

LA CONSTRUCTION DE LA CONNAISSANCE PHYSIQUE À L'ÂGE PRÉSCOLAIRE : RECHERCHES SUR LES INTERVENTIONS ET LES INTERACTIONS DIDACTIQUES

Konstantinos Ravanis

Dans cet article nous présentons quelques stratégies des interventions didactiques visant à l'initiation des enfants d'âge préscolaire à la connaissance physique. Au niveau théorique, le développement de ces stratégies est inspiré par les hypothèses de l'interactionnisme social et de la psychologie sociale du développement et du fonctionnement cognitif, et aussi par les données de la recherche sur la tutelle et la médiation éducative. Dans ces cadres nous conduisons les petits enfants à la construction de modèles précurseurs qui comportent des éléments de modèles scientifiques. Le travail avec les enfants d'âge préscolaire nous a montré que l'accès aux modèles précurseurs est très souvent entravé par divers obstacles dont l'identification a permis la désignation de nos objectifs didactiques en termes d'objectifs-obstacles. L'analyse d'un ensemble de séquences didactiques sur différents concepts et phénomènes physiques dans le cadre de recherches diverses nous a conduit à une classification des stratégies des interactions didactiques avec les enfants d'âge préscolaire. Nous présentons donc les caractéristiques générales du déroulement de quatre stratégies ainsi que des exemples de situations didactiques et de dialogues entre maîtres et élèves.

Différents courants de la recherche en psychologie et en didactique des sciences physiques qui s'orientent vers la construction des connaissances nous ont montré clairement que, même à la petite enfance, la pensée humaine approche le monde physique. En réalité, comme on l'a constaté dans plusieurs études, les jeunes enfants élaborent les éléments de l'environnement physique et social spontanément ou dans des situations d'interaction, et produisent des outils cognitifs qui permettent la construction du réel. C'est pourquoi, partout dans le monde, les curriculums scolaires de l'école maternelle portent sur les activités d'initiation aux entités, aux objets et aux phénomènes du monde physique ainsi qu'aux concepts des sciences physiques.

Par l'étude systématique d'une grande série de propositions d'activités, on a pu distinguer des différences notables dans les objectifs et les choix du contenu des activités scientifiques, les méthodologies d'organisation et de mise en œuvre, les outils et les dispositifs utilisés, le rôle des enfants et des instituteurs, et l'évaluation. Cette étude nous a conduit à

une classification
des activités
scientifiques pour
l'école maternelle

une classification des activités scientifiques pour l'école maternelle qui propose les cadres théoriques de trois différentes approches (Ravanis, 1996 ; Ravanis & Bagakis, 1998).

l'approche
empiriste...

– Dans la première catégorie, on trouve des activités qui se développent dans des cadres où dominent l'empirisme et les courants behavioristes. L'enseignant présente des éléments choisis des sciences physiques et des dispositifs, pose des questions, formule des problèmes et donne des explications, en essayant de transmettre des connaissances selon le modèle traditionnel de communication à l'école, du type enseignant-émetteur et élève-récepteur. Ces choix ne sont presque jamais justifiés par rapport aux besoins logiques, aux représentations et aux capacités ou aux possibilités des enfants (Harlan, 1976 ; Hildebrand, 1981 ; Halimi, 1982 ; Chauvel & Michel, 1990 ; Paulu & Martin, 1992 ; Hibon, 1996).

... l'approche
piagétienne...

– Le cadre théorique de la deuxième catégorie d'activités est constitué par l'épistémologie génétique piagétienne. Dans ce cadre, on offre aux enfants des possibilités d'assimilation des connaissances physiques par l'expérimentation et la manipulation de matériel pédagogique. L'instituteur planifie les axes généraux de l'activité, observe, encourage et questionne les enfants, intervient selon les circonstances et évalue les résultats du travail effectué par les enfants (Kamii & De Vries, 1978 ; Kamii, 1982 ; Crahay & Delhaxhe, 1988a, 1988b).

... et l'approche
sociocognitive

– Dans la troisième catégorie, on peut classer des activités qui sont influencées par les théories d'apprentissage post-piagétien et/ou par la théorie de Vygotski ainsi que par les résultats de la recherche en didactique des sciences physiques, qui en général reconnaissent l'importance et le rôle privilégié de l'interaction sociale dans la mise en place de nouvelles opérations cognitives et d'apprentissages. L'enseignant comme tuteur et/ou médiateur intervient entre, d'une part, les connaissances et les pratiques scientifiques et, d'autre part, les problèmes de la pensée des jeunes enfants (Inagaki, 1992 ; Coquidé-Cantor & Giordan, 1997 ; Ravanis & Bagakis, 1998).

l'articulation des
axes théoriques et
méthodologiques

Mais la production d'activités de ce dernier type nécessite une recherche pluridimensionnelle qui envisage l'ensemble des paramètres et des relations entre ces paramètres dans une situation didactique. Dans cet article, nous tenterons de présenter l'articulation des axes théoriques et méthodologiques principaux d'un cadre de concepts et de choix qui animent le travail de recherche concernant la tutelle et la médiation pour la construction de la connaissance physique dans la pensée des enfants d'âge préscolaire, pendant ces dix dernières années. Au niveau opérationnel, nous présenterons aussi quelques stratégies d'interventions didactiques

quelques stratégies
d'interventions
didactiques

et des exemples où nous pouvons constater un progrès chez les élèves *.

1. LA PROBLÉMATIQUE THÉORIQUE

enjeu principal de
notre recherche :
les transformations
cognitives
des enfants

Le travail des sciences physiques à l'école maternelle présente des aspects cognitifs, affectifs et sociaux. Notre approche ici va se limiter aux aspects cognitifs, c'est-à-dire aux transformations éventuelles, au niveau de la pensée des enfants, que nous avons choisies comme enjeu principal de notre recherche. Examinons tout d'abord quel est le statut que l'on attribue aux concepts qui proviennent de la didactique des sciences physiques dans le travail avec les enfants de 5-6 ans.

une forme spéciale
du concept de
modélisation à
l'école primaire

Le concept de modélisation, qui se réfère aux études sur les démarches de construction, de validation et d'utilisation de modèles, prend à l'âge préscolaire une forme spéciale. La construction des modèles en tant que représentations symboliques se base sur les articulations progressives entre le registre empirique, le registre formel et le registre cognitif (Weil-Barais, 1997). De même, l'exploitation des modèles permet la reformulation des descriptions et les fonctions d'explication et de prédiction (Genzling & Pierrard, 1994). Mais on sait bien que, d'une part, la genèse et, d'autre part, l'utilisation des modèles dans l'enseignement des sciences physiques sont les produits de procédures éducatives spécialement orientées, de longue durée, nécessitant des élaborations au niveau de la pensée et dépassant considérablement la structuration cognitive des jeunes enfants. Par conséquent, l'enjeu des efforts pour l'initiation des enfants de 5-6 ans aux sciences physiques ne peut pas être celui de l'acquisition du modèle lui-même. Si l'on reste fidèle à l'idée de base du constructivisme selon laquelle l'activité intellectuelle des élèves est fondamentale dans le processus d'apprentissage, on est obligé de s'adapter à leurs ressources cognitives. C'est-à-dire, tenir compte des représentations du monde physique des enfants et travailler sur la transformation de ces représentations en des conceptions ayant des caractéristiques compatibles avec celles des modèles scientifiques.

