

# LES SCIENCES DE 2 À 10 ANS

## L'entrée dans la culture scientifique

Christian Orange  
Élisabeth Plé

un nouvel élan pour  
l'enseignement des  
sciences à l'école ?

En France, l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école est à la mode. L'écho important de l'opération "Main à la pâte" lui a redonné toute son actualité. Tout commence en 1995, quand Georges Charpak, prix Nobel de physique, impressionné par quelques expériences nord-américaines, propose de lancer l'expérimentation de cette "nouvelle" méthode où les enfants ne sont pas "assis à écouter le maître", mais par groupes "à faire des manip" et où, "chaque jour, les enfants écrivent ce qu'ils ont fait et compris sur leur cahier d'expérience" (Charpak, 1997).

un plan de  
rénovation de  
l'enseignement  
des sciences et  
de la technologie...

Les chercheurs en didactique des sciences, d'abord un peu réticents face à une approche naïve et qui se faisait ostensiblement en dehors d'eux, ont été progressivement associés à ce renouveau. Et voilà qu'un plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école est mis en place (B.O. n° 23, juin 2000) qui, d'une certaine façon, vise à institutionnaliser et à généraliser cet élan.

Il semblait donc important de faire un point sur ce que les recherches en didactique des sciences et de la technologie avaient à dire sur l'école primaire, sans attendre les résultats des premières recherches portant explicitement sur l'opération "Main à la pâte". C'est ce que tente ce numéro d'ASTER, complété par un numéro spécial qui reprend les principaux articles concernant l'école publiés par la revue depuis 15 ans.

... après la leçon  
de choses et l'éveil  
scientifique.

Pour dépasser les aspects conjoncturels que peuvent représenter ces événements et éviter les naïvetés, la réflexion didactique se doit de les penser dans une perspective historique. C'est ce que permet la lecture, que nous propose **Pierre Kahn**, des deux grands modèles de l'enseignement des sciences à l'école, au vingtième siècle : la leçon de choses et les activités d'éveil. Leurs références épistémologiques et psychologiques ne sont pas les mêmes. La leçon de choses, tout au long des variations qu'elle a subies, valorise une approche inductive où l'observation est privilégiée. En revanche, l'éveil scientifique, fortement influencé par les travaux de Bachelard, donne la priorité à la problématisation et à la prise en compte des représentations des élèves. Il y a là une différence fondamentale. Cependant, ces deux traditions se retrouvent sur un point : malgré le fait que la leçon de choses soit centrée prioritairement sur les sciences et qu'il

existe une théorisation particulièrement poussée propre aux composantes scientifiques de l'éveil, Kahn affirme qu'elles sont, l'une et l'autre, plus des catégories pédagogiques que des catégories didactiques, en ce sens que l'une et l'autre donnent lieu à un discours qui constitue une sorte de représentation paradigmatique de l'enseignement primaire. Il voit même dans le poids croissant des didactiques dans la formation des maîtres, qui seraient venues s'opposer à ce développement pédagogique, une des causes de l'échec de l'éveil (1).

Tout cela nous donne des éléments pour interroger la "Main à la pâte" et la rénovation actuelle. Comment caractériser cette réforme par rapport à ses illustres aînées ? Si, au moins dans un premier temps, la "Main à la pâte" est comparée – par Charpak, mais aussi M. Duhamel, directeur des écoles au ministère – à la leçon de choses (2), la théorisation dont elle est l'objet conduit ses acteurs à se référer plutôt à l'éveil (voir Charpak, éd., 1996). Il est clair, en tout cas, que la rénovation qui en découle est, elle aussi, avant tout d'essence pédagogique comme en témoignent l'approche préconisée, fondée sur le questionnement et sur l'investigation, et l'affirmation de l'importance des liens interdisciplinaires. De plus, aucune référence explicite aux travaux de la didactique des sciences n'y est faite.

quelle place pour la didactique dans une rénovation essentiellement pédagogique ?

On semble donc être là dans une sorte de nécessité : de par l'organisation de l'école élémentaire et l'attachement à la polyvalence des maîtres, toute transformation se doit d'être, avant tout, de nature pédagogique. Pourtant, après quelques années d'expérimentation, les responsables de l'opération "Main à la pâte", le rapport de l'Inspection Générale sur cette opération (Sarmant, 1999) et le plan de rénovation qui va suivre disent vouloir éviter la dérive du "tout méthodologique" et insistent sur l'importance de l'apprentissage de concepts scientifiques.

Comment alors, dans cette problématique, penser la place des recherches didactiques ? C'est une question importante qui ne peut trouver de solution simple. Mais les contributions de ce numéro d'ASTER permettent de poser quelques pistes. Nous en retiendrons particulièrement trois.

- 
- (1) C'est un point qu'il faudrait réinterroger. Il semble que, contrairement à ce qui est sous-entendu par Kahn, l'arrivée des instructions officielles de 1985, qui font renaître le découpage disciplinaire, n'a pas été saluée favorablement par tous les professeurs de sciences des écoles normales.
  - (2) *"La main à la pâte, c'est en quelque sorte la leçon de choses repensée pour le XXI<sup>e</sup> siècle"* (Charpak, 1997). *"Il s'agit de remettre à l'honneur les sciences, quelque peu marginalisées dans le primaire, de retrouver nos vieilles leçons de choses en s'inspirant d'une nouvelle pédagogie venue des États-Unis"*. M. Duhamel, cité dans Ouest-France du 4 septembre 1996.

## 1. POUR UNE DIVERSITÉ RAISONNÉE DES SITUATIONS D'ENSEIGNEMENT- APPRENTISSAGE À L'ÉCOLE PRIMAIRE

L'opération "Main à la pâte" a permis, dans un cadre semi-institutionnel, une explosion d'innovations plus ou moins fondées sur l'activité intellectuelle des élèves et mettant donc en œuvre des situations d'enseignement-apprentissage relativement ouvertes. Il s'agit maintenant, d'après les propos officiels, de généraliser à l'ensemble des classes, même si, dans un premier temps, seul le cycle 3 est concerné. Or on sait que la généralisation de telles pratiques ne va pas sans difficultés. Le risque est grand alors que des aides jugées nécessaires soient données qui conduisent à une certaine fermeture et à une rigidification des séquences proposées ; et ce d'autant plus qu'on voudra éviter de retomber dans le "flou" qui semblait, pour une partie des enseignants, envelopper les activités d'éveil.

préservant l'ouverture  
et la diversité  
des situations  
d'apprentissage  
scientifique

Face à ce risque, une des premières fonctions des recherches en didactique est de proposer une variété d'analyses raisonnées de pratiques possibles (voir par exemple Astolfi et al., 1998 ; Martinand, 1993). Les contributions de ce numéro déploient une telle variété.

Ainsi **Hélène Merle** s'intéresse-t-elle à la modélisation du ciel et de la Terre au cycle 3. Cette étude de faisabilité, qui prolonge et complète des travaux menés à l'INRP et au LIREST (Pierrard, 1988 ; Genzling et Pierrard, 1994), analyse l'intérêt de mettre en jeu l'ensemble Terre-Soleil-Étoiles, en s'appuyant sur un travail au planétarium. Elle montre la possibilité pour des élèves de cet âge d'accéder à une modélisation des mouvements de la Terre et d'en comprendre la signification.

**Konstantinos Ravanis** se réfère également aux activités de modélisation pour l'initiation d'enfants de 5-6 ans aux sciences physiques. Cela prend, à cet âge, une forme particulière : il ne s'agit pas que les élèves acquièrent le modèle lui-même, mais ce qu'il appelle un modèle précurseur. Les études empiriques présentées portent sur de petits groupes d'élèves ; elles tendent à montrer que des interactions sociales à des fins didactiques peuvent conduire au dépassement des obstacles et à la construction de modèles précurseurs, par déstabilisation et reconstruction des représentations des enfants. Quatre stratégies d'interactions didactiques adaptées à cet âge sont proposées.

D'autres articles étudient des dispositifs *a priori* moins structurés. Ainsi, **Pierre Clément** et **Frédéric Gulu** s'intéressent-ils à une forme de pédagogie de projet développée par des associations pour l'éducation à l'environnement. Dans de telles pratiques, les questions qui structurent les projets sont réputées venir des élèves eux-mêmes. Les auteurs montrent

que non seulement ces questions ne sont généralement pas trouvées par les enfants et doivent beaucoup au guidage des animateurs, mais que, lorsque l'une d'elles vient effectivement des élèves, elle a toutes les chances de conduire à une impasse. Une telle pédagogie de projet est donc faussement non-directive ; ce qui ne suffit pas à remettre en cause son intérêt didactique.

D'une certaine manière, le dispositif innovant étudié par **Joël Bisault, Catherine Rebiffé, André Lavarde et Vincent Fontaine** relève également de la pédagogie de projet. Cinq classe, du CE1 au CM2, participent à une recherche sur la maison du futur. Plusieurs projets se développent, chacun à la charge d'une équipe d'élèves appartenant à des écoles différentes et qui communiquent par l'Internet. Au cours de ces activités, des écrits sont produits sous forme classique dans les classes, puis sous forme électronique, par cyber-échanges. S'ils ont certains points communs avec des écrits de travail (Vérin, 1995), les "cyber-écrits" présentent des caractéristiques particulières du fait de leur mode de production et des relations qu'ils établissent les uns avec les autres.

Les cas étudiés dans ce numéro n'épuisent bien entendu pas l'ensemble des possibles. Mais ils montrent la nécessité d'abandonner l'idée d'une forme unique d'enseignement des sciences à l'école primaire au profit d'un questionnement permanent des situations d'enseignement-apprentissage du point de vue des savoirs visés.

## **2. POUR UNE EXPLICITATION ET UN ÉLARGISSEMENT DES RÉFÉRENCES THÉORIQUES**

Analyser les dispositifs didactiques dans leur variété demande de clarifier les références théoriques qui servent de repères. Nous l'avons dit, la rénovation de l'enseignement des sciences à l'école semble, à quelques nuances près, reprendre implicitement le cadre théorique de l'éveil scientifique. Ce dernier, fondamental dans le développement de la didactique des sciences et de la technologie en France, a donc besoin d'être rappelé et réactivé. Car si l'invocation de l'activité de l'élève et du "constructivisme" semble maintenant générale, elle évite trop souvent de revenir au fond des questions sur les apprentissages. Tenter de nouveaux développements théoriques semble d'autre part nécessaire, ne serait-ce que pour prendre au sérieux la redécouverte des travaux de Vygotski.

Des incitations à de tels clarifications et prolongements conceptuels sont fournies par les contributions présentées ici. En particulier, si un certain nombre d'entre elles convoquent un cadre théorique désormais classique dans la

un nécessaire  
développement  
des cadres  
théoriques

didactique des sciences – représentations, obstacles, objectifs-obstacles, pratiques sociales de références – elles sont quelques unes à proposer des références qui viennent compléter les approches habituelles.

Ainsi **Catherine Boyer** se place-t-elle explicitement dans le cadre de la théorie des champs conceptuels de Gérard Vergnaud pour étudier, par une recherche longitudinale et développementale (du CP au CE2), l'évolution des conceptions des élèves sur la reproduction végétale. Ce cadre théorique lui permet d'analyser les processus de conceptualisation en termes d'invariants opératoires (théorèmes en acte, concepts en acte) et de mieux comprendre, en se référant à Vygotski, le passage des concepts quotidiens aux concepts scientifiques.

L'article de **Martine Jaubert** et **Maryse Reblère** montre tout l'intérêt d'une collaboration entre didacticiens du Français et didacticiens des sciences pour prendre en compte, en référence à Vygotski et Bakhtine, les liens profonds qui existent entre acquisition de savoirs et appropriation de pratiques langagières. Les auteurs ont étudié les productions écrites et orales d'une classe de CM2 lors d'un module d'apprentissage de biologie d'une trentaine d'heures. Cela les conduit à conclure que la construction des savoirs semble liée à des mises en cohérence progressives d'énoncés par les élèves, elles-mêmes facilitées par certains comportements cognitivo-langagiers. Elles notent également l'importance de controverses régulières pour aider les élèves à construire des stratégies langagières performantes du point de vue de la construction de savoirs.

On voit que ces cadres théoriques sont d'un réel intérêt et ne peuvent qu'enrichir les études sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences à l'école. Mais leur prise en compte complète demande certainement de prolonger le travail d'articulation avec les concepts plus habituels de la didactique des sciences et de la technologie.

### 3. L'ENTRÉE DANS LA CULTURE SCIENTIFIQUE

La rénovation actuellement engagée a beau se situer, nous l'avons dit, dans un discours essentiellement pédagogique, son insistance sur les apprentissages conceptuels et, plus largement, sur les contenus est bien en cohérence avec les finalités qu'elle se donne de faire entrer progressivement les élèves dans une culture scientifique et technologique. Or ce que ne signale pas une description pédagogique centrée sur l'activité de l'élève, c'est l'ensemble des difficultés que représente le passage d'une culture commune à une culture scientifique. Certes, l'école primaire n'a pas à régler seule le problème : le collège puis, éventuellement, le lycée sont là

penser les difficultés  
d'entrée dans la  
culture scientifique

pour continuer la tâche. Il reste que ces difficultés ne doivent pas être négligées et qu'elles concernent non seulement un ensemble de changements conceptuels, mais également des transformations épistémologiques et métaphysiques (voir, par exemple, Laroche & Désautels, 1992). C'est le rôle des recherches en didactique d'attirer l'attention sur cette question et de tenter de l'éclairer, ce que font plusieurs contributions présentées ici.

L'article de **Joël Lebeaume** étudie les indices utilisés par les élèves pour identifier et caractériser les moments scolaires de "découverte du monde" (cycle 2) et de "sciences et technologie" (cycle 3). S'appuyant sur des entretiens avec 78 écoliers qui suivent une séance de sciences et technologie, l'auteur analyse comment ils nomment ce moment scolaire et comment ils l'identifient et le caractérisent. Cette étude montre que les matières scolaires ne sont pas, pour les élèves, composées uniquement des caractères intrinsèques (objets de savoir, méthodologies spécifiques, nature des tâches...) mais aussi d'un ensemble de caractères extrinsèques (cahier utilisé, emploi du temps, travail de groupes...). Si certains décodent les moments scolaires selon les enseignements visés, d'autres ne perçoivent pas les apprentissages inclus dans les activités. Au total, la signification de ces disciplines n'est pas évidente pour beaucoup d'élèves qui ont alors des difficultés à accéder à une culture scientifique.

**Pierre Clément** et **Frédéric Guu**, dans leur étude de la pédagogie de projet pour l'éducation à l'environnement que nous avons présentée plus haut, montrent que le jeu de questions-réponses entre les élèves et les animateurs, qui détermine les projets des différents groupes, s'apparente assez souvent à un jeu de devinette dont les élèves n'ont pas la règle. Pourtant, c'est ce jeu qui permet aux adultes de conduire les élèves à des questions intéressantes scientifiquement. Contrairement aux idées constructivistes simples, l'apprentissage scientifique relève souvent autant d'une visite guidée que d'une exploration.

Les conditions d'accès à la culture scientifique sont également éclairées par l'étude de **Martine Jaubert** et **Maryse Reblère**. Il s'agit bien pour les élèves de s'approprier les pratiques socio-langagières de ces disciplines, qui ne sont pas les mêmes que celles qu'ils doivent acquérir, par exemple, en Mathématique ou en Histoire.

L'apprentissage des langages scientifiques est étudié d'une autre façon par l'article de **Bernard Calmettes**. Celui-ci s'intéresse au passage du dessin libre au dessin scientifique d'observation, en sciences physiques et en technologie, pour des élèves des trois cycles de l'école primaire. Cela lui permet d'identifier les difficultés que présente un tel passage : entrent en jeu la complication de l'objet représenté, l'imaginaire de l'enfant, ses conceptions ; mais aussi la non distinction entre dessin "habituel" et ce qui est attendu d'une

représentation en sciences et en technologie. Cette caractérisation des difficultés est prolongée par l'analyse d'un essai de leur dépassement, à propos de l'ombre en CM2.

concilier  
construction des  
savoirs et entrée  
dans une culture

L'entrée progressive dans la culture scientifique à l'école primaire pose donc des problèmes didactiques que l'on peut résumer, un peu brutalement, par la question suivante : comment concilier la construction des savoirs par les élèves avec leur entrée dans une culture, nécessairement normée par les objets d'étude, certes, mais aussi par des contingences historiques ? Et on sait que l'adhésion à cette norme ne viendra pas simplement de la confrontation au "réel", ni uniquement du débat d'idées entre élèves, ce qui ne veut pas dire que l'une et l'autre ne sont pas indispensables ; la question n'est pas davantage réglée par la seule "confrontation de l'opinion des enfants aux savoirs scientifiques" (B.O. n° 23, juin 2000). Il y a là un champ de recherche pour la didactique des sciences et de la technologie que ce numéro d'ASTER peut contribuer à relancer.

## CONCLUSION

pour une nouvelle  
dynamique des  
recherches  
didactiques  
sur l'école

À ce moment particulier de l'enseignement des sciences à l'école primaire, les recherches didactiques ne peuvent, ni en théorie ni en pratique, prétendre définir à elles seules ce qui doit être enseigné et comment. Elles ont cependant des éclairages spécifiques à apporter pour éviter à la rénovation en cours de s'enfermer dans des évidences et des rigidités. La didactique des sciences et de la technologie pour l'école primaire est un champ particulièrement important qui doit étudier les premiers moments de l'entrée dans la culture scientifique, au sein d'un enseignement conduit par des maîtres polyvalents. De nombreux travaux ont déjà été faits dans ce sens, en particulier au moment des activités d'éveil et dans leur prolongement, mais les thèses françaises récentes semblent montrer que les didacticiens s'intéressent moins à l'école qu'au collège et au lycée. On peut espérer que la nouvelle dynamique de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école primaire donnera l'occasion de recherches plus nombreuses.

Christian ORANGE  
IUFM des Pays de la Loire et CREN,  
Université de Nantes  
Élisabeth Plé  
IUFM de Reims

## BIBLIOGRAPHIE

ASTOLFI J.-P., PETERFALVI B., & VÉRIN A. (1998). *Comment les enfants apprennent les sciences*. Paris : Retz.

CHARPAK G. (1996). Georges Charpak : changer les sciences à l'école primaire. *La Recherche*, 304, décembre 1997.

CHARPAK G., éd. (1996). *La main à la pâte*. Paris : Flammarion.

GENZLING et PIERRARD M.-A. (1994). La modélisation, la description, la conceptualisation, l'explication et la prédiction. In J.-L., Martinand & al. *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris : INRP.

LAROCHELLE M. & DÉSAUTELS J. (1992). *Autour de l'idée de science*. Bruxelles : De Boeck.

MARTINAND J.-L. (1993). Les sciences à l'école primaire : questions et repères. In Andries B. & Beigbeder I. (coord.) *La culture scientifique et technique pour les professeurs des écoles*. Paris : Hachette.

PIERRARD M.-A. (1988). Modélisation et astronomie. *Aster*, 7, 91-102.

Plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école. *Bulletin officiel de l'Éducation nationale*, n° 23, 15 juin 2000 (note de service du 8-6-2000).

SARMANT J.-P. (1999). *Rapport sur l'opération "Main à la pâte"*, l'enseignement des sciences à l'école primaire. Paris : Ministère de l'Éducation Nationale.

VÉRIN A. (1995). Mettre par écrit ses idées pour les faire évoluer en sciences. *Repères*, 12, 21-36.

Le retour à la leçon de choses pour 8 400 élèves du primaire. Sciences : l'écologiste met la main à la pâte. *Ouest-France*, 4 septembre 1996.



# L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES, DE FERRY À L'ÉVEIL

Pierre Kahn

*La leçon de choses s'est imposée comme le paradigme de l'enseignement des sciences depuis que cet enseignement a été rendu obligatoire par Jules Ferry. En prétendant solliciter l'observation des enfants, elle sera une figure centrale d'une culture et d'une pédagogie primaires dont les normes n'évolueront guère pendant plus de 70 ans (jusqu'en 1957). À partir de la fin des années 1960, l'éveil bouleversera profondément ce vénérable modèle. Anti-positiviste et anti-empiriste, il récuse l'observation didactique ; au nom d'une approche frontale de la complexité des opérations cognitives, il s'oppose à la vieille idée d'une progression du simple au complexe ; au service d'une pédagogie moderniste prenant en compte la totalité du développement de l'enfant, il refuse l'intellectualisme traditionnel et le cloisonnement des disciplines. L'éveil scientifique est plus à cet égard le résultat particulier d'un mouvement général de rénovation pédagogiques, qu'une nouvelle didactique des sciences. Mais c'est en retournant d'une certaine façon aux sources de la leçon de choses que l'éveil prétend la dépasser : il veut réaliser le vieux rêve de l'élève actif qui était déjà celui de Jules Ferry, et même de Victor Duruy. Les transformations institutionnelles de l'école qui avaient fait naître le projet de l'éveil se retourneront cependant contre lui : une école primaire devenue propédeutique du second degré réintroduit en force les découpages disciplinaires que l'éveil avait voulu mettre en cause. Il n'est pas sûr, pour ce qui est de l'enseignement des sciences, qu'il y ait lieu de s'en féliciter.*

## 1. LA PROMOTION RÉPUBLICAINE DE L'INSTRUCTION SCIENTIFIQUE PRIMAIRE

la loi de 1882 rend les sciences obligatoires à l'école primaire

Il appartient à "l'école de Jules Ferry" d'instituer l'enseignement obligatoire des sciences à l'école primaire. La loi du 28 mars 1882 (celle même qui établit l'instruction obligatoire et la laïcité de l'enseignement) témoigne à cet égard d'une ambition culturelle inédite et même étonnante : parmi les matières qu'il incombe à l'école d'enseigner, elle mentionne, en les associant, les éléments des sciences physiques et naturelles et des mathématiques (1). Triple innovation : d'abord, les sciences physiques et naturelles entrent pour la première

---

(1) Aux termes de l'article 1<sup>er</sup> de la loi du 28 mars 1882, parmi les contenus d'enseignement de l'école primaire, figurent en sixième position "les éléments de sciences naturelles, physiques et mathématiques".

fois dans le programme “normal” de l’école primaire, dès ses premiers degrés (le Cours élémentaire) ; ensuite, sciences expérimentales et mathématiques sont présentées comme relevant d’un même type d’enseignement, comme si les sciences destinées aux jeunes et populaires élèves de “la laïque” se pensaient en référence au modèle “savant” de la physique théorique, ou au moins comme si le modèle, formalisé par le positivisme, d’un enseignement des sciences expérimentales tributaires d’un enseignement mathématique valait dès l’école primaire ; enfin, la mention même, jusque-là inouïe (2), des “mathématiques” dans le lexique de l’école primaire semble en bouleverser les paradigmes traditionnels. Les programmes du 27 juillet 1882, qui suivent la loi et la mettent en application auront tôt fait, il est vrai, de refroidir à cet égard l’enthousiasme du législateur. Les éléments des sciences physiques et naturelles qui constituent la section X de ces programmes sont désormais qualifiés d’“usuels” (qualificatif absent du texte de la loi), et le lien avec les mathématiques est rompu, d’autant plus facilement que le terme même de “mathématiques”, qui aura traversé le ciel du primaire comme une étoile filante, a disparu.

Reste cependant la première innovation, et non la moindre : l’inscription des sciences physiques et naturelles dans les programmes obligatoires de l’école. Sans doute aurait-on tort d’en majorer l’importance : les sciences expérimentales étaient prévues dès la loi Guizot (28 juin 1833) dans les écoles primaires supérieures (EPS) (3), et la loi Falloux (15 mars 1850) a fait descendre les matières prévues par Guizot pour les EPS dans l’enseignement primaire élémentaire, sous la forme d’un enseignement facultatif. Mais il ne faut pas non plus, à l’inverse, minimiser le sens de la nouveauté introduite à cet égard dans les programmes de la loi de 1882 : les EPS de la loi Guizot se sont d’autant moins développées que la loi Falloux les a privées de la sollicitude ministérielle ; quant à déclarer l’enseignement des sciences “facultatif”, dans le climat de conservatisme social et culturel qui a présidé au vote de la loi Falloux, cela revenait de fait à le rendre superflu.

Certes, l’instruction primaire a connu pendant l’Empire libéral (de 1860 à 1870) une impulsion nouvelle, grâce à Victor Duruy, ministre de l’Instruction publique de 1863 à 1869, et à Octave Gréard, son directeur de l’enseignement

- 
- (2) La loi Guizot (1833) mentionnait “le calcul des poids et mesures” pour le primaire élémentaire et les applications usuelles de la géométrie au dessin linéaire et à l’arpentage pour le primaire supérieur, mais ne parlait jamais, pour ces enseignements, de “mathématiques”. La loi Falloux (1850), qui transforme les matières des écoles primaires supérieures en enseignement facultatif du seul primaire élémentaire, n’en parle évidemment pas plus ; elle fait même disparaître le terme “géométrie”, l’arpentage et le dessin linéaire étant désormais enseignés sans référence à une discipline sans doute jugée trop savante.
- (3) L’enseignement des sciences partageait ce sort avec l’histoire, la géographie et la géométrie. La loi stipulait que cet enseignement devait être donné “*en vue de ses applications aux usages de la vie*”.

état de  
l'enseignement  
scientifique primaire,  
de Guizot à Ferry

primaire du département de la Seine. L'enseignement des sciences en a bénéficié, mais plus dans les discours dont il a alors été l'objet que dans les mesures réellement prises pour le promouvoir. Il devient désormais un enseignement d'autant plus utile aux enfants du peuple que le niveau de qualification des professions ouvrières s'est élevé (voir par exemple O. Gréard, 1878). Il reste néanmoins facultatif, ce que Gréard justifie par la "*multiplicité des matières d'études*" (*Ibid.*, p. 59) : occasionnel, il n'a ni programme ni tranche horaire réservée dans la répartition hebdomadaire de l'emploi du temps prévue par la nouvelle organisation pédagogique de 1868 ; il n'est pratiquement envisagé que pour les élèves les plus âgés, ceux du Cours supérieur, et donc, en ces temps où l'obligation d'instruction n'existait pas encore, pour les moins nombreux ; enfin, les écoles normales forment mal les maîtres à cet enseignement (4). Il semble que, pour développer l'instruction scientifique des enfants, Duruy compte davantage sur le développement des bibliothèques scolaires et de la littérature scientifique pour la jeunesse (5) (P. Kahn, 1999a). En 1878 encore, dans le climat à la fois scientifique et républicain de l'Exposition universelle, ô combien pourtant favorable à la rénovation de l'enseignement primaire et à son ouverture aux sciences naturelles, Charles Hanriot, rédacteur en chef de la toute nouvelle *Revue pédagogique*, pouvait se féliciter des promesses contenues dans la section scolaire de l'Exposition tout en trouvant normal et inévitable de laisser les sciences dans l'enseignement facultatif.

Dans ces conditions, l'introduction d'un tel enseignement dans les matières obligatoires, en 1882, correspond bien à une transformation profonde de la représentation des missions culturelles de l'école du peuple. Certes, les sciences enseignées dans cette école gardent de façon essentielle une dimension pratique et (comme l'écrivent les programmes) "usuelle" ; mais les républicains veulent désormais unir à cette finalité traditionnelle de l'école du peuple depuis Guizot une finalité d'ordre culturel sinon absolument nouvelle, au moins beaucoup plus fortement affirmée que par le passé. Le temps de l'école doit être à la fois l'occasion offerte aux enfants qui la quitteront pour la plupart à 12 ou 13 ans d'acquérir ce bagage utile qui leur servira pour la vie entière, et le moment d'une éducation générale, aussi bien physique,

- 
- (4) Ainsi n'existait-il pas de professeurs de sciences spécialisés dans les écoles normales. Il faudra attendre le décret du 5 juin 1880 pour que, à la suite du rapport que J. Ferry avait demandé à l'inspecteur général Augustin Boutan sur l'état de l'enseignement des sciences dans les écoles primaires et les écoles normales, le recrutement de ces professeurs soit organisé (voir A. Boutan, 1880).
- (5) On peut mentionner ici, à titre d'illustration, la création de la "Bibliothèque des Merveilles" par les éditions Hachette, en 1864, ou encore la "Bibliothèque d'éducation et de récréation", créée la même année par l'éditeur Hetzel (et où furent publiés les romans de Jules Verne, que Hetzel présentait comme des romans scientifiques à vocation pédagogique).

intellectuelle que morale (6), à laquelle l'enseignement des sciences doit pleinement participer.

## 2. ENSEIGNEMENT DES SCIENCES ET LEÇONS DE CHOSES

Cette instruction scientifique primaire, ainsi promue par les républicains, a pris une forme pédagogique emblématique : la leçon de choses. La place manque ici pour détailler la complexité, voire les ambiguïtés d'un tel paradigme pédagogique (voir à ce sujet P. Kahn, 2000). Pour aller à l'essentiel, je retiendrai deux déterminations principales de la leçon de choses.

la leçon de choses,  
emblème de  
l'enseignement  
scientifique primaire  
républicain

1 – Des années 1860 aux années 1880, elle a connu un double mouvement : montée des salles d'asile, où elle fut popularisée par Marie Pape-Carpantier, dans l'enseignement primaire et passage du statut de méthode générale à celui de quasi-discipline. Les prescripteurs des années 1880 la lient en effet spécialement à l'enseignement des sciences, au point d'en faire l'autre nom, ou au moins le nom pris par cet enseignement lorsqu'il s'adresse aux plus jeunes élèves. Ainsi, la section des programmes de 1882 relative aux "éléments usuels des sciences physiques et naturelles" prend-elle le titre de "leçons de choses" pour le Cours élémentaire. Mais tout le monde convient que l'esprit des leçons de choses, et notamment l'appel à l'observation et la méfiance vis-à-vis d'un enseignement des sciences trop abstrait, doit pénétrer tous les niveaux de l'enseignement primaire. Les instructions officielles ultérieures, celles de 1923 et 1938, étendront d'ailleurs au Cours moyen l'appellation officielle de "leçons de choses", et l'usage se répand rapidement de qualifier ainsi l'enseignement scientifique primaire en général. Dans ces conditions, la conception chère à Marie Pape-Carpantier d'une leçon de choses dont tout peut être l'occasion (7) est alors explicitement critiquée, par exemple dans le *Cours de pédagogie* de Gabriel Compayré ou dans l'article "Leçons de choses" du *Dictionnaire de pédagogie et d'instruction primaire* de Ferdinand Buisson, signé Narcisse Platrier, directeur de l'école normale de Versailles.

2 – Deuxième détermination : la leçon de choses scientifique est comme écartelée entre deux modèles opposés : le modèle des "connaissances usuelles" issu de la tradition d'un enseignement primaire en vue des "usages de la vie", et le modèle

(6) Les instructions officielles de 1882 et de 1887 étaient exposées selon cette catégorisation tripartite.

(7) M. Pape-Carpantier, (1868) : "Il faut d'abord vous rappeler que la leçon de choses n'est point une branche spéciale d'enseignement, mais une forme qui s'adapte à tous les sujets [...]", p. 22.

les deux modèles  
opposés de la leçon  
de choses :  
transmission de  
connaissances  
usuelles et initiation  
à la méthode  
scientifique

“épistémologique” d’une première formation à la culture positive propre à la science (P. Kahn, 1999b). J’examinerai plus loin si ce dernier modèle doit ou non au positivisme, dont on sait aujourd’hui, depuis la thèse de Louis Legrand (L. Legrand, 1961) et les analyses de Claude Nicolet (C. Nicolet, 1982), qu’il fut une des composantes majeures de la pensée républicaine de l’École, à la fin du siècle dernier. Je me limiterai pour l’instant à souligner que les axes de ces deux modèles de référence de la leçon de choses sont inverses. Le premier la tire vers une culture du concret qui doit servir de viatique à des enfants promis à la vie active dès l’âge de 13 ans – ainsi se propose-t-on, par exemple, de leur apprendre la distinction entre les animaux utiles et les animaux nuisibles, ou encore de limiter l’enseignement de la botanique aux plantes usuelles de la région. Le second modèle, au contraire, prétend faire des leçons de choses de véritables leçons d’observation : leçons *par* les choses et non *sur* les choses, dira Ferdinand Buisson (F. Buisson, 1878), grâce auxquelles l’enfant pénètre de plain-pied dans la démarche scientifique elle-même, dont, à l’époque, tout le monde (et la communauté scientifique en premier lieu) s’accorde à penser qu’elle est inductive. En commençant par observer les “choses”, l’enfant commencerait comme le savant lui-même, qui énonce les lois de la nature grâce à ses observations répétées, de sorte que, comme Paul Bert n’hésite pas à l’écrire, il n’y aurait aucune différence de nature, mais seulement de degrés, entre les leçons de choses de l’école primaire et la science authentique : *“Quand vous montrez à un petit enfant des objets noirs, blancs, rouges, verts, et que vous lui demandez de nommer ces couleurs, que faites-vous, sinon lui enseigner les éléments des sciences naturelles [...] Quand vous mettez au fond d’un verre plein de vinaigre deux cailloux, dont l’un reste intact, tandis que l’autre laisse échapper des gaz qui montent à la surface en faisant de petites bulles, à la grande joie de l’enfant, cela le frappe ; il voudra savoir pourquoi ces cailloux, en apparence semblables, se conduisent dans le liquide de manière si différente. Qu’est-ce que cela encore, sinon de la chimie, cette terrible chimie si peu comprise... même de nos bacheliers ?”* (P. Bert, 1881, pp. 396-97)

Ces deux modèles de la leçon de choses, en principe incompatibles, coexistent en fait, mais en général ils relèvent de registres discursifs différents : le premier est de l’ordre des *prescriptions* qui, prosaïquement, prétendent régler les travaux et les jours de la classe (programmes, instructions officielles...) ; le second ressortit à l’*idéologie scolaire* qui a accompagné le projet réformateur des républicains, et on le repère surtout dans les discours prononcés dans les congrès, les banquets républicains ou les cérémonies officielles (P. Kahn, 1999b).

### 3. PERMANENCE ET TRANSFORMATIONS D'UN PARADIGME, OU LA LONGUE VIE DE LA LEÇON DE CHOSSES

le paradigme  
didactique de  
l'observation

Cette ambiguïté va durer aussi longtemps que la leçon de choses elle-même, c'est-à-dire jusqu'aux instructions officielles de 1957. Ainsi lit-on, dans les instructions du 7 décembre 1945, le paragraphe suivant : *"Les leçons de choses doivent être des exercices d'observation sur les 'choses' familières aux enfants : produits naturels, produits fabriqués, animaux, végétaux, phénomènes courants, outils, métiers. Elles doivent placer les enfants devant les faits afin qu'ils s'habituent à les observer attentivement et à les décrire de façon précise, c'est-à-dire à faire, dans la mesure de leurs moyens, la première opération de la science du monde extérieur, la seule qui leur soit accessible : l'observation."* (souligné dans le texte).

En 1945 comme en 1882-1887, on le voit, peuvent donc être simultanément affirmées d'une part la destination pratique de leçons de choses portant sur des réalités "familières aux enfants", et d'autre part l'idée que si ces leçons d'observation sont la forme convenable de l'enseignement des sciences à l'école primaire, c'est que, de toutes les opérations cognitives requises par la science, elles sont épistémologiquement les plus simples.

continuité de la  
pédagogie primaire  
de 1882 à 1957

Il semble donc bien que ce soit la même conception de l'enseignement des sciences à l'école primaire qu'on retrouve à 60 ans d'intervalle (1882-1945) : même insistance mise sur l'observation, même enracinement de cette observation dans les finalités utilitaires de l'école primaire, mais aussi, et en même temps, même justification "épistémologique" d'une telle pratique pédagogique, censée représenter ce que la méthode scientifique elle-même a d'accessible aux élèves, et offrant en cela, d'une façon générale, un admirable moyen d'éducation intellectuelle. Cette continuité dans la conception de l'enseignement des sciences n'est d'ailleurs qu'un cas particulier de la permanence générale des normes de la pédagogie primaire durant cette période (voir J. Chobaux, 1967, A. Prost, 1992) (8). Mais le cas particulier des sciences est également un cas exemplaire, parce que la pédagogie de l'observation qui est préconisée pour leur enseignement est à la fois commandée par leur objet (les sciences naturelles sont des sciences d'observation) et un lieu commun pédagogique,

(8) Cette continuité se signale en général non seulement par la constance, jusqu'en 1957, de la référence des instructions nouvelles à celles du passé, mais aussi par le fait qu'elles ne réorganisent que partiellement et faiblement les méthodes et les contenus d'enseignement fixés par les anciennes instructions : les instructions de 1938 ne concernent que le cours supérieur, et celles de 1945 ne portent que sur quatre matières : histoire, géographie, calcul et leçons de choses.

et que c'est précisément en grande partie sur ce lieu commun que se construisent et se stabilisent les normes didactiques de l'école de la III<sup>e</sup> et de la IV<sup>e</sup> République. Il suffit de comparer à cet égard ce que disent respectivement les instructions de 1882-87 et celles de 1945 de l'enseignement primaire en général, pour mesurer à quel point l'écart entre elles semble ténue.

1882-87 : *"[L'enseignement primaire] est essentiellement intuitif et pratique : intuitif, c'est-à-dire qu'il compte avant tout sur le bon sens naturel [...] ; pratique, c'est-à-dire qu'il ne perd jamais de vue que les élèves de l'école primaire n'ont pas de temps à perdre en discussions oiseuses, en théories savantes, en curiosités scolastiques, et que ce n'est pas trop de cinq à six années de séjour à l'école pour les munir du petit trésor d'idées dont ils ont strictement besoin [...]. C'est à cette double condition que l'enseignement primaire peut entreprendre l'éducation et la culture de l'esprit [...] : il forme le jugement en amenant l'élève à juger, l'esprit d'observation en faisant beaucoup observer, le raisonnement en aidant l'enfant à raisonner de lui-même."* On voit bien ici "l'intuitivité" préconisée pour l'enseignement primaire – c'est-à-dire le recours à l'observation – être d'abord associée au caractère pratique de cet enseignement, lui-même clairement articulé à l'appartenance sociale d'élèves bientôt destinés à la vie active ; puis ce double caractère être ensuite proclamé apte, notamment grâce aux leçons d'observation prescrites, à satisfaire les exigences de la "culture de l'esprit".

