'un des groupes l'enseignement est confié à un seul et même enseignant, qui, de ce fait «connaît» toute l'histoire de l'apprentissage en cours. Dans l'autre groupe, des enseignants différents se succèdent, chacun effectuant une leçon différente. La recherche consiste à contrôler (interdire, limiter ou choisir)

4. Centre d'observation de l'institut de Recherche dans l'enseignement de mathématiques. Université de Bordeaux I.

les informations qu'ils peuvent se communiquer ou obtenir (par observation directe) sur le passé de leurs élèves, à les identifier et à en examiner les effets. Des précautions doivent être prises pour éliminer les effets parasites.

L'examen doit porter évidemment sur les résultats des élèves mais aussi sur les réactions, conscientes ou non, des enseignants et sur les «coûts» de l'enseignement.

Dans le cadre de cet article il ne peut être fait qu'une présentation très simplifiée du plan d'expérience utilisé dans sa thèse par J. Centeno⁵. Divers dispositifs assez sophistiqués et difficiles à mettre en œuvre sont nécessaires pour permettre de contrôler les variables les plus importantes, d'éliminer les effets parasites, et d'observer les facteurs que nous présentons.

4. Hypothèse nulle

L'hypothèse nulle est bien évidemment qu'il n'y a pas de différence et que les enseignants obtiennent les mêmes résultats sans ressentir de gêne sensible dans la conduite de leur enseignement.

Car il ne faudrait pas croire que les différences de résultats peuvent être observés directement pour une conclusion simpliste. L'enseignement est un système asservi où les acteurs corrigent les effets des conditions extérieures et y adaptent leurs décisions. C'est donc dans ces adaptations même qu'il faut rechercher la preuve de la validité des hypothèses avancées. L'interprétation des observations soulève des problèmes qui seront évoqués plus loin.

II. EXEMPLES D'INTERVENTION DE LA MÉMOIRE DE L'ENSEIGNANT

Voici quelques exemples issus de nos observations de classes qui attestent de l'influence de la mémoire du maître ou de son absence sur les activités des élèves. Il y a des cas où le maître se souvient d'un fait vécu avec les élèves et l'évoque plus tard pour produire un effet didactique. L'effet produit n'est pas tou-

5. «Les difficultés d'articulation de l'enseignement des nombres rationnels pour des enfants de l'école primaire: la mémoire dans le contrat didactique». Soutenance prévue octobre 91.

jours positif. Dans d'autres cas, nous pouvons voir des effets de l'absence de mémoire, soit parce que le système fonctionne habituellement ainsi, soit parce que dans un système avec mémoire nous avons privé le maître d'une partie de sa mémoire.

Tous ces exemples ne sont pas à mettre sur le même plan, certains se manifestent à l'intérieur d'une même leçon, d'autres à l'intérieur d'un processus plus long.

1. Rappel à effet positif

Le premier de nos exemples est pris dans une séance de contrôle: les maîtres cherchent à savoir ce que les enfants ont appris et les difficultés qu'ils ont. Il s'agit d'une séance au CM2⁶ intercalée entre la division d'un nombre par 10, 100, 1000... et celle de la reproduction d'un petit bateau type optimist⁷. L'exercice proposé aux enfants consiste à trouver l'image de 2, 7 et 5 dans une reproduction proportionnelle sachant que 4 dans le modèle se transforme en 6 dans la reproduction. Il est présenté sous forme d'un tableau qui rappelle aux enfants les problèmes sur la proportionnalité et se présente de la manière suivante:

M	R	
4	→	6
2	→	
7	→	
5	→	

A ce stade les enfants savent que s'ils connaissent l'image de 1 (qui ne figure pas entre les mesures du puzzle) ils peuvent trouver l'image de n'importe quel nombre entier.

Un enfant dit: «j'ai fait quatre pour six» et elle écrit $\frac{4}{6}$ pour image de 1, erreur fréquente au début de l'apprentissage des fractions qui consiste à confondre les fractions «quatre pour six» et «six pour quatre».

La maîtresse pose les questions suivantes à toute la classe:

6. Classe CM2A Michelet, 1989.

7. Le contrôle correspond aux séances 41-42. de Brousseau G. et N., 1987.

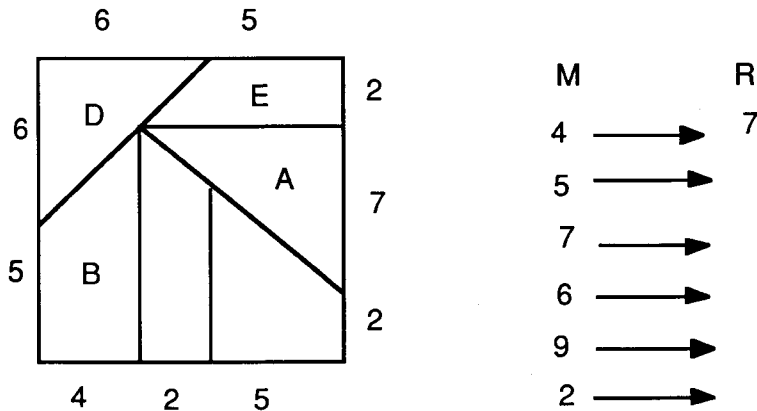
«Qu'est-ce que c'est "quatre pour six"... et "six pour quatre?"»... «Qu'est-ce que cela signifie quatre pour six?»... «Et avec les feuilles de papier?»

L'élève répond: «C'est l'épaisseur d'une feuille telle que si j'en prends quatre ça fait 6mm». Et l'enfant corrige l'écriture et écrit 6/4.

L'intervention de la maîtresse a permis à l'élève de corriger son erreur. Il a été ramené, par l'évocation de la situation des feuilles de papier, aux conditions qui lui avaient permis de donner du sens aux fractions. Pour ce faire, la maîtresse a utilisé, en plus de la connaissance qu'elle a de la situation, le souvenir du cheminement particulier de la classe.

2. Rappel à effet négatif

Le deuxième exemple⁸ est extrait de la leçon «image d'un entier». La maîtresse présente la situation d'agrandissement d'un puzzle⁹, écrit au tableau les mesures du modèle, accompagnées du dessin de la manière suivante:



et demande aux enfants de trouver les mesures du puzzle agrandi de telle manière que la longueur 4cm sur le modèle

8. Extrait de la leçon «image d'un entier» séance 37-38 Ouvrage cité. pp.137-144.

9. La leçon précédente: «agrandissement d'un puzzle» s'était terminée dans cette classe sans qu'aucun des élèves n'ait eu l'idée de proportionnalité qui avait pourtant fonctionné dans le passé à l'occasion de résolution de problèmes de fabrication d'un gâteau. La stratégie adoptée par la plupart des enfants était celle d'ajouter 3 à chaque mesure du modèle et ils avaient constaté que les pièces obtenues ne se raccordaient pas.

mesure 7cm. dans le nouveau puzzle. Pour trouver l'image de 1 on s'attendait à ce que les élèves se souviennent de la fraction $\frac{7}{4}$ qui est pour eux «l'épaisseur d'une feuille telle que si on en colle 4 l'épaisseur obtenue est 7mm». D'autres stratégies prévisibles étaient celles de faire $2x-1$, ou $x+3$. Mais les enfants n'ont pas répondu. Au bout d'un certain temps de réflexion un enfant a dit: «Si au lieu de 7 on avait 8»!...

Alors la maîtresse a eu une intervention qui a changé fondamentalement la leçon. Elle a proposé des mesures «plus simples»:

4 → 7

8 →

a demandé: «Qu'est-ce qui se passe pour le modèle», et a ajouté la flèche qui va de 4 à 8, ce qui a provoqué la réponse d'un élève: «le modèle est deux fois plus grand». Et un autre élève: «Oui, c'est proportionnel».

Ensuite la maîtresse a ajouté: «Si on sait trouver pour 4 et pour 8 est-ce qu'on sait trouver pour les autres? Faites-le sur votre cahier».

Nous voyons ici que dans le but de faire fonctionner les connaissances¹⁰ anciennes, la maîtresse a placé les élèves dans

10. *Savoir et connaissance.* Les termes «savoirs» et «connaissances» sont utilisés dans cet article dans un certain nombre d'occurrences avec le sens et les nuances ordinaires de la langue française. Lorsqu'ils apparaissent comme des objets d'étude de la théorisation, et qu'ils sont opposés, leurs définitions sont celles de la théorie des situations.

Les connaissances sont les moyens transmissibles (par imitation, initiation, communication, etc.) mais non nécessairement explicites, de contrôler une situation et d'y obtenir un certain résultat conformément à une attente ou à une exigence sociale. La connaissance — ou la reconnaissance — n'est pas analysée mais exigée comme une performance relevant de la responsabilité de l'acteur.

Le savoir est le produit culturel d'une institution qui a pour objet de repérer, d'analyser et d'organiser les connaissances afin de faciliter leur communication, leur usage sous forme de connaissance ou de savoir, et la production de nouveaux savoirs. Dans certaines situations (d'action, de formulation ou de preuve) le même résultat peut être le fruit d'une connaissance de l'acteur ou le fruit d'un savoir ou les deux. La manipulation sociale des savoirs dans les relations sociales exige des connaissances personnelles de la part de l'acteur, mais le produit de cette activité est une explicitation de certaines connaissances devenues publiques, puis institutionnelles. La référence culturelle et l'analyse de l'usage qui sera fait de ces connaissances les constituent en savoirs culturels.

Au niveau de l'individu l'image de cette activité sociale publique et institutionnelle peut produire un fonctionnement similaire, des connaissances (même fausses) sont utilisées comme des savoirs (savoirs privés). Voir Rouchier A. (1991) et Conne F. (1991).