Nous avons émis l'hypothèse selon laquelle le concept du *modèle précurseur*, proposé par Weil-Barais & Lemeignan, pourrait être fructueux pour le travail sur le progrès cognitif des jeunes enfants. *"Le qualificatif précurseur associé au mot modèle signifie qu'il s'agit de modèles préparant l'élaboration*

* Cette recherche est financée par le Comité des Recherches de l'Université de Patras dans le cadre du programme "Karatheodoris".

le modèle
précurseur :
une notion féconde
pour l'identification
du progrès cognitif
des jeunes enfants...

d'autres modèles. En conséquence, les modèles précurseurs comportent un certain nombre d'éléments caractéristiques des modèles savants vers lesquels ils tendent." (Lemeignan & Weil-Barais, 1993, p. 26). Que peuvent nous offrir ces entités intermédiaires entre les premières représentations qu'ont les élèves du monde physique et les modèles des sciences physiques ? *"Le présupposé dont nous sommes partis est qu'il est possible d'explicitier, de systématiser les représentations personnelles, de cerner leur domaine de validité pour en faire des représentations au sens d'une modélisation. Ces modèles peuvent, dans certains cas, constituer des précurseurs des modèles scientifiques."* (Weil-Barais & Lemeignan, 1994, p. 98). Évidemment, pour le travail au niveau de l'âge préscolaire, les modèles précurseurs comme constructions didactiques fonctionnelles et évolutives n'ont pas les mêmes statut et contenu que ceux qui sont introduits au niveau de l'adolescence. En réalité, les différences des outils cognitifs, des opérations intellectuelles et des modes d'accès au référent empirique entre les enfants de 4-6 ans et ceux de 14-16 ans imposent l'identification de modèles précurseurs appropriés aux jeunes enfants de maternelle.

... elle passe
par la recherche
des éléments
de ce modèle

Dans les recherches de notre groupe nous avons souvent identifié et exploré des modèles précurseurs pour les jeunes enfants. Nous avons aussi travaillé sur l'appropriation des éléments de ces modèles comme, par exemple, la distinction entre la lumière et les sources lumineuses dont l'élaboration facilite la construction d'un modèle concernant les interactions de la lumière avec les objets (Ravanis, 1999a ; Voutsina & Ravanis, 1999), la rotation de la Terre autour d'elle-même qui permet la construction du cycle jour-nuit (Valanides *et al.*, 2000), et les conceptions vitalistes dont l'utilisation permet la construction de la notion du vivant (Zogza & Papamichael, 2000). Ainsi, dans notre approche, le concept du modèle précurseur n'est qu'un cadre de référence dans lequel nous cherchons les éléments articulés qui pourraient favoriser plus tard l'élaboration et la maîtrise des modèles scientifiques.

Si, donc, nous acceptons l'idée que l'élaboration et la construction de modèles précurseurs sont fécondes pour l'initiation des jeunes enfants à une exploration structurée du monde physique, et si nous voulons faciliter la formation de ces modèles, nous avons besoin de choix théoriques et méthodologiques pouvant produire les ressources cognitives et la dynamique de l'intelligence des élèves, et aussi d'envisager les difficultés rencontrées. Le travail avec les enfants d'âge préscolaire nous a montré que l'accès même aux modèles précurseurs est très souvent entravé par divers obstacles : les limites que posent les domaines d'expérience des enfants, leurs représentations des phénomènes, leurs centrations sur des dispositifs expérimentaux qui ne sont

la construction
des modèles
précurseurs par le
franchissement des
objectifs-obstacles

pas pertinents pour l'appropriation du savoir, leurs types d'explications souvent animistes, artificialistes, finalistes, égocentriques, leurs structures mentales logiques. Ces multiples obstacles que nous rencontrons nous conduisent à la désignation de nos objectifs didactiques. Ceux-ci sont des objectifs-obstacles au sens où l'entend Martinand (1986, 1989), étant donné que nous avons vérifié plusieurs fois la position selon laquelle dans chaque situation didactique il y a des obstacles décisifs que les enfants d'âge préscolaire dépassent, à condition de participer aux interactions sociales-éducatives menant aux nouvelles régulations cognitives.

deux points de vue
influencent notre
approche
sociocognitive...

Par conséquent, l'enjeu des interventions didactiques que nous bâtissons est le franchissement des obstacles des enfants et la construction de modèles précurseurs. Mais quels types de procédures d'enseignement, quelles formes d'interactions entre enseignant et élève, quels dispositifs expérimentaux utilisons-nous ? Pour fournir une première réponse à cette question, nous nous référons à deux points de vue théoriques qui ont influencé notre approche.

... l'interactionnisme
social et la
psychologie sociale
du développement
et
du fonctionnement
cognitif...

Le premier, d'origine psychosociale, est inspiré par les hypothèses de l'interactionnisme social (Vygotski, 1934/1985, 1978) et de la psychologie sociale du développement et du fonctionnement cognitif (Doise & Mugny, 1981 ; Perret-Clermont, 1986 ; Gilly, 1990). D'une part, nous trouvons l'importance qu'attache Vygotski aux interactions sociales qui permettent le passage des régulations interpersonnelles vers un développement intrapersonnel. Les transformations de l'enfant, conditionnées par son activité dans le système des rapports sociaux, mobilisent non seulement un développement de ses facultés, mais aussi des changements fondamentaux dans la sphère des besoins et des motivations. D'autre part, les travaux de recherche sur les mécanismes mentaux qui articulent la dynamique sociale et la dynamique individuelle soulignent l'importance majeure des interactions sociales pour les progrès cognitifs des enfants. Malgré quelques différences entre les diverses approches, dans l'ensemble, ces recherches donnent la priorité à une micro-analyse des changements conceptuels, dans des situations de communication et d'interaction où nous pouvons constater les bénéfices que provoquent le conflit cognitif ou socio-cognitif, le marquage social, la coordination des points de vue, la co-construction, la confrontation avec désaccord etc.

Le deuxième point de vue théorique qui influence notre recherche, animé quand même par le précédent, part d'une approche plutôt didactique puisqu'il tend à analyser les rôles, les fonctions et les actions des enseignants et des élèves pendant les interactions didactiques en sciences physiques (Dumas-Carré & Weil-Barais, 1998 ; Dumas-Carré & Weil-Barais, 1999). Selon Weil-Barais et Dumas-

... et la recherche
sur deux types
d'interventions
didactiques :
la tutelle...

... et la médiation

Carré (1998), nous pouvons distinguer deux types d'interactions didactiques : la tutelle et la médiation. Dans la conception de la tutelle, l'enseignant "... est un tuteur qui exerce une action sur l'élève (il propose à l'élève des situations et des questions, il oriente son activité, il réduit les possibles, il lui propose des sous-buts, il lui montre, il l'informe etc.) et explique" (opus cit. p. 5). Dans la conception de la médiation, l'enseignant "... est médiateur au sens où il est un intermédiaire, d'une part entre le monde des connaissances et des pratiques scientifiques et, d'autre part, les élèves. Sa fonction est de négocier avec les élèves des changements cognitifs. Ces changements portent à la fois sur les questions à traiter, les dispositifs expérimentaux pertinents, les procédés, les modèles explicatifs, les systèmes des représentations symboliques, les formes de causalité ainsi que sur les formes des échanges entre les personnes." (opus cit. p. 6).

Les directions d'analyse des interventions des enseignants qui sont orientées vers les raisonnements et les activités des enfants correspondent aux différents champs d'identification socio-cognitifs (Dumas-Carré & Goffard, 1998, p. 147-148) : le champ des savoirs disciplinaires, le champ pédagogique constitué par les conceptions et les connaissances des enseignants sur la gestion de la classe, du travail et des relations, le champ des choix didactiques des enseignants, et le champ de leurs croyances et valeurs à propos de la science.

Ces deux points de vue théoriques prescrivent un cadre très intéressant pour l'étude du déploiement des activités de sciences physiques par les jeunes enfants. En effet, d'une part, l'ancrage dans la position théorique selon laquelle le développement de l'intelligence a une nature sociale et, d'autre part, l'orientation de la recherche vers l'étude consacrée aux interactions pour l'appropriation du savoir scientifique à l'âge préscolaire nous ont permis de mettre en valeur les efforts pour le franchissement des obstacles des jeunes enfants et la construction de modèles précurseurs.

2. LA PROBLÉMATIQUE MÉTHODOLOGIQUE

La démarche des recherches que nous effectuons est classique et comporte habituellement le pré-test, l'intervention didactique et le post-test. Au niveau de l'analyse, nos efforts portent sur des plans quantitatif et qualitatif. Nous présentons ensuite très vite les éléments méthodologiques généraux de notre approche.