1945 : *"Sans aucun doute ces enseignements [histoire, géographie, calcul, leçons de choses] ont pour but de donner aux élèves des connaissances utiles ; mais plus encore, ils doivent leur faire acquérir de bonnes habitudes intellectuelles et les protéger contre le verbalisme, qui est un fléau."* Même si ce texte semble faire de l'acquisition de "bonnes habitudes intellectuelles" un objectif encore plus important que la transmission de "connaissances utiles", et même s'il n'est désormais plus fait mention de la durée et de la destination sociale des études primaires, c'est toujours la même double finalité qui leur est assignée. La lutte contre le "fléau" du "verbalisme" a bien ce double sens de rendre l'enseignement concret et intuitif (par opposition à "théorique") et d'éduquer réellement et activement l'intelligence enfantine. On conçoit qu'il appartiendra par excellence à la leçon de choses, qui est le contraire d'une "leçon de mots", de mener une telle lutte. Mais là non plus, les instructions officielles de 1945 n'innovent pas, et les responsables républicains de la fin du siècle dernier (et déjà Marie Pape-Carpantier et ses émules du *Manuel général de l'instruction primaire* dans les années 1860) ne manquaient pas une occasion de désigner le verbalisme comme l'ennemi de l'enseignement primaire et la leçon de choses comme le moyen inventé pour lui régler son compte.

Doit-on donc décidément admettre que le modèle pédagogique de référence de l'école primaire en général, et de l'ensei-

gnement des sciences en particulier, fut, de 1882 à 1957, permanent ? La réponse à cette question doit être nuancée, car des variations existent bel et bien ; mais au bout du compte, elle est affirmative. Il est possible de reconstituer le sens et la dialectique de ces variations et de cette permanence en trois propositions.

*Proposition 1.* L'enrichissement du modèle initial : sur l'enfant observateur des instructions de 1882-87, celles de 1923, reprises sur ce point en 1938, renchéiront en parlant d'enfant expérimentateur : *"Dans toutes les écoles, à tous les cours, la méthode employée doit être une méthode fondée sur l'observation et l'expérience [...]. Les élèves prendront part, autant que possible, aux expériences en physique et en chimie, aux manipulations et aux dissections en histoire naturelle. Il ne sera pas toujours possible de leur laisser le rôle principal, mais, au moins, on devra éviter de leur parler de choses inconnues. Ils auront devant les yeux les objets ou les phénomènes à étudier. Ainsi, ils prendront l'habitude de voir, de fixer et de diriger leur attention, d'observer avec méthode, de préciser leurs constatations, d'imaginer, parfois, des expériences de contrôle."* (I.O. de 1923). S'observe ici, de façon patente, l'ambiguïté déjà relevée dans les instructions de 1882-87 : l'enseignement scientifique est tiraillé entre le modèle des "connaissances usuelles" et celui de la formation à l'esprit scientifique ; entre la modestie traditionnelle des finalités de l'école du peuple et l'ambition culturelle nouvelle d'une éducation de l'intelligence par les sciences, ou plus précisément par les méthodes de la science.

D'un côté, en effet, la référence à l'expérimentation en plus de l'observation s'interprète aisément comme l'intention d'aligner autant que faire se peut les conditions de l'enseignement scientifique sur celles de l'activité scientifique ; le souci de penser la science qui s'enseigne à partir de la science qui se fait. Ce souci paraît même plus fortement affirmé encore qu'en 1882. C'est en effet pour "tous les cours" de l'école primaire, c'est-à-dire à tous ses niveaux, que l'enseignement des sciences doit se fonder sur l'observation et sur l'expérience : les déclarations les plus novatrices des années 1880 n'osaient pas encore une telle généralisation, et Augustin Boutan, dans l'article "Expériences" du *Dictionnaire de pédagogie* de Buisson, ne réserve la possibilité de faire des expériences en classe (9) qu'aux degrés les plus élevés de l'école primaire, le Cours supérieur, voire les Écoles Primaires Supérieures, en laissant aux Cours élémentaire et moyen la seule observation, les pures leçons de choses et les

de l'enfant  
observateur  
à l'enfant  
expérimentateur :  
l'apport des I.O.  
de 1923

(9) Encore ne s'agissait-il que d'expériences illustratives, faites par le maître devant les élèves. On aura remarqué que les I.O. de 1923 vont en principe bien au-delà, puisqu'elles évoquent la possibilité pour les élèves d'imaginer des expériences de contrôle.



collections d'objets des musées scolaires. On le voit, loin de rompre avec les intentions des pères fondateurs de 1882, les I.O. de 1923 relatives à l'enseignement des sciences en renforcent doublement la dimension éducative. D'une part, en voulant rendre l'enfant non seulement observateur, mais expérimentateur, elles inscrivent plus nettement encore qu'en 1882 cet enseignement à l'horizon de la science "savante" des laboratoires ; d'autre part (et quelle que soit son importance effective dans l'emploi du temps), l'enseignement des sciences devient plus que jamais, dans ces conditions, le *paradigme* d'une éducation à la raison par les méthodes actives, à laquelle doit contribuer la totalité de l'enseignement primaire. C'est ce qui ressort clairement, par exemple, de l'analyse que Oscar Auriac, inspecteur général de l'Instruction publique, fait de l'apport des instructions de 1923, présentées à la fois comme la continuation et l'approfondissement des perspectives nouvelles ouvertes en 1882. L'observation et l'expérience, préconisées par les I.O. de 1923 pour l'enseignement des sciences y deviennent l'âme des études primaires en général : le rationalisme "*détermine les programmes et les méthodes de l'école primaire française. Les instructions de 1923 en définissent le caractère actif, préconisant et développant ensemble les instructions de 1887 qui mettent plutôt l'accent sur l'enseignement par l'aspect* (10). *L'élève, au lieu d'être le produit d'un dressage, est sollicité de faire sa propre éducation et d'apporter à l'école, non pas seulement l'attention [...] d'un auditeur docile, prompt à apprendre et prêt à réciter, mais une curiosité, une initiative qui l'induisent à des observations personnelles [...]. Cet esprit générateur de liberté et de personnalité tend à animer de plus en plus un enseignement primaire qui, à tous ses degrés, vise à n'être plus verbal et s'efforce de faire observer, expérimenter et réinventer. L'enfant, remarque Bergson, est un 'inventeur et un chercheur' ; prenons garde à ne pas en faire un 'écouteur'.*" (O. Auriac, 1939, p. 16)

Mais d'un autre côté, le chapitre des I.O. de 1923 consacré aux sciences physiques et naturelles commence par rappeler un contexte historique, celui de la reconstruction d'après-guerre, qui fait de la destination pratique de cet enseignement sa destination principale, la formation de l'esprit devenant un objectif second, sinon secondaire : "*À l'heure où la puissance économique de notre pays, affaiblie par la guerre, doit reprendre sa plénitude, l'enseignement scientifique,*

---

(10) L'expression "enseignement par l'aspect", vient du pédagogue allemand Froebel. Elle a été peu en usage dans le vocabulaire pédagogique français, depuis que Marie Pape-Carpantier l'a critiquée, en préférant parler "d'enseignement par les yeux" : la leçon de choses "à la française", en prétendant aller aux choses mêmes, ne saurait se contenter d'en rester à "l'aspect". Au demeurant, d'une expression à l'autre, c'est bien la même conception d'un enseignement *intuitif* qui est prônée, d'où la possibilité, comme dans le texte ici cité, de recourir au lexique originaire de Froebel.

mais les I.O. de 1923 continuent de se réclamer de la simplicité traditionnelle de l'enseignement primaire

*même élémentaire, ne saurait servir seulement à former les esprits. Il doit armer les travailleurs, augmenter le rendement de leur activité productrice. Aussi, tout en conservant partout sa méthode, méthode expérimentale propre à éveiller et à entretenir la curiosité intellectuelle, doit-il s'adapter aux besoins divers de ses élèves et varier selon leur milieu, selon leur sexe et selon leur éventuelle profession.*” Dès lors, par un singulier renversement de perspective, la référence à l'observation et à l'expérience a pour effet d'accuser l'écart entre la science scolaire et la science “savante”. C'est que cette référence justifie, jusqu'au Cours moyen inclus, le remplacement d'un enseignement des “sciences physiques et naturelles” par un enseignement intitulé “Leçons de choses en classe et en promenade” (11). En somme, vouloir fonder l'enseignement des sciences sur l'observation et sur l'expérience, signifie aussi admettre de ne pas faire vraiment, ou de ne pas faire encore, à proprement parler, un enseignement de “sciences”, ou au moins espérer proposer un antidote à l'abstraction scientifique et rester fidèle à l'idée de “sciences usuelles”, de telle sorte que ni l'observation, ni l'expérience, contrairement au modèle inductiviste qui semblait en sous-tendre l'appel, ne débouchent sur la “théorie” (12). D'une façon générale, et pas seulement pour les sciences, les I.O. de 1923 se veulent à cet égard les héritières de la simplicité affichée de celles de 1887, et prétendent même proposer des programmes d'enseignement “encore plus simples”.

L'observation et l'expérience sont donc bien ici, en somme, comme la double face d'un Janus pédagogique : à la fois expressions de la simplicité anté-théorique, voire anti-théorique, de l'enseignement primaire, et références épistémologiques canoniques de la démarche scientifique qui inscrivent cet enseignement dans un programme rationaliste d'éducation active de l'intelligence.

en 1945, la référence à l'expérience disparaît

*Proposition 2.* À la Libération, en 1945, la référence à l'expérience disparaît. L'enseignement scientifique primaire se recentre sur la seule observation, qui devient, ou plutôt redevient, pour reprendre les termes déjà cités des instructions de 1945, la seule opération de la science du monde extérieur accessible aux enfants. Je vois mal comment on pourrait interpréter cette disparition autrement que comme un recul par rapport aux ambitions, dont j'ai pourtant souligné

(11) “Dans toutes les écoles, à tous les cours, la méthode employée doit être une méthode fondée sur l'observation et l'expérience. C'est à dessein qu'on a effacé du programme, aux cours préparatoire, élémentaire et moyen, le titre : ‘Sciences physiques et naturelles’, pour le remplacer par cette expression : ‘Leçons de choses, en classe et en promenade’, expression conservée en sous-titre au cours supérieur lui-même.”

(12) “Au cours supérieur lui-même, l'enseignement doit se garder de devenir abstrait et livresque [...]. Partout expérimental, l'enseignement scientifique doit partout rester pratique. Plus que des principes, dont la démonstration passerait au-dessus de leur tête, ce sont des applications de la science à la vie que nous devons faire connaître à nos écoliers.”

l'ambiguïté, des instructions officielles précédentes, celles de 1923 et celles de 1938. Pour autant, ce recentrage continue de se parer de justifications épistémologiques, puisque l'observation dont il est question avec les élèves reste une opération de la science elle-même et qu'on ne doit, somme toute, s'y limiter qu'en raison de la trop grande complexité des autres opérations de la science.

*Proposition 3.* L'apparition puis la disparition de la référence à l'expérience, quoiqu'il en soit, ne modifient pas structurellement le modèle hérité des instructions de 1882-87. Ce modèle reste celui de la pédagogie *inductive* (13), de la progression du fait à l'idée, du simple au complexe, du connu à l'inconnu, etc. En d'autres termes, l'observation, enrichie ou non de l'expérience, est le point d'ancrage permanent de cette pédagogie. De ce point de vue, les sciences sont moins l'objet d'une didactisation particulière, propre à l'empiricité de ses objets, que l'illustration exemplaire d'une démarche pédagogique dont la valeur est affirmée pour tout enseignement. Cela est vrai des premières instructions de "l'école républicaine", puisque c'est bien l'enseignement primaire en général, et non pas le seul enseignement des sciences, qui y est dit "intuitif" et "inductif" ; cela reste vrai pour les I.O. de 1945, qui recommandent l'observation non seulement pour les sciences, mais aussi pour l'histoire (*"on devra saisir toutes les occasions de ménager une large part à l'observation : observations d'images ayant une valeur documentaire certaine, observations de portraits, de monuments..."*), pour la géographie (*"C'est donc de l'observation des faits géographiques et de leur représentation figurée que les élèves, aidés du maître, tireront la substance des leçons [...]. Ainsi conçu, l'enseignement de la géographie à l'école primaire rejoint donc celui des leçons de choses."*), et même pour le calcul et la géométrie (*"L'observation doit également avoir une large part dans l'enseignement de l'arithmétique et de la géométrie à l'école primaire"* – en gras dans le texte). Ce à quoi continuent en général de faire écho les I.O. du 21 août 1957 : les *"exercices d'observation"* constituent *"un effort vers l'objectivation vers la connaissance de la nature, de sa vie autonome dont nous sommes un élément, indépendant certes, mais non unique et central."*

D'où la prudence avec laquelle il faut prendre les justifications "épistémologiques" du recours à l'observation. Si celles-ci résident dans le fait qu'elle est "la seule opération de la science accessible aux enfants", comment expliquer alors qu'on la recommande non seulement pour l'enseignement des sciences, mais aussi pour l'histoire ou l'arithmétique ? Autrement dit, l'articulation de la pédagogie de l'observation

permanence de  
la pédagogie  
inductive

(13) La méthode de l'enseignement primaire, disent les I.O. de 1882-87, doit être une *"méthode intuitive et inductive, partant des faits pour aller aux idées"* (souligné dans le texte).

l'inductivisme  
pédagogique n'est  
pas l'inductivisme  
épistémologique

et de la méthode scientifique est problématique, et cette pédagogie apparaît davantage comme une règle quasi universelle de l'école primaire que comme la "transposition didactique" de la science des laboratoires. Cette ambiguïté est parfaitement résumée dans la prescription d'un enseignement inductif. Il n'est pas si aisé, en effet, de faire correspondre "l'inductivisme pédagogique" (procéder du concret à l'abstrait) et "l'inductivisme épistémologique" (énoncer des lois générales à partir d'observations particulières). D'une part, comme on vient de le voir, le premier a de toute évidence une extension bien plus grande que sa seule circonscription à l'enseignement des sciences ; d'autre part, et ceci explique en partie cela, l'impératif de partir du concret semble au moins autant déterminé par le souci de dispenser à l'école primaire un enseignement usuel que par des considérations tirées d'une réflexion sur la méthode des sciences expérimentales.

Mais précisément, les discours construits autour de l'enseignement des sciences, et tenus, quelles que soient leurs variations, pendant plus de cinquante ans, parviennent mal à démêler cette équivoque, de laquelle ils peuvent jouer pour justifier l'affirmation de la double finalité, utilitaire et éducative, de cet enseignement. Grâce à la pédagogie de l'observation et aux leçons de choses, il s'agit de donner aux enfants des "connaissances positives". Mais faut-il donner à cette expression, à l'horizon d'un positivisme dont j'ai déjà dit qu'il avait influencé la pensée de l'école, un sens philosophique trop fort ? Je ne le crois pas. Il s'agit plutôt de construire chez les enfants un *sens pratique* qui, certes, implique une certaine rationalisation du monde et doit permettre d'éradiquer les superstitions populaires (E. Weber, 1995), mais qui laisse à d'autres ordres d'enseignement et à d'autres élèves le privilège d'une culture scientifique plus théorique. L'adjonction même de l'expérience à l'observation, dans la période 1923-1938, pour aussi novatrice et ambitieuse qu'elle fût n'a pas fondamentalement bouleversé la constance quasi octogénaire de cette préoccupation.

#### **4. DE LA LEÇON DE CHOSSES À L'ÉVEIL : NAISSANCE D'UNE NOUVELLE CATÉGORIE PÉDAGOGIQUE**

Les années 1960-70, sanctionnées par la publication, en 1977, de nouvelles instructions officielles, verront la leçon de choses périlcliter et *l'éveil scientifique* s'y substituer. Le travail de Victor Host et de son équipe au sein de l'INRDP (V. Host Éd., 1973) en témoigne : l'éveil scientifique a incontestablement été l'occasion de l'élaboration d'une nouvelle didactique des sciences, en rupture avec la leçon de choses. Les axes

directeurs de cette nouvelle didactique sont : le questionnement de l'enfant (voir P. Morisset, 1978), et donc la nécessité de partir de ses représentations (*"La collecte du vécu de l'enfant"*, L. Dulau, 1974, p. 213) et de ses intérêts (L. Legrand, 1969, F. Best, 1973), le primat de la problématisation sur l'observation (V. Host Éd., 1973, p. 108 et suivantes) et l'usage systématique du tâtonnement expérimental. Ce modèle d'enseignement des sciences expérimentales est ainsi censé répondre aux exigences, elles-mêmes nouvelles, de la culture scientifique contemporaine.

l'éveil scientifique :  
une nouvelle  
didactique des  
sciences ?

1 - Non seulement les savoirs scientifiques se sont complexifiés, mais cette complexité s'est objectivée dans une technologie qui a envahi le monde familial de l'enfant.

2 - Les "pratiques sociales de référence" (J.-L. Martinand, 1986) se sont, depuis les leçons de choses, complètement transformées : on pouvait initier des petits ruraux à la connaissance d'une plante par son observation, mais qu'observe-t-on en découvrant les microprocesseurs qui font marcher un ordinateur, et qui en éclaire le fonctionnement ?

3 - Les théories épistémologiques de référence ont elles aussi évolué : au positivisme, à l'empirisme et à l'inductivisme ambiants de la leçon de choses, les travaux de Gaston Bachelard ont, semble-t-il, porté un coup mortel, en établissant que l'esprit scientifique se forme contre l'observation première et construit conceptuellement ses objets (G. Bachelard, 1938). En voulant être une première, mais véritable, formation à l'esprit scientifique, les activités scientifiques d'éveil s'adossent d'ailleurs explicitement aux principes de l'épistémologie bachelardienne (F. Best, 1973).

ou une application  
particulière d'une  
démarche  
pédagogique  
générale ?

On aurait tort, cependant, d'isoler cette dimension didactique de l'éveil scientifique et de ne la comprendre qu'à la lumière d'une réflexion sur l'évolution de l'état théorique et social des savoirs et de la modification qu'une telle évolution exige des objectifs de l'éducation scientifique. Ce sont moins en effet les changements survenus dans les connaissances scientifiques, dans l'inscription sociale de la science et dans sa conscience épistémologique, qui rendent compte de la naissance de l'éveil, que le bouleversement des conditions de l'enseignement primaire provoqué par la mutation institutionnelle du système éducatif à partir des années 1960. Il faut alors comprendre l'éveil scientifique à partir de *l'éveil en général*, dont il ne fut somme toute qu'une déclinaison particulière.

Si l'introduction de l'éveil bouleversa en effet profondément le modèle d'enseignement scientifique primaire mis en place depuis Jules Ferry, c'est que, au-delà de cet enseignement, il transforma d'abord les normes pédagogiques et culturelles de l'école primaire. Certes, il faut attendre 1977 pour voir publiées de nouvelles instructions officielles où l'ancienne leçon de choses a laissé sa place à l'éveil scientifique, mais l'existence des "disciplines d'éveil" fut pour la première fois officiellement reconnue dans l'arrêté du 7 août 1969. Cette

le tiers temps  
pédagogique

naissance a une double origine. La première est l'expérimentation du tiers-temps pédagogique, commencée en 1964, et que l'arrêté de 1969 consacre. Désormais, la durée hebdomadaire de l'école primaire, réduite de 30 heures à 27 heures, est subdivisée en trois parties, inégales mais équilibrées : 15 heures d'enseignement des disciplines "fondamentales" ou "instrumentales", c'est-à-dire le français et le calcul (14), 6 heures d'éducation physique et 6 heures de "disciplines d'éveil" (15). Celles-ci se répartissent à leur tour en disciplines d'éveil à dominante intellectuelle et disciplines d'éveil à dominante esthétique. Les sciences ne sont qu'une des deux parties de l'éveil à dominante intellectuelle, l'autre correspondant à l'histoire et à la géographie.

Comment comprendre alors la façon dont cette nouvelle organisation curriculaire a été pensée ? Quelles sont les raisons qui ont conduit un tiers du nouveau temps scolaire à être subsumé sous la catégorie inédite de l'éveil ? Nous sommes ici renvoyés à la deuxième origine de l'éveil : le mouvement de *renovation pédagogique* que certains des acteurs éminents de l'éducation nationale, tels Louis Legrand ou André de Peretti essaieront d'impulser dans les années 60, et que le ministère finira par prendre en compte : en 1964 est créée la commission Rouchette qui doit œuvrer à une rénovation de l'enseignement du français ; à partir 1967, la commission Lichnerowicz travaille à une refonte de l'enseignement des mathématiques ; et, en 1968, dans le climat d'ébullition réformatrice des événements de mai et du colloque d'Amiens, qui, en mars, les avait anticipés, est instituée une commission de la rénovation pédagogique dont l'arrêté du 7 août 1969 est le résultat le plus direct.

l'éveil au service  
de la rénovation  
pédagogique

L'éveil est moins, à cet égard une catégorie didactique qu'une catégorie pédagogique, et la "pédagogie d'éveil", telle qu'elle fut par exemple théorisée par Francine Best (F. Best, 1973) est l'objet d'un discours généraliste qui ne concerne qu'en partie l'enseignement des sciences. En d'autres termes, l'éveil ne résulte pas d'une réflexion spécifique renouvelée sur les conditions de l'apprentissage scientifique, mais d'un mouvement global de rénovation de la pédagogie dont la valeur et la pertinence furent loin d'être revendiquées pour le seul enseignement des sciences. L'éveil est en effet une des clés du passage espéré de la "pédagogie traditionnelle" à la

(14) On répugne toujours à parler de "mathématiques" à l'école primaire. L'exactitude oblige à signaler toutefois que la circulaire du 2 septembre qui explicite l'arrêté du 7 août parlera, quant à elle, de "mathématiques", et non plus de "calcul". D'autre part, qualifier le français et les mathématiques (ou le calcul) de disciplines fondamentales ou instrumentales ne correspond pas au vocabulaire de l'arrêté du 7 août, mais davantage à un usage ultérieur, inauguré par la circulaire du 2 septembre qui les définit comme des "*langages fondamentaux*" de l'école primaire.

(15) Les instructions officielles de 1977 modifieront légèrement cette répartition, en accordant 7 heures aux activités d'éveil et 5 heures seulement à l'EPS.

“pédagogie moderne”. Si l’on définit la première par son intellectualisme, par le cloisonnement disciplinaire qui organise l’enseignement et par la passivité d’élèves souhaités silencieux, immobiles et attentifs (L. Legrand, 1971), on comprend l’importance stratégique de l’éveil pour l’entreprise de rénovation.

1 – En étant à la fois intellectuel et esthétique, il s’inscrit contre une acception trop étroitement intellectualiste des apprentissages scolaires et promeut une prise en compte des différentes composantes de la personnalité globale de l’enfant (J. Leif, 1976).

2 – En regroupant sous son nom générique plusieurs domaines traditionnellement séparés de l’enseignement primaire, et en les désignant au moins autant par le terme d’“activités” que par celui de “disciplines” (cf. *infra*) il contribue évidemment au décroisonnement attendu.

3 – En encourageant le questionnement des enfants et leur créativité (voir par exemple F. Best, 1973, V. Host Éd., 1973), il rompt évidemment avec la passivité présumée traditionnelle de la pédagogie primaire.

L’éveil semble d’ailleurs partager ce statut de catégorie pédagogique générale avec le “vieux” modèle de la leçon de choses qu’il prétend remplacer et qui, comme je l’ai déjà dit, a commencé lui aussi par être prôné, avec Marie Pape-Carpantier, comme méthode d’enseignement coextensive à l’ensemble des savoirs primaires. Cependant, une différence importante existe de ce point de vue entre la leçon de choses et l’éveil. C’est que la première, on l’a vu, s’est rapidement centrée sur les sciences et a acquis une identité disciplinaire définie, qu’elle n’avait pas encore pour Madame Pape. Si l’observation, qui en constitue le principe, est le fonds commun à l’ensemble de la pédagogie primaire, et si les leçons de choses continuent bien en cela de relever d’un discours prescriptif à bien des égards “transversal”, l’objet scolaire qu’elles désignent fut néanmoins, à partir des programmes de 1882 et jusqu’en 1957, circonscrit aux seules sciences expérimentales (à l’exception, sur le sens de laquelle je reviendrai dans le paragraphe suivant, de la géographie dans les I.O. de 1945). On pourrait même dire à cet égard que l’enseignement des sciences a joué, dans la culture primaire traditionnelle un rôle symbolique central, peu conforme à son rôle réel, qui était évidemment plus modeste. Tout s’est passé comme si la leçon de choses scientifique avait été une représentation paradigmatique de ce que devait être en général l’enseignement primaire, moins par l’effet d’une espèce de scientisme qui en aurait fait la matrice de tous les savoirs scolaires, qu’en vertu de l’indétermination qui n’a finalement cessé d’affecter son statut : à la fois discipline ou quasi-discipline, autre nom de l’enseignement des sciences, et malgré tout méthode qui, en principe, doit pouvoir s’appliquer à plusieurs contenus d’enseignement.

les ambiguïtés de  
la leçon de choses,  
entre contenu  
et méthode  
d’enseignement

Ainsi, lorsque les I.O. de 1945, à propos de la géographie, affirment que son enseignement doit reposer sur l'observation, elles commentent cette prescription en écrivant qu'un tel enseignement doit donc se rapprocher de "*la méthode des leçons de choses*". L'expression est remarquable. La géographie est la seule matière autre que les sciences expérimentales à pouvoir donner lieu à des leçons de choses, et c'est probablement dû au moins en partie, à la façon dont on se représente alors le savoir géographique à l'école : il s'agit principalement de géographie physique, et en ce sens, son enseignement peut être "épistémologiquement" associé à celui des sciences naturelles. Cela rendrait compte en tout cas du fait que les autres matières concernées par les I.O. de 1945 – l'histoire et le calcul – ne sont pas quant à elles rapportées explicitement à "*la méthode des leçons de choses*", alors même que ces instructions ont été rédigées afin de souligner l'importance, dans ce type d'enseignement aussi, du recours à l'observation. Ce serait donc par la similarité de leurs contenus que les enseignements géographiques et scientifiques peuvent être associés et placés sous l'égide de la même "*méthode des leçons de choses*". Mais en même temps, cette association se justifie par une communauté de *méthode*, et sans doute ce terme introduit-il un décalage entre la leçon de choses et son objet "scientifique", empêchant celui-ci d'épuiser entièrement le domaine de validité de celle-là. Telle est en somme l'ambivalence d'une expression qui hésite constamment entre contenu et méthode, et dont on ne sait jamais précisément si elle invite à mettre l'accent sur la nature des choses dont il s'agit de faire la leçon (les phénomènes du monde physique et naturel), ou sur la façon (intuitive et inductive) de faire la leçon des choses.

Il en va tout autrement pour l'éveil. Clairement, l'éveil est resté l'objet d'un discours pédagogique général, justifié par la prise en compte des nouvelles finalités, elles-mêmes générales, d'une école primaire en train de devenir, dans les années 60, l'antichambre d'un second degré pour tous ; et l'éveil scientifique n'en fut jamais qu'une application à un champ dont la détermination disciplinaire est d'autant moins forte que ce discours implique une prise de distance critique, au moins pour l'école primaire, à l'égard de l'idée même, traditionnelle, de discipline scolaire. Certes, les spécificités disciplinaires ne sont pas purement et simplement gommées par l'éveil, qui définira des objectifs notionnels et méthodologiques particuliers selon ses domaines d'application. Il ne faut pas à cet égard oublier que c'est par l'expression "*disciplines d'éveil*" que l'arrêté du 7 août 1969 a désigné une des trois subdivisions du nouveau tiers-temps pédagogique. Mais très vite, le terme "discipline" a été concurrencé par celui d'"activité", qui s'y est progressivement substitué dans l'usage courant. Les I.O. de 1977 entérineront ce changement de lexique : l'éveil s'impose comme une

des "disciplines"  
aux "activités"  
d'éveil



*démarche* qui donne lieu à plusieurs activités selon les contenus d'enseignement auxquels elles s'appliquent. Les sciences ne sont que l'une d'entre elles, et doivent elles aussi, d'ailleurs, contribuer au décroisement des apprentissages (V. Host. Éd., 1973).

Certes, nul n'est autorisé à confondre l'éveil musical, par exemple et l'éveil scientifique ; ou même, dans les activités à dominante intellectuelle, l'éveil historique et l'éveil scientifique. Le discours pédagogique général se réfracte en didactiques particulières, liées comme il se doit aux "matières" enseignées. C'est évidemment de ce dernier point de vue que des didacticiens des sciences comme Victor Host ou Jean-Louis Martinand (J.-L. Martinand, 1974, 1977, 1979) ont été des promoteurs ou des défenseurs de l'éveil. Nonobstant, la pensée sous une même catégorie des activités artistiques, historiques, scientifiques..., comme la substitution progressive du terme "activité" au terme "discipline", attestent l'inscription de l'éveil au registre de la pédagogie générale : il fut conçu comme l'expression et l'instrument d'une rénovation globale de la relation pédagogique et de la culture primaire, dont le but était de relever les défis nouveaux lancés par les modifications structurelles de l'institution scolaire, à partir des années 1960.

## **5. L'ÉVEIL, ACTEUR ET TÉMOIN D'UNE RÉVOLUTION SCOLAIRE**

Parmi les raisons exposées pour justifier la mise en place de l'éveil, cinq éléments sont en général, dans la littérature pédagogique des années 1970, avancés.

1 – L'évolution économique de la société rend indéterminés les besoins futurs de formation. L'école primaire ne peut plus, dans ces conditions, pré-définir et transmettre ce que, selon la formule célèbre de Gréard, nul ne peut se dispenser d'ignorer, parce qu'on ne sait plus désormais de quels savoirs un individu aura besoin. Il incombe donc surtout à l'école "d'apprendre à apprendre", et de développer des compétences plutôt que d'acquérir des connaissances. L'éveil pourvoira à cette tâche.

2 – Le renouvellement des connaissances psychologiques : les contenus et les méthodes de l'enseignement primaire doivent s'adapter aux lois du développement intellectuel de l'enfant mises en évidence notamment par les travaux de Wallon et de Piaget. Il est difficile de ne pas référer certains des thèmes majeurs de l'éveil scientifique à ce cadre psychopédagogique : en particulier le principe du tâtonnement expérimental et l'idée, qui le justifie théoriquement, d'une construction progressive des concepts par l'enfant. Comme on le trouve écrit dans un texte de la Fondation

les cinq raisons  
de l'émergence  
de l'éveil

Nuffield (16), dans une phrase aux résonances piagétienues manifestes, "*La formation des concepts ne peut être accélérée*" (Fondation Nuffield, 1972, p. 10).

3 – Le développement de cette "école parallèle" qu'est la télévision oblige l'école, qui n'est plus désormais la seule pourvoyeuse de connaissances, à s'ouvrir à la complexité du monde déjà connu de l'enfant, afin de mieux lui permettre de la maîtriser. À l'opposé du modèle linéaire d'une progression du simple au complexe, qui était l'axiome de l'école primaire depuis Ferry, et même, au-delà, depuis Victor Duruy, et dont la leçon de choses fut sans doute l'expression la plus emblématique, l'éveil est un *holisme pédagogique*. Il veut être une pédagogie anti-analytique, une pédagogie de la globalité et de la complexité, c'est-à-dire une façon de prendre en compte la diversité et la complexité de l'environnement de l'enfant et des opérations requises pour se le représenter et le comprendre.

4 – L'éveil affiche également une prétention éducative générale, à la mesure des transformations des normes éducatives qu'ont connues la société et l'école au tournant des années 1960-70. Il implique en effet une modification du climat de la classe dans le sens du dialogue, de l'initiative et de la responsabilité individuelles, et aussi de l'autonomie de l'enfant. Ce thème est récurrent dans les discours généraux sur la pédagogie de l'éveil et la rénovation pédagogique qu'elle veut incarner (L. Legrand, 1969, 1971, F. Best, 1973) ; mais il n'est pas absent non plus des analyses plus particulières portant sur l'éveil scientifique qui assument ici aussi, clairement, leurs dimensions non spécifiquement didactiques (voir notamment V. Host Éd., 1973, pp. 11-15 ; pp. 25-26 ; pp. 87 et suivantes...).

5 – L'ouverture du collège à tous les enfants du primaire commencée par l'ordonnance Berthoin du 6 janvier 1959 (prolongation de la scolarité obligatoire jusqu'à 16 ans), et surtout par la réforme Fouchet-Capelle de 1963 (création des Collèges d'enseignement secondaire, les CES), et parachevée en 1975 par la réforme Haby (institution du collège unique), modifie radicalement les missions de l'école primaire, et donc aussi les normes culturelles et pédagogiques sur lesquelles elle avait vécu depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Pour la première fois des instructions officielles nouvelles ne commencent pas par rappeler la pertinence et la valeur pérennes des précédentes. Les commentaires para-officiels du "Leterrier" (série

(16) Le projet anglais de rénovation de l'enseignement scientifique élémentaire "Nuffield Junior Science" date de 1964. Jeannine Deunff, alors professeur de biologie à l'école normale de Saint-Germain en Laye et travaillant aux côtés de Victor Host à l'INRDP, entreprit la traduction de quatre publications de la fondation Nuffield, dont la parenté avec l'éveil scientifique est souligné, dès la préface de l'édition française, par Lucien Dulau.

de fascicules publiés par Hachette et ayant pour objet la présentation des textes officiels de l'éducation nationale) ouvrent même la publication consacrée aux I.O. de 1977 en disant que désormais celles de 1887 sont caduques. C'est que le primaire n'est plus l'ordre scolaire d'antan, autonome et séparé du secondaire ; il devient la première étape d'une école moyenne unique qui doit conduire tous les enfants entrant en CP au collège, et beaucoup d'entre eux au-delà. Dès lors, il n'est pas tenu de conserver le caractère encyclopédique que lui avaient donné les fondateurs de l'école républicaine, et qui ne se justifiait que eu égard à la situation qui faisait de l'école primaire, pour la grande masse de ses élèves, la seule de leur vie. On peut donc différer les apprentissages (A. Prost, 1992), davantage tenir compte du développement psycho-cognitif des enfants, substituer une *"pédagogie de développement"* à une *"pédagogie de formation"* (G. Belbenoit et G. Guillermin, 1971, p. 11) et redéfinir les objectifs d'apprentissage en termes d'attitudes intellectuelles ou comportementales, de méthodes de travail, bref, de ce qui se fixera dans la langue pédagogique sous le nom de compétences.

l'éveil, une nouvelle  
pédagogie pour une  
nouvelle école

L'éveil est censé permettre (ou contribuer à permettre) la réalisation de tout cela. Loin de n'obéir qu'à des considérations didactiques, l'éveil scientifique s'inscrit lui aussi dans ce nouveau programme pédagogique et ces nouvelles finalités de l'école primaire, que Victor Host résume avec clarté : *"Depuis la prolongation de la scolarité obligatoire jusqu'à 16 ans, le maître n'est plus obligé d'enseigner prématurément aux élèves des connaissances utiles qui risquent d'être rapidement périmées par suite de l'évolution rapide des techniques. Il peut baser son enseignement sur le développement génétique de l'enfant, s'appuyer sur ses intérêts et sur son expérience, et porter son effort sur l'acquisition des méthodes de travail et non sur celles des connaissances de façon à préparer l'enfant à s'insérer efficacement dans une société en mutation rapide."* (V. Host, 1971, p. 6)

## 6. L'ANTI-POSITIVISME DE L'ÉVEIL, OU LA MORT PHILOSOPHIQUE DE LA LEÇON DE CHOSSES

mort institutionnelle  
et mort  
pédagogique de  
la leçon de choses

L'éveil scientifique met en somme ses objectifs disciplinaires spécifiques au service d'une modernisation pédagogique elle-même appelée par la démocratisation de l'enseignement entreprise à partir des années 1960. Tuée par l'éveil, la leçon de choses serait donc morte deux fois : l'école primaire qui l'a vue naître s'est profondément transformée (passage à l'école unique) ; la pédagogie "intuitive" et la culture pratique qui l'animaient en ont perdu leur raison d'être.

Mais il existe une troisième mort de la leçon de choses : sa mort philosophique. Ce sont en effet les fondements théoriques et épistémologiques de la leçon de choses que l'éveil

la leçon de choses  
a elle aussi voulu  
être une entreprise  
de rénovation  
pédagogique

remet en cause. Dans un ouvrage qui, pour la pédagogie d'éveil, a pu apparaître comme fondateur et auquel d'ailleurs la plupart des réflexions sur l'éveil se réfère explicitement ou implicitement – *Pour une pédagogie de l'étonnement* –, Louis Legrand analyse avec profondeur le sens philosophique du passage d'une pédagogie de l'observation, incarnée par la leçon de choses (ce que Legrand appelle "*l'observation didactique*"), à une pédagogie de l'étonnement (L. Legrand, 1969). Legrand commence par souligner que ce modèle de l'observation didactique fut pensé en son temps, sous le sceau de la réforme pédagogique que Ferry, et avant lui, déjà, Duruy, avait essayé d'impulser. Il fut censé lutter contre un enseignement scolastique et verbaliste, contre les "leçons de mots" (antonyme des leçons de choses), et s'adresser à l'intelligence de l'élève plutôt qu'à sa mémoire (P. Kahn, 1999a). Il me semble qu'il faut insister sur cette parenté d'intentions entre la leçon de choses et l'éveil. En un sens, celui-ci reprochera à celle-là de n'avoir pas été à la hauteur du projet qui l'a portée. En s'en prenant à un enseignement dogmatique, il récuse une conception pédagogique qui voulait déjà dé-dogmatiser l'enseignement, et qui prétendait elle aussi "apprendre à apprendre" (17). Interprétée ainsi, la rénovation pédagogique dont l'éveil est l'expression se lit moins comme une rupture que comme un retour aux sources (18). Il s'agit toutefois de comprendre pourquoi la leçon de choses ne pouvait pas réellement satisfaire ses espérances rénovatrices. L'intérêt de l'analyse de L. Legrand est précisément de ne pas se contenter d'évoquer, à cette fin, l'inévitable écart existant entre les conceptions des prescripteurs et les pratiques de classe : c'est dans sa signification philosophique propre, dans l'épistémologie qui la sous-tend, qu'il faut comprendre l'échec de la leçon de choses. L'analyse que Legrand fait du moment "ferryste" de la leçon de choses l'inscrit en effet dans la perspective *positiviste* qui fut en effet celle du réformateur républicain. C'est d'ailleurs à l'influence du positivisme sur l'œuvre scolaire de Jules Ferry que Louis Legrand a consacré sa thèse (L. Legrand, 1961). Comment se manifeste, relativement à la leçon de choses, ce positivisme ?