Nous verrons plus loin que la communication d'une notion entre des institutions de type différent exige des conversions didactiques, c'est-à-dire des changements de mode d'engagement de la notion, et, par conséquent, pour cela, la création des formes ty-

la situation connue de la proportionnalité utilisant un langage institutionnalisé dans la classe. Ce qui a permis aux élèves de commencer à chercher les images de la reproduction du puzzle mais en partant déjà de l'idée que la reproduction devait être proportionnelle, alors que la situation était conçue pour qu'ils découvrent ce fait dans l'action de reproduction du puzzle, en rejetant éventuellement les formes de reproduction non proportionnelles, comme par exemple celle qui à x fait correspondre $x+3$. Le rappel d'une rencontre précédente des élèves avec la même structure aboutit à un effet Topaze. C'est un phénomène fréquent.

L'intervention de la maîtresse a produit un glissement de sens des actions des élèves provoqué par le rappel d'une situation vécue dans le passé. De cette manière, la situation passée est renforcée au détriment de la recherche dans la situation présente.

3. Effet de l'absence de mémoire

Notre troisième exemple est pris dans la leçon décrite dans le deuxième exemple mais faite cette fois-ci dans une autre classe (donc avec des élèves différents) par une maîtresse privée d'une partie de la mémoire de la classe (elle n'avait pas fait la première leçon du puzzle).

La maîtresse commence par interroger les élèves sur ce qu'ils avaient fait la veille. Ensuite, elle propose le même tableau et le dessin du puzzle, et dit: «Georges m'a raconté que vous avez trouvé différentes méthodes mais ça n'a pas marché...» «avec les méthodes que vous aviez utilisées vous n'êtes pas arrivés à résoudre le problème. Je vous propose de donner aujourd'hui les bonnes mesures sur le puzzle agrandi».

Un enfant propose d'agrandir les côtés du carré. Un autre enfant revient sur sa méthode $2x-1$ «tantôt ça marchait, tantôt ça ne marchait pas...»

Un élève dit: «puisque l'addition et la soustraction ne marchent pas c'est la proportionnalité! Il faudra transformer les mesures en multipliant et en divisant». La maîtresse reprend aussi-

piques de situations. La même notion fonctionnera comme connaissance dans une situation d'action et comme savoir dans le discours d'institutionnalisation.

tôt le terme de l'élève et demande à toute la classe: «Vous avez dit proportionnalité? Est-ce qu'on pourrait trouver dans le puzzle agrandi la mesure qui correspond à 2 cm sur le modèle?».

La maîtresse a exercé de cette manière une forte pression sur l'ensemble de la classe en s'appuyant sur la remarque d'un seul enfant. A partir d'ici, la leçon devient comme dans l'exemple précédent une séance de calcul.

Nous avons observé cette classe lors de la première leçon du puzzle et nous avons pu constater que ce même élève avait dit au début (peut-être en se souvenant du tableau utilisé dans les problèmes de gateaux): «c'est proportionnel» mais qu'il n'avait pas su utiliser son intuition. La maîtresse, privée de cette référence, se voit obligée de s'appuyer sur cette seule remarque d'un enfant qu'elle ne peut pas interpréter. Plus tard, elle dira s'être sentie gênée parce que «continuellement il lui manquait une référence au passé de la classe.».

4. Changement de statut d'un savoir

Un savoir qui était caché pour l'élève devient explicitement formulé, même s'il n'est pas encore prouvé. La mémoire du maître lui permet d'organiser les changements de statuts.

Dans la même séquence d'agrandissement du puzzle, une fois que toutes les mesures ont été trouvées, les calculs justifiés et les pièces découpées, la maîtresse demande aux enfants d'apporter les pièces et les enfants les placent sur le tableau à l'aide des aimants. De cette manière le nouveau puzzle est reconstruit.

Nous reproduisons les dernières phrases de la leçon avec les interventions de six élèves et de la maîtresse:

E1: «L'autre jour on l'avait mal fait»

E2: «On n'avait pas fait le tableau de proportionnalité»

E3: «On n'y avait pas pensé». (La connaissance avait le statut DD, ici elle a le statut de MI et pour certains élèves celui de CF) (définitions pages 190-192)

E4: «On avait fait des problèmes de proportionnalité...mais on n'y pensait plus»

M: « Il reste à vérifier que c'est un carré»

E5: «Oui, on le voit»

M: « Mais vous devez vérifier». «Et, si je vous donne un autre puzzle vous saurez le faire?»

E6: «Si, c'est un tableau de proportionnalité, oui!»

Pour les enfants le tableau de proportionnalité signifie que si l'on additionne deux nombres sur le modèle la somme des images coïncide avec l'image de la somme. Si on multiplie par un nombre sur le modèle l'image est multipliée par le même nombre.

Ce savoir était implicite au début de l'action, il s'explicité à la fin de la séance et il doit être vérifié par la suite. L'intervention de la maîtresse: «Il reste à vérifier que c'est un carré», montre qu'elle se souvient (en même temps que les élèves) du sens donné à l'activité (il fallait reconnaître la proportionnalité et reproduire le puzzle). Elle utilise ce souvenir pour dire aux élèves (pour annoncer que le statut de ce savoir doit changer) qu'il ne suffira pas de reconnaître, qu'il faudra vérifier, et, plus tard, ils devront le prouver.

5. Ambiguïté au sujet de ce qu'il faut oublier

Si le maître n'a pas résumé certains savoirs pour qu'à partir d'un moment donné les élèves puissent les utiliser comme des automatismes, il y a des moments où les calculs deviennent impossibles. Il s'agit là d'une question de clarté dans le contrat d'institutionnalisation: il peut y avoir un blocage entre, d'une part, vouloir conserver la diversité des méthodes qui sont apparues dans la classe, et d'autre part, arriver au résultat le plus tôt possible. Cette clarté exige du maître un équilibre entre ce qu'il doit rappeler et ce qu'il ne peut plus permettre aux élèves. La mémoire du maître permet souvent de gérer les oublis nécessaires à certains changements de statut.

Par exemple, pour faire l'opération $3,5 : 2$ il y a des enfants qui font à ce stade les calculs suivants:

$$3:2 = 1,5$$

$$0,2:2 = 0,1$$

$$0,2:2 = 0,1$$

$$0,1 : 2 = \frac{1}{10} : 2 = \frac{1}{20} = \frac{1 \times 5}{20 \times 5} = \frac{5}{100} = 0,05$$

$$3,5 : 2 = (1,5 + 0,1 + 0,1 + 0,05) = 1,75$$

Un enfant a fait ce calcul de la manière suivante:

$$3,5 = \frac{35}{10}$$

$$\frac{35}{10} : 2 = \frac{35}{20} = \frac{35 \times 5}{100} = 1,75$$

Afin de faire observer aux élèves qui ont fait trop de calculs intermédiaires que cette méthode doit être abandonnée en faveur d'une plus rapide, la maîtresse propose à celui qui a fait moins de calculs d'expliquer sa méthode. L'enfant répond: «Sur le cahier rouge, il y avait marqué que pour diviser une fraction par un nombre si on ne peut pas diviser le numérateur on multiplie le dénominateur». De cette manière la maîtresse a rappelé à tous les élèves cette mémoire officielle de la classe contenue dans le cahier rouge. En effet, chaque élève possède un cahier où il doit noter ce qu'il est obligé de savoir, c'est-à-dire le résultat de l'institutionnalisation des savoirs exigibles dans la classe.

6. Apprentissage à long-terme: «mise au frigo»

Nous appelons ainsi les apprentissages, ou modifications des rapports des élèves à un savoir, qui ne peuvent pas se faire instantanément, mais qui exigent une succession d'apprentissages telle que ce qui a été appris dans les séquences passées sert au maître pour organiser la situation d'enseignement présente. Prenons comme exemple la leçon «multiplication par une fraction» qui fait partie de la succession de leçons que nous avons analysée et observée¹¹.

Il y a des connaissances anciennes (différentes formes de rapports aux objets intervenant dans la leçon) dont le maître a besoin pour organiser son enseignement. Voyons quelles sont ces connaissances et quel était le statut donné dans la classe jusqu'à ce moment.

L'expression « $11/4 \times 5/7$ » était apparue au moment où les élèves faisaient l'image d'une fraction dans la reproduction telle que 4 dans le modèle se transforme en 11. A ce moment les élèves ne savaient pas donner du sens à cette expression. Pour eux la seule multiplication était l'addition répétée. La maîtresse a proposé, en attendant le moment opportun, de la garder en «mémoire» pour la récupérer plus tard. C'est le phénomène de «mise au frigo» que le maître utilise lorsqu'il apparaît une forme de savoir qui ne peut pas encore être intégrée dans le savoir officiel de la classe.

$5/7$ est un nombre mesure et le nom de l'application $1 \rightarrow 5/7$.

11. Ouvrage cité, séance 48 observée à Michelet le 11-04-89.

A la fin de la leçon on acceptera qu'il est possible d'écrire aussi $\times 5/7$ pour représenter cette application.

De même $\times 4$ signifie une addition répétée et le nom de l'application $1 \rightarrow 4$. A partir de cette leçon $1 \rightarrow 4$ pourra aussi s'appeler une multiplication.

$\times 0,25$ qui sera par définition la reproduction $1 \rightarrow 0,25$ va donner lieu à une multiplication qui risque de poser des problèmes parce que, à la différence de la multiplication des entiers, celle-ci ne fait pas augmenter le nombre par lequel on multiplie.

$\times 5/7$ se trouve dans le même cas: à la fin de la leçon, $\times 5/7$ représentera une multiplication qui n'est plus une addition répétée et qui a des propriétés différentes.

La compréhension de ces changements de statuts prévus dans cette leçon se font plus facilement si le maître peut s'appuyer dans ses interventions sur le rappel d'événements repérés dans le passé de la classe.