Au pré-test, dans une perspective descriptive, nous examinons les représentations des élèves de la grande section de maternelle sur un concept ou un phénomène physique par le biais d'un entretien individuel, avant qu'ils n'en reçoivent un enseignement systématique à l'école maternelle. Tout

à partir d'une
démarche
"pré-test,
intervention
didactique,
post-test" ...

d'abord, nous demandons aux enfants des prévisions, des descriptions et des explications à propos des tâches données. Une analyse du contenu des réponses nous permet d'effectuer un diagnostic, d'établir des catégories de représentations des enfants et de formuler des objectifs-obstacles qui nous aident à la construction des modèles précurseurs. Le repérage de ces représentations nous permet d'identifier des enfants qui ne sont pas en mesure de fournir des réponses compatibles avec les modèles scientifiques. Il s'agit d'élèves qui, à cause d'obstacles divers, font preuve d'un type de raisonnement que nous pourrions qualifier d'insuffisant par rapport aux modèles précurseurs à construire.

Après ce pré-test, les enfants participent aux interactions de tutelle et/ou de médiation ajustées aux éléments des modèles précurseurs, conduites par un expérimentateur/maître qui apporte très peu d'informations, et visant à la déstabilisation, au franchissement de leurs obstacles et à la reconstruction de leurs représentations. Chaque séquence d'enseignement se consacre à une unité didactique donnée, porte sur des tâches diverses et se réalise en petits groupes d'élèves ou individuellement. La relation entre les partenaires de l'interaction est asymétrique.

Quelques jours ou semaines après l'intervention didactique, nous passons un post-test dans le but de mettre en évidence les transformations éventuelles dans le raisonnement des enfants.

... vers une analyse
qualitative

L'analyse qualitative porte surtout sur les pratiques de la tutelle et/ou de la médiation mises en place par les enseignants, pratiques guidées toujours par les interactions avec les enfants. Après transcription des dialogues du corpus recueilli, nous les découpons en épisodes. Chaque épisode comporte un ensemble d'échanges entre les enfants et le maître autour d'un obstacle bien prédéterminé. L'étude de ces échanges permet, d'une part, l'identification de la structure du mode d'intervention du maître et, d'autre part, le contrôle, la validité et les limites de la pertinence des situations didactiques choisies et des interactions tutorielles et/ou médiatrices.

Dans cet article, nous présentons seulement quelques aspects de l'analyse qualitative des interventions didactiques, dans le but d'expliquer la construction des schémas que nous appelons *stratégies des interactions didactiques* en insistant plutôt sur les choix didactiques de la procédure.

3. LES STRATÉGIES DES INTERACTIONS DIDACTIQUES

L'analyse d'un ensemble de séquences didactiques sur différents concepts et phénomènes physiques dans le cadre de

une classification des stratégies des interactions didactiques avec les enfants d'âge préscolaire : quatre approches différentes

recherches diverses nous a conduit à une classification des stratégies des interactions didactiques avec les enfants d'âge préscolaire. Dans cette partie de l'article, nous ne présentons que les caractéristiques générales du déroulement de quatre stratégies, des éléments de modèles précurseurs à construire, des exemples de situations didactiques et de dialogues entre maîtres/expérimentateurs et élèves et aussi les analyses des interactions.

3.1. La stratégie "prédiction - constat - interprétation"

les phases de la stratégie

Une stratégie d'intervention didactique repérée est la suivante :

- demande de prédiction,
- réalisation d'une expérience,
- demande d'observation plus ou moins guidée,
- formalisation du résultat de l'observation relatif à la prédiction demandée,
- demande d'explication et d'interprétation du phénomène.

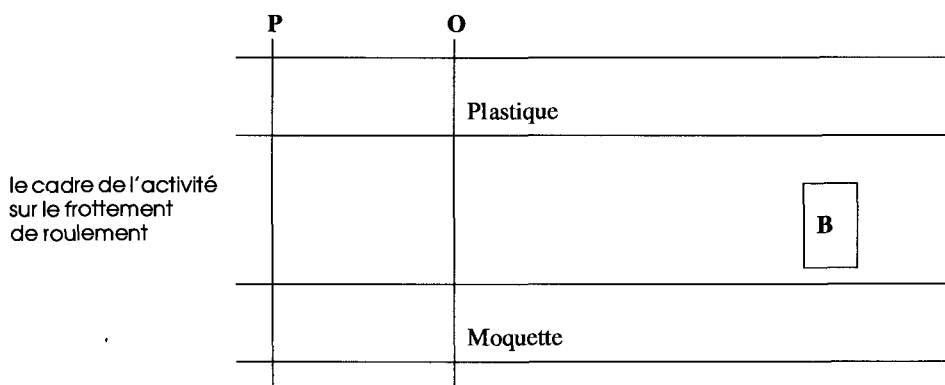
Nous présentons ci-dessous un exemple caractéristique de cette stratégie (Ravanis, 1999b).

les corps lourds ou légers et les matières lisses ou rugueuses : objectifs-obstacles pour la construction d'un modèle précurseur du frottement de roulement

Un modèle précurseur pour la construction du phénomène du frottement de roulement comporte la reconnaissance du rôle de deux éléments des objets qui sont en contact : a) la distinction entre les corps lourds et les corps relativement légers et b) la distinction entre les matières rugueuses et les matières lisses des surfaces en contact. Nous avons formulé ce modèle précurseur en tenant compte, d'une part, de l'analyse du modèle savant et, d'autre part, des obstacles observés dans la pensée des enfants. Les difficultés des enfants ont été constatées au cours d'un pré-test dans lequel nous avons demandé aux enfants des prévisions et des explications à propos du mouvement sur un plan horizontal de trois sphères de même volume et de différents poids et matières de surface. En analysant les entretiens, on a trouvé que ces deux variables constituent des obstacles à la compréhension du frottement. Fréquemment, les enfants ne se réfèrent pas aux différences de corps légers ou lourds et surtout n'attachent pas d'importance aux matières rugueuses ou lisses des surfaces des sphères. Ainsi, nous avons fait de ces obstacles les objectifs de notre intervention didactique qui vise à conduire les enfants à leurs dépassements et à la construction du modèle précurseur.

Dans le cadre de l'intervention didactique, pour qu'on puisse mettre en mouvement une voiture-jouet d'enfant (à friction), on la fait reculer de la position O à la position P et puis on la laisse rouler (figure 1). Avec cette technique, les enfants reconnaissaient facilement que les conditions initiales de mouvement de la voiture restent toujours identiques.

Figure 1. Dispositif pour l'étude du phénomène du frottement



L'activité comprend trois phases. Dans la première, on laisse la voiture rouler à partir de la position P sur un couloir en plastique, "pour que le conducteur aille au bureau (position B)". Dans la deuxième phase, on charge la voiture d'un poids et on demande aux enfants de prévoir si elle arrivera à la position B en roulant sur le même couloir. On leur demande aussi de nous expliquer leur raisonnement et, après leur prévision, on laisse la voiture qui s'arrête avant la position B. Dans la troisième phase, la voiture se déplace sur un couloir tapissé de moquette. On demande aux enfants de prévoir si la voiture va arriver à la position B, d'expliquer leur raisonnement et, après leur prévision, on laisse la voiture qui s'arrête également avant la position B. Au cours de ces trois phases, se réalisent les processus d'interaction didactique. Examinons un exemple dans lequel la voiture se déplace sur de la moquette. Nous présentons l'extrait d'un dialogue avec Georges, un enfant de 5 ans et 10 mois.