(17) Le thème, voire l'expression, est, de Gréard à Léon Bourgeois en passant par Ferry, récurrent.

(18) Il est significatif à cet égard de relever les contresens dont l'éveil a pu être l'objet, y compris chez certains d'entre ceux qui en étaient les défenseurs, en étant interprété, dans la continuité des I.O. de 1923, comme un retour à l'observation didactique. Par exemple, l'éditorial des *Annales* du CDDP de Nevers écrit à propos de l'éveil, et pour en défendre la valeur, qu'il renoue "*avec des idées banales, ou du moins connues. Les I.O. de 1923 les exprimaient déjà [...]. On les relira avec fruit. Je serais bien surpris que les nouveaux textes les contredisent.*" Henri Bassis dira dans le même sens (ou le même contresens !) que le point de départ de l'éveil est l'observation, et que c'est en cela qu'il peut être un antidote au cours magistral (H. Bassis, 1969, p. 4). *Last but not least*, la présentation faite par le "Leterrier" des nouveaux programmes de 1977 continue imperturbablement, à propos des activités scientifiques d'éveil, à parler de leçon de choses !

son inspiration  
philosophique  
est le positivisme

D'une part, la description des faits proposée dans les leçons de choses est congruente, comme on l'a vu dans la première partie de cet article, avec une conception de la méthode et de la culture scientifiques que le positivisme a contribué à développer, et qui consiste à vouloir subordonner, selon le mot de Comte, l'imagination à l'observation, autrement dit à apprendre à juger d'après les faits "positifs" et, en cela, à éduquer à l'objectivité. Cela suppose de faire résider la vérité dans l'objet, qu'il suffit dès lors d'observer. Cet empirisme de type positiviste, ce culte du fait, induit de lui-même, malgré sa mobilisation officielle au service d'une pédagogie active, une logique de la passivité. La philosophie de l'éveil est de ce point de vue tout autre, et beaucoup plus respectueuse des conditions réelles de l'activité de l'enfant qui apprend. Elle suppose, par l'étonnement dont elle veut partir, par le questionnement des enfants et la problématisation du réel qu'elle leur demande d'opérer, comme une dialectique du sujet et de l'objet, un investissement subjectif constitutif de la connaissance objective du monde (H. Bassis, 1969) : Bachelard est bien, pour une pédagogie active, un meilleur fondement théorique que Comte, mais aussi la phénoménologie de Husserl et de Merleau-Ponty (F. Best, 1973, J. Leif, 1976, J.-P. Serri, 1977).

D'autre part, cette culture de l'observation dispensée par les leçons de choses scientifiques a, conformément aux attentes de Comte, été mise au service de la construction d'une nouvelle unité spirituelle de la nation, toute positive, par laquelle le laïcisme rationaliste républicain a voulu remplacer la spiritualité "théologique" traditionnelle. Louis Legrand a d'ailleurs montré dans sa thèse combien cette préoccupation positiviste d'unité spirituelle a été, chez Jules Ferry, contrairement à une légende aussi têtue que dorée de l'École républicaine émancipatrice, le sens réel de sa politique scolaire.

quand le positivisme  
réfléchi des  
responsables de  
l'école rencontre le  
positivisme spontané  
des instituteurs

Or, poursuit Legrand, cette réduction de type positiviste de la science élémentaire à l'observation des faits a d'autant plus fonctionné qu'elle a été relayée par des praticiens – les instituteurs – qui concevaient l'instruction scientifique comme l'enseignement de vérités acquises, plus en tout cas que comme une méthode ou une façon d'interroger le monde. D'où le dogmatisme "illustré" de la leçon de choses qui remplace le dogmatisme verbal de l'ancienne pédagogie, mais, dès lors, le continue par d'autres façons. Cette philosophie spontanée des praticiens, il faut commenter Legrand sur ce point, ne vient pas nécessairement de ce qu'ils ont, à l'école normale, tété le lait du positivisme théorique des responsables des programmes de l'école primaire publique. Elle s'explique surtout, me semble-t-il, par ce que fut jusqu'au début des années 1960 la réalité de cette école, dont la destination n'était pas les études secondaires mais, pour la grande majorité des enfants, la vie active et professionnelle, et qui devait donc surtout délivrer un bagage de connaissances positives.

On peut résumer de la façon suivante les analyses de L. Legrand.

1 – La leçon de choses et, en général, “l’observation didactique”, sont, en intention, des procédés centraux d’une pédagogie active et anti-dogmatique.

2 – Sa promotion dans l’enseignement scientifique primaire porte la marque du positivisme de ses promoteurs.

3 – Les vertus “positives” de la leçon de choses scientifique conviennent fort bien à des praticiens de l’école primaire convaincus que leur rôle social est d’apporter aux enfants une somme de connaissances avérées : le positivisme “d’en haut”, pour ainsi dire, rencontre le positivisme “d’en bas”.

4 – Il résulte des propositions 2 et 3 une trahison de la proposition 1, c’est-à-dire une altération des facultés rénovatrices de l’observation didactique en pédagogie traditionnelle.

Parce que la conception positiviste qui sous-tend l’observation didactique aboutit naturellement à un dogmatisme illustré, il faut trouver une autre base théorique à une méthode véritablement active de l’enseignement : ce sera ce que Legrand appelle la “pédagogie de l’étonnement”, qui n’est autre, en son fond philosophique, que la “pédagogie d’éveil” (dans son ouvrage de 1973, F. Best se situera d’ailleurs expressément dans le sillage du livre de L. Legrand).

On pourra contester les analyses de L. Legrand, et remarquer qu’il n’est pas si sûr de pouvoir interpréter la leçon de choses dans un sens positiviste. Elle fut vantée par tous les responsables de l’Instruction publique, et peu furent aussi positivistes que Ferry. Elle convint aussi bien au kantisme de Buisson qu’au spiritualisme de Compayré, par exemple, et son évidence pédagogique débordait en cela largement son éventuelle fondation philosophique. D’autre part, l’orthodoxie comtienne ne correspond pas au modèle proposé d’instruction scientifique primaire, et Comte ne voulait faire commencer les études scientifiques qu’à 14 ans, et par les mathématiques (P. Kahn, 1999b). Toutefois, le mot positivisme a pris très vite un sens large et peu conforme, sans doute, à son sens philosophique précis, mais dont l’usage est heuristique pour caractériser le modèle de savoir auquel a obéi l’École républicaine. L’intérêt des analyses de L. Legrand est de reconstituer de façon intelligible le sens d’une pédagogie et les raisons *théoriques* qui en expliquent le succès “historique”, mais qui rendent compte aussi de la contradiction existante entre sa mise en œuvre et ses intentions, et permettent ainsi de comprendre l’éveil comme une tentative de *dépassement raisonné* de cette contradiction.

## 7. DES CONTRADICTIONS DE LA LEÇON DE CHOSES À CELLES DE L'ÉVEIL

Si l'éveil a enterré la leçon de choses, il n'a pu se prévaloir d'une aussi grande longévité que celle de sa victime : consacré par les I.O. de 1977, il disparaît avec celles de 1985, signées Jean-Pierre Chevènement. Les causes d'une existence aussi brève sont d'abord exogènes. Elles sont à chercher dans le poids croissant des didactiques dans la formation des maîtres. L'abandon des préparations intégrées au baccalauréat dans les écoles normales d'instituteurs, au début des années 1970, a entraîné une reconversion des professeurs du secondaire primitivement dévolus à cette tâche en didacticiens de leurs disciplines. Or, cette didactisation de la formation des maîtres a réintroduit ce que l'éveil avait voulu, sinon chasser, du moins relativiser : l'organisation de l'enseignement primaire en disciplines aux frontières distinctes. Les professeurs agrégés et certifiés qui préparaient les futurs instituteurs au baccalauréat, en devenant formateurs, importent dans la formation des élèves-maîtres les modèles disciplinaires traditionnels du secondaire (voir à ce sujet la partie consacrée à l'histoire de l'enseignement scientifique primaire, in G. Charpak Éd., 1996), et leurs didactiques spécifiques se posent en s'opposant à la pédagogie jugée (avec raison d'ailleurs) globale de l'éveil. Celui-ci peut même alors devenir l'objet dérisoire des moqueries "anti-pédagogistes". Il est significatif à cet égard qu'un pamphlet comme *Le Poisson rouge dans le Perrier* (J.-P. Despin et M.-C. Bartholy, 1983), qui se voulait, au nom des savoirs "sérieux" du lycée, une critique radicale et violente du pédagogisme ambiant, porte un titre censé exprimer l'absurdité des conséquences du tâtonnement expérimental préconisé par l'éveil ! De cette lutte des savoirs contre la pédagogie (J.-C. Milner, 1984), l'éveil ne se relèvera pas et les I.O. de 1985, malgré quelques hommages de politesse à la pédagogie de l'activité, font renaître les découpages disciplinaires.

Cet épisode est significatif d'une évolution plus structurelle du système éducatif : en s'unifiant, il a tiré l'école primaire vers le "haut" et a finalement obéi à une logique de secondarisation. Celle-ci ne peut être que gravement préjudiciable à l'éveil. Loin de voir, comme les promoteurs de l'éveil l'espéraient, ses apprentissages différés et de pouvoir davantage se conformer à la dynamique propre au développement de l'enfant, l'enseignement primaire, devenu propédeutique au second degré, tend à s'organiser, de façon téléologique, en fonction de la scolarité future, dont la norme est fournie par l'idée du meilleur parcours possible (en schématisant : la section S du lycée d'enseignement général). Il s'ensuit une instrumentalisation des savoirs scolaires (apprendre à l'école... pour réussir à l'école) qui revivifie l'intellectualisme

les causes de  
l'échec de l'éveil :  
la secondarisation  
de l'école primaire

traditionnel de l'enseignement en France. La focalisation des évaluations de CE2 et de 6<sup>e</sup> sur le français et les mathématiques suffisent à montrer qu'il n'est plus temps d'éveiller les enfants.

Dans le domaine plus particulier de l'enseignement scientifique, il est curieux de voir la didactique actuelle des sciences contribuer parfois à cette logique de secondarisation et à cet intellectualisme en "oubliant" l'éveil dont elle est, en partie, issue. Ainsi André Giordan, dont on ne saurait dire pourtant sans contresens qu'il fut hostile à l'éveil, procède-t-il, en 1983, à un court bilan de l'histoire de l'enseignement des sciences à l'école élémentaire en faisant comme si les recherches en didactique des sciences, de type universitaire, s'inscrivaient directement en rupture avec la pédagogie sensualiste et officielle de la leçon de choses, sans mentionner une seule fois le rôle novateur qu'a joué à cet égard, dans les textes réglementaires eux-mêmes, les activités d'éveil : *"En France, les textes et les programmes officiels préconisent depuis longtemps l'emploi des 'méthodes actives' à l'école élémentaire [...]. Il est vrai que la problématique de ces textes fait souvent appel à une 'théorie sensualiste' de l'exploration du réel et donc de l'apprentissage. L'épistémologie implicite est celle de l'empirisme dogmatique, faisant une large place à 'l'induction' à partir de l'observation des 'faits'. Au mieux (Circulaire du 17 octobre 1968), il est fait appel à une conception positiviste de la méthode expérimentale."* (A. Giordan Éd., 1983, p. 16, rééd. 1994, pp. 16-17).

Il faut dire toutefois que l'éveil n'est pas, dans cette affaire, sans responsabilités. Ainsi, la sémantique qui organise la répartition des "disciplines fondamentales" et des activités d'éveil est-elle sujette à caution. Les tenants de l'éveil auront beau dire – et peut-être raison de penser – qu'il faut prendre l'épithète "fondamental" dans le sens de "instrumental", et non pas de "plus important" (voir par exemple J.-P. Serri, 1977), la dénomination est telle qu'elle met les activités d'éveil dans la situation délicate d'avoir sans cesse à se justifier de n'être pas qu'un apprentissage second. De la même façon, le regroupement d'activités qualitativement différentes sous la catégorie unifiée de l'éveil induit un préjugé semblable : l'éveil scientifique n'est pas plus véritablement de la science que l'éveil historique n'est de l'histoire, et c'est bien au nom de la dignité et du sérieux épistémiques des disciplines que les I.O. de 1985 enterreront l'éveil.

Mais il y a plus : les contradictions existantes entre une organisation téléologique et récurrente du curriculum et l'espoir investi par l'éveil de pouvoir, hors de toute urgence, porter attention au développement des capacités des enfants, se réfractent, pour ainsi dire, dans l'éveil lui-même et singulièrement dans l'éveil scientifique. C'est que l'ambition qu'il affiche en prétendant être une véritable initiation à l'esprit scientifique, sa croyance constante en la possibilité qu'ont de



jeunes enfants de résoudre expérimentalement les problèmes qu'ils se posent, le souci, en somme, de calquer l'ordre didactique sur la complexité pourtant reconnue de l'ordre épistémologique réel, son refus des progressions analytiques du simple au composé, tout cela tire l'éveil scientifique vers un modèle sophistiqué d'enseignement des sciences, dont on peut se demander s'il convient à la "pédagogie de développement" que l'éveil veut être par ailleurs. La leçon de choses empiriste et descriptive faisait connaître l'appareil digestif ; l'éveil scientifique prétend faire comprendre la digestion, qui n'est ni un fait ni un objet, mais une fonction. L'intellectualisme chassé par la porte de la pédagogie revient par la fenêtre de la didactique ; la complexité des opérations cognitives requises pour ce type d'enseignement des sciences rend d'ailleurs les références à Piaget problématiques.

En bref, l'éveil scientifique n'est pas toujours arrivé à harmoniser sa tendance à la didactisation avec les dimensions pédagogiques globales de l'éveil en général. À certains égards, la tension existante entre celles-ci et celle-là recouvre deux idéal-types distincts, voire opposés, de l'enseignement scientifique primaire, et, au-delà, des finalités de l'école élémentaire. C'est aussi faute d'avoir surmonté cette contradiction que l'éveil n'a pas su tenir les promesses dont il était gros.

Pierre KAHN  
IUFM de Versailles,  
GHDSO Paris XI-Orsay

## BIBLIOGRAPHIE

- ASTOLFI, J.-P. et DEVELAY, M. (1986). *La Didactique des sciences*. Paris : Presses Universitaires de France (coll. "Que sais-je ?").
- AURIAC, O. (1939). Programmes et méthodes. *Encyclopédie française*. tome XV, *Éducation et instruction*, dirigé par Célestin Bouglé. Paris : Larousse.
- BACHELARD, G. (1938). *La Formation de l'esprit scientifique : contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*. Paris : Vrin.
- BASSIS, H. (1969). Disciplines d'éveil ou activités d'éveil. *L'École et la vie*, 8, 1-4.
- BELBENOIT, G. et GUILLERMIN, G. (1971). Ce qu'est le tiers temps. *L'éducation*, 93, 10-11.
- BERT, P. (1881). L'instruction dans une démocratie. *Discours, leçons et conférences*. Paris : G. Charpentier.
- BEST, F. (1973). *La pédagogie d'éveil*. Paris : A. Colin.
- BOUTAN, A. (1880). *Rapport de la commission d'enquête des sciences physiques et naturelles*. Conseil supérieur de l'Instruction publique. Paris : Imprimerie nationale.

BUISSON, F. (1878). *Conférence sur l'enseignement intuitif*. Paris : Hachette.

CHARPAK, G. (Éd.). (1996). *La Main à la pâte*. Paris : Flammarion.

CHOBAX, J. (1967). Un système de normes pédagogiques. Les instructions officielles dans l'enseignement élémentaire français. *Revue française de sociologie*, n° spécial, 34-56.

DESPIN, J.-P. et BARTHOLY, M.-C. (1983). *Le Poisson rouge dans le Perrier*. Paris : Critérion.

DULAU, L. (1974). *Les Activités d'éveil à dominante scientifique à l'école élémentaire*. Paris : Armand Colin.

FONDATION NUFFIELD (1972). *Activités scientifiques d'éveil*. Paris : O.C.D.L.

GIORDAN, A. (Éd.). (1994). *L'Élève et/ou les connaissances scientifiques*. Neuchâtel : Peter Lang (1<sup>re</sup> éd. 1983).

GRÉARD, O. (1878). *L'Enseignement primaire à Paris et dans le département de la Seine de 1867 à 1877*. Paris : A. de Chaix.

HOST, V. (1971). Les activités d'éveil dans le cadre de la rénovation pédagogique en France. Cas particulier des activités scientifiques. In *Stage "Disciplines d'éveil"*, Tunis, 10-14 mai 1971. Ambassade de France de Tunisie : Bureau d'études et de documentation pédagogique, document n° 30, 6-10.

HOST, V. (Éd.). (1973). Activités d'éveil scientifiques à l'école élémentaire. I – Objectifs. Méthodes. Moyens. *Recherches pédagogiques* n° 62. Paris : INRDP.

KAHN, P. (1999a). *L'Enseignement de sciences à l'école primaire au moment des lois Ferry. Entre le rêve et la réalité*. Thèse de doctorat, Université de Paris V.

KAHN, P. (1999b). *De l'enseignement des sciences à l'école primaire. L'influence du positivisme*. Paris : Hatier.

KAHN, P. (2000). La leçon de choses : éléments pour une archéologie des savoirs scolaires. *Penser l'éducation*, 8, 81-115.

LEGRAND, L. (1961). *L'Influence du positivisme dans l'œuvre scolaire de Jules Ferry. Les origines de la laïcité*. Paris : Marcel Rivière.

LEGRAND, L. (1969). *Pour une pédagogie de l'étonnement*. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.

LEGRAND, L. (1971). *Une méthode active pour l'école d'aujourd'hui*. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.

LEIF, J. (1976). Problématique pour la pédagogie d'éveil. *L'École et la vie*, 5, 1-29.

MARTINAND, J.-L. (1974). Activités d'éveil scientifique à l'école élémentaire. *L'École et la Nation*, 23 octobre 1974, 59-62.

MARTINAND, J.-L. (1977). Les sciences physiques à l'école élémentaire. *Journal des instituteurs et des institutrices*, 5, 10-12.

- MARTINAND, J.-L. (1979). Acquis et perspectives de la recherche sur les activités d'éveil. *Cahiers de Fontenay*, 16, 109-124.
- MARTINAND, J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière*. Berne : Peter Lang.
- MILNER, J.-C. (1984). *De l'École*. Paris : Seuil.
- MORISSET, P. (1978). *Les Questions des enfants au service des activités d'éveil à orientation scientifique*. Paris : INRDP.
- PAPE-CARPANTIER, M. (1868). *Conférences sur l'introduction de la méthode des salles d'asile dans l'enseignement primaire*. Paris : Hachette.
- PROST, A. (1992). *Éducation, société et politiques. Une histoire de l'enseignement en France, de 1945 à nos jours*. Paris : Seuil.
- SERRI, J.-P. (1977). *Les Activités d'éveil*. Paris : Delagrave.
- WEBER, E. (1995). *La Fin des terroirs. La modernisation de la France rurale, 1870-1914*. Paris : Fayard.



# COMMENT AIDER À MODÉLISER “LE CIEL ET LA TERRE”

Hélène Merle

*Cet article présente deux activités de modélisation conduites en cours moyen en France, avec des élèves âgés de 9 à 11 ans. Il s'agit pour les enfants de s'approprier le modèle d'une Terre en rotation sur elle-même et en révolution autour du Soleil sur un axe incliné. Nous montrons comment, grâce à des manipulations nombreuses et variées, ces jeunes élèves se montrent capables d'une modélisation authentique qui s'accompagne d'une élaboration conceptuelle.*

Les activités d'investigation occupent une part importante dans les textes officiels (Bulletin officiel n° 5, 1995) concernant l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école élémentaire : on y insiste sur le fait que l'enfant doit apprendre “à formuler des questions”, à “faire émerger un problème et à le formuler correctement”. Pour résoudre les problèmes posés en classe, les activités scientifiques pratiquées avec de jeunes élèves peuvent s'appuyer sur des démarches variées. Les domaines explorés en cycle 3 (le ciel et la Terre, matière et énergie, objets et réalisations technologiques) privilégient chacun, sans pour autant s'y limiter, un type de démarche spécifique. Ainsi la démarche expérimentale est pratiquée aisément lors de l'étude de la matière, les démarches technologiques s'exprimant quant à elles lors de l'étude et de la fabrication d'objets. Le domaine “le ciel et la Terre” donne lieu dans les classes à des activités de documentation, mais de nombreux travaux ont montré la capacité des élèves de cycle 3 à modéliser (Pierrard, 1988). Nous présentons ici un travail réalisé en cours moyen qui met en jeu deux activités de modélisation liées aux mouvements de la Terre par rapport au Soleil.

## **1. UTILISATION D'UN PLANÉTIARIUM DANS L'ÉTUDE DE LA ROTATION DIURNE DE LA TERRE SUR ELLE-MÊME**

En classe l'introduction du mouvement diurne de la Terre, c'est-à-dire de son mouvement de rotation autour de l'axe des pôles en vingt-quatre heures, s'appuie sur des observations effectuées par les élèves depuis la Terre. Il s'agit pour les enseignants de faire observer le mouvement du Soleil ou des

étoiles pendant un jour. Puis ces mouvements sont expliqués par la rotation de la Terre sur elle-même et interprétés en terme de mouvements que nous qualifierons d’"apparents" (Merle & Dusseau, 1996). L’objectif, en effet, est de faire passer les élèves de la vision de l’observateur terrestre à celle d’un observateur qui serait situé sur le Soleil.

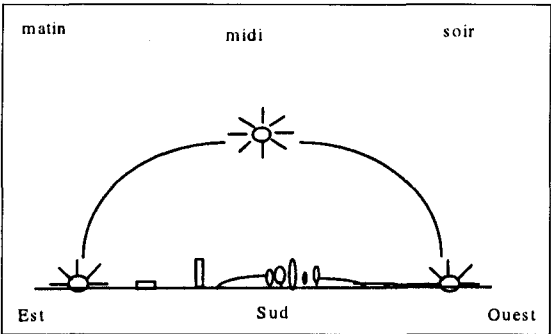
La méthode la plus répandue, que nous nommerons approche "classique", se base sur l’observation du mouvement du Soleil, pour des raisons évidentes de simplicité. Le mouvement apparent des étoiles est utilisé parfois pour conforter le travail réalisé avec le Soleil, mais il fait rarement l’objet d’une observation directe. La plupart des manuels scolaires de cours moyen proposent une photographie du ciel nocturne en pose, qui permet de visualiser la rotation "apparente" des étoiles autour de l’étoile polaire apparaissant comme fixe : c’est ce document qui sert de support en classe, lorsque la rotation des étoiles est évoquée.

Nous nous sommes posé la question de savoir si l’activité de modélisation mettant en jeu seulement la Terre et le Soleil permet une réelle conceptualisation du mouvement diurne de la Terre. Pour cela nous avons confronté une classe à l’approche classique.

**1.1. Approche classique basée sur l’observation du Soleil**

Rappelons rapidement les étapes de cette démarche, largement décrite et analysée par ailleurs (Pierrard, 1988). Elle débute par l’observation du mouvement apparent du Soleil sur une journée et utilise en général une représentation plane de l’espace vu par l’observateur terrestre : on représente le mouvement apparent du Soleil par rapport à un horizon assimilé à une bande horizontale sur laquelle apparaissent quelques éléments de paysage (document 1).

**Document 1**



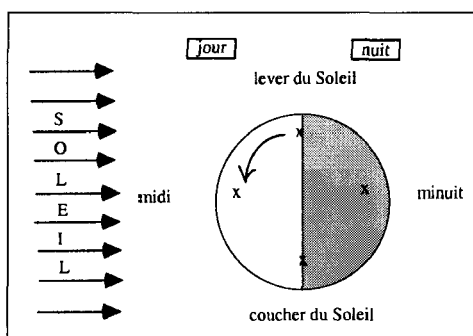
de l’observation  
du mouvement  
du Soleil depuis  
la Terre...

Après ce travail d’observation les élèves notent que : *“Le Soleil apparaît le matin vers l’horizon est, il monte dans le ciel et*

*culmine au sud à midi solaire, puis il descend et disparaît sous l'horizon vers l'ouest ; c'est alors la nuit."*

Après l'observation, la recherche d'un modèle explicatif s'appuie sur l'utilisation de mimes (l'enfant jouant le rôle de la Terre) et la réalisation de maquettes explicatives (source de lumière pour le Soleil et globe pour la Terre). Les élèves miment ou représentent à l'aide de maquettes deux modèles qui permettent d'interpréter les observations : Soleil qui tourne autour de la Terre ou Terre tournant sur elle-même (d'autres modélisations sont possibles et ont été étudiées par M-A Pierrard (1988). Comme il est impossible de choisir entre ces deux modèles, le recours à la documentation permet de valider le second modèle. Ce travail de modélisation conduit à la schématisation et à la conclusion suivantes (document 2) :

## Document 2



... à la rotation  
de la Terre sur  
elle-même

*"Le mouvement du Soleil d'est en ouest au cours d'une journée n'est qu'apparent. En fait le Soleil est fixe mais on le voit tourner à cause de la rotation de la Terre sur elle-même d'ouest en est en 24 heures."*

Nous allons analyser plus particulièrement les activités mises en œuvre lorsqu'on introduit le mouvement diurne de la Terre. Lors de cette séance, les objets réels sont remplacés par des objets de substitution : sphère ou globe terrestre pour la Terre, lampe ou projecteur de diapositives pour le Soleil. Comme le souligne Pierrard (1988), cette manipulation peut ainsi être considérée comme une aide à la modélisation, le terme de modèle étant pris au sens de substitut du réel. Nous pouvons utiliser le terme de "modèle physique" pour décrire le type de modèle utilisé ici, au sens de Walliser (1977), puisqu'il s'agit d'une maquette utilisant des objets concrets homothétiques des objets réels. De plus l'analogie entre les objets réels (la Terre et le Soleil) et la maquette (globe terrestre et lampe) fonctionne dans les deux sens : les enfants participent à l'élaboration et à la description de la maquette dans un premier temps, et acceptent ensuite d'appliquer les conclusions tirées de l'observation de la maquette aux objets réels.

une activité de  
modélisation...

Enfin plusieurs modèles peuvent expliquer les phénomènes observés et les élèves doivent choisir le “bon” modèle : comme ils n’ont pas le moyen de trancher entre les deux hypothèses, ils admettront les informations fournies par une documentation scientifique. Il semble donc que cette activité aide les élèves à prendre conscience qu’ils manipulent des modèles, puisque ceux-ci ne sont considérés que comme une explication possible de la réalité et non comme la réalité elle-même.

Pour ces trois raisons, Pierrard pense pouvoir affirmer que dans cette situation de classe, les élèves ont mené une réelle activité de modélisation. Si nous sommes tentés d’adhérer à cette interprétation, une question importante se pose toutefois : cette activité de “modélisation” permet-elle une réelle conceptualisation du mouvement diurne ?

La plupart des auteurs sont d’accord pour attribuer trois fonctions aux modèles : fonction de représentation, d’explication et de prédiction. Les deux premières fonctions semblent assurées par l’activité décrite ci-dessus car les exercices qui concernent la situation étudiée en classe, c’est-à-dire le cas du Soleil sont en général correctement réalisés.

Mais s’il y a réellement eu conceptualisation, les élèves devraient être capables d’utiliser le “modèle” pour prévoir les autres conséquences du mouvement diurne pour l’observateur terrestre, à savoir le mouvement d’ensemble de la voûte céleste et plus particulièrement la rotation des étoiles autour de l’étoile polaire. La capacité de prédiction est en effet une fonction importante du modèle : le schéma de J.-L. Martinand (1992) montre que la démarche de modélisation comporte des moments d’application du modèle construit sur le référent empirique. Si cette application s’exerce sur un référent empirique “élargi”, au monde des étoiles dans le cas qui nous préoccupe, il y a alors prédiction. Si toutefois les élèves n’étaient pas capables de prédire le mouvement des étoiles, on peut espérer qu’ils seront capables de l’interpréter, après l’avoir observé, en utilisant le modèle préalablement élaboré.

... qui n’assure pas  
toujours une fonction  
de prédiction

Pour tester les capacités de prévision des élèves nous les avons interrogés individuellement, juste après la séquence “classique”, au sujet du mouvement apparent des étoiles (annexe 1). Seulement 43 % d’entre eux sont capables de mobiliser le modèle d’une Terre en rotation pour prévoir ce mouvement apparent en l’expliquant correctement. Après observation de ce mouvement au planétarium, le pourcentage d’élèves capables de l’expliquer correctement reste le même.

Ainsi, la fonction de prédiction n’est pas assurée pour un nombre important d’élèves, puisque l’application du modèle à un référent empirique “élargi” ne fonctionne pas. Quant à la nature du mouvement apparent des étoiles (une rotation autour d’un point fixe représenté par la polaire) elle n’est envisagée par aucun élève, dans une classe pourtant de très bon niveau.



Il nous a donc semblé indispensable, pour construire réellement le concept de mouvement diurne, d'étendre le travail à l'observation du mouvement d'ensemble de la voûte céleste, grâce à l'utilisation d'un planétarium. Notre hypothèse est que ce travail d'observation et d'interprétation permettra d'améliorer sensiblement la conceptualisation du mouvement de la rotation de la Terre. Nous allons donc décrire et analyser les séances de planétarium et d'exploitation mises en œuvre.

## **1.2. Approche incluant l'utilisation d'un planétarium**

Ce travail a été réalisé dans la classe précédente et reproduit dans 6 autres classes de CM1, ou de CM2 en tout début d'année scolaire (168 élèves au total). Après une approche classique, les élèves ont été conduits au planétarium. Nous avons animé nous-mêmes les séances de planétarium et les maîtres disposaient d'une fiche de préparation détaillée pour les séances d'exploitation que nous avons observées. On constate que les réactions des élèves sont très semblables dans les différentes classes.

Le planétarium utilisé est un mini-planétarium modèle GOTO EX-3 de chez Perl, permettant de projeter entre autres les positions de 500 étoiles sur un dôme de trois mètres de diamètre. Il peut accueillir une quinzaine de personnes, soit une demi-classe. L'intérêt d'un planétarium pour ce qui nous préoccupe est évidemment la visualisation en accéléré du mouvement de rotation des étoiles autour de l'étoile polaire. De plus la perception d'un espace à trois dimensions est immédiate : les enfants se tournent sur leurs chaises dans toutes les directions, pointent certaines étoiles pour les montrer à leurs camarades placés différemment... Le travail d'exploitation pourra donc utiliser facilement un support en trois dimensions (demi-sphère transparente symbolisant la voûte céleste).

### **• séance de planétarium**

Dès que le projecteur est allumé, les enfants ont des réactions d'émerveillement. L'animateur fait identifier quelques constellations essentielles comme la Grande Ourse, la Petite Ourse et l'étoile polaire, Cassiopée, et d'autres faciles à reconnaître. La position des points cardinaux est rappelée en utilisant comme référence l'étoile polaire placée au nord. Ensuite, le mouvement de la voûte céleste est déclenché. Les élèves sont fort étonnés lorsqu'ils l'observent, même ceux qui l'avaient prévu. Mais assez rapidement fusent des remarques du type : *"c'est normal puisque la Terre bouge, c'est pas les étoiles qui bougent, c'est la Terre..."*. Les enfants qui s'expriment raisonnent par analogie avec le Soleil : *"c'est comme pour le Soleil, on croit qu'il bouge mais en fait c'est une impression... avec les étoiles c'est pareil"*.

l'observation du  
mouvement de  
la voûte céleste...

Un nouvel étonnement se manifeste lorsque les élèves découvrent l'immobilité de l'étoile polaire. Il s'agit là d'une découverte qui les déstabilise. En effet pour la plupart d'entre eux, la découverte du mouvement apparent des étoiles va dans le sens de l'évolution conceptuelle en cours, même s'ils ne maîtrisent pas encore tout à fait le phénomène. Par contre, l'immobilité de l'étoile polaire constitue au contraire un obstacle qui s'oppose à cette construction intellectuelle en gestation (*"si le mouvement de la Terre explique qu'on voit bouger les étoiles, pourquoi il y en a une qui ne bouge pas ? Elles devraient toutes bouger..."*). D'où la nécessité pour les enfants de remettre en cause leur modèle explicatif ou du moins de l'enrichir pour pouvoir y intégrer cette nouvelle donnée. Il s'agit donc là d'une situation extrêmement riche sur le plan didactique. On voit donc que le planétarium constitue un excellent outil didactique car en visualisant le mouvement de la voûte céleste, il déclenche une situation-problème.

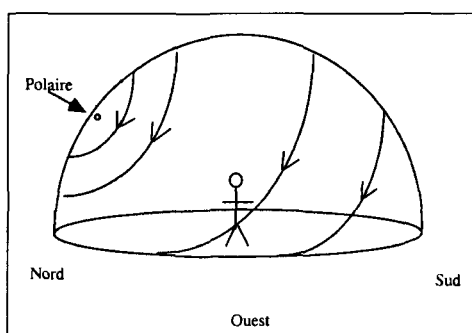
### **• tracé du mouvement apparent des étoiles autour de la polaire**

Les enfants disposent d'une planchette représentant le sol, sur laquelle est placé, au centre, un petit personnage symbolisant l'observateur. Le demi-globe transparent renversé sur cette planchette représente pour les élèves le "grand parapluie" du planétarium, c'est-à-dire la voûte céleste. La consigne est de reproduire le plus fidèlement possible les mouvements des étoiles observés lors de la séance de planétarium. Ils doivent dessiner les trajectoires ("trajet" ou "chemin") de quatre étoiles plus ou moins proches de l'étoile polaire.

... des trajectoires  
des étoiles autour  
de la polaire...

Les productions sont maladroites et incomplètes : certains élèves font tourner uniquement les étoiles circumpolaires, d'autres ne dessinent que les étoiles qui se "lèvent" à l'est et se "couchent" à l'ouest, pour d'autres enfin les trajectoires sont verticales et non inclinées. Après confrontation entre ces diverses productions et analyse critique le maître invite les enfants à imaginer une méthode de tracé permettant d'obtenir un résultat plus correct. Dans les classes, lors de l'observation, les enfants remarquent très nettement que *"ça fait des cercles"*, *"c'est comme avec un compas"*, *"il faudrait mettre la pointe sur l'étoile polaire"*... Les enfants pensent à l'utilisation du compas ; les maîtres proposent pour plus de facilité d'utiliser des ficelles et les élèves effectuent leurs tracés en fixant l'extrémité de la ficelle sur l'étoile polaire. Ce travail de tracé est indispensable afin que les enfants prennent conscience du mouvement d'ensemble du ciel (document 3), mouvement qu'ils semblaient avoir perçu lors de la séance au planétarium mais qu'ils n'avaient pas assimilé, comme le prouvent leurs premières productions.

## Document 3



• recherche d'un modèle explicatif

L'hypothèse relative à un mouvement de la Terre est rappelée, ainsi que les problèmes qu'elle soulève : "si le mouvement de la Terre explique qu'on voit tourner les étoiles qu'on observe depuis la Terre, alors pourquoi y a-t-il une étoile immobile ?"

Le maître propose le matériel nécessaire pour trouver une explication. Les élèves disposent d'un mini-globe terrestre (taille-crayon) monté sur un axe (aiguille à tricoter). Ils ont également à leur disposition la demi-sphère transparente qui représente la voûte céleste. Cette demi-sphère est percée au niveau de l'étoile polaire depuis la séance de tracé, il est donc possible de faire passer l'axe des pôles par ce trou. Quelques gommettes sont fixées sur la voûte et représentent des étoiles, qui sont supposées immobiles. La consigne est la suivante : *"Comment faut-il placer la Terre et la faire tourner, pour que l'observateur sur la Terre voit les étoiles tourner, la polaire restant fixe ?"*

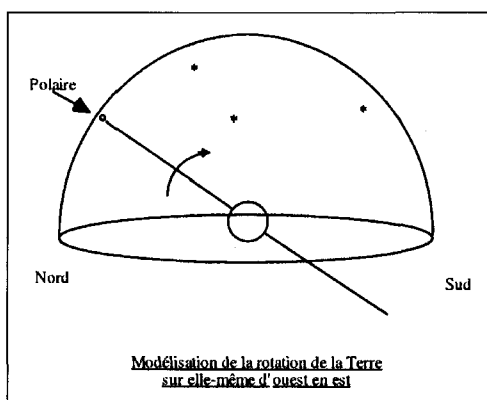
... s'interprète aussi par la rotation de la Terre

Le premier tâtonnement consiste à placer la Terre au centre de la voûte céleste. Après cette étape, les élèves inclinent intuitivement la Terre en direction de la polaire et la font tourner sur elle-même pour tenter d'imaginer la conséquence de ce mouvement pour l'observateur terrestre. Le maître apporte l'aide nécessaire en suggérant par exemple aux élèves de placer un doigt sur le bout de l'aiguille : *"ah oui, si je mets mon doigt sur l'aiguille et que je fais tourner la Terre, mon doigt ne bouge pas. C'est pour cela que la polaire est immobile"*. Ce travail permet donc d'introduire la notion d'axe de rotation, les points situés sur l'axe étant immobiles pour l'observateur terrestre.