Mais, d'autre part, la durée du temps où certaines formes de savoir peuvent rester en attente est soumise à des lois qu'on ne peut pas ignorer. Par exemple: les leçons ne peuvent pas être coupées par les vacances de manière arbitraire; intercaler d'autres leçons différentes dans un processus où il y a un grand nombre de savoirs non encore institutionnalisés conduit à des ruptures du contrat qui se traduisent en dernier lieu par absence d'apprentissage. Ainsi nous avons pu observer dans cette leçon (placée cette année le premier jour après les vacances de Pâques) que la maîtresse n'arrivait pas à mobiliser les souvenirs nécessaires aux changements de statut prévus, en particulier les élèves ne se rappelaient plus de ce qui avait été mis au frigo, et ceci mettait la maîtresse en grande difficulté: d'une part, étant donné la didactique employée, elle voulait obtenir des élèves le souvenir de la situation où l'expression « $11/4 \times 5/7$ » était apparue et avait été mise au frigo; et, d'autre part, les élèves ne pouvaient plus utiliser une information restée trop loin dans le passé de la classe.

7. Toujours répéter

Un maître peut répéter très souvent le texte du savoir que l'élève doit apprendre. Les mots utilisés par le maître peuvent être des références apparentes au passé de la classe: «je l'ai répété

quatre fois et tu ne le sais pas encore» sans que pour autant ces phrases attestent de la gestion des événements réels vécus dans la classe. Dans ce cas «toujours répéter» peut apparaître comme un signe d'un maître sans mémoire.

Exemple pris dans une deuxième leçon sur les fractions avec des élèves de 5ème année primaire d'une autre école¹²: la maîtresse a répété plusieurs fois: «on appelle numérateur le nombre de parties que l'on prend et dénominateur le nombre de parties égales que l'on a fait de l'unité». Elle a dit aussi ce qu'on appelle moitié, tiers, quart etc. en montrant des petits fromages et une tablette de chocolat. Ensuite elle continue le «dialogue» suivant avec les élèves:

...
M: «Pour qu'on ait un tiers en combien de parties dois-je diviser l'unité?»

E1: «En deux». «En neuf.»

M: «En combien de parties je dois diviser?»

E2: «En trois.»

M: «Evidemment! Le même mot le dit: tiers, trois! Je vois que vous n'avez pas bien compris. Si je divise l'unité en deux parties, chaque partie comment s'appellera-t-elle?»

E3: «Un tiers!»

M: «Un demi! C'est la cinquième fois que nous l'avons répété aujourd'hui! Je croyais que hier c'était resté clair pour tous... mais... ce n'est pas ainsi! Je vais vous le répéter encore...»

M: (quelques instants plus tard) «Vous avez tout dit à l'envers! Il faudrait que je passe la matinée entière à répéter jusqu'à ce que ce soit clair pour vous!»

Pour répéter le texte que les élèves doivent apprendre la maîtresse n'a pas besoin d'une mémoire particulière des élèves, il lui suffit une mémoire du contenu et, à la limite, le livre de texte serait suffisant. Nous avons ici un cas de ce que nous avons appelé «maître sans mémoire».

III. RECHERCHE DE PHÉNOMÈNES LIÉS À LA LIMITATION DES POSSIBILITÉS MÉMORIELLES DE L'ENSEIGNANT

1. Premiers résultats des observations: effets et fonctions de la mémoire du maître

Effets

Nos observations et les expériences que nous ne présentons pas dans cet article nous ont conduit finalement à rejeter l'hypothèse nulle et à avancer quelques conclusions:

— Les résultats et les réactions des enseignants ne sont pas les mêmes dans les deux dispositifs expérimentaux.

— Certains enseignements¹³ sont presque indépendants du contexte, d'autres comme par exemple ceux dispensés au COREM, lui sont beaucoup plus liés et rendent les maîtres beaucoup plus dépendants de leur mémoire.

— Dans des conditions identiques il y a de grandes différences entre les maîtres dans leur capacité à utiliser les faits passés. L'utilisation de la mémoire dépend donc au moins de trois facteurs: la méthode utilisée, l'épistémologie spontanée des enseignants, leur personnalité.

— Utiliser un système coûteux en mémoire demande aux enseignants des efforts considérables qui peuvent ne pas être couronnés de succès. Mais cela permet des formes d'apprentissage et des résultats interdits aux systèmes «sans mémoire».

— Les systèmes «sans mémoire» conduisent à des limitations qui affectent le rapport au savoir des élèves.

Fonctions

La gestion de la mémoire semble prendre en compte:

— des modifications du savoir à enseigner temporaires mais communes à l'ensemble des élèves («savoir officiel de la classe»)

— les conditions qui justifient la mise en œuvre ou la production du savoir plutôt que son articulation interne.

— les particularités individuelles et historiques de ces conditions ou de ces savoirs (savoirs privés des élèves).

13. Nos observations ne se sont pas limitées à celles du COREM, nous avons aussi appliqué un dispositif adapté à trois autres écoles et nous avons également réalisé des observations sans manipulation des conditions dans les deux types d'école.

— Elle se manifeste par des rappels, mais aussi par des «oublis», des refus de se rappeler, ou même par la scotomisation du passé, des phénomènes d'après coup...

— Cette gestion de la mémoire permet l'économie de certaines évaluations et des interventions plus rapides et plus pertinentes de la part du maître, une meilleure adhésion des élèves. Elle permet une action plus forte sur les modifications de sens (elle les facilite, ou elle les bloque).

— Les difficultés de la gestion de la mémoire sont telles que les enseignants tendent inconsciemment à évoluer vers des méthodes les plus économiques à ce sujet.

— D'autres phénomènes, tels que l'obsolescence des savoirs, ou l'obsolescence des situations, conduisent les enseignants à ignorer, nier, ou même combattre la mémoire didactique.

2. Influence de la mémoire du maître

Sur le contrat didactique

Examinons maintenant de plus près certains de ces résultats à la lumière des techniques et des instruments théoriques présentés plus systématiquement dans les paragraphes 4 et 5.

Une des plus claires et des plus importantes de ces expériences est la suivante:

Le contrat didactique est différent suivant les deux modalités du dispositif.

Par exemple, la pression de l'enseignant sur les élèves est beaucoup plus faible pour les apprentissages à long terme et pour les objectifs de haut niveau taxonomique lorsqu'il n'a pas la ressource d'appuyer ses interventions sur le rappel d'événements repérés dans le passé des élèves.

Ce fait a été observé de façon certaine et s'explique aisément:

Par exemple, à l'occasion d'une erreur de l'élève, l'enseignant répond de façon différenciée suivant le nombre d'erreurs «du même type» commises précédemment par cet élève. Dans le cas d'un système «sans mémoire», où plusieurs enseignants se relaient sans communication, l'élève est toujours au contrat «de première faute». La vitesse d'apprentissage s'en ressent.

La baisse de pression didactique du professeur n'a pas que des effets négatifs. Sur certains élèves, le fait d'échapper à leur passé ou à leur réputation permet la renégociation de leur statut

didactique et donc à l'occasion de meilleures acquisitions locales.

Sur l'articulation des connaissances

L'articulation des connaissances est différente et moindre dans le cas d'un enseignement «sans mémoire». Tous les enseignements qui ne se réalisent pas dans le cadre d'une même leçon sont affectés sur différents plans.

Ici encore ce résultat a pu être prévu puis observé.

Dans la conception implicite des enseignants, l'élève peut apprendre par plusieurs sortes de processus:

Il peut apprendre sous l'effet de causes, par exemple parce qu'il imite un comportement, parce qu'il entre dans une pratique sociale qui le lui impose, parce qu'il s'adapte à des exigences externes... Ainsi l'élève soumis à un conditionnement «apprendre» sous l'effet d'une cause. Assez souvent, l'apprentissage obtenu dans ces conditions demande un certain temps, mais pas d'explicitation, et pas de rappels de la part de l'enseignant.

Il peut apprendre aussi parce qu'il se rend à des raisons. Le savoir «nouveau» vient directement occuper une place nécessaire dans l'organisation des connaissances acquises par l'élève. Cette articulation de raisons peut se faire au moment de l'apprentissage (si elles ont été enseignées préalablement, si elles ne sont pas très nombreuses, sinon il faut une réorganisation du processus passé). Elle exige un certain rappel.

D'autre part les moyens de provoquer les apprentissages peuvent être:

— directs, (nous dirons «didactiques») l'enseignant explicite lui-même ses intentions, dit ce qu'il veut enseigner, et éventuellement appuie son intention par l'organisation de l'un, de l'autre ou de deux processus ci-dessus.

— ou indirects, (a-didactiques) l'enseignant renvoie à une relation non didactique le soin de provoquer les adaptations qu'il souhaite: en mathématiques le modèle courant de cette situation est la résolution de problèmes. L'apprentissage, le lien avec le passé, le rappel (l'application des connaissances acquises), tout est à la charge de l'élève à ce moment là.

L'enseignant organise des causes d'apprentissage; l'élève, s'il le peut, doit les interpréter en termes de raisons et transformer son histoire propre en genèse du savoir. En général il ne le peut pas et le professeur doit l'aider en reprenant la situation

d'apprentissage et en la rationalisant, en montrant l'enjeu des savoirs anciens et l'intérêt du savoir nouveau. (conversion didactique¹⁴ et institutionnalisation).

— Conclusion: la mémoire didactique est incontournable dans la mesure où un enseignement tente de s'appuyer sur l'activité de l'élève et sur un retour de l'enseignant sur ces activités.

3. Conséquences et conjectures

Sur l'enseignement

Cette analyse permet de formuler une autre hypothèse et de prévoir un autre résultat de l'observation:

— l'absence de possibilités de recours à la mémoire oblige l'enseignant à articuler explicitement les apprentissages, (surtout ceux qui portent sur des objectifs à moyen terme) et à le faire sur le mode de la raison (les articulations doivent être enseignées comme des savoirs).

— la participation des élèves à leur apprentissage pourrait donc être moindre de ce fait dans les systèmes sans mémoire. Seuls les élèves doués de la volonté et des moyens d'exécuter un projet autodidactique pourraient bénéficier de l'accroissement de leur indépendance ainsi produite.

En particulier, la prise en charge des apprentissages a-didactiques à moyen terme se fait mal. (Nous appelons apprentissages a-didactiques ceux que le professeur confie à des relations répétées avec une situation non didactique).