1. Expérimentateur (E) : *Maintenant Georges, le conducteur veut aller au bureau (position B) en prenant ce chemin (couloir en moquette). Qu'est-ce que t'en dis ? Si on le laisse, il va arriver à son bureau ?*
2. Georges (G) : *... Il va arriver... si on le laisse, il va arriver avec sa voiture.*
3. (E) : *Voyons (on laisse la voiture qui s'arrête avant la position B).*
4. (G) : *Non, il n'est pas arrivé au bureau.*
5. (E) : *Pourquoi il n'est pas arrivé ?*
6. (G) : *Parce qu'il s'est arrêté avant.*
7. (E) : *Et pourquoi il s'est arrêté avant ?*
8. (G) : *Peut-être qu'il ne voulait pas y aller ?*
9. (E) : *Non, non, il voulait y aller, ça on le sait.*

une situation d'intervention didactique du type "prédiction - constat - interprétation"

10. (G) :
11. (E) : *Mais avant, quand il avait pris un autre chemin, il est arrivé à son bureau.*
12. (G) : *Oui, il avait pris un autre chemin.*
13. (E) : *Pourquoi il y était arrivé avec l'autre chemin alors que maintenant il ne peut pas ?*
14. (G) : *... Je ne sais pas... je ne comprends pas... puisque les chemins sont pareils...*
15. (E) : *Ils sont pareils les deux chemins ?*
16. (G) : *... L'un est à côté de l'autre... Ils sont pareils... mais... (il touche le couloir en moquette puis il regarde tantôt le premier passage, tantôt le second).*
17. (E) : *Mais ?*
18. (G) : *... Je ne sais pas...*
19. (E) : *Qu'est-ce que tu penses... dis-moi ce que tu penses...*
20. (G) : *Que celui-ci (moquette) est plus... plus dur... plus difficile.*
21. (E) : *Et qu'est-ce qui arrive s'il est plus dur et plus difficile ?*
22. (G) : *La voiture ne peut pas avancer... c'est difficile...*
23. (E) : *Et sur le plastique ?*
24. (G) : *Là, elle roule facilement, le plastique brille.*

l'analyse :
 médiation vers le
 champ des savoirs
 disciplinaires

Nous voyons dans cet extrait que l'enfant n'a pas prévu correctement la position d'arrivée de la voiture et qu'il n'a pas pu expliquer le résultat de l'expérimentation (1-10). Ces constatations imposent à l'expérimentateur de conduire les échanges vers deux destinations : la recherche de la raison pour laquelle la voiture n'est pas arrivée jusqu'à la position B et la comparaison d'une caractéristique de la matière-moquette et de la matière-plastique (11-24). Ici nous pouvons distinguer une procédure de la médiation orientée surtout vers le champ des savoirs disciplinaires, étant donné que l'enjeu de la conversation est l'acquisition d'une notion en termes de franchissement d'un obstacle prédéterminé. Dans ce cadre, l'enfant exprime sa prédiction, constate l'incohérence de celle-ci et du résultat d'expérimentation et, dans des circonstances de guidage, il crée des relations qui lui permettent le passage du comportement et de la nature des objets différents et isolés (voiture, plastique, moquette) à l'interprétation de l'ensemble des situations en termes d'interaction d'objets.

gestion délicate
 de l'hésitation
 de l'enfant et
 questionnement
 intensif

Aux niveaux pédagogique et didactique, nous pouvons voir la gestion délicate de l'hésitation de l'enfant (16-24) et aussi le questionnement intensif afin de conduire l'enfant à la formalisation de l'ensemble des résultats aux trois phases de l'activité. L'expérimentateur évite de donner des informa-

tions, il aide l'élève à expliciter ses raisonnements et facilite la formulation des conclusions de l'enfant.

L'utilisation d'une stratégie du type "prédiction – constat – interprétation" a conduit un certain nombre d'enfants au dépassement de deux obstacles déjà évoqués et à la construction d'un modèle précurseur qui attribue la difficulté du roulement d'un objet sur un plan horizontal aux estimations du type "le mouvement est plus difficile pour les corps lourds et/ou rugueux".

3.2. La stratégie "décentration – coordinations des centrations"

Un autre type d'intervention didactique comporte les éléments suivants :

- demande de description et/ou d'explication d'un phénomène et questionnement correspondant,
- identification des centrations des enfants qui ne facilitent pas la construction des éléments d'un modèle précurseur,
- répétition/reformulation du questionnement jusqu'à interruption du dialogue,
- déplacement des centrations des enfants et focalisation de l'interaction sur un point de vue alternatif.

les phases
de la stratégie

Nous présentons un exemple typique de cette stratégie (Ravanis & Bagakis, 1998).

Dans cette activité, nous essayons de conduire les enfants à la construction d'un modèle précurseur pour le phénomène de l'évaporation, dont les éléments articulés sont les suivants : (a) l'eau qui bout, (b) la formation des bulles qui montent vers la surface de l'eau et (c) la vapeur qui se dégage dans l'air environnant. Cette décision a été prise parce qu'au cours d'un pré-test où nous avons chauffé et fait évaporer une certaine quantité d'eau dans un plat métallique, nous avons remarqué que les enfants avaient réalisé des centrations sur certains des éléments de la situation expérimentale, mais qu'ils ne pouvaient utiliser ces éléments comme parties du schéma descriptif même de l'évaporation. Par exemple, les enfants remarquent la formation de bulles, mais ils s'occupent uniquement de leurs dimensions, sans observer leurs mouvements, ou souvent les enfants se réfèrent à la vapeur qui "sort du récipient", mais ils ne considèrent pas la diminution de la quantité d'eau. Ces centrations constituent des obstacles à la construction du modèle précurseur évoqué lorsqu'elles empêchent l'élaboration de nouvelles représentations du phénomène.

les bulles qui
montent et la
diminution de la
quantité de l'eau :
objectifs-obstacles
pour la construction
d'un modèle
précurseur de
l'évaporation

Ainsi nos objectifs-obstacles sont de faire construire les connaissances suivantes : (a) dans l'eau qui bout se forment des bulles qui montent vers la surface, elles éclatent et l'eau se dégage en vapeur dans l'air, et (b) l'eau du récipient diminue et se retrouve dans l'environnement. Dans le processus d'intervention didactique, nous avons, d'une

le cadre
de l'activité sur
l'évaporation
de l'eau

part, réalisé l'évaporation d'une petite quantité d'eau à l'intérieur d'un récipient transparent qui est chauffé à la flamme d'un réchaud de camping et, d'autre part, nous avons demandé aux enfants d'imaginer un petit conte sur "l'eau qui est partie", et aussi de classer quatre dessins qui représentaient les phases successives de l'évaporation d'une certaine quantité d'eau. Pendant l'évolution du phénomène de l'évaporation d'eau dans le récipient où le niveau initial de l'eau avait été marqué par une ligne rouge, nous avons essayé d'orienter les enfants vers des centrations et des raisonnements dominés par les éléments du modèle précurseur. Nous donnons plus bas un exemple caractéristique de cette stratégie. Il s'agit de l'extrait d'un dialogue avec Héléne, une petite fille de 5 ans et 11 mois.

1. Expérimentateur (E) (l'eau a été chauffée pendant quelques minutes et les premières bulles ont déjà commencé à se former) : *Maintenant l'eau est suffisamment chaude. Tu vois quelque chose dans l'eau ?*

2. Héléne (H) : *Oui, il y a des bulles.*

3. (E) : *Et les bulles, où est-ce qu'elles vont ?*

4. (H) : *Elles se collent au fond et à côté (elle montre les parois du récipient).*

5. (E) : *Elles ne vont pas ailleurs ?*

6. (H) : *Non.*

7. (E) : *Elles restent toujours collées au fond ?*

8. (H) : *Maintenant elles deviennent plus grandes. Elles sont de plus en plus grandes.*

9. (E) : *Ah... elles sont plus grandes... elles bougent ou elles restent immobiles ? Elles changent de place ?*

10. (H) (elle observe attentivement) : *Oui, elles s'en vont... elles se décolent et elles s'en vont.*

11. (E) : *Et où vont-elles ? C'est-à-dire, est-ce que tu peux me dire, Héléne, comment elles se déplacent ?*

12. (H) : *Les grandes s'en vont puis elles reviennent dans l'eau.*

13. (E) : *C'est-à-dire qu'elles ne restent pas immobiles ? Tu peux suivre une bulle pour me dire d'où elle part et où elle va ?*

14. (H) (elle observe pendant assez longtemps en suivant du regard le parcours d'une des bulles vers la surface de l'eau) : *... Où elle va ?*

15. (E) : *... Oui. Puisqu'elles ne restent pas immobiles (les bulles). Voyons comment elles se déplacent.*

16. (H) : *Elles ne restent pas dans l'eau.*

17. (E) : *Et où elles vont ?*

18. (H) : *Elles se décolent et elles montent... elles montent toutes et quand elles arrivent, c'est comme si... comme si...*

une situation
d'intervention
didactique du type
"décentration -
coordinations
des centrations"

elles éclataient... oui, elles éclatent... et il y a des morceaux qui s'envolent... comme des gouttes...