La détermination du sens de rotation de la Terre est difficile pour les enfants et l'origine de cette difficulté a été analysée par ailleurs (Merle, 1999). Cela conduit à proposer aux enfants une analyse des positions successives de la Terre correspondant au lever, à la culmination et au coucher d'une étoile donnée. Sur les mini-globes utilisés, les continents sont représentés par des couleurs différentes : Asie en jaune,

Europe et Afrique en blanc, Amérique en vert. Un rappel concernant les points cardinaux est organisé : les enfants doivent identifier et localiser sur le globe le continent qui est à l'est de la France (l'Asie), celui qui est à l'ouest (l'Amérique) et au sud (l'Afrique). Le maître guide l'observation dans les groupes en demandant par exemple : *"Place la Terre pour que cette étoile soit visible à l'est pour les français, puis au sud et enfin à l'ouest"*. Si l'étoile est au-dessus de la Russie, les enfants en déduisent que l'étoile est visible à l'est pour eux, donc qu'elle est en train de se lever. De nombreux exercices de ce genre permettent de repérer les positions de la Terre correspondant au lever, à la culmination et au coucher de telle étoile. Les élèves en déduisent le sens de rotation de la Terre sur elle-même, inverse du sens de rotation des étoiles autour de l'étoile polaire (document 4).

**Document 4**



### 1.3. Résultats

À la fin de la séquence, de nombreux exercices de transfert (voir annexe 2) ont été soumis aux élèves. Il s'agit d'interpréter ou d'imaginer des situations qui n'ont pas été étudiées en classe, donc ces exercices sont difficiles pour des enfants de cet âge. L'analyse globale des résultats permet de constater que 56 % d'élèves manifestent, à travers nos tests, une bonne maîtrise du mouvement diurne (3 exercices réussis au minimum sur les 4 proposés). Dans deux des classes, les évaluations différées réalisées deux mois et un an après la fin du travail montrent la stabilité des acquis, certains élèves ayant même progressé : les acquis ne sont donc pas superficiels, mais correspondent à une réelle conceptualisation pour plus de la moitié des élèves.

Pour les autres élèves, l'objectif visé n'est pas atteint totalement. Le concept est seulement en cours d'acquisition pour 30 % d'élèves (2 exercices sur 4 réussis), pour 14 % d'entre

... et permet  
une meilleure  
conceptualisation  
du mouvement  
diurne

eux les réponses fournies aux différents exercices d'évaluation sont très confuses : cela montre qu'il est difficile voire impossible, pour ces élèves, de concevoir, en fin de séquence sur le mouvement diurne, la relativité des mouvements de la Terre et des astres. Les activités proposées permettent toutefois à ces élèves de découvrir des phénomènes inconnus (le mouvement des étoiles autour de la polaire en particulier) et de mettre en doute les données de la perception immédiate en les confrontant aux données scientifiques.

Le travail réalisé au planétarium permet un progrès très net dans la conceptualisation du mouvement diurne, l'aptitude des élèves à changer de point de vue s'étant nettement améliorée. Il est intéressant en particulier de noter que ce travail pointe du doigt la nature du mouvement de la Terre, à savoir une rotation autour d'un axe dirigé vers l'étoile polaire.

## **2. UTILISATION D'UN PLANÉTIARIUM DANS L'ÉTUDE DE LA RÉVOLUTION ANNUELLE DE LA TERRE AUTOUR DU SOLEIL**

La révolution annuelle de la Terre autour du Soleil constitue le deuxième mouvement que nous devons faire étudier aux élèves. Ceux-ci sont nombreux à posséder avant enseignement des connaissances sur les mouvements de la Terre, mais la plupart d'entre eux n'établissent pas de relations correctes entre chacun des deux mouvements et ses conséquences pour l'observateur terrestre. Ainsi le premier mouvement qu'ils mobilisent à tort pour expliquer la succession des jours et des nuits est souvent le mouvement de révolution. Pour constater les effets de cette révolution sur l'observateur terrestre, il faut observer le ciel étoilé toute l'année et constater que les étoiles visibles la nuit ne sont pas toujours les mêmes au fil des mois. Une observation répétée du ciel en début de nuit chaque mois permettrait de familiariser les élèves avec ce phénomène, mais ceci est pratiquement irréalisable avec une classe pour des raisons matérielles évidentes. Par contre le planétarium constitue un outil irremplaçable pour simuler cette observation : il permet de visualiser la position du Soleil parmi les constellations de l'écliptique à une période donnée de l'année et d'en déduire le ciel visible la nuit à cette saison. Le déplacement apparent du Soleil sur l'écliptique au cours de l'année est ensuite matérialisé et constitue le point de départ du questionnement : les élèves seront en effet conduits à s'interroger sur ce mouvement. Un travail de modélisation leur permettra d'élaborer ou de "reconstruire", sur la base des observations faites au planétarium, le modèle d'une Terre en révolution autour du Soleil.

Le travail a été réalisé dans cinq classes de CM2. Dans chacune de ces classes, le mouvement diurne a tout d'abord été étudié selon la procédure décrite précédemment (travail

sur le Soleil puis sur les étoiles grâce au planétarium). Suit l'étude de la révolution de la Terre autour du Soleil, qui se déroule sur trois séances, dont une au planétarium. Nous avons animé les deux premières séances, les maîtres prenant en charge la séance d'exploitation, que nous avons observée.

### **2.1. Première séance : reconnaissance de quelques constellations, dont celles de l'écliptique**

des constellations  
du Zodiaque...

L'animateur introduit la séance en rappelant ce qu'est une constellation et projette plusieurs diapositives de constellations, en débutant par celles que les enfants ont déjà observées au planétarium. Les diapositives suivantes présentent des constellations nouvelles, parmi lesquelles figurent des constellations du Zodiaque (ou de l'écliptique, les deux mots étant utilisés indifféremment par la suite). Dès qu'une constellation du Zodiaque est présentée, il se trouve un enfant pour dire : *"c'est mon signe"*. S'ensuit une discussion sur les *"signes du Zodiaque"* que les enfants ne connaissent bien sûr que par l'intermédiaire des horoscopes. Il ressort de la discussion qu'il existe douze signes du Zodiaque, qui sont en fait douze constellations, chacune étant affectée à un mois. Les diapositives sélectionnées représentent à la fois des constellations du Zodiaque et d'autres constellations, de manière à induire un questionnement sur les premières.

Cette séance est indispensable pour préparer la séance de planétarium qui va suivre : en effet les élèves devront être capables d'identifier sans difficulté les constellations du Zodiaque les plus reconnaissables. Les enfants sont invités à reconnaître individuellement, sur un polycopié où les douze constellations zodiacales ont été dessinées, les six d'entre elles présentées (le Sagittaire, le Taureau, les Gémeaux, le Lion, la Vierge et le Scorpion). Les noms des six constellations du Zodiaque restantes sont donnés par l'animateur.

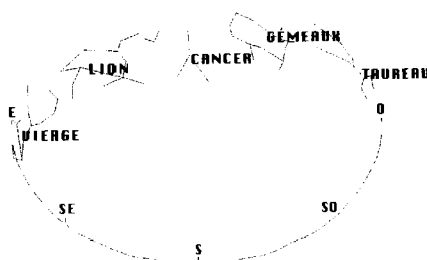
La séance se termine par une question : *"pourquoi y a-t-il douze constellations particulières appelées constellations du Zodiaque et pourquoi chacune d'elle correspond-elle à un mois ?"*. Précisons en effet que dans les cinq classes où ce travail a été réalisé, aucun enfant ne possédait la moindre connaissance à ce sujet.

### **2.2. Deuxième séance, au planétarium : observation du mouvement apparent du Soleil sur l'écliptique au cours de l'année**

L'animateur présente tout d'abord aux élèves le ciel vu lors de la première séance de planétarium, ce qui permet aux élèves de retrouver quelques constellations faciles à identifier. Puis il visualise le mouvement apparent des étoiles autour de l'étoile polaire en faisant rappeler son interprétation.

Cette "révision" étant faite, le mouvement de la voûte céleste est arrêté lorsqu'on atteint le ciel de printemps (c'est-à-dire le ciel visible en début de nuit au printemps) : le Taureau est alors bas sur l'horizon ouest (document 5). L'animateur demande aux enfants de reconnaître quelques constellations du Zodiaque. Il peut les aider en les montrant à l'aide d'un pointeur laser. À cette période de l'année quatre constellations du Zodiaque, lumineuses et facilement identifiables, sont visibles d'ouest en est : le Taureau, les Gémeaux, (le Cancer), le Lion et la Vierge.

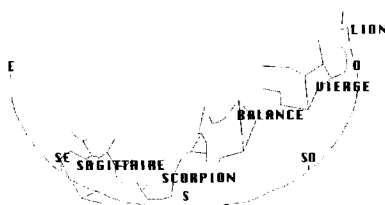
#### Document 5. Ciel de printemps (logiciel Redshift2)



Dès que les quatre constellations ont bien été visualisées par tous les élèves, fusent un certain nombre de remarques : *"elles se suivent, elles font une ligne..."*. Pour renforcer ces affirmations, l'animateur projette sur le planétarium l'écliptique qui apparaît sous forme d'une ligne lumineuse. Les élèves sont ravis de voir leurs remarques confortées ; l'animateur fait ensuite "tourner" le ciel de manière à vérifier que les autres constellations du Zodiaque sont bien sur cette ligne dont il donne le nom : "l'écliptique". On observe ainsi, à la suite vers l'est, le Scorpion et le Sagittaire (document 6).

... à la notion  
d'écliptique

#### Document 6. Ciel d'été (logiciel Redshift 2)



Un premier élément de réponse à la question de départ est donc apporté : les douze constellations du Zodiaque sont sur une ligne appelée l'écliptique. Mais le problème se pose de savoir pourquoi on a dessiné cette ligne dans le ciel : que représente-t-elle ?

L'animateur explique que pour répondre à cette question, il faut se préoccuper de ce qui se passe le jour. Il soulève le problème de la présence d'étoiles dans le ciel le jour : des enfants affirment qu'elles sont présentes mais invisibles à cause de la luminosité du ciel (*"on ne les voit pas parce que le Soleil est trop brillant"*) : cette idée est reprise et développée par l'animateur. Il évoque les débuts de nuit où on voit peu à peu apparaître les étoiles au fur et à mesure que le ciel s'assombrit, de manière à convaincre tous les élèves qu'il y a bien des étoiles dans le ciel en plein jour, même si on ne les voit pas.

Il explique ensuite que, le Soleil du planétarium n'étant pas très brillant, il permet de voir les étoiles et le Soleil en même temps, c'est-à-dire de voir les étoiles qui sont dans le ciel pendant la journée. Il place alors le Soleil (un petit disque lumineux) dans la constellation du Taureau, c'est-à-dire dans sa position au mois de juin.

On fait alors défiler le ciel de juin : les élèves constatent que le Soleil coïncide avec le Taureau, et cela pendant toute la journée ; le Taureau "se couche" et "se lève" en même temps que le Soleil, restant toujours noyé dans sa lumière. Les enfants comprennent très bien qu'à cette période de l'année, il sera donc impossible de voir cette constellation. Au coucher du Soleil, on recherche avec les élèves quelle est la constellation du Zodiaque qui se lève : ils reconnaissent aisément la constellation du Scorpion. À minuit, on constate que cette constellation culmine plein sud : elle sera donc visible toute la nuit. Enfin, lorsque le Scorpion se couche, apparaissent vers l'est le Soleil et le Taureau : c'est le jour et les étoiles ne sont plus visibles.

Il est nécessaire de faire défiler la journée complète de manière à faire verbaliser les observations par plusieurs élèves : on constate que les enfants analysent en général très bien ce qui se passe. L'animateur doit toutefois être attentif à faire préciser souvent le moment de la journée : en effet certains élèves peuvent avoir des difficultés à imaginer qu'il fait jour alors même que des étoiles sont visibles sur le planétarium. Les moments clefs (matin, midi, soir, minuit) sont donc exploités, en faisant préciser à chaque fois si les étoiles sont visibles ou non, si elles vont bientôt "s'allumer" (au coucher du Soleil) ou au contraire "s'éteindre" (au lever du jour).

Après avoir analysé en détail le déroulement d'une journée du mois de juin, l'animateur immobilise le planétarium alors que le Soleil est proche du coucher, toujours en coïncidence avec le Taureau. Il visualise alors le déplacement du Soleil de mois en mois : il le décale donc progressivement sur l'écliptique de manière à le faire coïncider avec les Gémeaux (c'est alors le mois de juillet), le Cancer (août), le Lion (septembre), la Vierge (octobre)... Il explique que depuis la Terre on voit le Soleil se déplacer ainsi sur l'écliptique de jour en jour en coïncidant chaque mois avec une constellation du Zodiaque différente.

de l'observation  
du mouvement  
du Soleil sur  
l'écliptique...



Le Soleil est immobilisé lorsqu'il atteint la constellation du Scorpion : c'est alors le mois de décembre, six mois s'étant écoulés depuis le départ. L'animateur fait alors défiler le ciel de décembre, en reprenant l'observation en détail sur vingt-quatre heures, de la même manière que cela a été fait précédemment pour le mois de juin : en décembre, le Scorpion n'est pas visible puisque présent dans le ciel le jour, par contre le Taureau est visible toute la nuit.

Lors du retour en classe, le maître pose la question de savoir pourquoi on voit ainsi le Soleil se déplacer sur l'écliptique : aucune hypothèse claire n'a été formulée par les élèves à cette étape du travail dans aucune classe. La question est donc notée et retenue pour la séance suivante.

### **2.3. Troisième séance : interprétation par la révolution annuelle de la Terre autour du Soleil**

L'observation réalisée au planétarium est rappelée par les enfants et le maître propose une manipulation pour tenter de répondre à la question. Il rappelle que l'écliptique était inclinée au planétarium, mais pour simplifier, l'écliptique sera représentée horizontalement.

Les élèves disposent de douze étiquettes sur lesquelles sont dessinées les douze constellations de l'écliptique, le mois correspondant à chacune d'elle étant indiqué sur l'étiquette. Par groupe, ils doivent les positionner en cercle sur une grande feuille en respectant l'ordre (de janvier à décembre) et le sens (sens inverse des aiguilles d'une montre). Puis le maître leur distribue une balle jaune pour le Soleil et un mini-globe terrestre. Les élèves doivent positionner la Terre et le Soleil pour rendre compte de ce que l'on observe au mois de juin (le Soleil coïncide avec le Taureau et le Scorpion est parfaitement visible à minuit). On constate que les élèves placent tous spontanément la Terre au centre de l'écliptique, puis ils placent le Soleil entre la Terre et le Taureau, à l'intérieur du cercle représentant l'écliptique. Cette tâche est accomplie correctement par tous les groupes, sans difficulté majeure : au sein des groupes s'engagent des échanges au cours desquels la situation est analysée correctement : en particulier les élèves privilégient midi et minuit, ou la partie jour et la partie nuit de la Terre. Ainsi, tout en manipulant, ils expliquent : *"À midi (ou quand il fait jour), on est en face du Taureau, il est derrière le Soleil, donc on ne le voit pas car le Soleil est trop brillant ; à minuit (ou la nuit) on est du côté du Scorpion, on le voit bien parce qu'il fait nuit."*

La deuxième tâche consiste à positionner la Terre et le Soleil au mois de décembre. Tout naturellement, les élèves font tourner le Soleil autour de la Terre d'un demi-tour, reprenant les explications antérieures en inversant les rôles des deux constellations. Dans l'immense majorité des cas, c'est donc un modèle géocentrique qu'ils élaborent. Le maître reste le

... à la révolution de  
la Terre autour du  
Soleil

plus neutre possible, sans critiquer ni valider les propositions des élèves. Il leur demande toutefois de dessiner sur leur feuille le résultat de leur travail en donnant un code de couleur (Terre en bleu et Soleil en jaune) : il précise que chaque groupe devra ensuite expliquer aux autres ce qui se passe au cours d'une année. Nous avons constaté qu'à ce moment de la séquence certains élèves prennent conscience du décalage entre leurs connaissances et le modèle qu'ils viennent d'élaborer : placés devant leur schématisation, ils constatent qu'ils ont fait tourner le Soleil autour de la Terre au cours de l'année. On entend donc dans certains groupes des réactions telles que : *"on s'est trompé, c'est le contraire, c'est pas le Soleil qui tourne autour de la Terre, c'est la Terre qui tourne autour du Soleil..."*. Il s'ensuit chez ces élèves une période de grande déstabilisation, ces remarques étant la manifestation d'un conflit cognitif important et pendant quelques instants les enfants sont extrêmement perplexes. Mais rapidement un élève du groupe propose d'inverser les positions de la Terre et du Soleil et les enfants constatent que le nouveau modèle permet lui aussi d'expliquer les observations. Dans chaque classe, un groupe au moins a fait seul ce cheminement.

La mise en commun permet de comparer les différentes propositions des groupes. Dans toutes les classes, nous avons pu confronter les deux modèles : les enfants constatent très vite que, selon les groupes, soit le Soleil tourne autour de la Terre, soit la Terre tourne autour du Soleil (document 7). Il en résulte un conflit socio-cognitif qui, pour de nombreux élèves, est nécessaire à la remise en cause du modèle géocentrique mobilisé spontanément.

une activité  
de modélisation...

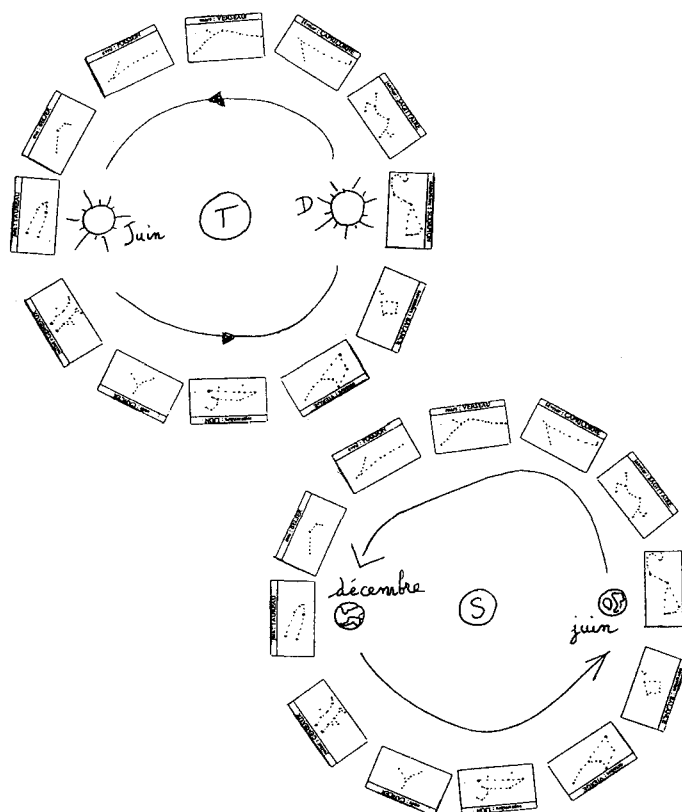
La confrontation amène très rapidement à privilégier le modèle héliocentrique : le conflit se résout uniquement en fonction des connaissances antérieures des élèves qui les conduisent à considérer comme fausses les propositions relevant du modèle géocentrique. Mais les élèves n'utilisent pas le retour au réel pour défendre ou valider le modèle qu'ils ont élaboré, quel qu'il soit. À aucun moment ils ne mettent en relation leur modèle et ce qu'ils ont observé au planétarium. Les connaissances livresques prennent le pas et constituent la seule référence valable, gage d'une vérité scientifique qui ne doit pas être remise en cause.

L'intervention du maître est nécessaire pour imposer une analyse des deux modèles, et en particulier du modèle géocentrique, en relation avec les observations réalisées au planétarium. Il provoque donc une discussion en demandant si chaque type de modèle explique bien ce que l'on observe : les élèves admettent que c'est bien le cas. Mais il faut noter qu'il est encore nécessaire de faire réfléchir les élèves sur l'idée que deux modèles différents peuvent expliquer la même observation. L'accord se fait sur l'idée que le premier modèle représente "ce que l'on voit depuis la Terre",

tandis que le second représente "ce que l'on verrait depuis le Soleil".

Le modèle héliocentrique est bien sûr présenté comme le modèle scientifiquement admis, en accord avec la "réalité" des faits.

### Document 7. Confrontation des modèles élaborés



### 2.4. Résultats

Les élèves des classes concernées ont été soumis à une évaluation terminale deux semaines environ après la fin du travail et à une évaluation différée réalisée deux mois plus tard. Nous avons voulu tester non seulement les acquis concernant la révolution de la Terre, mais également la capacité des enfants à analyser des situations mettant en jeu les deux mouvements de la Terre. Les exercices proposés sont beaucoup plus difficiles que les exercices proposés couramment à des élèves de cet âge : cet élément ne doit pas être oublié dans l'analyse qui suit.

... qui montre que  
le mouvement de  
révolution...

L'évaluation terminale (voir annexe 3) porte sur les 109 élèves présents. Les taux de réussite obtenus pour chaque exercice, si on exclut la question relative au mouvement diurne (mouvement apparent du Scorpion d'est en ouest dans le troisième exercice), sont compris entre 65 % et 75 % selon les items. Une analyse globale des résultats donne un taux de réussite de 70 %. Les mêmes exercices ont été soumis à deux des classes lors d'une évaluation différée et le taux de réussite global s'est accru : il semble donc que les acquis se soient consolidés. Une réussite de cet ordre montre l'intérêt du planétarium et de la procédure utilisée.

D'autre part les résultats obtenus montrent que l'étude de la révolution annuelle de la Terre autour du Soleil est plus facile pour les élèves que celle de la rotation de la Terre sur elle-même. Il s'agit là d'un résultat qui nous semble essentiel : il doit permettre aux enseignants d'accorder une attention particulière à l'étude du mouvement diurne, qui constitue une difficulté importante dans l'étude des phénomènes élémentaires d'astronomie de position.

... est plus accessible  
que le mouvement  
diurne...

Nous allons tenter de comprendre l'origine de cette différence. Certes c'est la deuxième fois que les élèves sont confrontés à un mouvement "apparent" et les activités de modélisation leur sont plus familières. Mais l'explication essentielle nous semble être ailleurs. Dans ce deuxième travail, lors de la modélisation, les élèves doivent simplement aligner la Terre, le Soleil et une constellation donnée du Zodiaque, celle qui coïncide avec le Soleil à la période considérée. Spontanément, comme nous l'avons dit plus haut, tous les élèves font tourner le Soleil autour de la Terre, modélisant ainsi la situation dans un repère géocentrique. L'intervention du maître est presque toujours nécessaire pour que les enfants construisent le modèle héliocentrique, mais souvent fusent des remarques telles que : *"ça revient au même"* ou *"c'est pareil"*. Ces réactions sont significatives : dans cette activité en effet, la Terre est assimilée à un point ou plus exactement un "bipoint" constitué de la partie jour et de la partie nuit de la Terre. Le changement est donc faible lorsqu'on fait tourner la Terre autour du Soleil, au lieu de faire tourner le Soleil autour de la Terre. Il s'agit simplement d'intervertir les rôles entre le Soleil et la Terre, en conservant la nature du mouvement : une rotation d'un point autour d'un autre point. Seul est modifié l'élément central de la rotation, c'est-à-dire en fait le point supposé fixe par rapport aux étoiles. Dans l'étude du mouvement diurne, par contre, la Terre est prise en compte dans sa globalité : c'est bien un solide qu'il s'agit de faire tourner sur lui-même, avec tous les problèmes que cela pose. En effet, toutes les composantes du concept de Terre sont alors mises en jeu : notion d'horizon, d'espace accessible à l'observateur, de verticale et d'horizontale en particulier. Il ne s'agit pas seulement ici d'intervertir les rôles entre le Soleil et la Terre, mais bien d'attribuer au

“solide-Terre” un mouvement de rotation sur lui-même. Or ce mouvement est fort différent de la révolution apparente du Soleil autour de la Terre en vingt-quatre heures et on comprend aisément que la difficulté soit nettement plus importante pour appréhender le mouvement diurne que la révolution annuelle.

Portons une attention particulière au deuxième exercice, qui combine des phénomènes liés à la rotation de la Terre et à sa révolution. Il est particulièrement difficile car il fait appel à des connaissances récemment acquises, et nécessite également une maîtrise globale des phénomènes étudiés depuis le début du travail au planétarium, donc un esprit de synthèse très développé pour des enfants de cet âge.

Concernant les dessins à minuit, au lever du Soleil et à midi, précisons que la représentation du mouvement des constellations sur l'horizon sud n'a jamais été utilisée en classe. Une représentation de ce type n'a été utilisée que pour le mouvement apparent du Soleil, la trajectoire des étoiles ayant été représentée, quant à elle, sur un demi-globe transparent. Nous pensions que les enfants avaient acquis une maîtrise suffisante dans la représentation de l'espace pour être capables d'utiliser correctement cette représentation. Il s'avère que notre hypothèse est correcte : près de trois quarts des élèves sont en mesure de se représenter mentalement et de reproduire le mouvement de l'ensemble “Soleil-Scorpion” tel qu'ils l'ont observé au planétarium. Nous avons été étonnés, de plus, de constater que de très nombreux élèves dessinent le Soleil et la constellation du Scorpion même lorsqu'ils sont au-dessous de l'horizon. Pourtant cela n'était pas demandé dans la consigne et les élèves n'ont observé ces astres que pendant leur passage au-dessus de l'horizon : ils en déduisent facilement la partie non visible de leur trajectoire et leur position sur cette trajectoire aux moments clefs de la journée. On peut dire que ces élèves ont élaboré, grâce au planétarium, le modèle d'une sphère céleste complète autour de l'observateur, alors même que le planétarium ne les confronte qu'à l'observation d'une demi-sphère. La sphère céleste dans son ensemble est perçue comme une sphère en rotation autour de l'observateur. Le planétarium joue un rôle essentiel dans cette vision de l'espace. En effet une observation réelle, du fait de la lenteur des déplacements et de leur amplitude, ne permettrait vraisemblablement pas une telle construction mentale.

... et qui structure  
l'espace

Le mouvement apparent du Scorpion d'est en ouest devait être expliqué, bien sûr par la rotation de la Terre autour de son axe. Notons qu'aucune manipulation précise n'a été réalisée au cours de la séance de modélisation pour expliquer ce mouvement. Le modèle de Terre utilisé est un modèle extrêmement simple limité à deux parties : la partie jour de la Terre (d'où l'on aperçoit le Soleil devant le Scorpion) et sa partie nuit (dirigée vers le Taureau). Mais l'analyse des

évolutions observables, entre midi et minuit par exemple, n'a fait l'objet d'aucun travail spécifique, étant donné la densité de la séance. Un élève sur trois ne répond pas à la question. Ce chiffre peut paraître élevé mais nous ne devons pas oublier que les enfants sont "plongés" depuis trois séances dans une autre problématique : manifestement ils ne disposent pas tous du recul nécessaire pour répondre correctement à cette question. Cependant, 53 % d'élèves invoquent la rotation de la Terre sur elle-même : nous retrouvons là un taux de réussite très proche de celui obtenu lors de notre travail sur le mouvement diurne.

Lors de l'évaluation différée (voir annexe 4), nous avons cherché à savoir si les élèves étaient capables d'établir de bonnes corrélations entre diverses observations et le mouvement de la Terre dont elles résultent. Sur 110 élèves interrogés, les pourcentages de bonnes réponses pour chaque item varient de 67 % à 82 %. L'analyse globale des résultats de chaque enfant montre qu'une grande majorité d'élèves a acquis la capacité de décentration visée par ce travail.

### **3. UTILISATION D'UN THÉODOLITE POUR INTRODUIRE L'INCLINAISON DE L'AXE DES PÔLES PAR RAPPORT À L'ÉCLIPTIQUE**

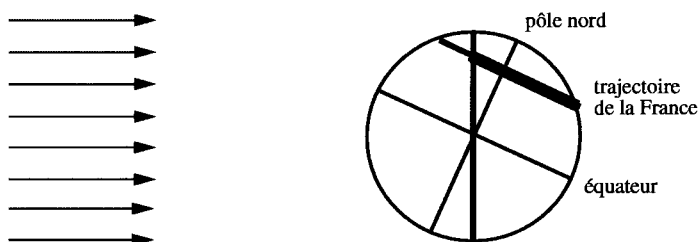
L'apprentissage visé au cycle 3 inclut la connaissance de l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre par rapport au plan de l'orbite terrestre, appelé écliptique. Cette inclinaison de l'axe des pôles est responsable de l'existence des saisons. Mais, contrairement aux mouvements de la Terre connus par de nombreux élèves, cette inclinaison est peu connue des enfants avant enseignement. Un quart d'entre eux seulement relie l'existence des saisons à l'inclinaison de cet axe, sans être toujours capables de justifier cette affirmation.

L'étude des saisons s'appuie, en classe, sur les différences que l'on peut constater au cours d'une année ; le point de départ est le plus souvent l'étude de la variation de la durée du jour au fil des mois. Le problème que l'on se propose de résoudre est alors le suivant : *"pourquoi les jours sont-ils plus longs en été qu'en hiver ?"*. Mais l'interprétation de cette variation par l'inclinaison de l'axe des pôles est délicate. En effet, lorsqu'on incline l'axe des pôles par rapport à l'écliptique, les élèves ont tendance à faire pivoter également la séparation jour/nuite alors que celle-ci reste perpendiculaire aux rayons solaires. De plus, ils doivent imaginer le trajet de la France au cours d'une rotation de la Terre, pour pouvoir comparer la durée des jours et des nuits : ce trajet doit, quant à lui, s'incliner pour rester parallèle à l'équateur. La compréhension du phénomène met en jeu des simulations sur maquette, mais elle suppose également une capacité à

introduire les saisons  
par la variation de  
la durée des jours...

schématiser la situation (document 8), ce qui est souvent difficile pour les raisons évoquées ci-dessus.

### Document 8



... ou par la variation  
de la hauteur du  
Soleil ?

Certaines "astuces" pédagogiques permettent de rendre ces obstacles franchissables par quelques élèves, mais il s'avère que cette approche pose de sérieux problèmes de compréhension pour la majorité d'entre eux. Nous avons donc choisi d'aborder les saisons en nous appuyant sur la variation de la hauteur du Soleil dans le ciel au fil des mois ce qui permet d'éliminer les difficultés évoquées plus haut. De plus, ce travail nécessite une activité de mesurage effectuée par les élèves tout au long de l'année : il permet une meilleure structuration de l'espace, tant lors des relevés que lors de leur interprétation. Cette interprétation conduit bien sûr à incliner l'axe de pôles par rapport à l'écliptique.

Le travail a été réalisé dans trois classes de CM2. Les élèves de ces trois classes avaient tous étudié, de façon classique, le mouvement diurne au CM1. En début de CM2, deux séances de révision sont organisées et le maître engage ensuite une phase de questionnement concernant l'évolution du mouvement apparent du Soleil au cours de l'année. Les élèves doivent dessiner individuellement la trajectoire du Soleil au-dessus de l'horizon en automne, en hiver et en été. Certains savent que la hauteur du Soleil dans le ciel est plus grande en été qu'en hiver, mais tous n'en sont pas conscients et on trouve de nombreuses erreurs (en particulier, le Soleil se lève exactement à l'est pour se coucher à l'ouest). Le maître propose donc d'organiser des observations régulières, en particulier en ce qui concerne la hauteur maximum du Soleil, celle atteinte à midi solaire.

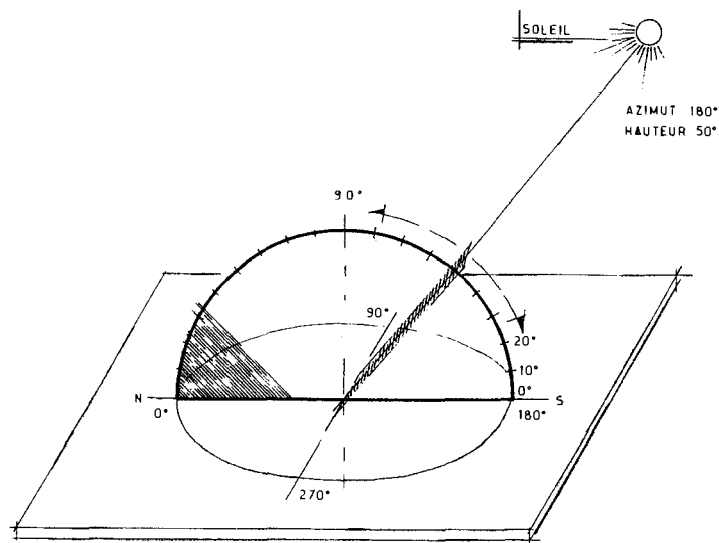
un théodolite pour  
mesurer...

Pour cela, il introduit un théodolite constitué d'une planchette horizontale sur laquelle sont indiqués les points cardinaux et d'un rapporteur vertical pivotant autour de son axe de symétrie ; ce rapporteur est muni d'un curseur en rotation autour du centre du rapporteur (document 9). Les enfants apprennent à manipuler le théodolite : à midi solaire, le rapporteur doit être orienté dans le plan du Soleil, donc vers le sud, l'ombre du rapporteur étant alors très étroite. Puis, le curseur doit être dirigé en direction du Soleil, faisant lui aussi

une ombre la plus étroite possible : par simple lecture sur le rapporteur, on obtient alors la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon.

Le maître s'assure que tous les élèves savent utiliser le théodolite correctement et un relevé est effectué chaque 20 du mois ou le plus près possible du 20, du fait des contraintes de la météorologie. Les résultats sont notés dans un tableau et en fin d'année quatre séances d'exploitation sont organisées. L'objectif du travail de recherche dans la classe est alors d'expliquer les variations importantes constatées au fil des mois.

**Document 9. Théodolite à midi solaire**



**3.1. Première séance : variation de la hauteur du Soleil à midi solaire au fil des mois**

Le tableau sur lequel ont été notés les résultats des relevés est affiché et commenté. Puis il est complété par des valeurs fournies par le maître pour les mois manquants (tableau 10).

**Document 10. Hauteur du Soleil à midi solaire**

Au cours de l'année à Montpellier

Mois	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08
Hauteur du Soleil	45°	34°	26°	23°	26°	34°	45°	57°	66°	70°	66°	57°



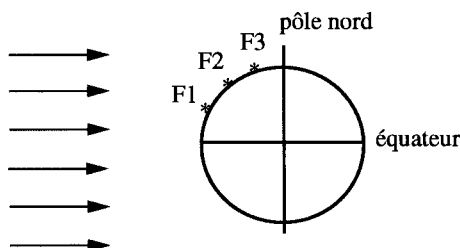
Pour mieux visualiser la variation, le maître fait tracer un graphique aux enfants, qui recherchent les valeurs maximum ( $70^\circ$  le 20 juin) et minimum ( $23^\circ$  le 20 décembre). Il définit ainsi les solstices d'été et d'hiver. Puis les élèves recherchent les valeurs moyennes ( $45^\circ$  pour les équinoxes d'automne et de printemps, les 20 septembre et 20 mars). Sur le graphique ils font apparaître les solstices et les équinoxes, ainsi que les saisons.

Cette séance ne pose pas de problème, car il s'agit simplement d'établir un constat et les enfants avaient prévu au départ des différences. Toutefois, ils prennent conscience de la régularité de la variation et sont souvent très étonnés de constater l'importance de cette variation, la hauteur du Soleil variant pratiquement du simple au triple entre l'hiver et l'été.

### 3.2. Deuxième séance : positionnement de la France sur un globe terrestre, à midi solaire

Les élèves disposent d'un document polycopié sur lequel sont dessinés la Terre et les rayons du Soleil, l'équateur et l'axe des pôles étant matérialisés (document 11). Il s'agit d'une "vue de côté" sur laquelle l'axe des pôles est vertical, soit perpendiculaire au plan de l'écliptique, conformément au modèle utilisé jusqu'alors. Chaque élève doit positionner la France à midi solaire et les différentes productions sont ensuite affichées en vue d'une critique collective.

Document 11



Dans la plupart des dessins, la France est bien représentée à midi. Par contre, on trouve de nombreuses erreurs concernant la position de la France sur le méridien : 8 % des élèves situent la France au pôle nord ou très près du pôle (F3), 50 % la situent sur l'équateur ou très près de l'équateur (F1), et seuls 40 % la positionnent à peu près à égale distance entre le pôle et l'équateur (F2). Or la position de la France sur le globe est un élément fondamental pour la suite du travail : en effet, les relevés de la hauteur du Soleil ne permettront de positionner correctement le globe terrestre que si on connaît la latitude du point d'observation.

Après la mise en évidence des désaccords, le maître demande donc aux élèves, par groupe, d'observer un globe terrestre, de trouver un moyen pour repérer exactement la position de la France sur le globe et de la positionner sur un schéma.

Les solutions imaginées par les enfants sont nombreuses : utilisation d'une bande de papier reliant le pôle à l'équateur (en pliant la bande on constate que la France est pratiquement au milieu), utilisation des parallèles dessinés sur le globe (la France est entre le 4e et le 5e et il y a 9 "intervalles"), utilisation des graduations portées sur l'arc de cercle qui soutient le globe (la France est sur la graduation 45 et il y a 90 "graduations").

Nous avons souhaité nous appuyer sur une approche empirique qui constitue par ailleurs une première sensibilisation à la notion de mesure des angles ; celle-ci sera abordée de façon rigoureuse en mathématiques en classe de 6e. Précisons en effet que dans aucune de ces classes les élèves n'ont appris à mesurer des angles à l'aide d'un rapporteur, cette notion n'étant pas au programme du cours moyen (seule la comparaison des angles y figure). Certains élèves évoquent toutefois le rapporteur qu'ils ont dans leur trousse, en disant que les nombres représentent des degrés, et en parlant de 90° pour l'angle droit, mais nous n'avons pas systématisé les acquis à ce niveau car cela ne nous paraissait pas nécessaire.

Quelle que soit la méthode employée, tous les enfants sont donc unanimes à dire que la France est à mi-chemin du pôle et de l'équateur et ils la positionnent sur le schéma en utilisant des méthodes variées : repérage approximatif, tracé géométrique ou utilisation du rapporteur.