14. *Conversion didactique.* Chevallard a formulé l'hypothèse que les causes de phénomènes de nature non didactique ne pouvaient influencer les phénomènes didactiques que par l'intermédiaire d'éléments ayant leur logique dans la théorie didactique. Cette «réinterprétation» d'un phénomène non didactique en termes de didactique est une conversion didactique.

Nous utilisons ici cette même hypothèse pour décrire un moment de la transposition didactique (transformation interne au savoir) tout à fait similaire.

La situation didactique agit comme cause (ou ensemble de causes) de l'apprentissage de l'élève, (par des conditions qu'il n'a ni choisies ni même repérées), elle lui procure une connaissance ou même un savoir contextualisé et non institutionnalisé.

Pour intégrer cette connaissance comme savoir, l'élève doit la placer par rapport à son système propre de savoir (qui est peut-être conforme à la culture) et par rapport aux savoirs institutionnalisés. Il lui faut donc la traduction d'une filiation ou d'une genèse légitime de ce savoir. Il doit donc identifier des «raisons» (par exemple une démonstration...) pour accepter cette connaissance qui va se substituer aux causes. Il y a donc conversion d'un phénomène psychologique en un phénomène épistémologique (au sens de Chevallard). Cette opération change la signification des connaissances et participe de la transposition didactique. Rouchier A. (1991) p.43 fait le même usage du mot conversion.

Sur le statut des connaissances

Plus généralement les processus à mémoire ménagent plusieurs statuts pour les connaissances, des paliers qualitatifs dans l'apprentissage d'une notion. L'enseignant peut ainsi provoquer, accompagner ou saluer les «progrès» de l'élève.

Par définition, les systèmes sans mémoire ne peuvent pas utiliser ces états fugitifs s'ils ne figurent pas dans la culture. Les enseignants ne peuvent pas mettre en œuvre plusieurs statuts implicites de l'élève et doivent donc utiliser un système très réduit: l'élève sait ou ne sait pas, peut formuler et évoquer ses connaissances ou non.

L'exemple le plus évident est l'impossibilité de traiter les conceptions transitoires des élèves, les obstacles épistémologiques...Leurs erreurs ne peuvent qu'être corrigées immédiatement et définitivement.

Sur le passage d'un cycle à un autre

L'impossibilité de rappeler les conditions de l'apprentissage fait disparaître l'utilisation des connaissances implicites, ou non décontextualisées.

Le rôle du contexte dans la capacité à se remémorer des faits n'est plus à établir. Le rôle de l'interlocuteur non plus.

Un phénomène est fréquemment observé: les élèves qui donnaient des réponses correctes à des questions compliquées dans une classe inférieure semblent ne plus rien savoir au début de l'année suivante dans un environnement et avec un enseignant qui ne peut aider (rappel, formulation...) à aucune conversion de leurs connaissances anciennes parce qu'il ne peut ni évoquer ni connaître les indispensables conditions qui les déterminaient.

Ce phénomène cause des difficultés aux élèves lorsqu'ils changent de niveau scolaire et que la culture didactique des enseignants ne fournit pas un ensemble de situations standard qui peuvent jouer le rôle d'une mémoire des conditions d'apprentissage¹⁵.

15. Brousseau G. et Centeno J. (1988) traitent le problème de didactique posé par le passage d'un cycle à un autre et le besoin d'analyser le fonctionnement de la mémoire du système pour chercher à le résoudre.

Sur la transposition didactique

Un autre effet de la mémoire de l'enseignant est justement de permettre le remplacement progressif d'une lecture «naïve» des événements de la classe par une lecture culturelle. L'élève doit se constituer une mémoire simplifiée et corrigée de son passé scolaire récent qui puisse «coller» à une genèse acceptable du savoir, laquelle se substituera à sa représentation primitive des événements réels. Si la distance est trop grande, en particulier si l'élève a pris une part trop personnelle et trop originale à une activité didactique elle même trop ouverte, l'intervention du maître doit prendre en compte une durée d'enseignement assez longue afin d'en extraire l'objet d'enseignement.

Au cours du processus didactique, le savoir subit des transformations, volontaires ou non, et aussi bien le savoir de chaque élève que le savoir «officiel» de la classe (celui qui sert de base au contrat didactique). Ces transformations sont supposées être transitoires de façon à ce qu'aussi vite que possible, le savoir des élèves «coïncide» avec celui en usage dans la culture. La mémoire du professeur est la condition d'existence de cette transposition didactique locale. Sans «mémoire» le professeur est enfermé dans un rapport fixe, qui ne la permet pas.

Plus l'enseignement réclame un investissement personnel de l'élève, plus l'intervention de l'enseignant est nécessaire et complexe, et plus sa capacité de se souvenir des événements particuliers du processus d'enseignement est sollicitée.

L'élève, de son côté, utilise la mémoire du professeur dont il sait qu'il a été présent lors d'un apprentissage antérieur, pour mobiliser des connaissances qui seraient difficiles à exprimer d'une façon suffisamment claire avec un interlocuteur sans mémoire. Toutes ces connaissances «dans les limbes» jouent un rôle important dans la compréhension des savoirs enseignés. La présence d'un enseignant «à mémoire» permet à l'élève d'améliorer sa compréhension des connaissances enseignées.

La mémoire de l'enseignant est limitée, sélective, et temporaire

De plus, on peut montrer que la transformation de l'histoire effective et privée de l'apprentissage, en une genèse épistémique d'un savoir culturel décontextualisé et détemporalisé exige qu'elle soit asservie au projet d'enseignement.

Mais cette mémoire est-elle atypique? pourrait-elle être celle d'un non professionnel? ou au contraire, possède-t-elle des

caractères qui l'en distinguent, spécifique de l'action didactique?

IV. ETUDE DES CARACTÉRISTIQUES DE LA MÉMOIRE DES ENSEIGNANTS

Pour entreprendre l'étude de ces phénomènes il est indispensable de préciser nos instruments d'analyse des caractéristiques de la mémoire du maître.

Quels statuts didactiques des connaissances prend-il en compte? Quelles formes de contrôle délègue-t-il ainsi à l'élève?

Il est presque impossible actuellement d'attester dans un article de didactique le rôle de ces réflexions théoriques dans le choix et la conduite d'expériences. Le chercheur est presque toujours condamné, pour être accepté de ses lecteurs, à présenter séparément ses résultats d'observation et ses raisonnements. De sorte que ces derniers apparaissent, selon leur place, comme des spéculations inutiles, une redondance prétentieuse ou des commentaires superflus. Pour ne pas avoir voulu renoncer à les présenter nous n'avons pas pu éviter ce piège «didactique» qui renforce sans cesse la fiction de la découverte empirique.

On pourrait obtenir les caractères de la mémoire du maître en se posant des questions relatives à l'utilisation qu'il fait du passé de la classe, et à ses effets sur l'évolution des rapports au savoir des élèves. Par exemple: sur quoi va porter la mémoire didactique? quels sont les caractères pertinents du passé des élèves dont le maître va se servir à un moment donné pour prendre des décisions didactiques? Nous appelons ainsi les décisions du maître qui vont avoir une influence sur les choix de l'élève.

Un caractère est dit pertinent s'il rentre dans le système de décisions didactiques du maître. Il sera donc spécifique et lié à la situation d'enseignement.

La durée gérée par le maître sera un autre caractère pertinent. A cause de la dimension temporelle de toute pratique didactique, il y aura toujours des étapes entre la pratique initiale de l'élève et la pratique finale, et, donc, des transformations et des transpositions didactiques liées aux contraintes de la communication. En conséquence, il faut qu'il y ait du côté du sa-

voir et du côté des connaissances et de l'apprentissage, des adaptations, c'est-à-dire des formes de connaissances adaptées aux différentes étapes.

Admettre que les caractères mémoriels du système dépendent autant du savoir que des élèves, c'est admettre l'existence des connaissances provisoires, exigées par une remise en histoire et par les transpositions didactiques qui lui sont associées. Il faut donc déterminer des formes de savoir intermédiaires, nécessaires à l'apprentissage et à la transposition didactique parce que ce sont elles qui permettent de préciser les caractères pertinents pour les élèves.

Trois modèles vont nous servir à donner des réponses aux questions posées ci-dessus: le modèle simple des statuts didactiques manipulés par les maîtres; et les modèles, plus élaborés, que nous appellerons respectivement: «conversions des instances de contrôle» et «modification de la position du sujet-élève face au savoir».

1. Statuts didactiques manipulés par le maître

Dans les manipulations que le maître fait de la connaissance au sein de la négociation didactique, il donne des statuts différents à la connaissance qu'il évoque. Nous accepterons comme hypothèse que si le maître évoque une connaissance, c'est pour modifier le statut qu'il lui donne officiellement dans la classe. Il essaie de cette façon d'installer dans le plan des leçons quelque chose qui est relatif à la durée de l'apprentissage des élèves. Par exemple, un modèle simple de statuts didactiques peut être le suivant:

Le premier statut nous l'appelons «décor didactique» (DD). Il s'agit d'une connaissance qui est implicite dans le problème ou la situation dont on s'occupe, cette connaissance est connue du maître qui sait qu'il pourra au moment voulu la rendre explicite et s'en référer au passé en disant: «vous vous rappelez? Vous avez déjà fait ça?...» Les élèves peuvent se rappeler qu'ils ont fait ça, mais ils ne peuvent pas se le rappeler comme une connaissance. C'est quelque chose qui va servir au maître pour négocier une relation didactique. Ce statut correspond à des savoirs qui sont associés à certains problèmes que les enfants résolvent mais dont on ne peut pas parler parce qu'ils ne savent pas encore ce qui est nécessaire pour les comprendre.

En rapport avec la mémoire des élèves, on pourrait dire que ce statut correspond à une organisation de la mémoire qui est intentionnelle pour le maître mais pas pour les élèves.

L'existence de ce statut oblige à imaginer des savoirs présents pour le maître mais que l'élève ne connaît pas encore. Par exemple, les propriétés d'une application linéaire lorsque le puzzle est introduit la première fois. Pour le maître, ces propriétés ont à ce moment le statut (DD).