19. (E) : *Et où vont ces gouttes ?*
20. (H) : *... Elles s'en vont... elles vont dans l'air...*
21. (E) : *... Elles vont dans l'air. C'est-à-dire ?*
22. (H) : *Les gouttes vont dans l'air, c'est-à-dire en haut...*
23. (E) (l'eau a baissé suffisamment par rapport à son niveau initial) : *Bien. Voyons maintenant l'eau à l'intérieur du récipient. Il y en a autant qu'avant... quand on a commencé à chauffer l'eau ?*
24. (H) : *Avant ? Vous ne m'aviez pas montré qu'elle était au rouge ? (Le niveau de l'eau arrivait à la ligne rouge.)*
25. (E) : *Oui, au rouge. Elle y est encore ?*
26. (H) : *Non, elle est descendue... il y en a moins... (elle regarde le récipient avec insistance en changeant de position et d'angle optique).*
27. (E) : *Où est allé le reste de l'eau ?*
28. (H) : *Où il est allé ? Vous m'aviez demandé la même chose l'autre fois et je ne savais pas... (elle se réfère à un autre processus expérimental durant le pré-test).*
29. (E) : *Oui, je te l'avais demandé. Maintenant tu peux penser à quelque chose ? Pourquoi il y a moins d'eau ?*
30. (H) : *Elle va finir, comme l'autre fois ?*
31. (E) : *Nous allons attendre pour voir. Donc, est-ce que tu as pensé à où se trouve le reste de l'eau ?*
32. (H) : *Je pense à ce qu'on disait avant.*
33. (E) : *C'est-à-dire ? Qu'est-ce qu'on disait avant ?*
34. (H) : *On disait que les bulles et les gouttes vont dans l'air...*
35. (E) : *Et alors ? Explique-moi.*
36. (H) : *Pendant que les gouttes montent et vont dans l'air... euh... l'eau finit.*

Dans cette séquence, l'expérimentateur est confronté à quelques concentrations de l'enfant correspondant à des caractéristiques du dispositif expérimental qui ne sont pas pertinentes pour la construction du modèle précurseur, puisque la petite fille se centre sur le volume des bulles, sur les "gouttes" ou plus tard sur la situation du pré-test. Ainsi l'axe principal du déroulement des interactions est, d'une part, un effort continu pour la décentration de l'enfant et, d'autre part, un guidage qui oriente vers des concentrations nouvelles compatibles avec le modèle. En réalité, l'enfant se réfère directement aux bulles (1-2). Sous le guidage du maître la centration sur les bulles devient de plus en plus opérationnelle. La pensée de la petite fille passe de la place (3-7) et du changement de volume des bulles (8) à leur

l'analyse :

mouvement (9-15). Ensuite, les échanges sur ce mouvement conduisent à une centration sur l'éclatement des bulles et le passage des "gouttes" dans l'air (16-22). Cette centration permet aussi à l'enfant une approche de la diminution de la quantité de l'eau qui évoque la conservation de la masse (30-36).

tutelle vers
la coordination
des centrations

L'expérimentateur questionne pour atteindre la coordination des centrations enfant-adulte en adoptant l'hypothèse selon laquelle les progrès cognitifs peuvent découler d'un accord des points de vue, produit d'une communication relative. L'acceptation de cette hypothèse inspire au champ des choix didactiques une organisation des interventions tutorielles du maître très "fermée", c'est-à-dire visant à conduire les enfants à des centrations bien prédéterminées. Au niveau pédagogique, nous constatons que la parole de l'expérimentateur s'est toujours exprimée sous forme de questions étant donné qu'il ne veut pas utiliser un modèle de transfert des connaissances mais un modèle de construction des connaissances par régulation sociale. Il demande aussi à l'enfant d'exprimer et d'explicitier ses observations et ses raisonnements, décision que nous pouvons attribuer au champ des croyances personnelles de l'expérimentateur à propos de la science.

La stratégie du type "décentration - coordinations des centrations" s'est révélée très féconde dans le cas des interactions didactiques sur le phénomène de l'évaporation. En réalité, on a constaté qu'après les interactions didactiques les enfants sont capables de proposer l'évolution du chauffage d'un liquide en termes d'ébullition, de mouvement des bulles vers la surface et de production de vapeur.

3.3. La stratégie "élargissement du domaine de l'expérience"

Les phases du déroulement d'une autre stratégie fréquente sont les suivantes :

les phases de
la stratégie

- demande de réalisation d'une activité,
- constatation des obstacles insurmontables à cause de la limitation des références empiriques des enfants,
- introduction d'une information supplémentaire focalisant l'attention sur l'objectif-obstacle et proposition d'actions nouvelles,
- interaction pour l'élaboration de la nouvelle expérience.

Par la suite, nous présentons un exemple de la stratégie de l'élargissement du domaine de l'expérience (Ravanis, 1994).

les comportements
différents
des matériaux
magnétiques ou non
magnétiques et les
forces de répulsion...

Une initiation des enfants au magnétisme présuppose la construction des propriétés magnétiques élémentaires, c'est-à-dire : (a) la découverte des propriétés d'attraction des aimants sur des matériaux magnétiques, (b) la distinction entre les matériaux magnétiques et non magnétiques, et (c) la découverte des propriétés d'attraction et de répulsion

... objectifs-obstacles pour la construction d'un modèle précurseur du magnétisme

entre les aimants. Ces trois éléments constituent les bases d'un modèle précurseur à élaborer en travaillant avec les enfants. Quand les enfants d'âge préscolaire jouent avec les aimants et les matériaux magnétiques ou non magnétiques, nous constatons qu'ils découvrent très facilement les propriétés d'attraction. Mais dans notre recherche nous avons trouvé certains enfants qui ignorent, d'une part, les comportements différents des matériaux magnétiques ou non magnétiques et, d'autre part, les forces de répulsion. Ces difficultés proviennent d'une faiblesse des enfants à intérioriser des observations du monde extérieur et limitent le développement des activités qu'ils déploient avec les aimants. Ainsi deux objectifs-obstacles ont été formulés : la distinction des matériaux quant à la question de l'aimantation et la découverte de la répulsion entre les pôles magnétiques identiques.

le cadre de l'activité sur la découverte de la répulsion entre les pôles magnétiques identiques

Nous allons donner un exemple de la troisième stratégie sur les interactions pour faire face au deuxième objectif-obstacle, en présentant l'extrait d'une activité. Un groupe de deux enfants joue avec des aimants et avec différents petits objets. Les enfants ont déjà découvert que certains objets sont attirés par les aimants alors que d'autres ne le sont pas. De même, ils connaissent déjà la propriété d'attraction entre les aimants. Dans l'intention de leur faire découvrir la propriété de répulsion entre les pôles identiques des aimants, nous demandons aux enfants de pousser avec un aimant un autre aimant mais sans qu'ils se touchent. Au dialogue ci-dessous ont pris part : Maria, une fille de 5 ans et 3 mois et Andréas, un garçon de 5 ans et 8 mois.