### **3.3. Troisième séance : représentation de l'expérience réalisée avec le théodolite**

Les élèves disposent par groupe de globes terrestres et de mini-théodolites : il s'agit en fait de rapporteurs en carton munis d'un curseur et placés sur un socle autocollant pour faciliter la fixation sur le globe terrestre. Le maître leur demande de reproduire l'expérience réalisée lorsqu'ils ont relevé la hauteur du Soleil à midi solaire, en plaçant le théodolite correctement sur le globe et en positionnant le globe par rapport au Soleil. Nous avons donné aux enfants des globes terrestres sans support de manière à ne pas induire l'idée d'inclinaison de l'axe.

Les enfants manipulent tout d'abord par groupe puis viennent présenter leur maquette à la classe, en utilisant le projecteur de diapositives en guise de Soleil : les erreurs sont corrigées collectivement.

Parfois le théodolite est orienté en direction est-ouest et non nord-sud, mais la plupart des élèves rappellent que lors des relevés, à midi solaire, le Soleil était au sud et le théodolite orienté nord-sud. La position de la France, "face au Soleil",

... pour aider  
à la modélisation...

est la plupart du temps bien reproduite. Dans l'expérience réelle, on utilise l'ombre du curseur sur le socle pour l'orienter : celle-ci doit être la plus fine possible, ce qui correspond à l'orientation du curseur vers le Soleil. Ici, la maquette utilisée n'est pas suffisamment élaborée pour permettre l'utilisation de l'ombre du curseur comme indice. Les enfants proposent spontanément de "viser" le Soleil avec le curseur, donc de le diriger vers le projecteur de diapositives, dans la direction des rayons solaires. La lecture directe sur le rapporteur permet d'obtenir une valeur comprise entre  $40^\circ$  et  $50^\circ$ . Pour plus de précision, le maître demande aux enfants de reproduire l'expérience sur un schéma.

Sur le schéma sont déjà représentés la Terre avec l'axe des pôles (vertical) et l'équateur (horizontal), ainsi qu'un flux de rayons solaires horizontaux, l'un d'eux atteignant la France. Les enfants doivent positionner la France, dessiner le théodolite et orienter correctement le curseur. Sur les 16 groupes concernés, les erreurs commises concernent :

- l'orientation du théodolite pour un groupe (il est orienté est-ouest malgré les critiques faites précédemment) ;
- sa position par rapport à l'horizontale pour deux groupes (horizontale parallèle à l'équateur donc repérée par rapport à un espace local et non par rapport à "l'espace-Terre") ;
- la position du curseur, qui semble aléatoire pour deux groupes : la difficulté essentielle pour ces élèves est de diriger le curseur dans une direction (matérialisée par les rayons solaires tracés sur la feuille) et non vers un point (le Soleil).

Par contre la majorité des propositions (11/16) sont correctes et permettent de constater une valeur proche de  $45^\circ$  pour la hauteur du Soleil (document 12).

... pour poser  
les problèmes...

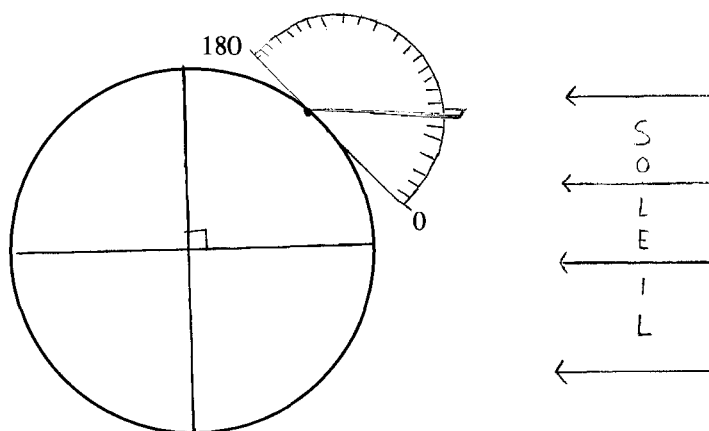
Spontanément les élèves ne pensent pas à comparer cette valeur aux résultats de leurs mesures. Par contre, à l'invitation du maître ils remarquent que cette valeur n'est obtenue que deux fois dans l'année, lors des équinoxes, c'est-à-dire en septembre et en mars. Le problème qui se pose est donc de savoir pourquoi on ne trouve pas la même valeur toute l'année.

### **3.4. Quatrième séance : découverte de l'inclinaison de l'axe des pôles par rapport à l'écliptique**

Le problème à résoudre dans cette séance est de savoir pourquoi la hauteur du Soleil à midi solaire change au cours de l'année et ne vaut pas toujours  $45^\circ$ .

Certains élèves mettent en cause la distance Terre-Soleil et la révolution de la Terre autour du Soleil. Ces hypothèses sont testées collectivement, un groupe d'élèves venant manipuler le globe devant le projecteur de diapositives. Ainsi les enfants constatent que le fait de rapprocher ou d'éloigner la Terre du Soleil ne modifie aucunement la hauteur du Soleil à midi

## Document 12



solaire en France, à condition bien sûr de maintenir l'axe des pôles verticalement. L'hypothèse relative à la distance est donc rejetée. De même le fait de faire tourner la Terre autour du Soleil ne modifie en rien cette hauteur.

Certains élèves ayant proposé d'incliner l'axe des pôles, cette hypothèse est testée dans chaque groupe. Le maître demande aux élèves si cette inclinaison permet de trouver les positions de la Terre aux solstices, en rappelant la hauteur du Soleil en hiver ( $23^\circ$ , soit un Soleil bas) et en été ( $70^\circ$ , soit un Soleil très haut). La modélisation est ensuite analysée collectivement, le maître faisant reproduire les diverses positions de la Terre au cours de l'année : il insiste particulièrement sur les positions extrêmes, pour faire constater que l'axe des pôles reste toujours parallèle à lui-même entre l'été et l'hiver.

... pour construire  
un modèle explicatif

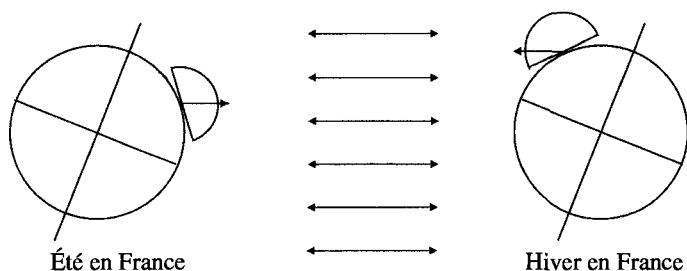
Quelques élèves proposent, non pas d'incliner l'axe par rapport à l'écliptique, mais de faire "monter" ou "descendre" la Terre selon la saison, en maintenant l'axe des pôles vertical : cela revient au même puisqu'il s'agit alors d'incliner l'écliptique.

Un schéma est réalisé collectivement au tableau et reproduit par les élèves : sur ce schéma apparaissent les deux positions extrêmes de la Terre, correspondant aux solstices d'été et d'hiver (document 13).

### 3.5. Résultats

Comme dans le reste de notre recherche, nous avons proposé aux 74 élèves des évaluations de différents niveaux de difficulté (annexe 5).

## Document 13



L'exercice 1 nous permet de savoir si les enfants associent correctement les mesures de hauteur en degrés à la situation qu'ils vivent tout au long de l'année, c'est-à-dire aux variations de la course du Soleil dans le ciel au cours des saisons. On constate que 96 % des élèves associent correctement la hauteur du Soleil exprimée en degrés à la trajectoire correspondante. Ainsi, pour pratiquement tous les élèves on peut affirmer que les nombres manipulés correspondent bien à une réalité, même si un travail systématique sur la mesure des angles n'a pas été réalisé.

Le second exercice propose, outre un exercice de mémorisation de la situation traitée en classe, un exercice de transfert permettant de tester une réelle compréhension du phénomène. Cet exercice est correctement réussi par 69 % des élèves. Ce taux de réussite nous paraît tout à fait encourageant pour un exercice de cette difficulté.

L'analyse globale montre que 69 % des enfants réussissent tous les exercices. Ainsi, l'introduction de l'inclinaison de l'axe des pôles pour expliquer la variation de hauteur du Soleil à midi solaire nous permet d'atteindre un taux de réussite élevé. Cette approche permet d'éviter les difficultés signalées précédemment, lorsqu'on aborde le phénomène des saisons à partir de la variation de la durée des jours au cours de l'année. De plus, elle permet de mettre l'accent sur le facteur qui influe le plus sur les différences de température au cours de l'année : en effet si la variation de la durée du jour explique en partie ces différences, il est certain que le facteur prédominant réside dans la variation d'inclinaison des rayons solaires.

Notons le rôle essentiel joué par le théodolite dans cette démarche : il sert d'outil de mesure, mais il permet également, sous forme de modèle réduit, de résoudre les problèmes posés par l'observation lors de la modélisation. Le fait d'utiliser le théodolite dans les deux situations en fait un outil extrêmement riche : il permet aux élèves de mettre en relation l'espace local dans lequel ont été effectués les relevés et l'espace accessible à un observateur que l'on imagine posé sur le globe terrestre. Lors de la phase de modélisation, le

curseur visualise la direction des rayons solaires et, pour rendre compte des variations de hauteur constatées, les élèves sont conduits à incliner le globe : le théodolite constitue donc un outil de pensée essentiel dans la démarche mise en œuvre.

Pour toutes ces raisons, il nous semble que cette approche devrait être utilisée dans les classes. Elle doit être complétée pour expliquer les différences de températures constatées entre les saisons : il reste, en effet, à établir une relation entre l'orientation des rayons solaires et leur effet sur le réchauffement terrestre. Ceci est facile à réaliser expérimentalement, à l'aide d'un projecteur puissant avec lequel on éclaire une feuille noire sur laquelle est posé un thermomètre : toutes choses égales par ailleurs, l'augmentation de température est plus importante lorsque le spot éclaire verticalement que lorsqu'il éclaire en lumière rasante.

## CONCLUSION

Les démarches mises en œuvre et analysées dans cet article conduisent les élèves de cours moyen à construire et manipuler des modèles pour rendre compte d'un certain nombre d'observations. La variété des situations proposées et les résultats obtenus aux différents tests confirment des résultats qui montrent la capacité des élèves de 9 à 11 ans à modéliser, en particulier dans le domaine de l'astronomie.

des modélisations  
pour se  
représenter...

Ces activités présentent des caractéristiques communes. Ainsi les modèles auxquels on a recours utilisent des maquettes : ces modèles sont donc caractérisés par leur aspect figuratif, leur fonction essentielle étant une fonction de représentation (Martinand, 1992). Dans cette représentation apparaît un aspect simplificateur, puisque seuls les aspects les plus pertinents de la réalité sont pris en compte dans l'élaboration du modèle. Ainsi, les modèles sont tout d'abord une "aide à la construction, à l'appropriation d'une représentation nouvelle" du système Soleil-Terre-étoiles.

... pour expliquer

De plus les modèles utilisés peuvent être considérés comme "modèles pour penser avec" : en effet, ils facilitent le processus intellectuel de l'enfant. On peut considérer que la fonction heuristique de ces modèles est importante car la simulation avec des maquettes permet à l'élève d'analyser les relations spatiales existant entre l'observateur terrestre et les astres (étoiles ou Soleil) et apparaît comme outil de résolution de problème (Astolfi, Drouin, 1992). On dépasse alors la seule fonction de représentation pour atteindre la fonction d'explication.

Les modèles élaborés sont vécus par les élèves dans une perspective dynamique, car ils s'enrichissent pour expliquer de nouvelles observations : ainsi, lorsqu'il s'agit d'expliquer la

des modèles qui  
s'enrichissent

variation de la hauteur du Soleil au cours de l'année, le modèle préalablement élaboré n'est pas suffisant. Il faut alors le modifier en inclinant l'axe des pôles par rapport à l'écliptique. À partir de modèles partiels, une construction par emboîtement permet donc d'élaborer un modèle plus général pouvant expliquer un plus grand nombre de phénomènes.

Un autre aspect intéressant dans les activités de modélisation mises en place réside dans l'utilisation de plusieurs modèles pour un même référent : ainsi les élèves sont amenés à confronter à deux reprises le modèle héliocentrique et le modèle géocentrique, chacun d'entre eux pouvant rendre compte des observations.

Pour ces deux raisons, les modèles sont vécus par les enfants comme des moyens permettant de se représenter et d'expliquer la réalité et non comme la réalité elle-même : les situations d'apprentissage mises en place permettent donc de sensibiliser les élèves aux rapports entre l'approche scientifique de la réalité et la réalité elle-même.

Mais si l'intérêt des activités de modélisation mises en place est certain, que dire des enjeux essentiels de ces activités ? Comme le soulignent Genzling et Pierrard (1994), "il apparaît aujourd'hui que toute démarche de modélisation présente des moments de conceptualisation, c'est-à-dire des moments de construction de concepts". C'est bien le cas dans notre recherche où les enjeux de la modélisation se situent au-delà du modèle lui-même, puisqu'ils tendent nettement vers une élaboration conceptuelle (Larcher, 1994).

des modèles pour  
changer de point  
de vue

Les modèles utilisés par les enfants mettent en jeu l'ensemble Terre-Soleil-étoiles et les manipulations de maquettes ont pour objectif essentiel d'aider les élèves à changer de point de vue à l'intérieur de ce système. Einstein aurait proposé, lors d'une conversation privée, de remplacer le terme "théorie de la relativité" par "théorie du point de vue". Pour l'élève, il s'agit bien de passer du point de vue de l'observateur terrestre à celui d'un observateur situé sur le Soleil et donc d'aborder, même modestement, le concept de relativité des mouvements.

Hélène MERLE  
Laboratoire ERES Université Montpellier II  
Groupe IUFM

## BIBLIOGRAPHIE

ASTOLFI, J.-P. & DROUIN, A.-M. (1992). La modélisation à l'école élémentaire, *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris, INRP.

BULLETIN OFFICIEL DE L'ÉDUCATION NATIONALE (1995), Programmes pour l'école primaire. *Bulletin officiel*, n° 5, p. 35. Paris, Ministère de l'Éducation Nationale.

GENZLING, J.-C. & PIERRARD M.-A. (1994). La modélisation, la description, la conceptualisation, l'explication et la prédiction, *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris, INRP.

LARCHER, C. (1994). Étude comparative de démarches de modélisation, *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris, INRP.

MARTINAND, J.-L. (1992). Présentation, *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris, INRP.

MERLE, H. & DUSSEAU, J.-M. (1996). Apprentissage du mouvement diurne de la Terre par des enfants âgés de 9 à 10 ans. *Didaskalia*, 9, 147-156.

MERLE, H. (1999). Difficultés dans la conceptualisation du mouvement de rotation de la Terre sur elle-même. *Didaskalia*, 14, 61-94.

MERLE, H. (1999). Apprentissage des mouvements de la Terre à l'école élémentaire. D'une vision géocentrique au modèle héliocentrique. Mémoire de thèse. Université Montpellier II.

PIERRARD, M.-A. (1988). Modélisation et astronomie. *Aster*, 7, 91-102.

WALLISER, B. (1977). *Systèmes et modèles*. Paris : Le Seuil.



**ANNEXE 1**  
**Questionnaire avant premier passage au planétarium**

Si tu regardes le ciel depuis la Terre pendant plusieurs heures, penses-tu que tu verras les étoiles se déplacer dans le ciel ?            oui            non

– Si oui, comment se déplacent-elles et pourquoi ?  
.....  
.....

– Si non, pourquoi ne se déplacent-elles pas ?  
.....  
.....

**ANNEXE 2**  
**Évaluation après étude du mouvement diurne**

Un enfant a observé la Lune à 18 heures puis à 20 heures. Il a remarqué qu'elle n'avait pas la même position par rapport à l'horizon :

18 h                      20 h

    )                      )

\_\_\_\_\_

Sud

Peux-tu expliquer pourquoi la Lune n'a pas la même position dans le ciel ?  
.....  
.....

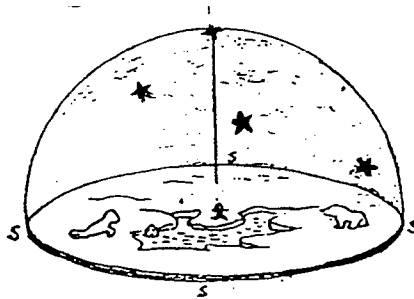
Une fusée se pose sur Mars. Mars est une planète du Système Solaire. Elle a un sol comme la Terre. Elle a un diamètre de 6 800 km. Elle tourne sur elle-même en 25 heures et autour du Soleil en 687 jours.

a) Il y a des jours et des nuits sur Mars. Explique pourquoi en t'aidant d'un dessin ; dessine un cosmonaute A situé en plein jour et un cosmonaute B situé la nuit.  
Dis combien de temps s'écoule entre deux levers de Soleil successifs : .....

b) La nuit un cosmonaute regarde les étoiles depuis Mars.  
Les voit-il tourner ?                      oui                      non  
Pourquoi ?  
.....  
Si oui, combien de temps mettent-elles pour faire un tour ?  
.....  
...../.....

Au pôle nord, l'étoile polaire est au zénith, c'est-à-dire à la verticale au-dessus de l'observateur.

a) Sur ce schéma, dessine le mouvement des trois étoiles dessinées, comme si tu les observais depuis le pôle nord.



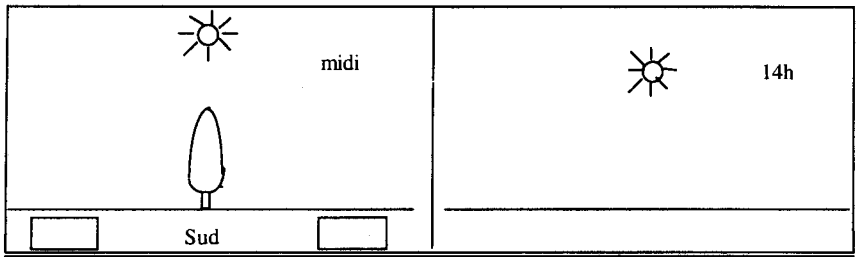
b) Pierre dit qu'en fait les étoiles sont fixes, mais qu'on les voit tourner à cause de la rotation de la Terre sur elle-même. Es-tu d'accord avec lui ?

oui  
non

Si oui, place l'ours (O) et le phoque (P), six heures plus tard, sur le dessin.  
Sinon, explique pourquoi Pierre se trompe à ton avis :

.....  
.....

La personne qui regarde le paysage représenté est tournée vers le Sud.  
l'indique sur le dessin n° 1 l'est et l'ouest.  
Je dessine l'arbre à la place qui convient sur le dessin n° 2.

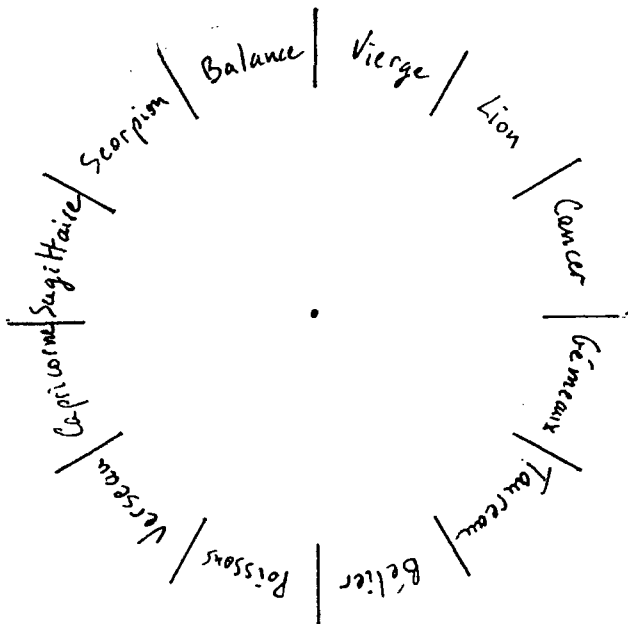


dessin n° 1

dessin n° 2

ANNEXE 3  
Évaluation après étude du mouvement de révolution

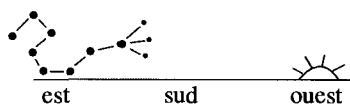
1. Dans le ciel, à minuit, un jour donné, on voit bien haut dans le ciel la constellation du Taureau. Dessine à leur place sur le schéma ci-dessous la Terre et le Soleil ce jour là :



– Avec quelle constellation le Soleil coïncide-t-il alors dans le ciel ? .....  
Cette constellation est-elle visible ?                      oui                      non  
Pourquoi ?  
.....  
.....

– Dessine en rouge ce qui a changé un mois plus tard. Explique ce que l'on observera, le jour, la nuit  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

2. À une période de l'année le personnage dessiné sur le schéma observe le ciel, en regardant vers l'horizon Sud. Il voit ceci :



- À quel moment fait-il cette observation ?
- au lever du Soleil
  - à midi
  - au coucher du Soleil

Entoure la bonne réponse.

Dessine à leur place le Soleil et la constellation du Scorpion, s'ils sont présents dans le ciel, aux moments indiqués ci-dessous :

_____	_____	_____
minuit	lever du Soleil	midi

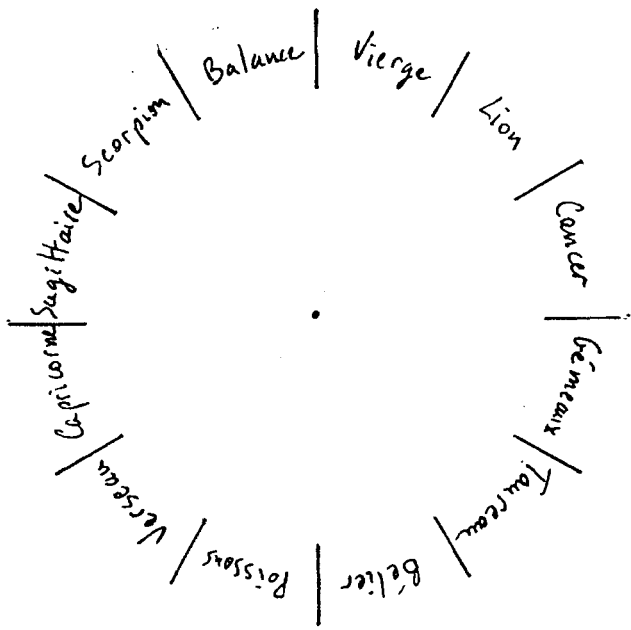
Pourquoi la constellation du Scorpion se déplace-t-elle dans le ciel au fil des heures ?

.....

.....

.....

Dessine en vert la Terre à sa place ce jour-là, sur le schéma ci-dessous :



**ANNEXE 4****Évaluation différée après étude du mouvement de révolution**

Choisis la bonne réponse et relie par une flèche :

Le Soleil se déplace dans le ciel pendant la journée

La nuit, je ne vois pas les mêmes constellations en janvier et en juin

Les étoiles tournent autour de l'étoile polaire

Le Soleil ne coïncide pas toujours avec la même constellation du Zodiaque

La constellation du Scorpion se déplace dans le ciel pendant la nuit

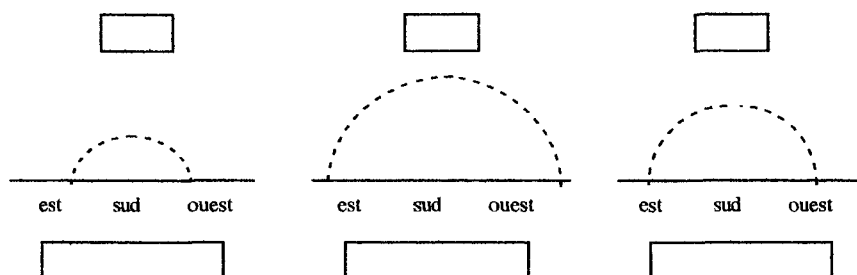
parce que la Terre tourne sur elle-même en 24 h

parce que la Terre tourne autour du Soleil en un an

## ANNEXE 5

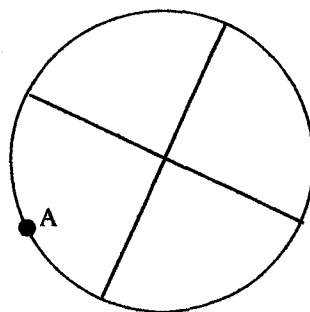
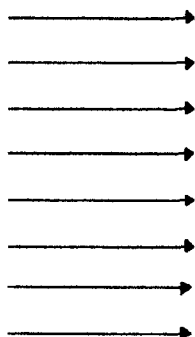
### Évaluation après travail avec un théodolite

1. On a dessiné trois courses du Soleil dans le ciel pendant la journée.  
**Complète en écrivant les hauteurs du Soleil ( $27^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $70^\circ$ ) dans les cases correspondantes :**



Indique dans les cases ci-dessus de quel mois il s'agit (janvier, mars, juin)

2. Dans le dessin ci-dessous on a dessiné la Terre dans une certaine position par rapport au Soleil et on a placé une ville A.



- place la France (F) à midi
- dessine le théodolite et oriente correctement le curseur
- indique la hauteur du Soleil : .....
- dis si c'est l'été ou l'hiver en France : .....
- dessine le théodolite en A et règle correctement le curseur
- indique dans quel hémisphère se trouve la ville A : .....
- indique l'heure pour le point A : .....
- indique la hauteur du Soleil : .....
- dis si c'est l'été ou l'hiver dans cette ville : .....

Que remarques-tu ?

# 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-piagédiennes 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

les phases  
de la stratégie

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

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"**

Une stratégie d'intervention didactique repérée est la suivante :

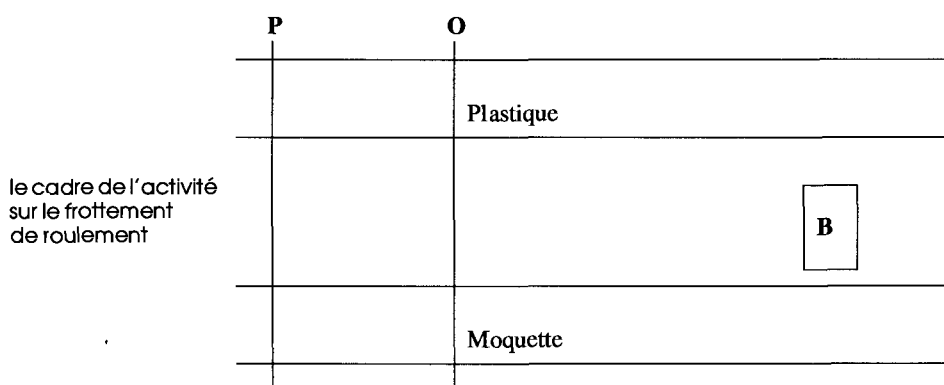
- demande de prédiction,
- réalisation d'une expérience,
- demande d'observation plus ou moins guidée,
- formalisation du résultat de l'observation relatif à la prédiction demandée,
- demande d'explication et d'interprétation du phénomène.

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

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.

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.

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

les phases  
de la stratégie

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

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 Hélène, 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. Hélène (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, Hélène, 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.*

l'analyse :

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

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.*

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

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.

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

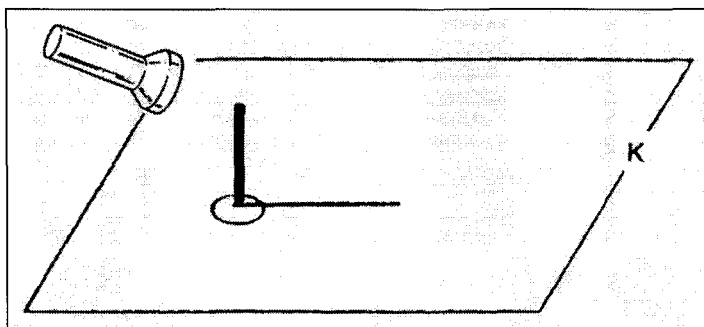
Au cours d'un pré-test, nous avons examiné les représentations des enfants d'âge préscolaire sur la formation des ombres. Durant les entretiens nous avons constaté, entre autres, deux obstacles : l'ensemble de ces enfants ne propose pas d'explications pour la formation des ombres en termes d'interception 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 manœuvrer 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

l'efficacité  
en question...

deux  
caractéristiques  
communes à toutes  
les interactions  
efficaces

tutelle et/ou  
médiation ?

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.

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'élucidation 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.

– 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.

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.

la tutelle et  
la médiation  
comme cadres  
éducatifs  
des références

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.

# **PÉDAGOGIE DE PROJET ET ÉDUCATION À L'ENVIRONNEMENT : D'OÙ VIENNENT LES QUESTIONS POSÉES PAR DES ÉLÈVES DE CM2 SUR LE TERRAIN ?**

**Pierre Clément  
Frédéric Guiu**

*Nous avons analysé des pratiques de pédagogie de projet (P.P.) où les élèves s'investissent activement et avec plaisir dans des enquêtes sur des questions environnementales (sur les zones humides méditerranéennes). Ces actions étaient animées par les éducateurs d'une association spécialisée dans l'éducation à l'environnement et selon laquelle, dans cette P.P., les questions sur lesquelles les élèves auront à travailler viennent d'eux seuls, de leurs interrogations lorsqu'ils entrent en contact avec l'environnement à étudier.*

*C'est sur la première phase de ces pratiques que porte notre recherche : nous montrons que les questions d'élèves de CM2 ne viennent pas d'eux seuls quand ils sont sur le terrain. Des interactions multiples avec les éducateurs influencent leurs questionnements et induisent un tri : parmi toutes les questions des enfants, n'émergent finalement que celles qui correspondent le plus aux projets des éducateurs. Notre travail a consisté à identifier et catégoriser ces interactions.*

*L'enjeu est qu'une meilleure compréhension de ce qui fonctionne effectivement dans cette P.P. permettra de l'améliorer en la rapprochant de la pédagogie des situations-problèmes, et aidera la nécessaire formation des maîtres dans ce domaine.*

## **1. ENJEUX ET HYPOTHÈSES DE NOTRE RECHERCHE**

Le rôle de l'école, et notamment de l'enseignant, est de proposer à chaque élève le contexte le plus favorable pour qu'il puisse apprendre, c'est-à-dire construire ses propres connaissances qui lui permettront de devenir un citoyen responsable. Une des difficultés essentielles est que les élèves sont loin d'être toujours motivés pour apprendre les savoirs scolaires tels qu'ils leur sont proposés à l'école. À la suite de nombreux pédagogues et didacticiens, Ph. Meirieu le rappelait encore récemment (2000), en soulignant l'intérêt de toutes les expériences de "pédagogie active" qui ont mis en place d'autres rapports entre élèves et savoirs, depuis Célestin Freinet jusqu'aux expériences actuelles soutenues par G. Charpak sous le label de "La Main à la pâte".

la situation  
a-didactique :  
apprendre  
en jouant

la situation-  
problème : entre  
la pédagogie de  
la réponse et celle  
du problème seul

dans la pédagogie  
de projet, les  
questions viennent-  
elles uniquement  
des élèves ?...

La didactique des sciences a contribué à ce mouvement, en travaillant sur les problèmes ouverts et sur les situations-problèmes (Meirieu, 1987 ; Arsac *et al.*, 1988 ; Astolfi *et al.*, 1997). Issue de la didactique des mathématiques, la théorie des situations (Brousseau, 1986, 1995) insiste sur l'intérêt des *situations a-didactiques* présentées comme un jeu proposé aux élèves et conçu de telle façon qu'en jouant, ils acquièrent ou stabilisent des savoirs mathématiques précis. La phase initiale et cruciale de ce type d'activité est le fait que l'élève ait envie de jouer en s'appropriant les règles du jeu : c'est la *dévolution*. "*Dans la didactique moderne, l'enseignement est la dévolution à l'élève d'une situation a-didactique correcte, l'apprentissage est une adaptation à cette situation.*" (Brousseau, 1986). Ph. Meirieu (1987) oppose la "*pédagogie des situations-problèmes*" d'une part à la "*pédagogie de la réponse*", qui reste malheureusement majoritaire à l'école, et d'autre part aux "*pédagogies du problème*", dans lesquelles il classe les méthodes actives, la pédagogie du concret, et la pédagogie de projet (P.P.). Il reproche en particulier à ces dernières de ne pas pouvoir garantir que les bonnes questions arrivent au bon moment, et qu'elles puissent de ce fait être résolues ; alors que tout ceci est bien prévu, planifié, lors de la conception d'une bonne situation-problème.

Notre recherche concerne certaines de ces pratiques de P.P., mises en œuvre dans le domaine de l'éducation à l'environnement (E.E.). Nous analyserons d'où viennent les (bonnes) questions qui sont à la base des projets sur lesquels les élèves vont travailler.

La pédagogie de projet est devenue une sorte de modèle pédagogique pour développer l'E.E. (Giordan et Souchon, 1991 ; Giolitto & Clary, 1994 ; Sauvé, 1995 ; Cottureau, 1994 ; Réseau École et Nature, 1994, 1995...). Elle y est mise en œuvre par des enseignants, souvent en collaboration avec des associations spécialisées sur les questions environnementales. En la présentant, les réseaux associatifs insistent sur le fait que les questions qui structurent ces projets doivent venir des enfants eux-mêmes, et uniquement d'eux-mêmes, lorsqu'ils sont mis en contact avec l'environnement aux problèmes duquel il s'agit de les sensibiliser.

Cette présentation de la P.P. nous semble *a priori* questionable pour deux raisons.

– Elle suppose que les bonnes questions pourraient venir de la simple observation par les élèves, selon le classique schéma OHERIC (1). Or celui-ci a été l'objet de critiques par

(1) Observation, hypothèses, expérimentations, résultats, interprétations, conclusions : schéma longtemps prêté à Claude Bernard, avant que Grmek ne démontre que celui-ci procédait en fait de façon nettement moins linéaire...



... "non" : c'est  
l'hypothèse de  
cette recherche...

de nombreux didacticiens et épistémologues (voir par exemple Giordan *et al.*, 1983). Ce qu'observe un enfant est déterminé par son monde à lui, son *umwelt*, qui est bien différent de celui de l'enseignant (Clément *et al.*, 1997 ; Clément, 1999a). Une observation "pertinente" suppose un préalable théorique partagé : OHERIC devrait plutôt s'écrire THEORIC (2) (Clément, 1999b).

– Elle masque le travail préalable nécessaire de l'éducateur qui, dans la préparation d'une bonne situation-problème, *"s'assure, à la fois, de l'existence d'un problème à résoudre et de l'impossibilité de résoudre le problème sans apprendre"* (Meirieu, 1987/1999).

Or le suivi des premières interventions scolaires des "Écologistes de l'Euzière" nous a montré que leur P.P. réussissait à la fois à mobiliser les élèves autour d'enquêtes passionnantes qu'ils présentent *in fine* oralement et par écrit, et que chaque projet d'un groupe d'élèves était bien centré sur des questions pertinentes par rapport au thème choisi pour ces actions éducatives.

... recherche qui  
analyse donc les  
deux premières  
phases  
de la pédagogie  
de projet

Nous avons alors décidé de limiter notre recherche à l'analyse des toutes premières phases de ces P.P., pour mieux comprendre comment ces éducateurs s'y prenaient : agissaient-ils ou non comme leurs écrits l'affirmaient ? Si oui, c'est la critique du schéma OHERIC qui était à revoir ; sinon, c'est leur théorisation écrite et orale de leur P.P. qui était à revoir : révision d'autant plus nécessaire qu'est importante la diffusion des écrits et pratiques de ces réseaux associatifs spécialisés sur les questions environnementales (3). Mais l'enjeu d'une meilleure théorisation de ces P.P. est aussi bien sûr la formation des maîtres.

Notre recherche a donc un objectif précis et limité : déterminer si les questions, qui sont à la base des projets sur lesquels travailleront des groupes d'élèves, sont ou non des questions qui ne viennent que des élèves ; et, si ce n'est pas le cas, analyser d'où viennent ces questions.

- 
- (2) Théorie, hypothèses, expérimentations et/ou observations, résultats, interprétations et conclusions. Ce schéma, lui aussi linéaire, correspond au plan de toutes les publications scientifiques primaires, et rend le primat à une approche théorique préalable qui définit le cadre de toute observation ou expérimentation. Il est cependant évident que la démarche scientifique de tout chercheur est loin d'être aussi linéaire !
  - (3) Le Réseau École & Nature anime régulièrement des stages de formation d'éducateurs impliqués dans l'E.E. Leurs Rencontres annuelles rassemblent des centaines d'éducateurs francophones travaillant dans des structures scolaires ou associatives.

## 2. CONTEXTE DE CETTE RECHERCHE : DES ACTIONS D'ÉDUCATION À L'ENVIRONNEMENT (ÉTANG DE L'OR, HÉRAULT)

### 2.1. Le contexte international et local

une action  
européenne sur  
la défense des  
zones humides...

Ces actions s'insèrent dans le projet européen MedWet (pour la conservation des zones humides méditerranéennes). Le WWF-Italia (World Wide Fund for Nature – Italia), responsable du sous-projet "Information et sensibilisation du public", en partenariat avec la Station Biologique de La Tour du Valat (en Camargue), a confié le volet éducatif de ce projet à une association : "Les Écologistes de l'Euzière". Créée au début des années 70, cette association loi 1901 est domiciliée dans l'Hérault. Elle affiche une vocation éducative, avec l'objectif plus large de *"diffuser l'écologie scientifique"* à tous les publics, par des actions de vulgarisation et de formation (environ 8 000 journées stagiaires par an).

Ce projet éducatif MedWet est intitulé : *"Actions d'éducation à l'environnement auprès d'un public de scolaires. L'Étang de l'Or et ses marais (Hérault, France)"*. Il vise à inverser la tendance à la destruction de zones humides. L'Étang de l'Or et ses marais appartiennent à la frange littorale languedocienne ; ils sont situés au sud-est de Montpellier, jusqu'au fleuve le Vidourle qui marque leur limite à l'est (figure 1). Une innovation du projet est de tester différentes méthodes pédagogiques, pour les reproduire ensuite dans d'autres zones humides européennes.

... pour sensibiliser  
les élèves de  
28 villages du  
bassin versant  
et pour tester  
des méthodes  
pédagogiques  
innovantes...