Le deuxième statut nous l'appelons «modèle implicite» (MI). Il s'agit d'une condition didactique pertinente, l'élève a besoin de cette connaissance pour résoudre le problème dont il s'occupe mais il n'a pas besoin d'en avoir conscience. On pourrait parler d'une notion protomathématique¹⁶.

En rapport avec la mémorisation, le maître ne pourra pas exiger de l'élève qu'il formule une connaissance qui était restée implicite.

Le troisième statut c'est une «connaissance formulée»(CF). Il existe un langage pour en parler ce qui permet au maître d'identifier l'objet et de le rendre explicite. C'est encore une connaissance paramathématique, pas encore analysée.

Au point de vue de la mémorisation, le maître pourra exiger sa formulation et même sa répétition pour une meilleure mémorisation.

Le quatrième statut (CS) c'est une «connaissance structurée», avec des preuves, prise comme un objet de connaissance en rapport avec d'autres connaissances. On parlera d'une connaissance mathématique.

En ce qui concerne la mémorisation, le maître pourra exiger

16. Suivant les institutions ou les situations didactiques ou le développement théorique une même notion peut fonctionner comme une connaissance privée, ou comme modèle implicite d'action (régularité repérée de l'extérieur) lorsqu'aucune référence n'est exigée ni utile. Les régularités apparaissent, les choix sont connus des praticiens (statut protomathématique) pour des nécessités qui paraissent contingentes. (Les décimaux pour Al Uglidisi, les fonctions dans les travaux de Diophante apparaissent avec un statut protomathématique.

Une connaissance publique, munie d'un métalangage et d'un champ d'utilisation culturelle repéré mais qui n'a pas été définie et organisée dans une théorie mathématique (elle est contrôlée par la connaissance, la sémantique) a un statut paramathématique (les fonctions pour Euler ou pour Lagrange et les décimaux pour Al Kashi).

Les statuts peuvent s'observer dans les relations didactiques pour une même notion. L'activité, lors d'une situation mathématique, ou la manipulation d'un objet mathématique, peut mobiliser des concepts selon des statuts différents. (Equation, voir Chevallard Y., 1985, p.49 et suivantes; Brousseau G., 1981, pp.45-46.

les preuves déjà données et l'analyse de la connaissance qui est supposée avoir ce statut dans la classe.

Le cinquième statut (CI) fait référence à une «connaissance institutionnalisée». Considérée comme acquise et que l'on traite comme un outil. Si on revient sur cette connaissance c'est pour l'appliquer ou pour la prendre comme base des nouvelles conversions.

On a ici une tentative de conversion de savoirs: ou bien le maître se souvient des connaissances — et des statuts qu'il leur a donnés — ou bien il inscrit ces informations dans les méthodes (par exemple, dans un système de fiches). S'il les transforme en mémoire liée au système il ne devra plus s'en souvenir puisque la mémoire sera inscrite dans la méthode qu'il a utilisée.

De toutes façons, une méthode ne pourrait pas temporaliser tous les états, et, donc, le maître sera obligé de se rappeler que, pour cet élève là, cette étude là, n'est pas encore mémorisée et qu'au moment de l'application, l'élève aura des difficultés.

A l'aide de ces statuts, il est possible de repérer les changements — s'il y en a — dans le fonctionnement d'une connaissance entre deux moments différents. Ce qui permet de préciser les rappels et le sens que le maître leur donne dans la négociation didactique.

2. Conversion des instances de contrôle d'une situation par l'élève

Si nous considérons la connaissance comme moyen de contrôler l'environnement, nous serons amenés à interpréter les apprentissages comme des changements dans les instances de contrôle de l'environnement (Brousseau 1989).

Du contrôle qu'un sujet — maître ou élève — exerce sur le milieu, nous allons reconnaître certaines décisions comme liées aux conditions de la situation, d'autres liées au savoir culturel du sujet — à ce qu'on lui a enseigné, et à ce qu'il a appris de par sa participation à des rites sociaux et à des pratiques sociales non communicables. Il y aura aussi les décisions prises par le hasard et finalement celles que le sujet prend par une combinaison originale de toutes ses connaissances et des réponses instantanées. Ces dernières décisions sont personnelles, temporalisées et ne dépendent pas seulement de la mémoire psychologique du sujet.

Un sujet apprend lorsqu'il change ses instances de contrôle d'une situation. Et un apprentissage va donc se manifester par des changements des connaissances, par des mises en mémoire et des changements de contrôle dans les décisions. Par exemple: un sujet peut s'adapter à une situation et passer — par rapport au contrôle qu'il a de celle-ci — d'une décision prise au hasard à une décision prise par une connaissance; il peut passer d'un savoir communiqué par la société à une connaissance personnelle formulable et reconnue par l'institution scolaire. Ces transformations ou «conversions» de savoir en connaissances peuvent se faire par adaptation à une situation didactique ou peuvent être produites avec l'aide du maître dans une situation didactique.

Les décisions du maître qui nous intéressent sont celles qui vont provoquer des apprentissages, c'est-à-dire des changements positifs dans le contrôle de la situation de la part de l'élève. Parmi ces décisions, il y aura celles qui ne vont demander aucune intervention de mémoire parce qu'elles seront des décisions conditionnées à la situation, ou instantanées; et celles qui vont exiger que le maître se rappelle et qu'il fasse intervenir, soit une mémoire permanente du système, soit une mémoire didactique personnalisée, liée à l'histoire particulière de l'élève. Par exemple, la conversion — dans une situation didactique — d'une connaissance privée de l'élève en connaissance culturelle, exige de la part du maître la mémoire de la connaissance culturelle et aussi celle de la connaissance privée de l'élève. Ce modèle permet de distinguer des institutionnalisations différentes qui vont exiger de la part du maître des gestions différentes du passé de l'élève.

3. Modification de la position du sujet-élève face au savoir

A partir du modèle de la relation didactique et du schéma de «structuration du milieu didactique» on peut voir chez Brousseau (1990) cinq positions d'identification du maître et de l'élève par leurs rapports réciproques et leurs rapports au savoir. Nous pouvons considérer ce modèle en deux moments différents t_1 et t_2 où la position du sujet élève par rapport à un savoir est modifiée à l'aide de l'intervention du maître.

Le type de connaissance du maître n'est pas le même pour tous les niveaux, puisqu'il ne doit pas régler les mêmes pro-

blèmes. On peut penser que les mémoires du maître et celles de l'élève seront aussi différentes, et nous avons cherché à caractériser, en particulier, celles du maître par leurs différentes positions.

Voyons ce qui caractérise chaque niveau de l'élève et quelle sera l'exigence mémorielle de la part du maître correspondant à chaque niveau et aux modifications possibles permises par le contrat didactique.

Le niveau S_5 est celui du sujet dont on parle dans un problème, il n'est jamais matériel. C'est l'acteur du discours. La description de ce qu'il fait est culturelle et contient ce qui est institutionnalisé et codifié dans l'institution où il vit. Cet acteur n'a pas d'initiative puisqu'il est décrit complètement. De plus, il n'est pas finalisé parce qu'il agit suivant une règle qui lui a été fixée. La mémoire du maître correspondant à ce niveau, c'est la mémoire du savoir culturel, une mémoire qui est indépendante d'un élève particulier.

Le niveau S_4 est celui de l'acteur qui agit face à un milieu matériel. Il a devant lui d'autres acteurs et il a le droit d'utiliser des stratégies. Il est dans une véritable situation d'action, et, agit en fonction d'une stratégie qui n'est pas nécessairement nommée. La mémoire du maître qui lui permettra de garder le souvenir de l'élève en cette position, afin de pouvoir s'en servir plus tard, n'est pas une mémoire culturelle, nous l'appelons m_4 , c'est la mémoire des faits particuliers à l'élève en position S_4 .

La position de S_3 est celle du sujet qui résout un problème en situation a-didactique. Il envisage les actions de S_4 , soit pour communiquer des renseignements sur l'action, soit pour débattre de son adéquation. Il apprend de son action, et, tant qu'il est dans cette position il est responsable de son apprentissage. Ce qui veut dire que dans cette position le sujet tire directement ses décisions de son rapport avec le savoir, indépendamment de l'intervention du maître. Nous appelons m_3 la mémoire du maître qui lui permet de garder le souvenir de l'élève en cette position afin de s'en servir plus tard dans son intervention didactique.

Le sujet didactique S_2 est celui qui apprend du maître. C'est la position classique de l'élève. Face à lui, le maître, peut lui permettre de rester en position d'élève. Mais il peut aussi mettre l'élève en position a-didactique. Pour certains de ces passages d'une position à l'autre le maître a besoin de la mé-

moire des faits particuliers concernant les positions vécues par l'élève en présence du maître. La plus caractéristique des conversions des connaissances est celle où l'élève a vécu, face à un savoir, une position d'acteur (S_4) et une position de résolveur de problème (S_3), et, plus tard, il ne s'en souvient pas. Il va forcer le maître à lui permettre de rester dans la position d'élève (S_2), en lui demandant, par exemple, la solution du problème. Si le maître a le souvenir de cet élève, en tant qu'acteur particulier et en tant que résolveur du problème, il pourra exercer une plus forte pression sur l'élève¹⁷ pour exiger de lui qu'il revienne à la position S_3 .

Ce modèle ne donne pas, de toute évidence, toutes les façons de travailler dans l'école et il y a des didactiques où jamais l'élève n'est en position de S_3 . Ce sont les didactiques où le maître n'a pas besoin d'une mémoire particulière des élèves.

V. MÉMOIRE DE L'ENSEIGNANT, MÉMOIRE DU SYSTÈME, PROBLÈMES DE MODÉLISATION

Il a pu sembler trivial d'affirmer que le maître doit utiliser les faits du passé de ses élèves pour appuyer ses leçons et qu'il doit préparer des apprentissages futurs par des signaux qui prendront du sens ultérieurement. Nous avons essayé de montrer que pour utiliser ce truisme il fallait faire un effort à la fois théorique et expérimental, mais qu'en retour il était possible d'en retirer des conclusions intéressantes aussi bien pour l'ingénierie que pour l'analyse de la didactique.