1. Expérimentateur (E) : *Est-ce qu'on peut pousser avec cet aimant celui que tient Maria mais sans qu'ils se touchent ?*
2. (M) : *Ça veut dire comment ?*
3. (E) : *Est-ce qu'on peut le faire changer de place mais sans le toucher avec celui que tu tiens ?*
4. (A) : *Ce n'est pas possible parce qu'ils vont se coller.*
5. (M) : *Voilà. Quand je l'approche, il se colle (elle approche les pôles magnétiques opposés et les aimants s'attirent).*
6. (E) : *Les aimants collent toujours ?*
7. (A) : *C'est ce qu'ils font tout le temps... Ils ne font que se coller à un tas de choses...*
8. (E) : *Et entre eux, ils se collent ?*
9. (A) : *Ils se collent... voilà, regardez... (il utilise l'aimant de Maria et répète son action).*
10. (E) : *Bien... mais un aimant peut pousser l'autre sans s'y coller ?*
11. (A) : *Ces bouts de papier ne se collent pas...*
12. (E) : *Oui, les bouts de papiers ne se collent pas, comme les autres choses que nous avons vues avant, le bois, le*

une situation
d'intervention
didactique du type
"élargissement du
domaine de
l'expérience"

plastique. Mais les enfants... je vous parle seulement des aimants. Il ne faut pas qu'ils s'attirent et se touchent mais qu'ils se repoussent l'un l'autre sans se toucher.

13. (M) : ... On ne sait pas...

14. (E) : *Voyons autre chose. Combien de couleurs ont les aimants ?*

15. (M) : *Rouge d'un côté et vert de l'autre.*

16. (E) : *Bien. Quand ils s'attirent, quelles couleurs se collent ?*

17. (M) (en hésitant, elle essaie d'approcher les pôles nord et sud) : *Le rouge avec le vert.*

18. (E) : *Maria, est-ce que tu peux mettre le vert avec le vert ?*

19. (M) : *Oui..* (elle essaie mais les aimants se repoussent).
AAAh... voilà ce que vous disiez.

20. (A) : *Je veux essayer aussi...* (il essaie en rapprochant successivement les pôles identiques puis les pôles opposés)... *Comment c'est possible ?*

21. (M) : *Quand tu mets le vert avec le vert ils se repoussent, ils ne se collent pas... quand tu mets le vert avec le rouge ils se collent.*

22. (E) : *Il nous reste à essayer le rouge avec le rouge.*

23. (M) : *C'est la même chose. Ils vont encore se repousser* (elle essaie)... *voilà.*

24. (A) : *Oui, ils se repoussent.*

25. (E) : *C'est-à-dire, qu'est-ce qui se passe, Andréas, avec les aimants ?*

26. (A) : *Ce que dit Maria. Quand c'est le rouge avec le rouge et le vert avec le vert, ils se repoussent... ils s'attirent seulement quand c'est le rouge avec le vert.*

Dans cet extrait, dès les premiers échanges des interactions tutorielles nous pouvons voir que les enfants ne connaissent que l'attraction entre les aimants. Malgré cette constatation nous suivons l'effort de l'expérimentateur pour guider les deux enfants vers l'observation et vers la découverte de la propriété de répulsion. Il répète et reformule sa question jusqu'au moment où les enfants ne répondent plus et où le dialogue s'interrompt (1-13). Cette tactique de l'épuisement, qui conduit jusqu'à la limite de rupture du dialogue, a pour but de donner aux enfants l'opportunité d'exprimer tout ce qu'ils pensent *a priori*. Ce choix, au niveau pédagogique, met en évidence la décision de respecter l'autonomie des élèves et, au niveau didactique, permet au maître de recueillir le maximum d'informations avant d'intervenir. En effet, nous pouvons souligner ici une démarche de guidage qui vise à l'autorégulation cognitive des enfants.

l'analyse : tutelle
vers la découverte
de la propriété de
répulsion...

Mais le maître, après avoir constaté la présence d'un obstacle insurmontable, introduit une information supplé-

... grâce à l'introduction d'une information supplémentaire par le maître ce qui offre un nouveau champ d'activités aux enfants

mentaire qui élargit le domaine de l'expérience des enfants et offre un champ nouveau d'activités (14-18). Dans cette piste de travail les deux enfants exploitent l'information, ils s'interrogent sur les conditions de la production de répulsion et, sous une pratique médiatrice de l'enseignant, ils élaborent ensemble une règle qui conduit leurs actions : l'attraction nécessite "*le rouge avec le vert*" et la répulsion nécessite "*le rouge avec le rouge et le vert avec le vert*" (19-26).

La mise en jeu de la stratégie d'élargissement du domaine de l'expérience a permis à la majorité des enfants de surmonter leurs obstacles et de construire le modèle précurseur présenté précédemment. En suivant le travail de ces enfants nous observons que, progressivement dans leurs activités, ils utilisent automatiquement les deux types de matériaux (magnétiques et non magnétiques) de façon correcte. Ces enfants, après l'acquisition de la répulsion, réalisent aussi des projets dans lesquels nous rencontrons aussi bien la mise en valeur de la propriété de l'attraction que celle de la répulsion des pôles magnétiques.

3.4. La stratégie "recherche et constatation de l'impossible"

les phases de la stratégie

Une autre stratégie d'intervention que nous utilisons dans quelques situations spéciales comporte les phases suivantes :

- demande de réalisation d'une manipulation impossible,
- questionnement et constatation de l'impossible,
- formulation et vérification du possible.

La situation didactique ci-dessous, qui porte sur la construction du phénomène de la formation des ombres, nous offre un exemple typique de cette stratégie (Ravanis, 1996, 1998).

la création et la place d'une ombre : objectifs-obstacles pour la construction d'un modèle précurseur de la formation des ombres

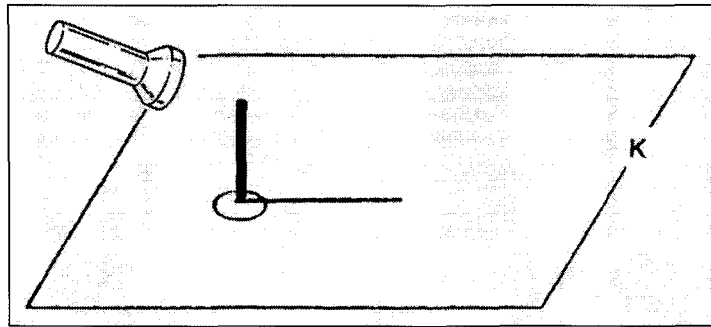
Au cours d'un pré-test, nous avons examiné les représentations des enfants d'âge préscolaire sur la formation des ombres. Durant les entretiens nous avons constaté, entre autres, deux obstacles : l'ensemble de ces enfants ne propose pas d'explications pour la formation des ombres en termes d'interception du faisceau lumineux, et aussi un grand nombre d'enfants ne propose pas correctement la région de l'espace où peut se trouver l'ombre par rapport à la lampe et le corps qui intercepte la lumière. Le franchissement de ces obstacles permet la construction d'un modèle précurseur dont les deux éléments principaux sont les connaissances suivantes : (a) l'ombre est une absence de lumière due à l'interposition d'un corps intercepteur, et (b) celui-ci se trouve entre la lampe et l'ombre.

Nous avons travaillé sur cette deuxième connaissance avec les enfants en utilisant la stratégie de la recherche et de la constatation de l'impossible. Nous demandons aux enfants de former l'ombre d'un bâton à des places que nous leur indiquons et de spécifier la place de l'ombre par rapport à

le cadre de l'activité sur la place du corps intercepteur par rapport à la source lumineuse et l'ombre

celle d'une source lumineuse et de l'obstacle. Après nous être mis d'accord avec les enfants sur le fait que l'ombre se forme de l'autre côté de l'obstacle par rapport à la source, nous leur avons demandé de manoeuvrer la source lumineuse de façon à ce que l'ombre apparaisse du côté de la source et non pas de l'autre côté (figure 2). Nous présentons l'extrait d'un dialogue avec Philippe, un enfant de 5 ans et 5 mois.