Les publics concernés sont des élèves (et dans une moindre mesure les parents et les enseignants) de 28 classes de cycle 3 (CM2 en majorité) du bassin versant de l'Étang de l'Or. Ces activités se déroulent dans le cadre du temps scolaire et consistent soit en animations ponctuelles courtes (2 à 3 demi-journées), soit en animations plus soutenues réparties sur 4 à 5 jours (espacés sur un trimestre) autour d'un projet (les P.P.).

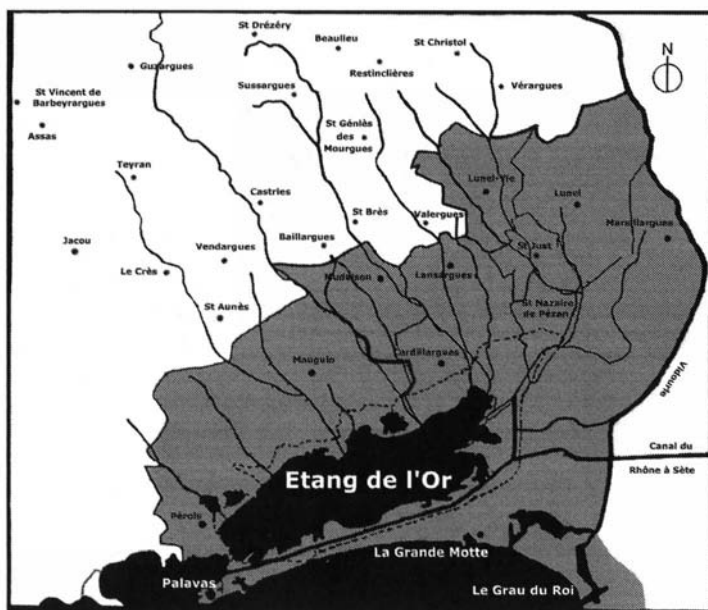
### 2.2. Les objectifs éducatifs

L'objectif éducatif principal est de : *"faire des enfants, futurs adultes du bassin versant de l'étang, des acteurs conscients et raisonnés de l'environnement sensible qui est le leur"* (extrait du contrat).

Les objectifs notionnels, quant à eux, doivent être abordés *"en pleine concordance avec les objectifs pédagogiques des écoles et des classes concernées"* (extrait du contrat). Ils se subdivisent en trois groupes :

- des notions centrées sur le système bassin versant, le cycle de l'eau, la logique amont/aval, la dynamique du milieu, le fonctionnement de l'étang ;

**Figure 1. L'Étang de l'Or et son bassin versant**  
(21 000 000 m<sup>3</sup> d'eau sont pompés chaque année depuis le Vidourle vers l'Étang de l'Or)



Le bassin versant comprend 28 communes (412 km<sup>2</sup>, 95 000 habitants). La surface de l'étang est de 2 000 ha (11 km de long, 3 km de large) ; celle des zones humides attenantes à l'étang est de 2 000 ha. La zone grisée indique les communes adhérentes au Syndicat Mixte de Gestion de l'Étang de l'Or. La ligne pointillée délimite le périmètre du site classé (document "Les Écologistes de l'Euzière", 1996).

... avec également des objectifs cognitifs : écologie de l'étang et de son pourtour, enjeux sociaux...

- des notions centrées sur les richesses naturelles, les espèces animales ou végétales caractéristiques de l'étang et présentant un intérêt particulier (indicateur biologique, espèce menacée, place dans une chaîne alimentaire, etc.) ;
- enfin, des notions centrées sur les interactions hommes/bassin versant de l'étang.

L'entretien avec L (éducateur qui a assumé la responsabilité de ces actions pédagogiques chez les Écologistes de l'Euzière) précise le contenu de ces points : "... notions de nappe phréatique, canal, de l'évaporation, rivière, du grau, du bassin versant... l'anguille c'est parce qu'elle va se reproduire dans la mer des Sargasses, elle revient ici, elle rentre par le grau, etc. ; il y a l'algue, la laitue de mer, c'est elle qui déclenche la 'malaïgue' liée à l'eau salée ; la roselière sur le pourtour est plus liée à l'eau douce, les ragondins introduits de l'extérieur par les hommes, les flamants roses parce que c'est un peu emblématique (...) ; la gratte, c'est un herbier de plantes qui poussent sur le fond de l'étang, qui constitue le

début de la chaîne alimentaire, elles ont un rôle très important (...). On parle de stations d'épuration, de pompage dans le Vidourle, de pâturage, de cabanes, de la pêche professionnelle, de l'aéroport, de l'agriculture, de la chasse et de moi individu. (...) On veut essayer de faire passer que tous ces éléments sont liés et que quand on bouge un truc, les conséquences s'enchaînent..."

Les objectifs méthodologiques sont également énoncés. Ils visent à rendre les enfants autonomes pour se poser des questions, trouver le moyen d'y répondre, mettre en place une démarche expérimentale ; ils sont essentiels du point de vue des éducateurs.

### **2.3. La pédagogie de projet (P.P.) : démarche privilégiée pour atteindre ces objectifs**

la pédagogie de projet (P.P.) en tant qu'héritage des mouvements de pédagogie active

La P.P. est héritée du mouvement des pédagogies actives qui ont mis en pratique l'idée que l'élève doit participer activement à la construction de ses propres savoirs, des précurseurs Claparède, Montessori, Decroly, Ferrière, Dewey, Freinet, jusqu'aux courants les plus actuels (Giordan *et al.*, 1994). Cette démarche est notamment privilégiée par nombre d'associations impliquées dans l'E.E. Elle est également enseignée dans certains IUFM.

Un ouvrage sert souvent de référence dans le milieu associatif lié à l'E.E. (Réseau École & Nature, 1994). Les Écologistes de l'Euzière ont fortement participé à sa rédaction. Il est intitulé : *"La pédagogie de projet/outil d'éducation à l'environnement"*. La plupart des livres sur l'E.E. prônent eux aussi la P.P. *"La pédagogie de projet, appliquée à l'éducation à l'environnement, permet de développer des démarches intra ou transdisciplinaires... il s'agit d'organiser des situations éducatives qui favorisent l'implication active des élèves dans des activités concrètes. Tout projet doit aboutir à une production... (qui) est un facteur important d'investissement affectif pour l'élève."* (Girolitto & Clary, 1994).

La démarche présente, selon les Écologistes de l'Euzière comme pour le Réseau École & Nature, plusieurs étapes.

- La *"phase contact"* pendant laquelle les élèves sont placés sur le terrain : bord de rivière, bord d'étang... et d'où *"doivent naître observations et questions de leur part"*.
- La *"phase rebond"* où ces questionnements issus de leurs observations, de leur immersion dans cet environnement, vont être repris par les élèves et transformés en *"thèmes de projets"*.
- La *"phase de résolution"* des projets où alternent travail en classe et sur le terrain ; les élèves travaillent en groupes. C'est la phase la plus longue.
- La *"phase de restitution"*, enfin, avec une mise au point de la production des élèves sur chaque projet, et une présentation finale de chaque rapport.

les différentes phases de la P.P. pour l'éducation à l'environnement (Réseau École & Nature)

Tout au long du déroulement du projet, les éducateurs ne doivent pas avoir une attitude directive, interventionniste, mais être seulement des animateurs, dynamisant et balisant le travail des groupes d'élèves.

### 3. MÉTHODOLOGIE

L'un de nous a participé, en tant qu'observateur, à plusieurs des actions pédagogiques de ce projet MedWet. Nous avons également participé, tous les deux, à l'évaluation de l'ensemble de ce programme. Cependant, pour cette recherche, nous nous sommes limités à deux actions éducatives réalisées en P.P., avec deux classes de CM2.

#### 3.1. Données recueillies

tout enregistrer  
et retranscrire lors de  
la phase contact et  
de la phase rebond,  
pour 2 classes  
de CM2

Deux classes de CM2 des communes de Marsillargues (27 élèves) et de Mauguio (26 élèves) (ces deux villages sont localisés sur la figure 1) ont été suivies depuis la phase contact sur le terrain jusqu'à la phase rebond en classe. Ces suivis ont donné lieu à des prises de notes, par les deux auteurs du présent travail, et à des enregistrements audio (plusieurs heures) entièrement décryptés (deux mille lignes de dialogues entre éducateurs et élèves). La classe de Marsillargues a également été suivie en phase de résolution (documents non utilisés dans le présent travail).

Nous avons effectué plusieurs entretiens, enregistrés ou non, avec les Écologistes de l'Euzière. Tous ont donné lieu à des prises de notes. L'un d'entre eux, qui a duré plus d'une heure, a été enregistré et décrypté ; y étaient présents les deux éducateurs qui ont conduit les interventions auprès des classes (L et D), l'un deux (L) étant le responsable du projet éducatif sur l'Étang de l'Or.

#### 3.2. Méthode d'analyse du corpus recueilli

analyser ce corpus  
pour identifier les  
types d'interactions  
entre élèves et  
éducateurs

Pour la recherche exposée ici, le corpus recueilli a été analysé en trois phases :

- une analyse de contenu, où ont été sélectionnés tous les passages relatifs à notre problématique de recherche ;
- une catégorisation des types d'interactions entre les éducateurs et les élèves, lors de ces deux phases (contact et rebond) de la P.P. ;
- une sélection des exemples les plus significatifs des catégories ainsi définies, afin de pouvoir les présenter dans les lignes qui suivent.

Seule la troisième phase de cette analyse apparaît dans la présentation des résultats, ci-dessous. Nous l'avons organisée en deux parties, chacune correspondant à une classe de CM2 : d'une part pour favoriser la lisibilité des exemples,

car les deux sites sont différents (berges d'une rivière à Marsillargues, marche jusqu'aux bords de l'étang à Mauguio) ; d'autre part parce que notre présence de chercheurs observateurs a, dans les deux cas, influencé les situations observées.

– À Marsillargues, les éducateurs (L et D) se sont efforcés d'être le plus près possible du schéma théorique, en étant les moins directifs possible face aux questions des élèves pour bien montrer qu'elles venaient des seuls élèves.

pour la seconde P.P. (Mauguio), les éducateurs avaient lu les résultats de l'analyse de la première P.P. (Marsillargues)

– À Mauguio, les deux mêmes éducateurs avaient pris connaissance d'un document écrit que nous avons rédigé comme compte rendu de la journée à Marsillargues, et où nous commençons à formuler les analyses présentées ci-dessous : ils ont donc moins hésité à être parfois plus interventionnistes.

Cependant, pour eux, ces deux situations étaient de bonnes illustrations de la mise en œuvre d'une P.P. telle qu'ils la pratiquent habituellement.

#### **4. RÉSULTATS SUR LA CLASSE CM2 DE MARSILLARGUES**

sur le terrain : la consigne donnée aux élèves est : "faites le plein de questions !"

La consigne de la sortie, avant même de quitter la classe pour le terrain était claire : "... vous vous rappelez qu'on est en train de faire des collections de questions, donc je vous rappelle : première journée on fait des paquets de questions, des paquets de choses qui nous intéressent..." avait annoncé L. Il a ultérieurement répété cette phrase à plusieurs reprises : "Chacun de vous va faire le plein de questions !"

Ainsi, avec la classe de Marsillargues, après la marche à travers le village à partir de l'école et jusqu'aux berges du Vidourle (un petit fleuve qui longe le village, en direction des étangs littoraux), L a donné les consignes relatives au premier contact avec ces berges : "Vous disposez d'une demi-heure pour vous disperser et pour que chacun de vous rapporte des indices de ce qui est typique d'ici, et des questions." Comme les élèves étaient déjà venus sur ce lieu à la fin de l'automne, L leur demande aussi de noter ce qui a changé depuis leur dernière sortie. En aparté, il nous a précisé qu'il attendait par exemple que les élèves trouvent des signes des crues du Vidourle durant l'hiver, ce qui permettrait d'enclencher une réflexion sur quelques-uns des objectifs du contrat : dynamique d'un milieu, logique amont/aval. L'objectif relatif aux richesses naturelles des zones humides pourrait quant à lui être abordé si les élèves notaient par exemple la présence d'animaux vivant dans l'eau ou près de l'eau, ou les traces de ces animaux.

#### **4.1. Observations effectuées par des élèves et valorisées par les éducateurs : exemple des branches entraînées par les crues du Vidourle**

De nombreux élèves vont effectivement observer ce que les éducateurs attendaient : par exemple la disparition d'amas de branchages qui se trouvaient près du cours d'eau deux mois auparavant. Lors du moment collectif de restitution, après les 30 minutes de dispersion sur le terrain, ces observations rapportées par les élèves sont mises en valeur par les éducateurs. Par exemple (e = un élève ; L ou D = un des éducateurs) :

premier bilan sur le terrain : les observations qui correspondent aux attentes des éducateurs sont valorisées...

e : *Là-bas, y avait un tronc d'arbre avec plein de morceaux de bambous et y en a plus.*

L : *Eh non ! – deux mots inaudibles – et ils sont où les roseaux ?*

e : *Ils sont partis avec l'eau*

e : *par le Vidourle.*

L : *Par où à peu près ?*

e : *Dans le sens du courant (...)*

D'autres observations de ce type, sur les branches et troncs d'arbres déposés par le Vidourle, transportés par lui..., sont elles aussi commentées par L et se trouvent valorisées ; de même les questions sur les arbres en place et sur les branches qui en tombent.

Il n'est pas surprenant, dès lors, de constater que ce type de questions émergera ensuite lors de la phase rebond (l'après-midi, en classe) : *"Pourquoi y a-t-il des branches par terre ?"* ; *"Dans ces arbres est-ce qu'il y a des nids ou des paquets de feuilles ?"* etc. Le nombre et la convergence de ces questions seront à l'origine d'un thème-projet : *"Arbres"* qui sera travaillé par un groupe d'élèves jusqu'à la phase restitution (lors du dernier des cinq jours de cette P.P.). La perspective de ce groupe a bien été de travailler sur les arbres du bord du Vidourle, et sur la logique amont/aval du transport de branches et troncs par cette rivière : ce qui était un des objectifs notionnels visés par les éducateurs.

#### **4.2. Observations effectuées par des élèves et immédiatement évacuées par les éducateurs : exemple des fleurs et pousses du printemps**

En février, au bord d'une rivière du sud de la France, la prairie est redevenue très verte, parsemée de pâquerettes, de véroniques et de jeunes salades sauvages. Nombre d'arbres sont chargés de chatons. Les amandiers sont illuminés de fleurs blanches. Il y a là une différence sensible, bien visible, avec la végétation d'hiver, qu'ils avaient vue deux mois auparavant.

Plusieurs élèves l'observent et ramènent dans leurs mains qui des fleurs, qui des feuilles très vertes :

... mais les observations et questions qui ne correspondent pas à leurs attentes ne sont pas encouragées

les élèves comprennent très bien les implicites de ce fonctionnement (coutume didactique)

e : *On a vu des fleurs qui n'étaient pas fleuries la dernière fois.*

L : *Des fleurs qui n'étaient pas fleuries.*

e : *Oui, avant elles étaient pas fleuries.*

Mais L. ne donne pas de suite à cette observation.

e : *Y avait des plantes qui étaient petites qui ont poussé.*

L ne reprend pas non plus cette observation.

Les autres élèves qui avaient ramené des fleurs ou feuilles vertes n'osent pas en parler. Et ces questions n'émergeront plus, ni durant la matinée, ni durant la phase rebond de l'après-midi.

Il y a là un effet de contrat didactique, avec une régulation implicite, qui donne du sens aux silences des éducateurs. En comparant cet exemple avec le précédent, on comprend que l'élève applique des règles habituelles au fonctionnement de la classe : les coutumes didactiques (pour reprendre l'expression de Balachef, 1988). Il ne suit pas vraiment la consigne explicite (exprimer toutes les questions qu'il se pose en observant le terrain). Il s'applique à deviner les attentes de l'éducateur, à imaginer quelles seront les "bonnes" questions, celles que l'éducateur va valoriser par des signes multiples, verbaux ou non. Il comprend vite ainsi que le thème de la croissance et du développement de la végétation n'est pas le bon : il n'intéresse pas l'éducateur. Alors même que ce dernier s'applique à ne rien en laisser paraître : il répète même la première phrase d'un élève (*Des fleurs qui n'étaient pas fleuries.*). Mais l'élève s'en rend bien compte, et les autres élèves aussi. Certains, à ce moment précis, ont jeté les petites feuilles et plantes vertes qu'ils avaient ramenées.

Cet exemple n'est pas isolé. Nous en avons observé plusieurs autres que nous n'avons pas la place de présenter ici. Donc, en fait, les élèves ne font pas le plein de toutes leurs questions : ils opèrent un tri immédiat en fonction de ce qu'ils perçoivent de l'intérêt ou du désintérêt apporté par l'éducateur à chacune de leurs observations, de leurs questions. C'est comme un jeu de devinettes dont ils n'ont pas la règle (ce qui ne les empêche pas d'aimer y jouer !).

#### **4.3. Les éducateurs induisent l'intérêt pour les oiseaux en organisant un "moment d'écoute"**

L'exemple qui suit ainsi que le paragraphe suivant montrent que les éducateurs savent aussi induire délibérément certains types d'observations.

Il est environ 10 h 30, tous les enfants sont rassemblés et disposés en cercle sur l'herbe. L va mettre en place deux "moments d'écoute" :

L : *Je propose qu'on fasse un moment d'écoute, vous allez fermer les yeux (...) voilà, on va poser nos affaires, on s'écarte,*



"fermez les yeux pour écouter" :  
ou comment  
provoquer  
de l'intérêt  
pour les oiseaux

*on pose les bâtons, faut éviter de se toucher... c'est parti ?*

*1... 2... 3...*

*(Tout le monde ferme les yeux, silence de 30 secondes.)*

*L : Alors ?*

*e : On a entendu vers là-bas des oiseaux*

*e : deux différents.*

*L : Ouais deux sortes d'oiseaux !*

*e : On les entendait pas fort !*

*e : On entendait craquer les branches des arbres !*

*L : Alors, il vous semble qu'il y a moins ou plus d'oiseaux qu'il y a deux mois, alors ?*

*e (plusieurs) : Moins*

*L : moins quand même, comment on pourrait en être sûrs ? Ça vient de quoi ?*

*(Suit une discussion assez longue sur les oiseaux migrants qui sont actuellement dans les pays chauds...)*

C'est un joli exemple où les observations et questions, tout en venant effectivement des élèves, ont été fortement induites par l'éducateur. S'intéresser aux oiseaux est donc "légitime". Toutes les questions sur les oiseaux sont ressenties par les enfants comme de "bonnes" questions, et elles resurgiront lors de la phase rebond de l'après-midi. D'autant plus qu'une partie de la matinée a ensuite permis à plusieurs élèves d'observer des oiseaux à la longue-vue, comme nous allons le voir.

#### **4.4. La présence très inductrice du matériel, et de son utilisation par les éducateurs**

Lors du temps suivant de cette phase contact, les élèves sont partis librement explorer la berge de la rivière durant 45 minutes. Ce temps faisait suite aux moments d'écoute.

Or, en partant de l'école en début de matinée, L et D avaient donné aux élèves du matériel à porter (il faut traverser tout le village pour aller jusqu'au Vidourle à partir de l'école) : l'un avait porté une longue-vue vissée sur un trépied, deux autres des épousettes, d'autres du petit matériel. Les questions des élèves avaient alors fusé : "Pour quoi faire ?". "Vous le verrez bien tout à l'heure !" avaient répondu L et D.

##### **• La longue-vue**

une longue vue  
sur un trépied :  
l'induction de  
l'observation  
des oiseaux

Après avoir écouté les oiseaux (et donc compris qu'il s'agissait d'une bonne question), plusieurs élèves ont fait le lien avec la longue-vue et proposé de l'utiliser : ce qui a été contagieux, et a amené la plupart des élèves à vouloir utiliser cet instrument, avec des tours de rôle. Chaque groupe d'élèves a alors scruté les arbres sur l'autre rive, le ciel et la rivière, à la recherche d'oiseaux. D donnait des conseils pour utiliser la longue-vue ; il indiquait aussi le nom des oiseaux. Ce qui a amené les élèves à se poser plusieurs questions sur les oiseaux !

Questions qui ressortiront plus tard en classe, lors de la phase rebond : *"Pourquoi les oiseaux étaient-ils silencieux ?"* ; *"Combien y a-t-il d'espèces d'oiseaux à Marsillargues ?"* ; *"Protéger les oiseaux."* etc. Questions qui seront à l'origine du thème-projet *"Oiseaux"* (qui rentre bien dans l'un des objectifs notionnels du contrat MedWet, sur les richesses naturelles et la biodiversité des zones humides).

#### • *L'épuisette*

montrer comment pêcher à l'épuisette, et récolter dans des piluliers : l'induction d'observations et de questions sur les animaux aquatiques

Pendant que certains élèves étaient avec D et la longue-vue, et que d'autres étaient occupés à d'autres tâches (voir plus loin), L a annoncé à des élèves qui attendaient leur tour pour observer les oiseaux : *"On va prendre l'épuisette."* et il a donné le premier coup de troubleau, puis distribué le fruit de cette pêche dans des piluliers ou des coupelles de verre : isolant des crevettes, des larves d'éphémères et d'autres petits animaux, et proposant aux élèves de les observer. Le succès a été immédiat : presque tous les élèves vont, par groupes successifs (organisés librement), s'adonner à cette pêche. Jusqu'à la fin de matinée, les petits animaux aquatiques seront sujets de discussions informelles entre élèves et éducateurs.

Lors de la phase rebond, quatre questions seront posées sur les animaux aquatiques observés dans la matinée après ces pêches à l'épuisette. Elles seront en partie à l'origine du thème-projet : *"La vie dans l'eau et sur l'eau"*.

Soulignons que, lors de ces trois derniers temps (moments d'écoute, longue-vue, épuisettes), les éducateurs, conscients de leur rôle inducteur, font tout pour que les enfants gardent au maximum l'initiative. Ils montrent juste l'usage des instruments, puis ce sont les enfants qui observent, qui pêchent, qui isolent ce qu'ils ont pêché dans des piluliers, qui comparent et posent des questions. Les éducateurs s'interdisent de répondre aux questions. Ils les retournent systématiquement en ricochets, demandant aux élèves d'en discuter entre eux, de les noter sur leur carnet d'explorateur, d'émettre des hypothèses sur les réponses possibles, etc. Ils réussissent donc à induire des questions tout en faisant en sorte qu'elles viennent bien des enfants.

#### **4.5. Questions d'élèves qui risquent d'être des impasses mais qui ne sont pas découragées par les éducateurs : exemple du groupe "Champignons de souche"**

L'exemple qui suit illustre le danger d'une théorisation de la phase contact qui ignore l'importance des interactions entre élèves et éducateurs, dans le seul respect du principe que *"toutes les questions ne doivent venir que des élèves"*.

Ainsi, quatre élèves se sont, pendant les 45 minutes, entièrement plongées dans l'observation puis la trituration de

quand quatre élèves jouent le jeu proposé en observant des champignons de souche qui les intriguent beaucoup et suscitent de nombreuses questions...

vieux et volumineux champignons de souche fixés sur un tronc d'arbre mort. Intrigués, les adultes présents (L, D, l'institutrice, et chacun de nous deux) sont passés à tour de rôle près de ce groupe pour voir ce qu'elles faisaient. Or elles s'affairaient toutes les quatre, avec un plaisir visible, mêlé de dégoût et d'attirance pour l'odeur fétide qui s'en dégageait, pour cette consistance étonnante (rigide mais en même temps spongieuse). Elles exploraient ces champignons avec les mains et avec des bâtons. Elles en ont extrait un jus noir qu'elles ont recueilli dans un verre (en prenant un gobelet où d'autres élèves mettaient des crevettes, ce qui ne les a pas du tout intéressées). Elles ont aussi arraché avec peine des morceaux pour les rapporter. Elles avaient beaucoup de questions (*"Pourquoi cette couleur noire, cette odeur, cette consistance... ?"*) et, selon le schéma théorique de référence, aucun des adultes qui est passé, et avec qui elles ont discuté, ne leur a apporté de réponses.

Leurs questions sont donc ressorties lors de la phase rebond en classe, en début d'après-midi :

- *Pourquoi les champignons le plus souvent sont vénéneux sur les arbres ?*
- *Comment les champignons viennent sur les arbres ?*
- *Pourquoi le champignon qu'on a vu était noir ?*

... les éducateurs se sentent obligés de retenir ce thème...

Elles ont convaincu une de leurs copines de travailler avec elles sur ces questions, et L a été contraint d'appliquer les règles qu'il avait fixées (groupe de cinq élèves motivés par le même thème) et a accepté un thème-projet *"Champignons"* pour répondre à ces questions.

Ce thème était pourtant visiblement une impasse dans le cadre d'un niveau CM2, et d'un lien avec les objectifs du contrat MedWet. Leur début d'enquête les a d'ailleurs plongées dans des difficultés dures à surmonter : il n'y avait pas d'ouvrages sur les champignons à l'école, et elles n'ont pas pu déterminer de quelle espèce, ou groupe de champignons, il s'agissait. Par analogie avec des documents disponibles sur le champignon de Paris, elles ont déduit que la couleur noire venait des spores – ce qui est faux (4). Puis leur enquête a piétiné. Les éducateurs n'ont pu relancer leur intérêt, qui a vite décliné. Ils leur ont alors proposé comme "porte de sortie" la réalisation d'un petit exposé général sur les champignons pour la classe, puis de passer à un autre projet : un reportage sur l'activité des autres groupes lors des deux dernières séances.

---

(4) Une enquête menée par l'un de nous, dès les jours qui ont suivi, auprès de mycologues de l'Université Lyon 1, nous a appris que ces champignons (des Polypores, ou Langues de bœuf) ont des spores blanches (Leucosporés), et que la couleur noire venait sans doute d'oxy-phénols, qui noircissent en s'oxydant après la mort du champignon, et provoquent l'odeur caractéristique observée... Mais, une fois ces renseignements obtenus, quelle enquête pouvaient-elles faire ? et comment relier tout cela aux objectifs de MedWet ?

... qui s'avère vite être une impasse par rapport aux objectifs de cette P.P.

Cette impasse était quasiment programmée. Une intervention plus directive sur le terrain aurait pu apporter quelques éléments de réponses à leurs questions (et annoncer des réponses plus complètes après enquête par les éducateurs) ; et leur suggérer alors en temps opportun qu'elles s'intéressent aussi à d'autres questions.

Ce cas illustre que l'observation spontanée seule (selon l'unique directive "*Observez, et faites une collection de questions.*") peut conduire à des impasses par rapport aux apprentissages prévus.

#### 4.6. Au total

Dans la classe CM2 de Marsillargues, cinq thèmes-projets ont finalement été définis à l'issue de la phase rebond de l'après-midi, en classe.

– Quatre d'entre eux ont en fait résulté de questions fortement induites par les éducateurs sur le terrain, et étaient effectivement en accord avec les objectifs du projet éducatif MedWet : les thèmes "*Oiseaux*", "*Vie dans et sur l'eau*", "*Arbres*" et "*Pollution*" (5).

– Un venait des seules observations et questions des élèves : le thème "*Champignons*". C'est à la fois le seul qui correspondait au schéma théorique mis en avant par les éducateurs ("*les questions viennent des élèves seuls, de leurs observations sur le terrain*") ; et le seul qui a été ensuite une impasse.

au total, à part ce groupe "champignons", tout a bien marché

### 5. RÉSULTATS SUR LA CLASSE CM2 DE MAUGUIO

#### 5.1. Observations et questions provenant des élèves et "évacuées" pendant la phase contact : l'exemple des bancs de muges

La phase contact a débuté par une balade à pied d'environ 2 km, depuis l'école jusqu'aux rives de l'Étang de l'Or. L'itinéraire choisi longeait une station d'épuration (cf. plus bas) et un petit cours d'eau (Le Salaison) jusqu'à son embouchure dans l'étang. Or, sur des centaines de mètres, l'eau de ce tout petit ruisseau s'est révélée être pleine de bancs très denses de poissons (des muges d'environ 10 cm chacun). Au total des dizaines voire des centaines de milliers de poissons : de quoi impressionner les enfants mais aussi les accompagnateurs. Phénomène remarquable, et remarqué :

une observation pourtant spectaculaire est totalement sous-valorisée par les éducateurs...

(5) Nous n'avons pas illustré les origines de ce thème *Pollution* , car elles renvoient aux mêmes mécanismes inductifs que ceux décrits pour les trois autres thèmes.

... elle ne sera pas  
reprise ensuite  
par les élèves...

... alors qu'elle  
aurait pu être  
à l'origine  
de questions  
intéressantes

les éducateurs  
osent induire  
des observations  
et des questions...

aucun des adultes présents n'avait jamais vu une telle densité de poissons dans de tels petits cours d'eau.

Tout aussi spectaculaire a donc été la disparition totale de questions d'élèves sur ces poissons en début d'après-midi (phase rebond en classe). L'explication est sans doute la suivante : les éducateurs, bien qu'impressionnés par ce phénomène naturel inédit pour eux (et non prévu), se sont manifestement gardés de montrer aux élèves leur intérêt et leurs interrogations. Ils n'avaient pas d'interprétation immédiate (l'identification même de muges a été le fait d'un pêcheur rencontré peu après), et n'imaginaient donc pas *a priori* de lien entre ce phénomène et les objectifs du projet MedWet.

*A posteriori*, il semble cependant que cette observation remarquable aurait pu s'insérer dans au moins deux des trois pôles notionnels du projet éducatif :

- notion de logique amont/aval, et de gradients de salinité : ces poissons effectuaient sans doute une migration, peut-être pour frayer ; ils remontaient le courant des eaux douces du ruisseau Le Salaison, eaux épurées par la station d'épuration ;
- notion de chaîne alimentaire, de richesse faunistique.

Cet exemple est aux antipodes de celui du cas "*Champignons*" décrit plus haut. Il illustre ici une planification serrée du travail de terrain, qui ne laisse pas de place pour un imprévu, aussi spectaculaire soit-il.

## 5.2. Observations et questions induites par les éducateurs

Cette seconde P.P. s'est déroulée après que les éducateurs eurent pris connaissance de notre compte rendu sur les phases contact et rebond à Marsillargues. Ils avaient donc planifié avec précision la phase contact pour ce CM2 de Mauguio, et ne se sont pas interdit, au cours de la matinée, d'induire plus consciemment et plus explicitement certains étonnements et questionnements des élèves ; tout en continuant à donner le rôle central aux élèves et à leurs questions, suscitant ainsi leur motivation pour le travail ultérieur sur les projets.

Le suivi de cette phase contact nous a permis de mettre en évidence plusieurs types d'induction de questionnements des élèves : nous en illustrons trois ci-dessous, pour ne pas répéter ce que nous avons déjà décrit sur l'exemple de Marsillargues (notamment l'induction par les instruments et leur usage).

### • Induction par la monstration : exemple de la sangsue

Très classiquement, un naturaliste de terrain induit des observations, quand il trouve, montre et commente "un objet" digne d'intérêt.

... par exemple  
trouver et montrer  
une sangsue...

Ainsi, L est allé soulever des cailloux et feuilles mortes dans un fossé qui draine de l'eau jusqu'au ruisseau Le Salaison. Il montre alors aux élèves, sous une feuille morte, une sangsue ; il la nomme et il commente ; toute la classe se presse autour de lui pour voir cette curiosité.

L : *Regardez bien, on essaie de faire un cercle pour que tout le monde puisse voir... Non c'est pas une limace, c'est un animal qu'on appelle une sangsue et regardez dessous – il soulève légèrement l'animal – quand on la soulève, on voit ses œufs.*

e (plusieurs) : *Ooooooh !*

Les élèves se bousculent pour voir.

L : *C'est joli hein ?... C'est sympa hein ?*

Les élèves acquiescent, d'autres élèves s'approchent et L explique qu'elle se nourrit du sang de petits escargots.

Plus tard en phase rebond, l'éducateur demandera aux élèves une liste de mots traduisant les "*choses que vous avez aimées, qui vous ont interrogés...*". Le mot sangsue est apparu et a contribué à l'élaboration du thème "*Animaux de l'étang*".

**• Induction par le développement de conflits  
socio-cognitifs entre élèves :  
exemple de la station d'épuration**

... ou encore induire  
un débat en passant  
près de la station  
d'épuration

À deux reprises, lors du trajet vers l'étang, l'éducateur a regroupé les élèves près des bâtiments de la station d'épuration. Lors du premier arrêt, il a d'abord interrogé les élèves sur la fonction de ces bâtiments puis a déclenché une discussion – confrontation d'idées entre les élèves :

L : *(...) Il y en a un qui dit que ça épure l'eau du village, un autre qui dit que ça épure l'eau de l'étang... expliquez-vous un petit peu.*

e : *Ben c'est l'eau sale des maisons qui arriverait – brouhaha.*

L : *D'accord et ensuite qu'est-ce qu'on en ferait de cette eau ?*

e : *Je crois qu'on la jette dans l'étang ou on la remet en service*

L : *en service ou dans l'étang ?*

e (plusieurs) : *En service.*

e (plusieurs) : *Dans l'étang.*

e : *Si elle est "répurable" on la met en service, mais il est possible qu'on ne puisse pas la nettoyer donc elle est jetée dans l'étang.*

e : *En fait c'est tous les déchets qu'on rejette dans l'étang.*

e : *Ouais voilà !*

L : *Donc l'eau quand elle est pas propre on la remet dans l'étang et quand elle est propre vous la réutilisez ?*

e (plusieurs) : *Oui.*

L : *D'accord on verra ça... toi tu peux dire pourquoi tu penses que c'est l'eau de l'étang qu'on épure ?*

e : *Parce que c'est marqué là ! (Il montre la station d'épuration où est inscrit : Étang de l'Or.)*

L : *Donc parce que c'est écrit dessus, tu penses que ça fonctionne comme ça... toutes les choses dont vous êtes pas sûrs, inscrivez-les sur le carnet comme ça on pourra retravailler dessus. Allez vamos !*

Nouvel arrêt devant la station d'épuration :

L : *Vous savez comment ça marche ce truc là ?*

e : *Oui, il y a une grande turbine qui tourne, l'eau passe et la turbine trie ce qui est sale et ce qui est propre, il y a comme un filtre.*

L : *Et puis ?*

e : *L'eau est filtrée et repart vers la commune pour être réutilisée et les déchets sont vidés dans l'étang.*

L : *Donc on nettoie l'eau, ce qui est propre retourne à la ville et ce qui est sale retourne à l'étang ?*

e : *Oui.*

L : *Tout le monde est d'accord ?*

e (plusieurs) : *Oui.*

L : *Tout le monde est d'accord ? (intonation d'étonnement) personne n'est pas d'accord ?... Bon... On en reparlera.*

L, donc, ne tranche pas entre les diverses positions des élèves.

Plus tard en phase rebond, ce sont les questions induites ainsi par l'éducateur ou carrément la question formulée par lui qui sont reprises par les élèves :

L : *Vous vous rappelez les questions qu'on se posait un peu ?*

e : *Oui, savoir si ça venait de la commune ou de l'étang.*

L : *... Et après l'autre question c'était ?*

e : *Comment ça fonctionne ?*

Un moment après, dans la liste des "choses qui ont plu, qui interrogent" on retrouve : "station d'épuration" (figure 2).

L est ici en terrain connu, qu'il a déjà pratiqué ailleurs (contrairement à la situation "bancs de muges" décrite plus haut). Il a préparé son trajet pour passer avec les élèves devant la station d'épuration. Il maîtrise les informations et le débat : il sait se taire, faire s'opposer les positions des élèves, et maintenir les questions ouvertes pour qu'elles ressortent en phase rebond : ce qui se passe effectivement comme prévu.

La station d'épuration est un thème classique qui a été traité par les autres P.P. dans divers villages du bassin versant de l'Étang de l'Or (figure 1) : les enfants partent ensuite enquêter auprès des habitants du village pour savoir s'ils connaissent l'origine de l'eau consommée, et le devenir des eaux usées, avec le trajet des canalisations : ce que de nombreux villageois adultes ignorent !

### **• Induction par la répétition de suggestions : exemple des cabanes**

Pour les éducateurs, "les cabanes", constructions "sauvages" au bord même de l'étang, en site classé (figure 1), sont emblématiques des relations problématiques entre l'écosys-

les éducateurs  
gèrent très  
habilement un  
débat socio-cognitif  
entre élèves

les élèves  
retiendront  
et relanceront  
ces questions

la présence de cabanes au bord de l'étang est familière aux enfants, alors que les éducateurs voudraient qu'elle suscite chez eux des questions !

tème étang et les activités humaines. En revanche, pour les élèves, ces constructions font partie de leur paysage familier et ne constituent pas un enjeu environnemental.

Ainsi c'est l'éducateur qui fait marquer un arrêt à la classe près de ces constructions. Il pose lui-même les "questions intéressantes" une première fois et conclut par : "... ça pourrait être intéressant de savoir tout ça..."

Un peu plus tard lors d'un bilan sur les observations des "objets" spécifiques du bord de l'étang, l'autre éducateur déclare l'intérêt qu'il porte aux "cabanes" et réitère les questions "qu'il faut se poser" :

D : *"Je suis d'accord avec tout ça, les cabanes c'est bien quelque chose de particulier à ici... J'aimerais bien savoir pourquoi les cabanes sont là, qu'y font les gens, etc."*

### • Phase rebond (suite des cabanes)

Durant l'après-midi, en phase rebond, l'émergence d'un thème-projet incluant les cabanes n'est pas allée de soi. Elle a plus relevé d'une habile manipulation par l'éducateur qui menait le débat.

Pour définir les thèmes-projets, l'éducateur a proposé aux élèves la règle suivante : dans un premier temps, établir toutes les liaisons possibles entre mots issus de la liste des *"choses qui ont plu, qui interrogent"* – liste préalablement établie au tableau à partir de ce que chaque élève a dit ; dans un second temps, les mots ayant reçu le plus de liaisons seront les thèmes-projets.