Les observations et conclusions du paragraphe 3 et l'inventaire des caractères de la mémoire du maître du paragraphe 4 ont apporté à notre hypothèse initiale des arguments sémantiques: pour bien décrire et comprendre le fonctionnement d'une leçon il semble avantageux de prendre en compte la façon dont l'enseignant utilise et manipule des renseignements sur le passé didactique de ses élèves. Cette étude est inséparable de celle de la manipulation du futur des élèves par l'aménagement présent d'un système transitoire et commun de références.

17. S_1 est le sujet «universel» qui échappe à la relation didactique et qui l'observe comme de l'extérieur. Il peut obtenir des connaissances et des savoirs (ou même des pouvoirs) sur le système et s'en servir dans son comportement d'élève sans utiliser les moyens canoniques: les connaissances, les savoirs scolaires, etc.

Si la description du maître comme un acteur doté d'une mémoire spécifique est utile, est-elle vraiment nécessaire du point de vue théorique? Cette nécessité s'étend-t-elle au système didactique tout entier ou n'est-elle une nécessité que pour l'enseignant? Pouvait-on prévoir ce résultat dans la théorie des situations? Quelles en sont les conséquences pour les modèles explicites ou implicites à l'aide desquels nous appréhendons l'enseignement? N'est-il pas possible de préciser un peu la définition de travail que nous avons utilisée depuis le point 1.2?

1. Quelques éléments de théorie des situations

Il est utile de rappeler ici quels usages il est fait des modèles d'automates en théorie des apprentissages.

Ces théories ont utilisé divers modèles, dont l'usage, souvent métaphorique, a été étendu à l'enseignement et à la didactique. Soulignons que ces modèles représentent l'élève, le sujet apprenant. Les S.R. Model (modèles stimulus-réponse) de Skinner continuent de justifier plus ou moins ouvertement les pratiques de conditionnement auxquelles les enseignants ne parviennent pas à trouver de substituts efficaces. Chomsky et Miller ont montré que la maîtrise des langues naturelles requerrait un modèle plus complexe: au moins un automate fini¹⁸.

La théorie des situations résulte de trois extensions à priori métaphoriques, de l'usage des automates:

1) Identifier l'acceptation d'un fait nouveau ou la production

18. Un automate fini sert à reconnaître un langage. Il part d'un état initial et explore un mot ou une phrase. A l'instant t , il est dans un état S_t , et «lit» un élément a_i de vocabulaire. Suivant un ensemble de règles de transition immuable, il passe alors dans l'état S_{t+1} et va lire un autre élément a_{i+1} . Les états sont en nombre fini. Le couple (a_i, S_t) constitue la situation de l'automate. Si lorsqu'il a terminé son exploration, à la lecture du dernier signe, il est revenu à son état initial, la phrase est acceptée. Dans le cas contraire ou s'il rencontre une situation sans transition, la phrase n'appartient pas au langage qu'il reconnaît. Différents types d'automates reconnaissent et engendrent des langages différents. Engendrer et accepter sont ici équivalents. Les automates finis engendrent des langages de Kleene.

Chomsky et Miller ont montré qu'enseigner une langue naturelle peut être donc comparé à éduquer un automate fini, capable de reconnaître et de produire des phrases de longueur quelconque (finie mais non bornée). Les S.R. Model engendrent des langages qui sont des cas particuliers de K langages mais dont la longueur des mots est bornée. Pour tout apprentissage fini, les phrases ont une longueur inférieure à une valeur donnée. Il en résulte que le conditionnement n'est pas une théorie acceptable pour l'apprentissage d'une langue naturelle, qui contient des phrases de longueur arbitrairement longues. Pour notre problème le caractère stochastique ou non des modèles n'entre pas en compte.

d'une décision par le fonctionnement d'un système de connaissances et de savoirs avec la reconnaissance ou avec l'engendrement d'une phrase à l'aide d'une grammaire (génération).

2) Étendre le modèle à d'autres systèmes que des sujets (apprenants ou appliquants), plus particulièrement à l'antagoniste du sujet, c'est à dire au milieu a-didactique, puis au système éducatif lui-même, c'est à dire au protagoniste du sujet dans la relation didactique. Le caractère intentionnel ou non de ces systèmes est essentiel pour leur analyse.

3) Modéliser directement l'interaction des systèmes en présence: dans ce cas un état représente une situation permise des relations entre les systèmes et non les systèmes eux-mêmes.

Une disposition de pièces sur un jeu d'échec représente un état de la partie et les possibilités d'évolution, auxquelles doivent s'adapter les joueurs. Mais elle ne représente pas les joueurs eux-mêmes ni leurs systèmes de jeu.

De même une situation «lit» les réponses des joueurs et change d'état. Les systèmes en interaction (les joueurs) s'adaptent (ou non) aux situations qui leur sont présentées.

Dans ces conditions, il est possible de décrire une situation a-didactique par un automate, sous forme d'un jeu formel (Brousseau 1986) dans lequel il est possible de reconnaître les décisions des élèves, les connaissances actives, les conditions de leur apparition, etc. Une séquence conduite à son terme constitue la reconnaissance, par la situation, d'une connaissance du joueur ou de son apprentissage.

Le rôle de l'ingénierie didactique est de proposer des automates conduisant par adaptation à l'apprentissage d'une notion déclarée. La fécondité de ce modèle a été amplement illustrée par la réalisation de nombreuses séquences d'enseignement.

La représentation de la relation didactique (contrat didactique) par des modèles du même type a posé des problèmes. Certains paradoxes ont conduit à mettre en évidence qu'il ne pouvait y avoir enseignement sans que se produisent des ruptures du contrat didactique, c'est à dire des changements dans les règles du système.

Il est donc illusoire de vouloir représenter l'action de l'enseignant par un jeu où il aurait pour antagoniste la situation a-didactique de l'élève sur laquelle il interviendrait selon les règles d'un automate fini. Il serait donc nécessaire de modéliser la relation didactique par un automate plus complexe.

Si la résolution des ruptures de contrat didactique nécessite des auto-imbrications de séquences (d'enseignement), alors le modèle des situations didactiques est au moins un automate à pile de mémoire¹⁹.

Nous n'avons pas démontré cette assertion, mais nous la croyons vraie. Nos recherches actuelles telles qu'elles sont présentées dans le paragraphe 3 sont issues de cette conjecture.

2. La répartition de la mémoire entre les sous systèmes

La mise en mémoire peut consister en une modification

- de l'élève, (un apprentissage qui est le but de l'opération)
- du savoir (une transposition didactique plus ou moins transitoire)
- de l'enseignant (prise en compte des résultats ou apprentissage didactique)
- du milieu (enregistrement ou consultation de résultats, notes de classes etc.)
- du système didactique

(Le capital génétique constitue une forme de mémoire. A l'opposé, l'aménagement de l'écosystème peut apparaître comme une mise en mémoire)

La répartition des charges entre ces diverses possibilités découle d'un fonctionnement global du système didactique et de l'équilibre «économique» qui s'établit entre ses composantes (coût de la mémorisation, coût de l'évaluation, par exemple: la décontextualisation soulage la mémoire de l'enseignant mais augmente la charge d'apprentissage de l'élève). Qu'il s'agisse de décrire une réalité scolaire ou de produire un dispositif nouveau d'enseignement il est donc nécessaire de replacer les calculs relatifs à un des sous systèmes (l'élève, l'enseignant, le savoir, le milieu...) sous le contrôle d'un modèle global. Cette conclusion justifie le point de vue et les présupposés de la théorie des situations.

3. Rôle de la mémoire dans l'adaptation d'un système

Les éléments pris sur le ruban d'entrée d'un automate fini peu-

19. Un automate à pile de mémoire comprend un automate fini et comporte, en plus du ruban d'entrée qu'il lit, et de l'organe de calcul susceptible de prendre un nombre fini d'états internes, un ruban mémoire où il peut lire, effacer, écrire et qu'il peut déplacer.

vent aussi bien être interprétés comme des causes de son évolution que comme des informations.

L'interprétation la plus fréquente lorsqu'il s'agit de modéliser le sujet est la suivante: le système consulte l'information disponible et comme une fonction le ferait de son argument produit une décision et une adaptation.

Mais peut être le théoricien projette-t-il ici, sur l'organisme représenté, une conception de son propre mode d'action: il traite un objet extérieur à lui, il possède un système de connaissance avec lequel il examine des possibilités de choix, et son objet d'étude est une source d'information et non pas une cause de sa connaissance. Au mieux, les informations seront acceptées plus pour des raisons internes que pour des causes externes.

Pour le cas d'un automate fini cette adaptation doit épuiser en un coup l'usage de l'information disponible et détruit définitivement l'état antérieur.

Or les modifications structurelles du système peuvent apparaître comme excessivement coûteuses et dangereuses. Elles risquent de faire accepter des modifications catastrophiques sous l'effet d'événements localement importants mais à terme insignifiants. En fait pour rendre compte des adaptations et du fonctionnement de systèmes qui nous intéressent il semble nécessaire d'utiliser des modèles permettant plus de souplesse.

Doter un organisme d'une mémoire lui permet de surseoir à certaines décisions sans perdre l'information susceptible de l'influencer et ainsi de ramener à l'intérieur de ses capacités de traitement des conditions qui auraient tendance à en sortir.

Elle lui permet surtout une relecture de cette information et donc par l'imbrication des règles des transformations, toutes sortes de fonctionnements récursifs. Elle est l'instrument incontournable des anticipations.

L'économie est l'élément moteur de la structuration cognitive: lorsque la quantité d'information à traiter instantanément devient excessive pour un système, il se complexifie pour ramener l'incertitude et la fiabilité à un niveau acceptable²⁰.

Ainsi, localement, la mémoire agit concurremment à l'adaptation puisqu'elle permet de la retarder ou de l'éviter. En fait à moyen terme elle la favorise.