Figure 2. Dispositif pour explorer les positions relatives source/ombre



1. Expérimentateur (E) : *Maintenant, Philippe, je veux qu'on réfléchisse à si on peut former l'ombre entre la lampe et le bâton.*
2. Philippe (P) (il regarde successivement la torche et le bâton et, en hésitant, déplace la torche éteinte vers le point K) : *... Nous pouvons si on la met ici.*
3. (E) : *Il faut allumer la torche.*
4. (P) (il allume la torche, forme l'ombre et regarde avec insistance) : *... Non... Ça ne marche pas.*
5. (E) : *Ça ne marche pas. On peut faire autre chose ?*
6. (P) : *... Si on fait ça plus vite ?*
7. (E) : *Qu'est-ce qu'on doit faire plus vite ?*
8. (P) : *Si on bouge la torche plus vite ?*
9. (E) : *Tu veux essayer ?*
10. (P) : *Voyons si ça marche* (il éteint la torche et la ramène à sa position initiale).
11. (E) : *Peut-être qu'il faut garder la torche allumée ?*
12. (P) : *Oui* (il l'allume et forme l'ombre du bâton).
13. (E) : *Maintenant donc l'ombre est de ce côté (point K).*
14. (P) : *D'accord. Je vais la bouger d'un coup.*
15. (E) : *Et qu'est-ce que tu crois qu'il va se passer ?*
16. (P) : *... La torche ira du côté où se trouve l'ombre... peut-être qu'elle restera là...*

une situation d'intervention didactique du type "recherche et constatation de l'impossible"

17. (E) : *Voyons ce qui va se passer...*
 18. (P) (il essaie deux fois en déplaçant très vite la torche vers le point K) : *L'ombre, elle s'en va de nouveau. Quand on bouge la torche de ce côté, elle va là... et quand on la bouge de ce côté, elle va ici.*
 19. (E) : *Alors ? On peut former l'ombre du côté de la torche ?*
 20. (P) : *Moi je la vois (l'ombre) toujours de l'autre côté... je crois que ce n'est pas possible... vous pouvez le faire vous ?*
 21. (E) : *Non, personne ne peut.*

l'analyse :

Nous pouvons voir dans cet exemple un type d'intervention didactique médiatrice qui vise à conduire la pensée des enfants à une contradiction entre leurs prévisions et le résultat de l'expérience qu'ils réalisent. Après le premier échec de l'enfant (1-4), le maître accepte la nouvelle idée de l'élève pour la formation de l'ombre et lui propose un contrôle expérimental. Les efforts réalisés aboutissent aux échecs successifs et le maître, face à cette difficulté, questionne, demande des précisions et focalise l'attention de l'enfant (5-18), et finalement le conduit à la formulation du résultat indésirable (19-21).

tutelle vers
la création d'un
conflit cognitif

Au niveau didactique, il s'agit de la création d'un conflit cognitif. Notons cependant que la planification et le guidage systématique de l'élève pendant le travail expérimental soutenaient d'une manière décisive la reconnaissance de ce conflit. C'est-à-dire que, dans le cadre du déploiement d'une activité didactique expérimentale, la perturbation de la pensée des enfants a, en même temps, une nature aussi cognitive que sociale. Au niveau pédagogique, en ce qui concerne le système des croyances du maître, cette stratégie peut être un effort d'exploitation de la surprise provoquée dans l'esprit par un phénomène scientifique inattendu. Ainsi, après la constatation de l'impossible par l'enfant, nous trouvons dans la situation de l'interaction un questionnement continu par l'expérimentateur jusqu'à la formulation de ce qui est possible et impossible.

Cette stratégie conduit à un conflit médiatisé par l'expérimentateur et elle aide les enfants à construire le deuxième élément du modèle précurseur de la formation des ombres, c'est-à-dire la position d'une ombre par rapport à l'objet et la lampe.

4. DISCUSSION

l'interaction
didactique peut
conduire les petits
enfants...

Les résultats qualitatifs de la plupart de nos recherches, dont nous avons présenté quelques aspects dans cet article, renforcent notre hypothèse selon laquelle la participation des enfants d'âge préscolaire à certaines interactions sociales-didactiques peut conduire au franchissement des

... à la construction des modèles précurseurs pour l'initiation aux objets et aux phénomènes du monde physique ainsi qu'aux concepts des sciences physiques

obstacles et à la construction des modèles précurseurs, c'est-à-dire provoquer un progrès cognitif au niveau du développement de la pensée physique. En effet, l'utilisation des quatre stratégies, dont nous avons présenté quelques exemples ci-dessus, facilite chez les jeunes élèves l'élaboration cognitive des éléments des modèles scientifiques, dont l'appropriation permet une reformulation des descriptions premières et la proposition d'explications et/ou de prédictions.

l'efficacité en question...

Cependant ces stratégies ne sont pas toujours efficaces. Nous avons présenté ici seulement des exemples où nous observons un progrès net chez les enfants. Souvent, les procédures des interactions didactiques ne peuvent pas aider les enfants à construire de nouveaux modèles de pensée. Par exemple, certains élèves prennent plus facilement des initiatives, ils continuent d'employer les représentations acquises et ils les utilisent avec fermeté. D'autres par contre hésitent, n'expriment pas facilement leurs idées et ont beaucoup plus besoin de l'aide de l'expérimentateur. Cet échec constitue une piste d'analyse très intéressante qui vise à l'élimination des obstacles insurmontables.

Dans une autre direction d'analyse, nous pouvons constater que durant une activité scientifique nous utilisons quelquefois une combinaison des stratégies, soit par rapport au franchissement d'un obstacle, soit par rapport aux obstacles différents. En analysant un épisode ou en comparant des épisodes successifs, nous voyons clairement la nécessité du passage d'une stratégie à l'autre afin de multiplier les possibilités du développement d'interactions et de nouvelles coordinations cognitives. Quelles que soient les situations expérimentales et les stratégies générales des interventions didactiques, nous pouvons noter deux caractéristiques communes à tous ces exemples d'interaction efficace.

deux caractéristiques communes à toutes les interactions efficaces

– Tous les échanges sont fondés sur l'effort d'élaboration de situations didactiques destinées à la déstabilisation et à la reconstruction des représentations des enfants. L'idée dominante ici est que la prise de conscience par l'enfant de l'existence d'interprétations des problèmes posés autres que la sienne est une source du développement cognitif.

– Les interventions du maître/expérimentateur n'ont lieu que lorsqu'il y a risque d'interruption des dialogues, c'est-à-dire après que les élèves ont fait ou dit tout ce dont ils étaient capables. Dans tous les cas, l'enseignant leur laisse ainsi l'opportunité de s'exprimer jusqu'à la limite de leurs possibilités, mais il garde l'initiative du dialogue.

tutelle et/ou médiation ?

En ce qui concerne les types d'interactions didactiques, nous observons : soit des épisodes que nous pouvons caractériser comme purement tutoriels ou médiateurs, soit des procédures où nous constatons un jeu continu entre des interactions de tutelle et de médiation. En réalité, malgré les planifications et les préparations de chacun des deux types

d'intervention, les situations didactiques nécessitent souvent une réorientation de nos actions et une recherche de solutions "locales" opportunistes qui dépassent nos intentions et quelquefois nos objectifs. Mais nous pouvons estimer cette adaptation aux besoins cognitifs des jeunes enfants plutôt comme un choix éducatif qu'un moyen forcé ou une conséquence inévitable, étant donné que nous avons trouvé cet équilibre entre tutelle et médiation très fécond.

Les cadres théoriques et méthodologiques des quatre stratégies proposées peuvent offrir des idées et des outils intéressants aux instituteurs des écoles maternelles. Les cadres de la médiation et de la tutelle constituent pour les enfants les voies principales pour découvrir, comprendre et explorer le monde physique. Par les pratiques médiatrices et tutorielles, les enfants sont conduits à la formulation de questions intéressantes, à la recherche et à la découverte de certaines propriétés des objets et des phénomènes, à la mise en relation d'activités personnelles ou collectives avec les effets produits, et à la résolution de problèmes posés par eux-mêmes ou co-construits avec l'enseignant. Par conséquent, quelle que soit la stratégie didactique ou le type d'intervention, l'instituteur doit s'informer sur les caractéristiques des modèles scientifiques comme cadres d'activité, préparer les matériaux, décrire les objectifs-obstacles, identifier les caractéristiques du modèle précurseur, analyser les activités en utilisant des techniques diverses afin de mettre en évidence des progrès éventuels. Mais au niveau du déroulement des séquences didactiques, nous pouvons distinguer chez les instituteurs des actions différentes pour chacun des deux types d'intervention. Dans les pratiques de la médiation, les enseignants observent systématiquement les actions des enfants, les buts posés, les effets produits, en intervenant quand ils veulent proposer des pistes d'activités plus complexes et évoluées. Dans les pratiques de la tutelle, les enseignants dirigent les activités, focalisent l'attention, s'opposent aux raisonnements ou aux prévisions des enfants, réorientent leurs centrations et apportent les formulations correctes. Comme Bruner (1983, p. 263) a écrit, l'objectif des interactions de tutelle est *"une sorte de processus d'étayage qui rend l'enfant ou le novice capable de résoudre un problème, de mener à bien une tâche ou d'atteindre un but qui auraient été, sans cette assistance, au-delà de ses possibilités"*.