L : (...) *Les patates qui auront le plus de liaisons, c'est celles que l'on va choisir pour les projets, parce que s'il y a beaucoup de liaisons, ça veut dire que l'on s'y intéresse beaucoup, qu'il y a beaucoup de choses intéressantes à travailler dessus, vous comprenez ce que je veux dire ?*

e (plusieurs) : *Ouiiiii !*

L : *30 secondes, chacun pense à une liaison dans sa tête et après on les dit.*

Les élèves vont proposer des liaisons. Justifications et confrontations vont avoir lieu entre les élèves. L avait donné l'impression d'écrire les mots au tableau un peu au hasard, au fur et à mesure que des propositions des élèves : mais le rapprochement ou l'éloignement entre ces mots était en fait prémédité et suggérait des liens (figure 2). Celui entre *"vie des hommes"* et *"station d'épuration"* a été rapidement établi. Lors de la proposition par un élève d'une relation : *"vie des hommes"/"cabanes"*, L : *Aaaaah voilà, je l'attendais celle-là !*

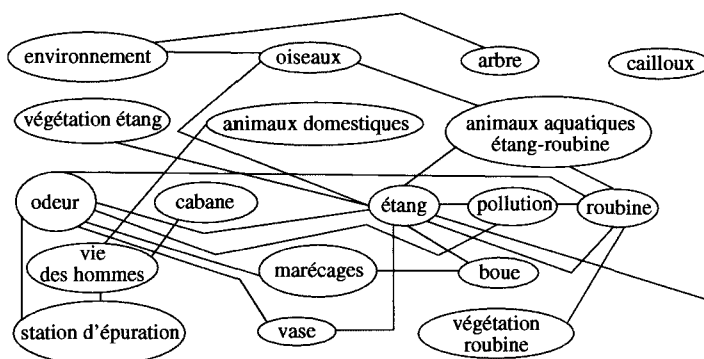
En effet, les rejets des cabanes côtières (constructions sauvages) se déversent directement dans l'étang, sans transiter par la station d'épuration de Mauguio : L et D souhaitent que cette question émerge dans un projet (qui s'est finalement appelé *"Vie de hommes et cabanes"*, en incluant la station d'épuration).

comment les éducateurs ré-injectent les questions qui les intéressent (sur les cabanes notamment) lors de la phase rebond



Bilan des relations établies :

**Figure 2. Ce que L a écrit au tableau lors de la phase-rebond (classe CM2, Mauguio)**



Puis vient le moment de définir les thèmes-projets en choisissant les patates qui ont le plus de liaisons, en accord avec la consigne de l'éducateur :

e : C'est l'étang qui a le plus de branches.

e : C'est étang qui gagne !

L : Bon d'accord travailler sur l'étang ça vous intéresse (il écrit étang dans un coin du tableau), y a d'autres thèmes qui sont intéressants aussi.

(...)

L : À mon avis il va falloir qu'on choisisse comme ça pas plus de quatre thèmes parce qu'après c'est un peu compliqué...

Oui ?

e : Il y a aussi la pollution.

L : Est-ce qu'on peut pas le rajouter à...

e : à "étang" !

L : Oui ça bien sûr mais à "vie des hommes" ?

Etc.

L'éducateur a délibérément rompu le contrat didactique énoncé par lui ("on établit des liens et on choisira les patates qui ont le plus de liens"). Ainsi "étang" ne constituera pas un thème-projet : L estime sans doute que ce thème est trop vaste, trop générique. Pas plus d'ailleurs que "odeur" et "roubine" qui sont les deuxième et troisième "patates" à avoir le plus de liaisons et qui vraisemblablement ne représentent pas pour L des termes pertinents pour conduire vers les objectifs notionnels du projet.

Il a en revanche mis en œuvre un autre type de contrat (implicite cette fois) : repérer les "patates intéressantes", suggérer des thèmes, et les faire plébisciter par les élèves. Le procédé est classique, et c'est passé comme une lettre à la poste. Les élèves se sont finalement trouvés à l'aise dans l'un des quatre thèmes-projets qui ont ainsi été définis (avec environ six élèves par projet) :

la gestion habile de la phase rebond par les éducateurs : leurs ficelles pour qu'émergent finalement les thèmes de projets intéressants

- Vie des hommes et cabanes.
- Végétation.
- Pollution.
- Animaux de l'étang.

Les quatre projets, cette fois, s'intègrent aisément dans les objectifs de MedWet.

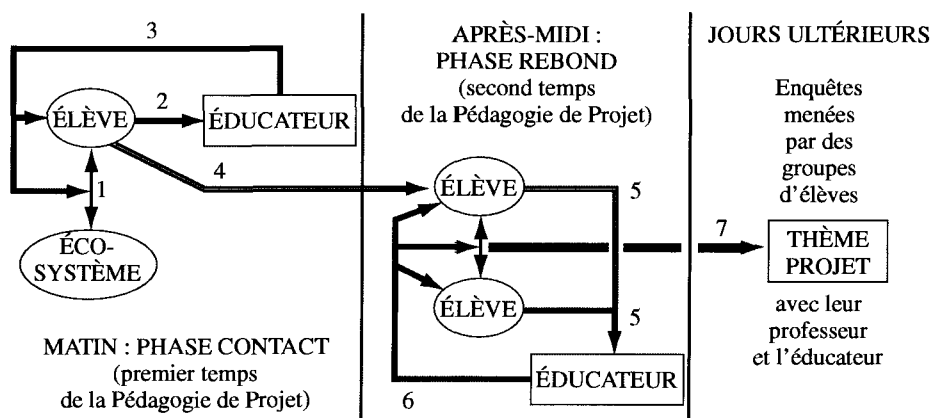
## 6. DISCUSSION

### 6.1. Les questions des élèves viennent de leurs interactions multiples avec les éducateurs

finalemment, les questions des élèves ne viennent pas de leurs seules observations, mais aussi de leurs interactions multiples avec les éducateurs

Notre première conclusion est que, contrairement à ce que les éducateurs de l'Association "Les Écologistes de l'Euzière" et le "Réseau École & Nature" affirment dans leurs écrits et dans leurs discours, les questions qui sont à l'origine des thèmes des projets ne viennent pas uniquement des élèves lorsqu'ils observent un écosystème (le temps 1 dans la figure 3). Les éducateurs jouent un rôle majeur aussi bien dans la phase contact (temps 2 et 3 de la figure 3) que dans la phase rebond (temps 5 et 6), rôle que nous avons identifié

**Figure 3. Les différents temps des deux phases de la première journée de cette Pédagogie de Projet**



1. Interaction entre l'élève et l'écosystème.
2. Indices et questions formulés à l'éducateur par l'élève.
3. Interactions entre l'éducateur et l'élève (elles constituent le principal objet de cette recherche).
4. Questions qui sont finalement retenues par l'élève à l'issue de la phase contact.
5. Recueil de ces questions par l'éducateur au début de la phase rebond, en classe.
6. Interactions entre l'éducateur et les élèves durant la phase rebond, jusqu'à ce que les élèves soient regroupés par 5 sur un thème qu'ils s'approprient comme leur projet.
7. Autres phases de la Pédagogie de Projet, ponctuées par 5 journées en présence des 2 éducateurs, étalées sur 2 ou 3 mois.

ces interactions  
peuvent être  
catégorisées en  
plusieurs types

le schéma théorique  
de présentation des  
phases contact et  
rebond doit donc  
être modifié

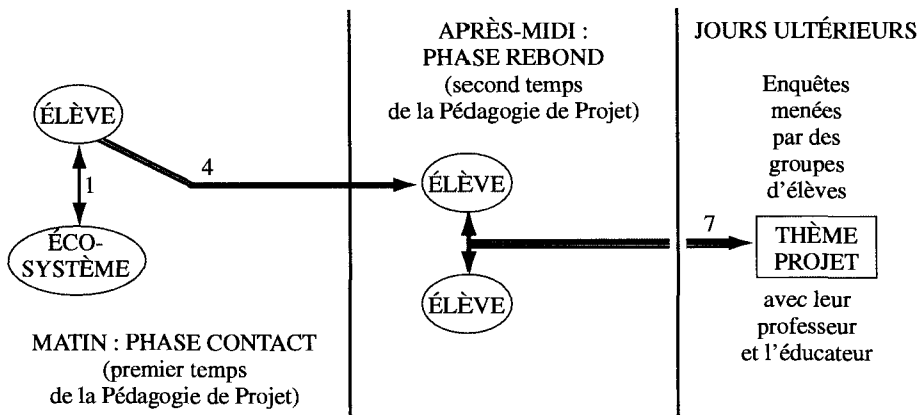
le seul cas où il a été  
respecté sur le terrain  
(groupe  
champignons)  
a été une impasse

en mettant en évidence plusieurs types d'intervention des éducateurs, qui peuvent être regroupés en trois catégories.

- Tri des observations et questions des élèves, certaines étant valorisées, d'autres ignorées, écartées par l'éducateur :
  - soit par ses réactions verbales et comportementales sur le terrain (cas des branches d'arbres *vs* ceux des fleurs du printemps ou des bancs de muges) ;
  - soit lors de l'animation de la phase rebond, par le regroupement des questions en thèmes, et le choix du titre du thème de chaque projet.
- Induction d'observations et de questions par différents moyens :
  - suggestion et organisation matérielle des observations (temps d'écoute, longue-vue, épuisettes...) ;
  - monstration avec commentaires (cas des sangsues...) ; suggestions répétées (cas des cabanes).
- Enfin, gestion astucieuse de débats socio-cognitifs laissant les problèmes ouverts (cas les plus fréquents, dont le cas exemplaire de la station d'épuration de Mauguio).

Au total, un seul cas a totalement respecté le schéma théorique auquel se réfèrent ces associations éducatives pour décrire ce début de P.P. : le groupe "Champignons de souche" à Marsillargues (figure 4). Aucune des rétroactions des éducateurs sur les élèves (flèches 3 et 6 de la figure 3) n'y a fonctionné. Le groupe a commencé à fonctionner à partir des seules observations et questions des élèves. C'est aussi le seul cas qui s'est ensuite avéré être une impasse.

**Figure 4. Le cas du groupe "Champignons de souche"**



C'est le seul cas qui correspond à la théorisation implicite du démarrage de ces P.P. par les éducateurs (Écologistes de l'Euzière) et par les écrits du Réseau École & Nature : les questions viennent uniquement des interactions entre élèves et l'écosystème, puis du regroupement de 5 élèves sur le même thème-projet.

## 6.2. Motivation des élèves et P.P. en tant que pédagogie radicalement différente de la pédagogie transmissive

Les actions pédagogiques que nous avons suivies et analysées ont un mérite incontestable : tous les élèves y sont actifs et satisfaits. Très rares sont les cas où ils ne se sentent pas en plein accord avec le thème et les objectifs du projet sur lequel ils vont ensuite travailler en groupe.

mais ce type de P.P.  
est un succès total

Pour reprendre la terminologie de Brousseau (1986), la dévolution à l'élève de la situation proposée par les éducateurs a bien fonctionné : caractériser cette situation (situation-problème ?) sera discuté dans le paragraphe suivant. Dans cette première phase, la motivation des élèves s'inscrit dans le "*processus former*" (Houssaye, 1993) : ils sont immédiatement impliqués dans des situations d'activités qui leur donnent le sentiment de vivre leur autonomie, de choisir eux-mêmes des questions, puis le thème du projet et la constitution du groupe de 5 élèves qui travaillera sur ce thème. Les éducateurs (L et D) expriment d'entrée de jeu une rupture par rapport à la pédagogie transmissive à laquelle l'école les a habitués ; ils centrent leur pédagogie sur des projets dont les élèves seront maîtres. Ils sont à l'écoute des élèves, ne tranchent pas quand apparaissent des divergences (voir les échanges à propos de la station d'épuration de Mauguio) ; ils stimulent les questions sans apporter de réponses, pour aiguïser la curiosité active des élèves, afin qu'elle devienne questionnements puis finalement projets. Pour reprendre la théorie des situations de Brousseau (1986, 1995), une des fonctions principales de cette première phase de P.P. est de faire comprendre aux élèves le nouveau contrat didactique qui régit cette P.P.

son premier mérite  
est de motiver  
fortement les élèves :  
sa nouvelle  
théorisation  
devra respecter  
cette priorité...

C'est d'abord dans ce contexte que s'inscrit la consigne donnée aux élèves dès le départ ("*Faire des collections de questions*"). Et cette consigne s'est avérée efficace pour motiver les élèves. Le fait que nous ayons montré, dans ce travail, que les questions ne viennent pas des élèves seuls, mais de leurs interactions avec les éducateurs, n'invalide en rien l'intérêt de cette pédagogie active tournée vers des projets, ni la nécessité de clarifier avec les élèves un nouveau contrat didactique, ni même peut-être l'utilité de l'introduire par ce type de consigne.

... tout en précisant  
mieux aux élèves les  
objectifs des projets  
(les critères  
à partir desquels  
les éducateurs  
valorisent ou non  
les questions  
des élèves)

Cependant, cette consigne aurait peut-être pu être complétée par la présentation du cadre problématique dans lequel se sont inscrites ces actions pédagogiques pilotées par MedWet : la préservation des zones humides. Non pas en faisant un cours introductif, mais en nommant un problème ouvert dont les termes seraient à préciser par les élèves lors de la définition de leurs projets. Ainsi, au lieu de chercher à l'aveuglette les "bonnes" questions (selon la coutume didactique), les élèves sauraient que l'intérêt ou le désintérêt de

l'éducateur par rapport à leurs observations et questions vient en fait de l'adéquation ou inadéquation avec cette problématique globale. L'éducateur pourrait parfois l'expliquer, à condition que ça ne casse pas la dynamique par laquelle l'enfant se sent autonome et moteur du projet ; et, même s'il ne l'explique pas, l'élève acceptera ce jugement, comme il l'a accepté dans les cas que nous avons observés dans ce travail, et peut-être un peu mieux.

### 6.3. La P.P. en tant que situation-problème ?

Si les pédagogies actives marquent une rupture claire par rapport à la traditionnelle pédagogie transmissive (ou pédagogie de la réponse), elles sont symétriquement opposées à la pédagogie des situations-problèmes par Ph. Meirieu (1987/1999), qui les nomme "*pédagogies du problème*" et insiste sur leurs limites dans le domaine de l'apprendre.

la P.P. peut être une pédagogie des "situations-problèmes"

Le travail que nous venons de présenter ne nous permet pas d'évaluer les P.P. analysées sous cet angle, car nous nous sommes limités à leurs toutes premières phases (contact et rebond), alors que c'est dans les phases suivantes que, pour reprendre les termes d'Houssaye (1993), intervient le "*processus apprendre qui opère une décentration de l'affectif vers le cognitif*". Nous avons constaté comment se mettait en place une forte motivation des élèves pour travailler sur des thèmes-projets faciles à relier au programme de l'ensemble de ces actions pédagogiques sur la préservation des zones humides. Mais nous n'avons pas suivi la totalité de ces actions pour évaluer jusqu'à quel point ces motivations ont effectivement ou non permis les apprentissages souhaités (6).

lessortiesurleterrain (phase contact) peuvent être préparées dans cette optique

Nous avons en revanche mis en évidence les compétences des éducateurs de l'association "Les Écologistes de l'Euzière" et la minutie de leur travail de préparation de chacune de ces actions pédagogiques (choix des lieux, des itinéraires, du matériel...). Or c'est bien par là que leur P.P. se différencie le plus des critiques apportées par Meirieu aux "*pédagogies du problème*", et se rapproche le plus de la "*pédagogie des situations-problèmes*" où la nature des apprentissages souhaités et des obstacles à vaincre est *a priori* prévue.

Les compétences des éducateurs L et D sont de deux types.

– La capacité d'animer ce type d'action pédagogique où l'adulte s'efface pour responsabiliser et motiver l'élève, en ne l'aidant qu'à sa demande pour que ce soit bien chaque groupe d'élèves qui assume son projet et aille au bout de sa

---

(6) L'évaluation finale de ces actions a effectivement montré que certains des objectifs d'apprentissage souhaités ont été atteints : mais le projet du présent travail n'est pas de présenter et commenter les résultats de cette évaluation.

la réussite de la P.P. vient d'une double compétence des éducateurs : techniques d'animation, bonne connaissance de l'environnement étudié

ces compétences aident l'éducateur à gérer les questions des élèves qui sont complexes

réalisation. Ils sont parfaitement rodés à ce type d'animation, et ils savent en particulier ce qu'il est possible d'attendre d'un travail limité d'élèves de CM2.

– Une très bonne connaissance des environnements méditerranéens : aussi bien dans leurs dimensions naturalistes (faune, flore, dynamique des écosystèmes...) que dans leurs dimensions culturelles, économiques et sociales (activités humaines, partenaires sociaux, pollutions, problèmes de préservation et de mise en valeur des patrimoines locaux...). Ils sont donc armés pour guider les observations des élèves sur le terrain, et pour juger l'intérêt de leurs questions par rapport aux types de projets possibles dans le cadre de ces actions MedWet.

Nous avons aussi observé que plus l'éducateur connaît une situation de terrain, plus il est armé pour intervenir de façon astucieuse et efficace auprès des élèves. L'exemple de la station d'épuration était très clair à cet égard : c'est parce qu'il connaissait parfaitement la question, et la façon dont des élèves de CM2 peuvent la conceptualiser au départ, et l'aborder par des enquêtes ensuite, que l'éducateur a été particulièrement bon dans ce cas, et a pu lancer un débat socio-cognitif qui a mis les élèves en appétit sans apporter aucune réponse aux questions posées. Les animateurs étaient aussi particulièrement bien armés en ornithologie, et ont joué un rôle inducteur intéressant dans ce domaine. En revanche, ils ont été pris au dépourvu pour d'autres situations, par exemple pour les bancs de muges. La conclusion, déjà formulée par les personnes qui travaillent beaucoup en P.P. avec des enfants (Maria Arcà, 1993, 1996), est que la prise au sérieux de questions naïves posées par les enfants sur le terrain nécessite souvent une maîtrise de connaissances scientifiques sophistiquées. Plus on est armé scientifiquement et plus on est à l'aise dans ces pratiques pédagogiques, mieux on s'en sort.

#### 6.4. Enjeux pour la formation des enseignants

Une des conséquences d'une théorisation plus fine des situations de P.P. que nous avons analysées devrait être d'améliorer leur enseignement pour les futurs enseignants et autres éducateurs. Les enseignants déjà en place admettent difficilement que les bonnes questions et hypothèses peuvent venir des seuls élèves, quand ils constatent régulièrement le contraire dans leurs propres pratiques professionnelles. De leur côté, les éducateurs d'associations environnementales ont peut-être intérêt à faire croire qu'ils réussissent, eux, ce quasi-miracle, pour justifier leurs interventions irremplaçables dans des écoles (ils ont une pratique éducative libérale, rémunérée au nombre de journées de formations pour lesquelles on fait appel à eux). La clarification que nous avons tenté d'apporter ici montre que les éducateurs d'association sont eux aussi, comme les

mieux théoriser le fonctionnement de la P.P. aidera les enseignants à la pratiquer et à la gérer en tant que situation-problème, cela aidera aussi les formateurs à l'enseigner aux futurs enseignants

enseignants, inducteurs de ces questions : elles ne viennent pas uniquement des élèves. Mais il est essentiel que les élèves se les approprient immédiatement. Cette clarification montre aussi que ces pratiques pédagogiques gagneraient à être plus encore préparées en tant que situations-problèmes, à partir des deux types de compétences que ces éducateurs, mais pas la majorité des professeurs d'école, commencent à maîtriser :

- une bonne connaissance des environnements locaux ;
- une bonne maîtrise des pédagogies actives et des situations-problèmes.

Tant que les professeurs d'école n'auront pas eu de formation solide dans ces deux domaines, et n'auront pas consolidé ces formations par des pratiques et des recyclages réguliers, des spécialistes seront nécessaires : qu'ils soient employés par des associations pour l'environnement, ou qu'ils soient fonctionnaires (si l'Éducation Nationale arrive à reconnaître l'utilité de ce type de spécialisation pour certains de ses enseignants).

Pierre CLÉMENT

Didactique de la biologie et de l'environnement,  
LIRDHIST, Université Claude Bernard, Lyon 1

Frédéric GUIU

Collège Le Béranger, Baillargues (Hérault)

## BIBLIOGRAPHIE

ARCÀ, M. (1993). *Educazione scientifica come formazione culturale*. Milan : F. Angeli.

ARCÀ, M. (1996). L'éducation à l'environnement : d'une perspective naturalistique à une perspective écologique. In M., Manzanares, J.L., Garcia y P., Canal (eds.). *Biologia y Educacion ambiental* (pp. 53-59). Univ. Sevilla y Univ. Cordoba : ed. AEDB.

ARSAC, G., GERMAIN, G., MANTE, M. (1988). *Problème ouvert et situation-problème*. Villeurbanne : IREM, Université Claude Bernard Lyon 1.

ASTOLFI, J.-P., DAROT, É., GINSBURGER-VOGEL, Y., TOUSSAINT, J. (1997). *Mots-clés de la didactique des sciences*. Bruxelles : De Boeck Université.

BALACHEF, N. (1988). Le contrat et la coutume, deux registres des interactions didactiques. In *Actes du premier colloque franco-allemand de didactique des mathématiques et de l'informatique* (Luminy). Grenoble : La Pensée sauvage.

BROUSSEAU, G. (1986). Fondements et méthodes de la Didactique des Mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7, 2. Grenoble : La Pensée sauvage.

BROUSSEAU, G. (1995). L'enseignant dans la théorie des situations didactiques. In *Recherches en Didactique des Mathématiques, Actes de la VIII<sup>e</sup> École d'été de didactique des mathématiques* (pp. 3-45). Grenoble : La Pensée Sauvage.

CLÉMENT, P. (1999a). Les sciences naturelles et l'éducation à quel environnement ? *L'éducateur, Revue scientifique et pédagogique*, 9, 3-15. E.N.S. Tétouan, Maroc.

CLÉMENT, P. (1999b). Les spécificités de la Biologie et de son enseignement. *Biologie-Géologie (APBG)*, 3, 479-502.

CLÉMENT, P., SCHEPS, R., STEWART, J. (1997). Une interprétation biologique de l'interprétation. I – Umwelt et interprétation. In J.-M., Salanskis, F., Rastier, R., Scheps (éds.). *Herméneutique : textes, sciences* (pp. 209-232). Paris : PUF, (Philosophie d'aujourd'hui, Cerisy).

COTTEREAU, D. (1994). *À l'école des éléments. Éducation et classe de mer*. Lyon : Chronique Sociale.

ÉCOLOGISTES DE L'EUZIÈRE (1996). *Actions d'éducation à l'environnement auprès d'un public de scolaires. L'Étang de l'Or (Hérault, France)* (35 pp. + annexes). F-34730 Prades le Lez : co-éd. MedWet & Les Écologistes de l'Euzière.

GIOLLITO, P., CLARY, M. (1994). *Apprendre à l'Environnement*. Paris : Hachette Éducation.

GIORDAN, A. (éd.) (1983). *L'élève et/ou la connaissance scientifique : approche didactique de la construction des concepts scientifiques par les élèves*. Berne : Peter Lang.

GIORDAN, A., GIRAULT, Y., CLÉMENT, P. (1994). *Conceptions et connaissances*. Berne : Peter Lang.

GIORDAN, A., SOUCHON, C. (1991). *Une éducation pour l'Environnement*. Nice : Z' éditions.

HOUSSEY, J. (1993). La motivation. In J. Houssaye (éd.). *La pédagogie : une encyclopédie pour aujourd'hui* (pp. 223-233). Paris : ESF.

MEIRIEU, Ph. (1987). *Apprendre... oui, mais comment*. Paris : ESF (17<sup>e</sup> édition, 1999).

MEIRIEU, Ph. (2000). Enseigner : le devoir de transmettre et les moyens d'apprendre. Conférence à l'Université de tous les savoirs. *Le Monde*, mardi 5 sept. 2000, p. 20.

RÉSEAU ÉCOLE ET NATURE (1994). *La Pédagogie de Projet. Outil d'Éducation à l'Environnement*. Montpellier : Réseau École & Nature, Maison de l'Environnement.

RÉSEAU ÉCOLE ET NATURE (1995). *Guide pratique : monter son projet d'éducation à l'environnement*. Montpellier : Réseau École & Nature, Maison de l'Environnement.

SAUVÉ, L. (1995). *Pour une éducation relative à l'environnement*. Québec : éd. Guérin (2<sup>e</sup> édition, 1998).



# COMMUNIQUER EN SCIENCES À L'ÉCOLE : DES ÉLÈVES CYBER-CHERCHEURS

Joël Bisault  
Catherine Rebiffé  
André Lavarde  
Vincent Fontaine

*Nous présentons un dispositif didactique reposant sur l'idée d'une transposition des pratiques sociales des chercheurs scientifiques et prenant en compte deux aspects de l'activité de recherche : l'investigation scientifique et la communication entre chercheurs. La "recherche scolaire" a porté sur la "maison du futur" et a été organisée de manière coopérative entre plusieurs écoles reliées en réseau par Internet. La communication entre les élèves était présente à toutes les étapes de la démarche scientifique depuis la définition de "l'objet de recherche" jusqu'à la publication des résultats sur Internet lors d'un "cyber-congrès de jeunes chercheurs". Cette communication a reposé principalement sur de nombreux écrits réalisés par les élèves et disponibles pour l'ensemble des "cyber-chercheurs" dans une base documentaire commune accessible par Internet. Le contexte de production textuelle de cette action est présenté dans ses dimensions didactique et linguistique ; une analyse des écrits est réalisée avec des outils issus de la linguistique. Les résultats obtenus montrent les possibilités mais aussi les limites d'un travail d'écriture scientifique en réseau à l'école ; ils ouvrent des perspectives sur de nouvelles modalités d'apprentissage scientifique basées sur la communication entre élèves.*

De nombreuses recherches, basées sur une conception constructiviste des apprentissages ont montré comment les activités scientifiques scolaires pouvaient s'articuler avec des activités d'écriture variées à toutes les étapes de la démarche d'apprentissage en sciences (Astolfi 1991, Garcia-Debanco 1995, Ducancel 1995a, Vérin 1988, Vérin 1995...). La mise en relation entre apprentissage scientifique et apprentissage langagier est facilitée à l'école élémentaire par la polyvalence des enseignants qui leur permet de prendre en charge l'ensemble des disciplines. Par exemple, dans l'opération "main à la pâte" (1), le cahier d'expérience est utilisé à la fois pour organiser les activités scientifiques et comme support d'apprentissage langagier. Plus généralement, les textes officiels pour l'école élémentaire (2) préconisent des activités scientifiques mettant en œuvre certains aspects de la démarche scientifique et utilisant différents modes de

(1) Pour une présentation de l'opération, voir par exemple le site Internet : <http://www.inrp.fr/lamap>.

(2) Programmes de l'école primaire, Ministère de l'éducation nationale, CNDP (1995).

la démarche de l'élève en sciences se rapproche de la démarche du chercheur scientifique qui utilise l'écrit à tous les moments de son travail

communication et de représentation. La démarche de l'élève en sciences se rapproche ainsi de la démarche du chercheur scientifique qui utilise l'écrit à tous les moments de son travail, depuis le cahier de laboratoire jusqu'à la publication d'articles dans des revues scientifiques.

Le groupe de recherche et d'innovation pour l'enseignement des sciences et des techniques de l'IUFM d'Amiens (GRIEST) élabore des opérations pédagogiques basées sur la transposition des pratiques sociales des chercheurs depuis quelques années. Une première action innovante avait conduit à l'organisation d'un congrès dont les acteurs étaient des élèves de l'école élémentaire, sur le thème "l'eau et l'homme". Ce "premier congrès des jeunes chercheurs" avait réuni une dizaine de classes de cycle 3 de l'école élémentaire lors de conférences, tables rondes et ateliers ; il avait abouti à la publication d'actes du congrès rédigés par les "jeunes chercheurs". L'analyse de cette opération a révélé des effets significatifs sur la qualité des activités scientifiques mises en place à l'école et sur le rapport à l'écriture (Bisault 1998, Bisault & al. 1998). Nous avons voulu renouveler cette dynamique, en choisissant un nouveau champ de "recherche" pour les élèves (la maison du futur) et en adoptant de nouvelles modalités de communication entre les classes (communication électronique par Internet). Cette nouvelle action, baptisée "cyber-congrès des jeunes chercheurs" est analysée dans le cadre d'une recherche sur l'écriture en science, coordonnée par l'INRP (3), à laquelle participe le GRIEST (Bisault 1999a-1999b, Lavarde & al. 2000).

## 1. ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE ET PRATIQUES SOCIALES DE RÉFÉRENCE

Depuis de nombreuses années, les pratiques des chercheurs en sciences ont souvent servi de référence, explicitement ou implicitement, aux activités scientifiques scolaires. L'importance accordée à la réalisation d'expériences dans l'enseignement des sciences, à tous les niveaux de la scolarité, s'explique ainsi en grande partie par le rôle essentiel de l'expérience dans la construction des sciences (Beaufils & Larcher 1999). La nécessité de s'inspirer des pratiques réelles des chercheurs pour construire des activités scientifiques scolaires fait actuellement l'objet d'un large consensus parmi les didacticiens, notamment à la suite des travaux de Jean Louis Martinand qui a développé le concept de pratiques sociales de référence (Martinand 1986). Le parallélisme entre

(3) Recherche associative INRP-IUFM (1997-2000) "Pratiques d'écriture dans l'enseignement des sciences" coordonnée par Anne Vérin.

transposer deux aspects de la recherche scientifique : l'investigation scientifique et la communication entre chercheurs

une partie importante de la communication scientifique est assurée par l'écrit

les problèmes d'apprentissage en sciences et les problèmes de la recherche scientifique a été mis en avant par plusieurs auteurs qui ont transposé les pratiques des chercheurs au lycée ou à l'école élémentaire (Gil Perez 1993, Caravita 1999).

La transposition des pratiques des chercheurs doit prendre en compte deux aspects de la recherche scientifique : l'investigation scientifique et la communication entre chercheurs. L'investigation scientifique regroupe l'ensemble des activités (4) menées par les chercheurs qui visent la production de connaissances nouvelles sur les objets ou phénomènes étudiés. La recherche scientifique ne se limite pas à ce volet d'activités, que Latour désigne sous le terme général de "mobilisation du monde" (Latour 1995) ; la communication constitue aussi une part importante de l'activité des chercheurs, dans tous les domaines de la "science" (Ducancel 1995b). La communication intervient à tous les niveaux et à toutes les étapes de la recherche – entre membres d'une même équipe pour définir et organiser les recherches – ou avec l'ensemble de la communauté scientifique pour participer au débat scientifique : un énoncé ne prendra le statut d'énoncé scientifique que s'il est validé et repris par d'autres scientifiques (Latour 1995). La communication entre les chercheurs passe par des modes variés, avec des formes orales ou à dominante orale (réunions de travail, séminaires, "communications" à des colloques...) et des formes écrites ou à dominante écrite (cahier de laboratoire, rapports de recherche, articles de revues, brevets...). (Ducancel 1995b). Une partie importante de la communication scientifique est assurée par l'écrit : le laboratoire peut être considéré comme un véritable "système d'inscription littéraire" dont toute une série d'activités contribue à transformer de la matière en écrit (Latour 1988). Dans l'ensemble de la "littérature scientifique", il convient de distinguer la "littérature blanche" qui est publiée et la "littérature grise" qui regroupe l'autre partie (souterraine) de la production écrite des scientifiques. Les publications des chercheurs assurent la diffusion des résultats, leur validation (ou réfutation) et permettent la reconnaissance sociale au sein de la communauté scientifique. Plus prosaïquement, ces publications permettent d'évaluer l'activité des chercheurs et interviennent directement dans les moyens financiers accordés aux équipes.

La construction des sciences apparaît ainsi comme une œuvre humaine et collective mettant en jeu des aspects sociaux complexes. Ces différents aspects de l'activité des chercheurs ne transparaissent pas encore suffisamment dans l'enseignement des sciences à l'école. Dans le passage

(4) Ces activités d'investigation peuvent prendre des formes variées selon les domaines scientifiques et les types de recherches : activités de "paillasse" dans un laboratoire (expériences, observations...), exploration du milieu, enquêtes, calculs, modélisations, simulations...

progressif de la science en construction à la science établie puis à la science enseignée, les marques de l'activité humaine finissent parfois par disparaître comme si les faits scientifiques s'imposaient d'eux mêmes (Fourez 1988, Sutton 1995). Cette disparition progressive de la "voix du chercheur" dans les écrits scientifiques contribue à forger une image erronée de la science et de l'écriture scientifique en donnant l'apparence d'un savoir absolu et éternel, établi en dehors de toute activité humaine. Il apparaît donc important de mieux prendre en compte la totalité de l'activité des chercheurs dans l'enseignement des sciences à l'école en donnant une place suffisante au débat scientifique, à la communication et à l'écriture.

## 2. ÉCRIRE EN SCIENCES À L'ÉCOLE

un couplage entre  
apprentissage  
scientifique et  
apprentissage  
langagier

L'idée d'un couplage entre apprentissage scientifique et apprentissage langagier a fait l'objet de nombreuses recherches depuis plusieurs années (INRP 1983, Astolfi 1991, Ducancel 1995a). Ces recherches ont permis d'associer des chercheurs issus de différentes disciplines (en particulier didactique des sciences et didactique du français) à différents niveaux scolaires, notamment à l'école élémentaire et au collège. Les recherches ont montré les conditions à remplir pour aboutir à des "écrits scientifiques insérés fonctionnellement dans la démarche scientifique" (Astolfi 1991). Il se dégage aujourd'hui un certain consensus autour de l'idée qu'il faut écrire en sciences pour apprendre les sciences (Vérin 1995). Dans une approche constructiviste, les écrits (5) sont présents à toutes les étapes de la démarche d'apprentissage en sciences : – en début de démarche pour faire émerger les représentations des élèves, pour s'interroger sur les phénomènes, pour formuler des hypothèses ou pour réaliser des plans d'expériences – au cours de la démarche scientifique pour conserver les résultats des expériences et traiter les données – en fin de démarche pour synthétiser les résultats et les relier à des principes explicatifs (Garcia-Debanc 1995). Un des résultats importants de ces recherches est la mise en évidence de l'aspect structurant de l'écriture dans la construction des connaissances scientifiques chez les élèves (Vérin 1995).

Cependant, les recherches menées sur l'écriture scientifique à l'école montrent aussi les grandes difficultés rencontrées par les élèves pour aboutir à ce qu'on pourrait réellement appeler des "textes scientifiques" (Veslin 1988). Les productions obtenues dans des conditions de recherche, avec des

---

(5) Écrit est pris dans un sens large qui regroupe différentes productions : textes, tableaux, schémas.

des textes  
scientifiques  
"acceptables" sous  
la double exigence  
de la science et de  
la langue

dispositifs didactiques bien contrôlés et avec un guidage suffisant de la part des maîtres, contrastent très clairement avec ce qui peut être obtenu en situation de classe ordinaire comme le montrent par exemple les études réalisées au collège (6). Dans un grand nombre de cas, les élèves ne sont pas capables d'écrire des textes scientifiques "acceptables" sous la double exigence de la science et de la langue.

### 3. MODÈLES DE PRODUCTION TEXTUELLE

action langagière,  
texte, contexte,  
discours et référent

En cohérence avec les considérations épistémologiques développées ci-dessus, nous nous situons dans une conception sociale de l'écriture qui est celle de l'Interactionnisme socio discursif (Bronckart 1996). En s'inspirant des travaux de Vygotsky et Bakhtine, Bronckart considère que l'action langagière est la part individuelle d'une activité sociale médiatisée par le langage qui se matérialise par la production d'une entité singulière : le texte. Les conditions de production du texte constituent le contexte de l'action langagière et l'ensemble texte – contexte est dénommé discours. Dès sa naissance, l'agent locuteur s'est approprié, dans et par l'interaction verbale et sociale, des connaissances relatives au monde objectif (physique), au monde social et au monde subjectif (propre à chaque individu). Dans l'action langagière, certaines connaissances sont mobilisées au titre de référent (ou contenu thématique du discours) alors que d'autres connaissances, relevant plus particulièrement des mondes social et subjectif sont mobilisées au titre de contexte du discours à des fins de contrôle de l'action langagière. Ce contexte comporte plusieurs aspects : le contexte verbal lié aux genres de textes en usage : le contexte socio-subjectif lié aux normes sociales de l'action langagière, et le contexte physique lié à ses conditions matérielles.

contexte verbal,  
contexte socio-  
subjectif et  
contexte physique

Le modèle de Bronckart est un modèle psychologique théorique visant une explication générale du fonctionnement des discours (Bronckart 1985). D'autres modèles concernent le processus de production textuelle proprement dit, par exemple le modèle de Hayes et Flower, largement utilisé aujourd'hui (Astolfi 1991, Fayol 1997). Ce modèle repose sur la prise en compte de l'environnement de la tâche d'écriture et de la mémoire à long terme du rédacteur dans la planification, la mise en texte et la révision. Il met aussi l'accent sur les aspects conceptuels de l'écriture en explicitant les différents types de connaissances intervenant dans la mémoire du rédacteur : connaissance du thème, connaissance de l'auditoire et connaissance des schémas – types de textes. Bien que

(6) Voir par exemple l'ouvrage *La maîtrise de la langue au collège* (1997), Paris, Nathan.

deux étapes dans l'élaboration d'un texte : la récupération des connaissances et la mise en mots

ne portant pas strictement sur les mêmes objets, ces deux modèles mettent bien en évidence l'importance des différents éléments du contexte dans le processus d'élaboration textuelle.

On distingue généralement deux étapes (non strictement chronologiques) dans l'élaboration d'un texte : la récupération (et la réorganisation) des connaissances et la mise en mots (lexicalisation) (Fayol 1997). En s'appuyant sur différents résultats de recherche portant sur des adultes et des enfants, Fayol relève deux stratégies d'énonciation différentes dépendant du niveau de familiarité avec le thème (expert/novice) et de l'âge des rédacteurs (adultes/enfants) (Fayol 1997). Une énonciation par formulation des informations au fur et à mesure de leur récupération en mémoire est utilisée spontanément par les enfants mais aussi par les adultes pour des situations d'écriture "difficiles" (par les contenus manipulés ou par les types textuels sollicités). Cette stratégie qui conduit fréquemment à une simple juxtaposition d'énoncés peut aboutir à des produits textuels satisfaisants à condition que la structure des concepts et la structure linguistique soient similaires (7). Au contraire, les adultes experts utilisent une stratégie par transformation des connaissances et planification de l'écriture. Cette stratégie permet une réorganisation complète du contenu pour l'adapter aux différentes contraintes de la situation d'écriture : celles liées à la linéarité des textes et celles liées au contexte de production. Le contrôle de l'ensemble des contraintes d'écriture a un coût cognitif élevé qui rend difficile, pour des rédacteurs novices, la planification de la tâche d'écriture.