20. Voir à ce propos l'article de George Miller (1956) et Broadbent cités par Harnad S. in «Language, mind, and brain». T.W. Simon et Scholes R. et J. L.E.A. Londres 1982. pp.190-191.

Elle apparaît bien elle-même comme le résultat d'une adaptation à des interactions où le sujet doit survivre, prévoir, s'adapter et apprendre.

La métaphore la plus courante avec laquelle on envisage la mise en mémoire est celle de la photographie. Le sujet enregistre tel qu'il le «perçoit» par un traitement périphérique, un état de la nature afin de réutiliser les informations ainsi recueillies lorsqu'elles ne seront plus disponibles directement: soit parce que cet état sera détruit, soit parce que les renseignements ne seront plus accessibles, soit parce que ses capacités de traitement immédiat sont insuffisantes et que les informations doivent être traitées séquentiellement...La réutilisation se fera avec le même calculateur qui traite les informations d'entrée. Ce qui est mis en mémoire sera traité en première approche comme de l'information primitive. Ce détail a son importance.

4. La mémoire et le sens des connaissances

Piaget, entre autres, a montré que la mémoire du sujet ne se restreint pas à un traitement différé de l'information et qu'un complexe travail de transformation s'accomplit en réalité.

Il est tentant (Brousseau 86) d'interpréter le résultat de ce travail sous la forme de signes dont le signifiant est la connaissance (ou le savoir), et dont le signifié (le sens) est le champ des situations que ces connaissances ou ces savoirs permettent de contrôler comme nous l'avons présenté au paragraphe précédent. Cette hypothèse postule que la mémoire du sujet est structurée, elle comprend au moins deux (et certainement bien plus de deux) vocabulaires, l'un simule les situations à contrôler, l'autre le moyen de contrôle.

Ces couples constituent à la fois des systèmes de réinterprétation (éventuellement emboîtés) et des éléments d'une genèse ou d'une acquisition du savoir.

Les connaissances et le savoir permettent de reconstruire en grande partie le signifié et par là de soulager l'effort de la mémoire la plus coûteuse (la moins structurée: celle que simulent les situations). Ce point de vue suggère qu'il pourrait exister pour chaque niveau de contrôle au moins deux voies d'acquisition (même si le processus est identique): l'une fondée sur une genèse sémantique et historique (les causes), l'autre sur une genèse syntaxique (les raisons).

L'intervention didactique consiste à proposer des situations susceptibles de faire progresser les savoirs des élèves, les connaissances qui permettent de les mettre en œuvre, et le champ de situations qu'elles contrôlent (chronogénèse)²¹. Il est évidemment indispensable globalement de viser la structuration finale culturelle actuelle des savoirs par une genèse de type syntaxique (topogénèse)²¹, mais il est probable aussi que localement les conditions sémantiques d'acquisition limitent assez sévèrement l'efficacité de l'acquisition par conditionnement de savoirs formels. Elles dictent la structure du savoir transitoire et lui sont adaptées. La détermination et le maintien de l'équilibre optimal entre les deux stratégies d'enseignement qui en découlent et la recherche des indices nécessaires à cette gestion sont les deux défis fondamentaux de la didactique.

La conduite optimale implique l'apparition de genèses locales différentes de la genèse culturelle terminale. En d'autres termes la définition implicite, la signification des connaissances et des savoirs explicites, s'écartent des normes culturelles.

La connaissance de ces caractéristiques est indispensable pour établir la relation didactique.

Or seul, par définition, le savoir culturel de l'élève est communicable directement et donc immédiatement contrôlable. Les connaissances sont contrôlables elles aussi, mais beaucoup moins facilement. La mémoire des faits et des situations (non convertie en connaissances) est presque inaccessible au contrôle décontextualisé.

La mémoire du système didactique a pour rôle de suppléer à cette insuffisance, elle permet d'élargir les possibilités d'action de l'élève au-delà des savoirs et des connaissances qu'il peut mobiliser tout seul. La mémoire didactique agirait, en ce qui concerne l'enfant, dans cet espace que Vygotski appelle «zone de développement proximale»²², lui donnant la possibilité

21. Y. Chevallard a introduit (1985) les termes de chronogénèse et de topogénèse pour opposer les deux structurations du savoir évoquées dans ce paragraphe.

22. Vygotski Lev S. (1979), «La "Zone de développement proximale" c'est la distance entre le niveau de développement réel de l'enfant tel qu'il peut être déterminé par la résolution indépendante des problèmes et le niveau plus élevé de développement potentiel tel qu'il peut être déterminé par la résolution de problèmes sous la guidance de l'adulte ou en collaboration avec ses pairs plus capables...» El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. p.196. Titre original: Mind in society, the development of higher psychological processes. Harvard University Press, Cambridge, Mass. (E.U.) 1978.

d'utiliser des savoirs contextualisés, vécus avec le maître, et non encore codifiés dans sa mémoire personnelle.

L'utilisation de la mémoire didactique est une question d'équilibre entre ce qu'il faut rappeler des savoirs anciens et ce qu'il est utile d'oublier pour en faire un savoir nouveau.

5. Caractères de la mémoire du système

Ceci explique que le maître — comme le système didactique — préfère se rappeler les conditions et les causes (c'est-à-dire les leçons), plutôt que les effets (c'est-à-dire les apprentissages), toujours difficiles et pénibles à observer. Il préfère aussi mémoriser les faits (c'est-à-dire l'histoire de la classe) plutôt que les conditions d'acquisition c'est-à-dire les situations) comme tend à le montrer Artigue M. (1984)

Quelles conséquences peut-on tirer de cette modélisation et des considérations théoriques qu'elle a permises?

Pour transformer les causes d'apprentissage en raisons de savoir, le système élève doit enregistrer, puis relire et transformer les entrées issues du milieu.

Pendant cette période de transformation, le réseau des savoirs et des raisons en cours de constitution étant insuffisamment développé et structuré, la réactivation (la relecture) des connaissances en cours d'acquisition ne peut s'accomplir encore par le seul fait des raisons construites.

Le rappel des conditions et des situations qui les accompagnaient en tant que causes est donc nécessaire sous forme non pas de la rencontre de la même situation, mais sous forme d'évocation. La conduite de cette évocation est par conséquent une responsabilité de nature didactique.

Ces rappels peuvent être provoqués par la reproduction effective, d'origine externe, et intentionnelle des causes d'apprentissage

En conclusion, la mémoire de l'enseignant est nécessaire parce qu'il existe une forme de connaissance qui n'est exigible et activable qu'en situation, qui n'est pas révélable par une enquête dépersonnalisée et décontextualisée et qui pourtant peut être essentielle pour le bon déroulement de l'apprentissage.

Techniquement la caractérisation de la mémoire se poursuit comme nous l'avons fait au paragraphe 4 en utilisant de plus en plus d'informations d'origine sémantique.

VI. CONCLUSIONS

Nous avons essayé de laisser voir les différentes chaînes de réflexions, de raisons et d'observations qui concourent à faire progresser l'analyse des situations didactiques et les instruments conceptuels qu'elle utilise.

— La méthode d'étude exposée dans le paragraphe 1 résulte directement de l'application à l'observation et à l'enseignement des principes de la théorie des situations: Pour observer la didactique en acte des enseignants, il fallait déterminer l'effet de leurs informations et de leurs connaissances sur leurs décisions. Et pour cela «manipuler» (légitimement et-avec précaution) les canaux par lesquels elles s'expriment, soit au niveau de l'action, par la succession de maîtres dans une même classe, soit en rendant nécessaires leurs communications. L'organisation du COREM a été faite pour rendre possible ce type d'expériences, le seul capable à notre avis de satisfaire à la fois les critères scientifiques et déontologiques nécessaires pour faire de la didactique une science expérimentale.

Ce dispositif a conduit rapidement à l'idée empirique que les maîtres sont tributaires de la mémoire de nombreux faits qui ne sont pas pris en compte, même implicitement, dans les dispositifs et les tendances didactiques actuelles.

Le rejet des modèles simples de jeux de nature a-didactique a coûté plus cher mais a produit les cadres de notre étude du paragraphe 4.

Décrire la nature et le fonctionnement de cette mémoire, se donner les moyens de l'observer, la distinguer d'un ensemble de connaissances ou des stratégies permanentes des maîtres, reconnaître ses composantes spécifiques du contenu, identifier des phénomènes où elle joue un rôle important posait et pose encore des problèmes ardu.

Nous pouvons cependant maintenant répondre de façon assez convaincante à quelques unes des questions posées au début de cet article. Mais nous sommes conscients des énormes lacunes que laisse notre travail.

— La mémoire du système didactique se manifeste dans le processus d'enseignement par l'utilisation d'informations et de renseignements personnalisés, contextualisés, temporalisés, et non universels.

— Ces informations assignent implicitement divers statuts aux

connaissances: Décor didactique, modèle implicite, connaissance formulée, structurée, institutionnalisée. Elles sont supposées provoquer des modifications dans le contrôle que l'élève a sur ses connaissances et sur ses actions. Elles semblent donc essentiellement centrées sur les passages de niveaux — principalement de S_2 (élève) à S_3 (résolveur de problème).

Ces informations peuvent se manifester par des modifications diverses (du milieu, du langage, etc.) et permettent la relecture des causes à effets d'apprentissage en termes de raisons de savoir.

— Certains maîtres très soucieux de l'apprentissage de leurs élèves utilisent spontanément une mémoire didactique, indépendamment de la méthode qu'ils suivent. Ces maîtres ont en général un bon investissement de leur mémoire et sont très sensibilisés pour s'en servir afin d'aider les élèves à apprendre.

— Les faits dont les maîtres doivent se souvenir sont ceux qui seraient pertinents pour l'élève, c'est-à-dire ceux qui auraient une influence dans les décisions qu'il prend au cours de la résolution d'un problème. Autrement dit, le maître permet, grâce à son souvenir et à l'évocation qu'il en fait, la mobilisation chez l'élève des connaissances correspondant aux savoirs non acquis (en voie de transformation en savoir) et dont il a besoin dans le présent. Il s'agit des savoirs provisoires (scolaires) non encore transformés en connaissances décontextualisées ou en savoirs culturels.