Les stratégies didactiques décrites dans cet article ont un caractère expérimental étant donné qu'elles correspondent à une situation d'interaction particulière : un expérimentateur-enseignant pour un groupe d'enfants peu nombreux ou pour un seul enfant. Nous orientons maintenant nos efforts vers un travail dans les classes normales des écoles maternelles afin de pouvoir vérifier si nous retrouvons les mêmes stratégies, et aussi afin d'observer si ces stratégies sont

aussi pertinentes pour surmonter les obstacles des enfants et pour conduire à la construction des modèles précurseurs.

Konstantinos RAVANIS
Université de Patras, Grèce

Je remercie vivement Andrée Dumas-Carré et Annick Weil-Barais pour leurs très intéressantes propositions et remarques sur la formulation des stratégies.

BIBLIOGRAPHIE

- BRUNER, J.S. (1983). *Le développement de l'enfant : savoir faire, savoir dire*. Paris : PUF.
- CHAUVEL, C. & MICHEL, V. (1990). *Les sciences dès la maternelle*. Paris : Retz.
- COQUIDÉ-CANTOR, M. & GIORDAN, A. (1997). *L'enseignement scientifique à l'école maternelle*. Nice : Z éditions.
- CRAHAY, M. & DELHAXHE, A. (1988a). *Agir avec les rouleaux. Agir avec l'eau*. Bruxelles : Labor.
- CRAHAY, M. & DELHAXHE, A. (1988b). *Agir avec les aimants. Agir avec les ressorts*. Bruxelles : Labor.
- DOISE, W. & MUGNY, G. (1981). *Le développement social de l'intelligence*. Paris : Interéditions.
- DUMAS-CARRÉ, A. & WEIL-BARAIS, A. (éds.) (1998). *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*. Berne : Peter Lang.
- DUMAS-CARRÉ, A. & WEIL-BARAIS, A. (1999). Interactions during scientific activities in Kindergarten. *Paper presented at IXth European Conference on Developmental Psychology*. Spetses, Greece, 1-5 September 1999.
- DUMAS-CARRÉ, A. & GOFFARD, M. (1998). Objectivation des pratiques de tutelle d'un enseignant au cours de séances de résolution de problèmes en Physique. In A. Dumas-Carré & A. Weil-Barais (éds.). *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique* (pp. 145-155). Berne : Peter Lang.
- GENZLING, J.-C. & PIERRARD, M.-A. (1994). La modélisation, la description, la conceptualisation, l'explication et la prédiction. In J.-L. Martinand (éd.). *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences* (pp. 47-78). Paris : INRP.
- GILLY, M. (1990). Mécanismes psychosociaux des constructions cognitives. Perspectives à l'âge scolaire. In G. Netchine (éd.). *Développement et fonctionnement cognitif chez l'enfant : des modèles généraux aux modèles locaux* (pp. 201-222). Paris : PUF.

- HALIMI, L. (1982). *Découvrons et expérimentons*. Paris : Nathan.
- HARLAN, J. (1976). *Science experiences for the early childhood years*. Columbus, Ohio : Charles E. Merrill Publishing Co.
- HIBON, M. (1996). *La Physique est un jeu d'enfant*. Paris : A. Colin.
- HILDEBRAND, V. (1981). *Introduction to Early Childhood Education*. New York : Macmillan Publishing Co.
- INAGAKI, K. (1992). Piagetian and post-piagetian conceptions of development and their implications for Science Education in early childhood. *Early Childhood Research Quarterly*, 7, 115-133.
- KAMII, C. (1982). La connaissance physique et le nombre à l'école enfantine. Approche piagétienne. *Pratiques et théorie, cahier n. 21*. Genève : Université de Genève.
- KAMII, C. & DE VRIES, R. (1978). *Physical Knowledge in preschool education : Implications of Piaget's theory*. New Jersey : Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- LEMEIGNAN, G. & WEIL-BARAIS, A. (1993). *Construire des concepts en Physique*. Paris : Hachette.
- MARTINAND, J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière*. Berne : Peter Lang.
- MARTINAND, J.-L. (1989). Des objectifs-capacités aux objectifs-obstacles. In N. Bednarz & C. Garnier (éds.). *Construction des savoirs, obstacles et conflits* (pp. 217-227). Ottawa : Agence d'ARC.
- PAULU, N. & MARTIN, M. (1992). *Helping your child learn science*. Washington : U.S. Department of Education.
- PERRET-CLERMONT, A.-N. (1986). *La construction de l'intelligence dans l'interaction sociale*. Berne : Peter Lang.
- RAVANIS, K. (1994). The discovery of elementary magnetic properties in pre-school age. A qualitative and quantitative research within a piagetian framework. *European Early Childhood Education Research Journal*, 2, 2, 79-91.
- RAVANIS, K. (1996). Stratégies d'interventions didactiques pour l'initiation des enfants de l'école maternelle aux sciences physiques. *Spirale*, 17, 161-176.
- RAVANIS, K. (1998). Procédures didactiques de déstabilisation des représentations spontanées des élèves de 5 à 10 ans. Le cas de la formation des ombres. In A. Dumas-Carré & A. Weil-Barais (éds.). *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique* (pp. 105-121). Berne : Peter Lang.
- RAVANIS, K. (1999a). Représentations des élèves de l'école maternelle : le concept de lumière. *International Journal of Early Childhood*, 31, 1, 48-53.
- RAVANIS, K. (1999b). Understanding friction : dialogues with five-year old children. *Paper presented at IXth European Conference on Developmental Psychology*. Spetses, Greece, 1-5 September 1999.
- RAVANIS, K. & BAGAKIS, G. (1998). Science Education in kindergarten : sociocognitive perspective. *International Journal of Early Years Education*, 6, 3, 315-327.

VALANIDES, N., GRITSI, F., KAMPEZA, M. & RAVANIS, K. (2000). Changing Pre-school children's conceptions of the day/night cycle. *International Journal of Early Years Education*, 8, 1, 27-39.

VOUTSINA, C. & RAVANIS, K. (1999). Pre-school children's ideas about light and their development : a socioconstructive perspective. *Paper presented at Third Warwick International Early Years Conference. Sharing Research in Early Childhood Education*. University of Warwick, Coventry, 12-16 April 1999.

VYGOTSKI, L.S. (1934/1985). *Pensée et langage*. Paris : Éditions Sociales.

VYGOTSKI, L.S. (1978). *Mind in society*. Cambridge : Harvard University Press.

WEIL-BARAIS, A. & LEMEIGNAN, G. (1994). Approche développementale de l'enseignement et de l'apprentissage de la modélisation. In J.-L. Martinand (éd.). *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences* (pp. 85-113). Paris : INRP.

WEIL-BARAIS, A. (1997). De la recherche sur la modélisation en physique à la formation des professeurs de physique : comment s'opère la transition ? *Colloque International : Savoirs Scolaires, Interactions Didactiques et Formation des Enseignants*. IUFM Marseille, 28-30 Avril 1997.

WEIL-BARAIS, A. & DUMAS-CARRÉ, A. (1998). Les interactions : tutelle et/ou médiation ? In A. Dumas-Carré & A. Weil-Barais (éds.). *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique* (pp. 1-15). Berne : Peter Lang.

ZOGZA, V. & PAPAMICHAEL, Y. (2000). The development of the concept of alive by preschoolers through a cognitive conflict teaching intervention. *European Journal of Psychology of Education*, XV, 2, 191-205.