— Il paraît évident qu'une méthode pédagogique qui ne laisse pas une place à l'élève pour une genèse personnelle des savoirs n'a guère besoin de mémoire didactique. Dans cette conception de l'enseignement, le maître est le seul responsable de la genèse publique du savoir. S'il ne partage pas avec l'élève cette responsabilité, il n'aura pas besoin de se souvenir des faits particuliers de l'élève en train d'apprendre. Dans cette optique, à tout moment de l'enseignement, l'élève n'a que deux positions possibles par rapport au savoir: il sait ou il ne sait pas. Il n'y a pas de lieu pour des positions intermédiaires qui exigeraient la mémoire du maître.

— On peut penser que toutes les questions mathématiques ne sont pas également tributaires de cette mémoire didactique. Nous avons fait notre étude sur l'enseignement des nombres rationnels parce que nous avons pensé que ce sujet se prêtait mieux à l'observation du fonctionnement de la mémoire didac-

tique. En effet, le fait que l'enseignement des rationnels et des décimaux observé s'étale sur 65 séquences, (réalisées par N. Brousseau à Michelet), montre qu'il doit y avoir des évolutions dans le rapport à ce savoir. Cet indice nous a intéressé. De plus, ces séquences sont effectivement rédigées en fonction de la construction du sens par les enfants et comportent des nombreuses modifications du sens; il y a dans ces leçons une contextualisation très importante; les statuts des connaissances changent beaucoup, et les manières de savoir des enfants sont très liées aux circonstances; le maître a une grande quantité de faits particuliers à gérer, et cela pose des problèmes de contrat qui méritent d'être analysés.

— On pourrait penser aussi que pour enseigner d'autres questions mathématiques et avec des élèves de niveaux plus élevés, le maître n'aurait pas besoin de mémoire didactique.

Nous pouvons affirmer que, dans les situations étudiées, le fonctionnement de la mémoire didactique agit sur la compréhension des questions mathématiques parce que l'effet de la mémoire didactique du système sur l'élève est de lui donner la possibilité de mobiliser un savoir qu'il ne possédait pas complètement, un savoir qu'il n'aurait pas pu utiliser tout seul et qui va lui permettre de donner du sens à la question dont il s'occupe.

— Le fonctionnement de la mémoire didactique pourrait s'améliorer si l'on donnait aux maîtres un certain nombre de connaissances didactiques pour qu'ils puissent appliquer ce qui n'est pas encore appris par l'élève mais qui a été vécu avec lui. Le maître pourrait ainsi recontextualiser des connaissances en cours d'apprentissage.

— Il est bien connu que les enseignants sont responsables d'une genèse publique du savoir et que cette genèse devrait laisser la place à une genèse personnelle de la part des élèves. En conséquence de ce partage de responsabilités, le maître devrait «pouvoir accepter» que provisoirement les positions de l'élève par rapport au savoir ne soient pas les mêmes que dans le savoir final. L'institution devrait donner aux maîtres les moyens de gérer ces savoirs provisoires des élèves.

Ceci conduirait à remettre en question des objectifs et des pédagogies qui en découlent qui traitent les problèmes de mémoire d'une façon purement formelle et ne s'occupent pas de donner aux maîtres les moyens didactiques qui lui permettent d'atteindre ces objectifs...

BIBLIOGRAPHIE²³**Didactique²⁴: références proches de notre sujet**

ARTIGUE M. (1984). *Contribution à l'étude de la reproductibilité des situations didactiques*. Thèse d'état. Université de Paris VII.

BROUSSEAU G. (1981). Problèmes sur la didactique des décimaux. in *Recherches en Didactiques des Mathématiques*. Vol 2 n°1 pp. 37-128.

BROUSSEAU G. (1986). *Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques*. Thèse d'Etat, Bordeaux.

BROUSSEAU G. (1987). Représentations et didactique du sens de la division. *Colloque GRECO*, Paris, pp.31-47.

BROUSSEAU G. et N. (1987). Rationnels et décimaux dans la scolarité obligatoire. *Document pour les enseignants et pour les formateurs*. Bordeaux.

BROUSSEAU G. et CENTENO J. (1988). Nécessité de l'analyse de la mémoire du système didactique et de son fonctionnement pour résoudre les problèmes didactiques inter-niveaux scolaires. *Actes d'ICMEVI*, Budapest.

BROUSSEAU G. (1988). Gaps between successive schools levels: Problems of apprenticeship or problems of didactic?. *Actes d'ICMEVI*, Budapest.

BROUSSEAU, G. (1990). Le contrat didactique: Le milieu. in *Recherches en Didactiques des Mathématiques*. Vol. 9/3, 308-336.

CHEVALLARD Y. et MERCIER A. (1984). *Le temps didactique*. IREM d'Aix-Marseille.

CHEVALLARD Y. (1985). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. La Pensée sauvage. Grenoble.

CHEVALLARD Y. (1986). Sur la notion du temps didactique. *IV Ecole d'été de didactique des mathématiques*. Centre National de la Recherche Scientifique. Institut de Recherche sur

23. L'interprétation de certaines activités d'enseignement comme des mises en mémoire est une tentative délicate qui va se référer à des domaines assez différents: psychologiques, sociologiques, anthropologiques, didactiques etc. Nous donnons quelques indications bibliographiques sur les ouvrages consultés.

24. Cette étude est le résultat d'une réflexion assez ancienne en didactique. Les études sur l'obsolescence, la dépendance, la reproductibilité, les problèmes du temps montrent qu'il s'agit là d'un problème permanent. Notre article est une tentative qui s'inscrit dans cette liste.

l'Enseignement des Mathématiques. Recueil de textes et comptes-rendus. pp.69-93.

CHEVALLARD Y. et MERCIER A. (1987). Sur la formation historique du temps didactique. *IREM d'Aix-Marseille*. Cahier n°8.

CHEVALLARD Y. (1988). *Sur l'analyse didactique. Deux études sur les notions de contrat et de situation*. I.R.E.M. d'Aix-Marseille.

CHEVALLARD Y. (1989). Le concept de rapport au savoir: rapport personnel, rapport institutionnel, rapport officiel. *Séminaire de Didactique des Mathématiques et de l'Informatique*, Grenoble.

CONNÉ F. (1981). *La transposition didactique à travers l'enseignement des mathématiques en première et deuxième année de l'Ecole Primaire*. Faculté de Psychologie et des sciences de l'Education. Thèse. Genève. Lausanne.

CONNÉ F. (1990). Savoir et connaissance dans la perspective de la transposition didactique, (à paraître).

COQUIN-VIENNOT D. (1982). *Décomposition et synthèse d'une notion mathématique en vue de son enseignement et ordre d'acquisition: application au calcul d'une expression algébrique, à un problème de réunion et au concept de nombre relatif*. Thèse 3ème cycle. Université de Bordeaux.

COQUIN-VIENNOT D. (1985). Complexité mathématique et ordre d'acquisition: Une hiérarchie de conceptions à propos des relatifs. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. Vol. 6/2 pp.133-158.

GRAS R. (1979). *Contribution à l'étude expérimental et à l'analyse de certaines acquisitions cognitives et de certains objectifs didactiques en mathématiques*. Thèse d'état. Université de Rennes.

HITT F. (1977). *Comportement de «retour en arrière» après la découverte d'une contradiction*. Thèse 3ème cycle, Université Louis Pasteur, Strasbourg.

MILHAUD N. (1980). *Le comportement des maîtres face aux erreurs des élèves*. IREM de Bordeaux. Mémoire de DEA.

PERRIN-GLORIAN M.J. (1990). Réflexions sur le rôle du maître dans les situations didactiques à partir du cas de l'enseignement à des élèves en difficulté. *Actes du colloque PME*, Mexico 1990, pages 209 à 218.

ROUCHIER A. (1991). *Etude de la conceptualisation dans le*

système didactique en mathématiques et informatique élémentaires: proportionnalité, structures itérativo-récurrentes, institutionnalisation. Université d'Orléans. Thèse d'Etat.

SCHUBAUER-LEONI M.L. (1988). Le contrat didactique dans une approche psycho-sociale des situations d'enseignement. in *Interaction didactiques*. n°8 Séminaire de Psychologie. Faculté des lettres. Université de Neuchâtel (Suisse). pp.63-75.

VINRICH G. (1976). *Dépendances. Cohérence et interprétation des décisions du maître relatives à l'ordre de présentation des activités mathématiques.* IREM de Bordeaux. Mémoire de DEA.

Ouvrages sur la mémoire (psychologie, anthropologie, sociologie...)

BOVET D. et autres (1968). La Mémoire. *Symposium de l'Association de psychologie scientifique de langue française.* Genève, 1968. PUF.

DOUGLAS M. (1989). *Ainsi pensent les Institutions.* Editions USHER.

FRANCES YATES A. (1975). *L'Art de la mémoire.* NRF. Editions Gallimard.

HALBWACHS M. (1950). *La mémoire collective.* P.U.F. 1968 2ème édition.

LIEURY A. (1986). *La mémoire. Résultats et théories.* Pierre Mardaga, Editeur. Bruxelles.

LURIA A. R. (1970). *Une prodigieuse mémoire.* Delachaux et Niestlé. Paris VII.

MELOT A.M. et CORROYER D. (1986). *L'Enfant et la mémoire. L'élaboration des conduites de mémorisation intentionnelle.* Presses Universitaires de Lille.

PIAGET J. y INHELDER B. (1968). *Mémoire et intelligence.* PUF, Paris.

TIBERGHEN G. y LECOCQ P. (1983). *Rappel et reconnaissance. Encodage et recherche en mémoire.* Presses Universitaires de Lille.

ZAVIALOFF et autres (1989). *La mémoire.* Tome I: Mémoire et cerveau; Tome II: Le concept de mémoire. Collection «Conversience» L'Harmattan 1989. Paris.