Pour Bereiter et Scarmadia l'élaboration textuelle s'effectuerait par une "dialectique entre deux espaces de problèmes" : l'espace des contenus et l'espace de la rhétorique (Bereiter 1987). Le passage d'un espace à l'autre impose généralement un changement de dimension : l'énonciation impose une stricte linéarité alors que la situation référentielle est généralement multidimensionnelle. La récupération et la réorganisation des connaissances peut donc aboutir à la construction d'un "monde discursif" dont l'organisation n'est pas celle du monde dans lequel évolue le rédacteur (Bronckart 1996). Bronckart caractérise les types de discours selon deux critères : le rapport du locuteur à l'acte de production (implication ou autonomie) et le type de relation entre monde référentiel et monde discursif (conjonction ou disjonction). Il définit ainsi quatre types de discours : discours interactif (implication et conjonction), récit interactif (implication et disjonction), discours théorique (autonomie et conjonction)

quatre types de discours : discours interactif, récit interactif, discours théorique et narration

(7) C'est à peu près le cas pour les récits où la séquence énonciative simule la succession des faits.

le discours scientifique est une forme extrême du discours théorique

une réorganisation totale du référentiel lors de l'écriture en sciences

et narration (autonomie et disjonction). Pour Bronckart, le discours scientifique est une forme extrême du discours théorique (Bronckart 1985).

La réorganisation totale du référentiel lors de l'écriture est particulièrement nette en sciences ; elle conduit à des organisations linéaires (plans, schémas, séquences (8)...) spécifiques, notamment dans la construction d'explications ou d'argumentations : les contraintes de planification de l'écriture sont beaucoup plus importantes en sciences que dans d'autres situations d'écriture. Les scientifiques résolvent généralement ces problèmes par l'usage de macrostructures textuelles complexes, par l'emploi de nombreux connecteurs et par l'utilisation de plusieurs codes complémentaires (textes, tableaux, schémas, graphiques). L'écriture scientifique exige donc la maîtrise des procédés linguistiques utilisés dans le genre (9) textuel "écrit scientifique" : la méconnaissance de ce genre chez les élèves est un obstacle signalé par plusieurs chercheurs (Veslin 1988, Ducancel 1995b, Garcia-Debanc 1988). Écrire en sciences à l'école correspond donc à la prise en compte de deux domaines de compétences (sciences et maîtrise de la langue) dans un produit unique (le texte scientifique). Les difficultés de l'écriture en sciences renvoient donc à la fois aux problèmes spécifiques à chaque domaine, mais aussi à la mise en relation difficile entre les deux domaines.

deux domaines de compétences (sciences et maîtrise de la langue) dans un produit unique (le texte scientifique)

#### 4. LE DISPOSITIF DIDACTIQUE "CYBER-CONGRÈS"

une communauté d'élèves autour d'une problématique de recherche commune : la conception de la maison du futur

Le dispositif didactique que nous avons mis en place a reposé sur la constitution d'une communauté d'élèves, regroupant cinq classes d'école primaire (10) (du CE1 au CM2) de plusieurs écoles du département de l'Oise, autour d'une problématique de recherche commune : la conception de la maison du futur. Deux aspects de la recherche scientifique ont été pris en compte : l'investigation scientifique, transposée sous forme d'activités scientifiques menées dans chaque classe et la communication entre chercheurs, transposée par l'organisation d'un "réseau de communication"

- 
- (8) Pour Adam, les séquences sont des unités structurelles relativement autonomes qui intègrent et organisent des macro propositions. Il propose cinq types de base (narratif, descriptif, argumentatif, explicatif et dialogal) pouvant se combiner dans un même texte (Adam 1992).
- (9) Pour Bronckart le genre de texte correspond à une "typologie vague" correspondant à des critères liés au contexte social ; ces critères peuvent être séparés en critères liés au type d'activité humaine (genre littéraire, scientifique, journalistique...), à l'effet communicatif (genres épique, poétique, lyrique...), à la taille ou à la nature du support (roman, article, nouvelle...) ou encore au contenu thématique (science fiction, recettes de cuisine...) (Bronckart 1996).
- (10) Deux classes de collège ont également participé de façon ponctuelle à l'opération.

un "réseau de communication" utilisant Internet

des écrits de travail et des écrits de publication

des "cyber-chercheurs" de différentes écoles communiquant par Internet autour d'un projet de recherche commun

utilisant Internet. La communication a été institutionnalisée à tous les étapes de la démarche depuis des échanges informels conduisant à la définition de "l'objet de recherche" jusqu'à la publication d'écrits formalisés permettant la diffusion des résultats de recherche. Ces différents écrits (écrits de travail et écrits de publication) ont constitué une transposition de la "littérature scientifique" (littérature grise et littérature blanche).

La "recherche" a porté sur "la maison du futur", en interaction avec son environnement. Après une phase préliminaire (organisation pédagogique de l'action et mise en place physique du réseau), les travaux de classe ont eu lieu entre janvier et juin 1999 avec plusieurs phases successives :

- envisager un scénario pour le futur (11) et ses conséquences sur l'habitat ;
- proposer les "idées de futur" sur le réseau ;
- constituer des équipes à partir de projets de recherche communs ;
- communiquer régulièrement les travaux de recherche ;
- mettre en forme les projets architecturaux pour les présenter à un public élargi ;
- participer au cyber-congrès des jeunes chercheurs.

Chaque équipe de "cyber-chercheurs" a été constituée en réunissant plusieurs groupes d'élèves appartenant à des écoles différentes et communiquant par Internet autour d'un projet de recherche commun. Sept projets de recherche différents ont été élaborés : la maison sous terre, la maison sous l'eau, la maison sur l'eau, la maison dans la forêt, la maison dans l'espace, la maison nomade et la maison dans le désert. Le choix des projets et la répartition des tâches entre les groupes, au sein d'une "cyber-équipe", ont résulté de négociations entre les élèves via Internet. Dans cette opération pédagogique, Internet a été utilisé à la fois comme outil de recherche (consultation de sites Web, appel à expertise sur réseau), comme moyen de correspondance entre les cyber-chercheurs et aussi comme instrument de publication et de diffusion des travaux. Les "travaux de recherche" ont été menés dans un premier temps en réseau interne (12) ; dans un deuxième temps, la création d'un site Web a permis la communication avec un public élargi et l'organisation d'un événement final sur Internet : le "cyber-congrès des jeunes chercheurs" comportant des présentations de pages Web, un forum et conduisant à la présentation et à la discussion de l'ensemble des travaux réalisés.

(11) Les élèves devaient imaginer un scénario possible, vraisemblable bien que non avéré, de ce qui pourrait se passer dans l'avenir en terme de modification des conditions de vie.

(12) Les classes ont été reliées par Internet au réseau interne de l'IUFM de l'Académie d'Amiens utilisant le logiciel Lotus Notes et permettant l'écriture coopérative.



## 5. LE CONTEXTE DE PRODUCTION DES "CYBER-ÉCRITS"

L'écriture coopérative a reposé sur l'utilisation d'une base documentaire commune facilitant la gestion collective d'une grande diversité d'écrits (questions de recherche, résultats de travaux, échanges avec des architectes, messages divers...) utilisant parfois des langages complémentaires (textes, tableaux, images) et de statuts très variables (écrits provisoires, résultats définitifs, documents à publier). Dans une grande majorité de cas, les élèves n'ont pas écrit directement sur les ordinateurs (13). Ce choix était imposé à la fois par des raisons techniques (nombre d'ordinateurs, temps d'accès au réseau) et par des raisons pédagogiques (élèves généralement novices dans le domaine de l'écriture électronique). En général, la séquence type d'écriture passait par plusieurs étapes successives :

- écriture d'un premier texte ;
- relecture et révision ;
- reprise du texte en fichier informatique ;
- envoi du texte via Internet pour dépôt dans la base documentaire commune.

deux modalités  
d'inscription et deux  
niveaux d'auditoire

Une première particularité du contexte d'écriture réside donc dans l'existence de deux modalités d'inscription (sur papier ou par voie électronique) et de deux niveaux d'auditoire (classe et communauté de cyber-chercheurs) (14). Les équipes étant constituées d'élèves de différentes écoles, seuls les écrits électroniques déposés sur réseau ont pu faire l'objet d'échanges entre les cyber-chercheurs concernés. Il y a donc dans ce dispositif didactique une correspondance entre la modalité d'inscription (papier ou électronique) et l'auditoire concerné (la classe ou l'ensemble des cyber-chercheurs). Le contexte de production des écrits repose donc sur deux "espaces d'activités" :

- le premier espace (intra-classe) qui est celui de l'écriture au sens classique pour lequel nous utiliserons le terme "espace d'écriture scientifique" ;
- le deuxième espace (inter-classes) concernant la communication des écrits en réseau que nous appellerons "espace de débat scientifique".

Une autre particularité du contexte d'écriture est que le contenu thématique des discours est étroitement lié au contexte de production. En effet, des activités de recherche sont précisément organisées dans la classe pour "construire" le référent (la maison du futur). Les connaissances

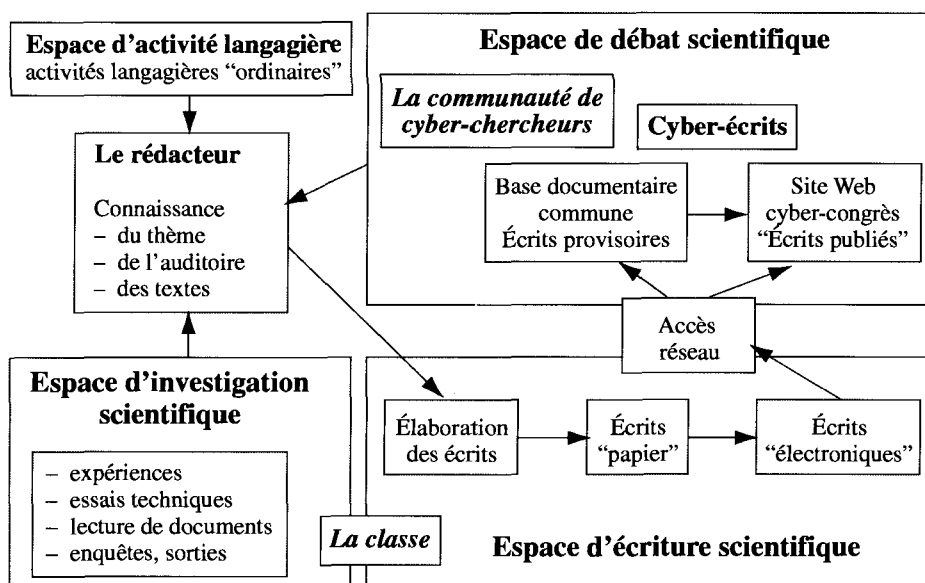
(13) La situation est donc fondamentalement différente de celles "d'internautes aguerris" communiquant quasiment en direct par "e-mail" ou par "Chat".

(14) Le premier aspect relève du contexte physique de Bronckart, le deuxième du contexte socio-subjectif.

plusieurs "espaces d'activités" :  
 l'espace d'investigation scientifique,  
 l'espace d'écriture scientifique,  
 l'espace de débat scientifique et  
 l'espace d'activité langagière

mobilisées individuellement par l'élève rédacteur, au titre de contenu du discours, sont donc étroitement liées à ces activités collectives qui constituent un élément de l'environnement de la tâche d'écriture que nous appellerons "espace d'investigation scientifique". Le contexte de production de ces écrits repose donc sur la mise en correspondance entre trois espaces d'activités : l'espace d'investigation scientifique, l'espace d'écriture scientifique et l'espace de débat scientifique. Dans chaque espace, certains aspects de la tâche de production des cyber-écrits se développent de manière privilégiée. Le contenu des discours est essentiellement géré dans l'espace d'investigation scientifique et les aspects sociaux se manifestent principalement dans l'espace de débat scientifique. En revanche, la forme linguistique des discours dépend largement des activités langagières "ordinaires", organisées dans chaque classe dans le cadre de l'apprentissage du Français (15) ; ces activités constituent donc un autre élément important du contexte de production des cyber-écrits (bien qu'extérieur au dispositif didactique mis en place) que nous appellerons espace d'activité langagière.

### Document 1. Schéma du contexte de production des cyber-écrits



(15) Ces activités contribuent notamment à la connaissance chez chaque élève des genres textuels en usage (contexte verbal).

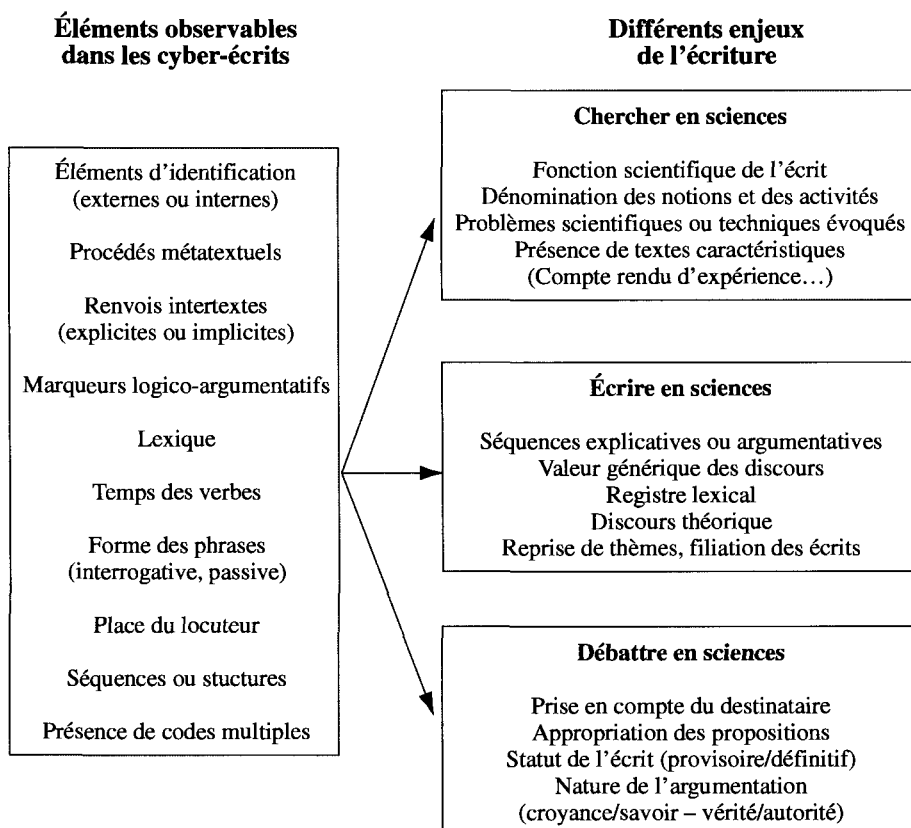
## 6. LES MÉTHODES D'ANALYSE

étudier les productions verbales dans leur contexte de production

une analyse dialogique des productions textuelles

Nous nous sommes inspirés des méthodes contemporaines d'analyse textuelle qui visent à étudier les productions verbales dans leur contexte de production (Bronckart 1996). Compte tenu de la spécificité de notre dispositif, nous avons relevé, dans les textes produits par les élèves, des indicateurs qui traduisaient une prise en compte des différents espaces d'activité mentionnés ci-dessus et des enjeux correspondants : chercher en sciences, écrire en sciences, débattre en sciences. Nous nous sommes également placés dans le cadre d'une analyse dialogique des productions textuelles (Bronckart 1996). Nous avons donc recherché systématiquement les traces de l'interaction entre l'auteur du discours et son destinataire notamment par les liens explicites ou implicites entre textes. Nous avons enfin étudié dans les textes des formes linguistiques pouvant être considérées comme étant caractéristiques de textes en sciences à l'école soit par le type

### Document 2. Grille d'analyse des cyber-écrits



rechercher des indices de scientificité des discours

général de discours (discours théorique par exemple) soit par l'existence de séquences caractéristiques (notamment explicatives ou argumentatives). Nous avons donc cherché des indices de scientificité (16) des discours au travers de différents "traits de surface" observables dans les textes. Nous présentons dans le document 2 les principaux "éléments observables" que nous avons pris en compte dans notre étude ainsi que quelques pistes d'analyse correspondant à chacun des enjeux de l'écriture. Bien sûr, l'utilisation (17) de cette grille présente un caractère exploratoire, d'une part à cause de l'étroite imbrication entre les différents éléments mentionnés et d'autre part à cause des conditions spécifiques d'écriture du cyber-congrès qui rendent discutable l'utilisation des outils linguistiques "classiques".

## 7. PRÉSENTATION DE QUELQUES ÉCRITS

plusieurs centaines d'écrits divers ont été "déposés" sur le réseau par les "cyber-chercheurs"

Plusieurs centaines d'écrits divers ont été "déposés" sur le réseau par les "cyber-chercheurs" tout au long du travail de recherche (18). Dans le dispositif didactique utilisé, la base documentaire commune (accessible par Internet) permettait à chaque élève d'accéder à l'ensemble des écrits déposés sur le réseau par les autres élèves. Avant de déposer un écrit, les élèves devaient lui donner un titre et choisir un emplacement en utilisant une liste de catégories définies à l'avance ; ils pouvaient aussi indiquer le (ou les) auteurs(s) du document. L'origine "physique" de l'écrit (ici chaque école) ainsi que la date et l'heure de dépôt sur le réseau étaient inscrites automatiquement par le logiciel. Le document 3 montre comment ces différents éléments d'identification (titre, origine, date, heure, catégorie, auteurs) apparaissent dans chaque "cyber-écrit". Au-delà de leur utilité immédiate pour les élèves, ces éléments "explicités" ont constitué des indicateurs précieux pour l'analyse des écrits. Pour faciliter l'analyse (et la présentation) des échanges utilisant des écrits courts, nous avons parfois regroupé différents textes individuels sur un même support. En faisant ainsi une nouvelle "mise en scène" des écrits, nous avons donné à l'ensemble une forme similaire à l'enregistrement d'un dialogue oral. Cet aspect est trompeur puisque des "pauses" relativement longues (plusieurs jours) séparent les messages ("dialogue distendu"). Ce montage ne rend pas compte, non plus, d'interactions éventuelles avec

(16) Nous avons notamment repris les principaux indicateurs de discours théorique identifiés par Bronckart (Bronckart 1996).

(17) Les exemples d'écrits présentés illustrent l'utilisation de cette grille dans quelques cas particuliers.

(18) Les documents réalisés par les "cyber-chercheurs" ainsi qu'une présentation de l'action sont accessibles sur le site de l'IUFM d'Amiens : <http://www.amiens.iufm.fr/cyber/index.htm>.

des activités  
scripturales et  
scientifiques à  
auteurs multiples

d'autres textes à disposition des rédacteurs lors de ces échanges. Il faut donc considérer ces écrits comme des résultats d'activités scripturales et scientifiques à auteurs multiples. Nous ne présentons ici qu'une analyse partielle de quelques exemples d'écrits qui sont extraits d'un ensemble textuel beaucoup plus large (19).

### Document 3. Les premiers travaux déposés sur le réseau



#### Les pôles

Créé par : École VILLERS VICOMTE le 02/02/99 à 17:04      Catégorie : À discuter

#### La fonte des pôles

Avec l'effet de serre, dans plusieurs siècles, les pôles vont fondre, la Terre sera inondée à part les montagnes. Nous avons trouvé une solution, ce sont des maisons et des villes flottantes. Mais il faut penser à la nourriture, on ne peut pas manger que du poisson !

Damien, Gaétan, Gabrielle, Gwendoline CM2

un débat  
scientifique en  
direct sur le réseau

Le document 3 est une transcription électronique d'un écrit réalisé antérieurement à la mise en réseau des écoles (travail de réflexion sur le futur, interne à chaque classe). Le thème du document concerne un scénario possible pour le futur ("*fonte des pôles*"), avec ses conséquences pour l'habitat ("*inondation*") et des pistes de solutions envisageables ("*maisons et villes flottantes*") pouvant faire l'objet de recherches ultérieures. Le statut de l'écrit est précisé par l'utilisation de la catégorie "*à discuter*". Plusieurs écrits analogues ont été réalisés dans chaque classe conformément au cahier des charges général. La confrontation de ces différentes propositions, a eu lieu sous la forme d'un débat scientifique en direct sur le réseau qui a conduit au choix des sept thèmes de recherche pour la maison du futur (sous terre, sous l'eau, sur l'eau, dans la forêt, dans l'espace, dans le désert et nomade) et à la constitution des "cyber-équipes" correspondantes.

### Document 4. L'élaboration de l'objet de la recherche



#### Propositions sur le futur

Créé par : École CROCQ le 05/02/99 à 17:18

Catégorie : À discuter  
(*extrait du document*)

#### **4. LES EXTRA-TERRESTRES**

**LA CATASTROPHE** Il y a une invasion d'extra-terrestres

**LES CONSÉQUENCES** Si il y a une invasion d'extra-terrestres, il faudra construire des châteaux forts "modernes" contre les attaques.

(19) Les seuls écrits analysés dans cette étude sont les écrits électroniques déposés sur le réseau. Notre dispositif de recueil de données n'a pas permis d'observer la mise en texte proprement dite (interne à chaque classe).



## Propositions de groupes des élèves d'Allonne

Créé par : École ALLONNE le 01/03/99 à 09:31

Catégorie : À discuter  
(*extrait du document*)

Sur Allonne pour l'instant personne n'est intéressé pour l'idée du château-fort moderne car on ne croit pas trop aux extra-terrestres et tous les problèmes de la planète dans ce cas ne sont pas étudiés pollution, catastrophes.



## Remarques sur les groupes

Créé par : École ALLONNE le 01/03/99 à 09:37

Catégorie : À discuter  
(*extrait du document*)

Je pense que comme on est dans le futur, on ne pourra pas revenir aux châteaux forts. Pour pouvoir juger il faudrait savoir où vous avez trouvé les extra-terrestres car dans notre planète ça n'existe pas... sinon, ils nous auraient déjà envahis... **Fanny Amandine**  
Et si vos extra-terrestres étaient gentils ? **Maxence**

Nous ne sommes pas d'accord avec les extra-terrestres. **Élodie Cédric Jérém**

Si les extra-terrestres existaient, ils seraient déjà venus car ça fait 4 milliards d'années que l'homme vit sur la planète terre. **Pierre**

Je trouve que le château-fort et les extra-terrestres ne vont pas très bien ensemble ça manque d'information : expliquez-nous ce que c'est un château-fort moderne. **Corentin**



## Les extra-terrestres

Créé par : École CROCQ le 02/03/99 à 12:47

Catégorie : Boîte postale Allonne  
(*extrait du document*)

Réponse à Maxence Si les extra-terrestres étaient gentils, ils seraient nos amis et on irait sur leur planète. **Dimitri Raphaël Nicolas**

définir le monde  
référentiel où se  
situer le travail

Ces échanges "informels" situés en début de recherche conduisent, sur le plan scientifique, à la construction de l'objet de recherche, sous forme d'un débat sur le futur. Sur le plan linguistique, cet ensemble textuel fonctionne à la manière d'un dialogue oral qui permet de définir progressivement le monde référentiel où se situera le travail. Le thème du futur se prête en effet à des hésitations, voire à des errances et le mélange des époques qui apparaît dans la formulation "*château fort moderne*" évoque étrangement certains jeux vidéo. La proposition de l'école du Crocq est rejetée par l'école d'Allonne par l'intermédiaire d'un texte collectif "à une voix" et d'un texte "à plusieurs voix" déposés de façon quasi simultanée (9h31 et 9h37) correspondant à deux fonctions distinctes ("*propositions de groupes des élèves d'Allonne*" et "*remarques sur les groupes*") et manifestant probablement la volonté d'indiquer un refus sans réserve (assumé collectivement et étayé par des arguments individuels). Le type argumentatif se manifeste par l'emploi d'organismes logico argumentatifs ("*car*" "*si*" "*dans ce cas*" "*comme*"...). L'argu-

l'argumentation se développe sur deux plans : la croyance et le savoir

mentation se développe sur deux plans : la croyance et le savoir. Le thème des extra terrestres est rejeté explicitement comme un objet de croyance (*"on ne croit pas"*) mais aussi parce qu'il n'y aurait pas étude scientifique (*"les problèmes ne sont pas étudiés"*). L'argumentation fait donc apparaître un positionnement très clair sur le type de recherche envisagé (refus de l'irrationnel, construction de savoir). Remarquons que ce débat fait apparaître un certain malentendu. L'école du Crocq a écrit "moderne" entre guillemets pour qualifier leur château ; ils indiquent par cela une prise de distance (procédé méta discursif) témoignant qu'ils savent bien que ce mot (et référent) appartient au passé et induisant ainsi la nécessité d'adapter leur proposition. Cet appel à attention autant verbal que conceptuel n'est pas repris par l'école d'Allonne qui reprend sans guillemets. Ainsi, Fanny et Amandine n'ont pas compris que l'usage des guillemets et du qualificatif "moderne" éliminait la possibilité d'un retour dans le passé. Seul Corentin note le choc des thèmes et demande une explication (*"expliquez nous ce que c'est un château fort moderne"*) ce qui pourrait indiquer que lui seul a compris que l'école du Crocq indiquait une direction de travail de reconception. Le dernier écrit a été déposé dans la catégorie "boîte aux lettres" ; c'est sans doute l'indication que la discussion est close mais que ces trois élèves, en quittant le débat, ont voulu laisser un dernier message (de regret ?) à Maxence. Le conflit socio-cognitif se termine ainsi dans un message personnel sur le mode de l'affectif comme en témoigne le contenu de ce texte (*"gentils", "amis"...*).

#### Document 5. Un premier problème à résoudre et une procédure de recherche



##### Tremblement de terre

Créé par : École CROCQ le 11/03/99 à 15:00

Catégorie : À discuter

Comment peut on se protéger des tremblements de terre ?



##### Réponse

Créé par : École VILLERS VICOMTE le 18/03/99 à 08:26

Le tremblement de terre sera plus violent. Il y aura plus de dégâts. Donc il faudra inventer des maisons qui résistent aux séismes. On sera beaucoup plus près du foyer du séisme sous terre que sur terre. Gaëtan



##### Sur les tremblements de terre

Créé par : École CROCQ le 18/03/99 à 18:12

Catégorie : À discuter

On a découvert comment il y avait des tremblements de terre sur internet.

Il y a des plaques sous le sol qui bougent et on a des tremblements de terre car ils se gignent.

Il ne faut pas construire les maisons ou les plaques se rencontrent.

Le suite web sur les plaques : <http://www.globetrotter.qc.ca/escale/plaques/>

d'une question particulière, l'écriture aboutit à un problème général

l'appropriation d'une question par les autres chercheurs

plusieurs indices de scientificité

des approches contrastées pour un même contrat de travail

Le groupe de l'école du Crocq pose une question permettant de dire qu'ils travaillent à la conception de la maison sous terre dont l'environnement ordinaire intègre *"des tremblements de terre"*. Gaétan de l'école de Villers répond en employant le mot au singulier, ce qui fait penser à un événement exceptionnel (catastrophique) qui entraîne (*"donc"*) la conception d'un habitat adapté. La dernière partie du message est plutôt une justification du bien fondé de la question de l'école du Crocq qu'une réponse : *"on sera beaucoup plus près du foyer du séisme sous terre que sur terre"*. Alors que la troisième phrase utilisait le pluriel *"séismes"*, la quatrième retrouve le singulier, celui de la loi générale. Avec le jeu des déterminants, on passe du fait exceptionnel et unique aux phénomènes ordinaires et pluriels qui peuvent être codés par un singulier dit *"générique"* ; d'une question particulière, l'écriture aboutit à un problème général. Même si les propos ne s'enchaînent pas rigoureusement, le thème est maintenu et le message confirme la pertinence de la question des partenaires : *"une réponse"* (titre donné au message par Gaétan) n'apporte de nouvelles informations, mais refonde la question, en la posant comme essentielle. L'appropriation d'une question par les autres chercheurs est un aspect essentiel pour assurer la scientificité de la démarche de recherche. Une semaine plus tard, l'école du Crocq propose un *"résultat de recherche"*, même si l'utilisation de la catégorie *"à discuter"* témoigne du caractère provisoire et ouvert de cette proposition. Le texte est découpé en trois phrases que l'on peut interpréter comme des *"embryons"* de séquences discursives : la première, narrative (*"on a découvert"*) fait référence à l'activité de recherche (*"sur Internet"*) ; la deuxième, explicative, met en avant une relation causale (*"car ils se cognent"*). On peut noter les temps différents dans ces deux séquences (passé composé de l'action racontée et présent de l'explication) ainsi qu'une évolution de la place du locuteur (présence dans la première et absence dans la deuxième). La troisième séquence, prescriptive, constitue une première interprétation des résultats. La *"bibliographie de recherche"* est donnée sous forme d'un lien hypertexte (adresse du site web utilisé). On peut donc trouver, dans ce dernier texte, plusieurs indices de scientificité qui témoignent d'une certaine pertinence dans la prise en compte des différents aspects de la tâche d'écriture. Il faut cependant remarquer que la forme textuelle est encore typique d'une écriture de novice avec une énonciation au fur et à mesure de la récupération en mémoire sans planification d'ensemble, comme en témoigne la construction approximative de la causalité dans la deuxième phrase.

Les textes rassemblés dans le document 6 concernent des échanges entre quatre groupes d'élèves sur l'élaboration des questions de recherche. Les différents textes montrent des approches contrastées pour un même contrat de travail. Le texte 6a présente des questions en *"quels"* et *"comment"* qui



plusieurs problèmes  
scientifiques  
et techniques

des conceptions  
scientifiques très  
différentes d'un  
groupe à l'autre

une reformulation  
collective du  
questionnement

les renvois inter  
textuels sont des  
précurseurs de liens  
hypertexte

contiennent en fait de nombreuses propositions. Par exemple, la première question pourrait être reformulée de la manière suivante : la maison doit être très solide – la maison ne doit pas s'écrouler – on doit la construire avec des matériaux – il y a plusieurs sortes de matériaux – les matériaux jouent un rôle premier dans la solidité de la maison – lesquels choisir ? Cette analyse "propositionnelle" pourrait être effectuée pour toutes les questions et mettrait en valeur un grand nombre d'affirmations et de savoirs concernant le monde. Le texte met en avant plusieurs problèmes scientifiques et techniques : la solidité, la respiration ("*l'oxygène*"), la lumière et la lutte contre l'humidité. Dans le texte 6b, plusieurs "questions brutes" sont posées dans un ordre étonnant, mélangeant des besoins vitaux (chaleur, lumière et nourriture) et des moyens de satisfaire à certains besoins (électricité). La forme des questions ("*comment avoir...*") pourrait révéler un scénario de survie face à un événement catastrophique. Les élèves de l'école d'Allonne ont une approche plus rationnelle en plaçant l'électricité à sa juste place. Derrière ces questions se profilent des conceptions scientifiques très différentes d'un groupe à l'autre. Le texte 6c reprend les cinq questions du document 6a avec des réponses complémentaires à celles déjà proposées pour deux des questions, la question de l'humidité est simplement confirmée dans son statut de question ouverte alors que la question des matériaux fait déjà l'objet d'un consensus sur les solutions à envisager. Notons que la mise en relation de ces deux textes et plus généralement de l'ensemble des textes du document 6 fait fonctionner le débat entre les élèves en assurant une reformulation collective du questionnement. L'ensemble textuel ainsi constitué évoque la structure d'un hyper texte ; au-delà d'une prise en compte de l'espace de débat scientifique, les renvois inter textuels constituent aussi des précurseurs de liens hypertexte.

## Document 6. Des questions naïves aux questions de recherche



### 6a Maison sous terre – Premières idées

Créé par : École CHAUMONT GOUVIEUX le 18/03/99 à 13:03 Catégorie : À discuter

Nous avons commencé à réfléchir sur la maison sous terre. Nous avons eu quelques idées et surtout rencontré des problèmes.

Nous nous sommes posés beaucoup de questions :

– Quels matériaux utiliser pour que la maison sous terre soit très solide et qu'elle ne s'écroule pas ?

Nous avons pensé utiliser le béton et des poutres en fer pour soutenir la construction.

– Comment faire pour l'oxygène ? Des bouches d'aération seront-elles suffisantes ?

Sous terre, nous manquerons de lumière et il nous en faut pour vivre. La lumière artificielle, comme dans le métro ou dans les garages ne sera pas agréable.

– Comment lutter contre l'humidité ?

– À quelle profondeur faudra-t-il creuser ? À force de creuser pour construire des maisons, la terre sera comme un “gruyère” et tout pourrait s’écrouler !

Par internet, nous avons écrit à un architecte pour lui demander son avis. Nous attendons sa réponse et nous poursuivons nos recherches.

Erwin, Johann, Sandrine, Anita, Kelly, Jennifer

### 6b Questions sur la maison

Créé par : École CROCQ le 18/03/99 à 17:08

Catégorie : À discuter

comment peut-on avoir de la chaleur et de la lumière sous terre ?

comment avoir de l’électricité sous terre ?

comment avoir à manger sous terre ?

### 6c Réponse à vos premières idées

Créé par : École ALLONNE le 23/03/99 à 13:45

Nous sommes d’accord avec vos idées sur l’utilisation du béton et des poutres en ferraille car cela sera solide pour les tremblements de terre et que la maison ne s’enfonce pas trop.

Pour l’oxygène, on mettrait beaucoup de bouches d’aération et des ventilateurs qui serviraient à donner de l’air froid...

Pour la lumière, le toit serait en verre pour la luminosité en verre et la maison sera à ras de la terre.

Pour l’humidité, on se pose la même question.

À quelle profondeur faudra-t-il creuser ? On mettrait un groupe de maisons au ras de terre.

### 6d Réponse à questions sur la maison

Créé par : École ALLONNE le 23/03/99 à 14:01

Pour la chaleur et la lumière par l’électricité.

Pour avoir de l’électricité sous terre on fera comme en ce moment avec les gros pylones électriques que l’on voit dans les champs...

Pour la nourriture, on remontera sur terre par les tuyaux en fer incassables que l’on placeraient de la porte de la maison jusqu’à la surface de la terre et du garage à la porte car il serait sous la terre aussi...

### 6e Réponses de Villers

Créé par : École VILLERS VICOMTE le 23/03/99 à 14:44

Catégorie : À discuter

Comment avoir à manger sous terre ?

Pour les animaux.

On va amener tout les animaux qu’on peut sous terre.

Pour les plantes et les légumes. On va les cultiver dans un serre chauffée et éclairée.

Comment faire pour respirer ? Nous avons pensé que pour respirer il faudrait des grands tubes qui aspirent l'air de la surface et juste en dessous il y aura une machine qui nettoie l'air si il est pollué.

Comment faire pour que la terre ne s'écroule pas ?

Nous, on a pensé à mettre un grand dôme sous terre pour pas que la terre s'écroule sur la maison.

les questions  
sont devenues  
des artifices  
d'organisation  
du travail

Le document 6e peut être considéré comme un texte "tardif" dans la mesure où il "choisit" trois des questions de deux textes précédents (la première est de 6b et les deux dernières de 6a) : l'allure argumentative ("*nous avons pensé que...*") indique clairement qu'il y a eu lecture des textes antérieurs. Il propose des réponses qui sont déjà un programme de construction globale, contrairement aux ébauches de réponses de 6a notant surtout des difficultés ponctuelles. Les questions sont devenues des artifices d'organisation du travail (manière de sérier les problèmes et d'organiser les recherches) et peut être du texte à venir. Le problème de la respiration est l'objet d'une évolution lexicale (et conceptuelle) : il s'agit de faire arriver l'"air" et non plus l'oxygène seul. Le problème de l'éboulement conduit à un projet d'ensemble architectural (le "*dôme*"), qui règle par ailleurs d'autres problèmes en question. Le partage entre ce qu'il faut se procurer ("*avoir*") et ce qu'on peut générer sous terre est remanié : la nourriture, sous les deux espèces animale et végétale, sera produite sous terre ; l'air respirable viendra de l'extérieur mais avec une machine dépolluante. Il y a peut-être un lien thématique et sémantique fort entre le "*grand dôme*" et la serre : on peut entrevoir un début de cohérence dans le projet. L'abandon (en question ou en réponse) de certaines des questions posées dans les documents précédents peut faire penser que les thèmes non repris en "entrée" sont traités comme "non problématiques", hiérarchiquement parlant : chaleur et lumière sont ici données comme existant dans le monde du "grand dôme" puisque la serre y remplit sa fonction. On peut penser qu'il n'y a pas simple reprise des thèmes ou rejet, mais que la hiérarchisation nouvelle s'accompagne aussi d'accord tacite sur les points non repris. L'interactivité se met en place, les questions sont reprises et re-hiérarchisées : des détails techniques, on passe au projet global. La planification du texte (linéarisation et hiérarchisation) est en cours et la permanence de ces "brouillons" en dialogue permet d'en faire des bases de révision.

un message  
"métapragmatique"  
et régulateur :  
aménager  
l'espace de débat  
scientifique

Le texte du document 7 offre un exemple de message "métapragmatique" et régulateur : le texte est utilisé pour redéfinir certaines règles concernant le travail coopératif entre élèves ; il constitue en quelque sorte une proposition de modification de l'espace de débat scientifique. L'utilisation de phrases courtes et la mise en pages avec "points" fait commencer ce texte par trois "coups de semonce" qui annoncent le développement de l'argumentation sur un rapport d'autorité. La

remarque centrale (*"refaire un projet avec les idées de tout le monde"*) est appuyée par la taille des caractères et leur couleur rouge (visible sur l'original) un peu à la manière d'une élévation du niveau de voix et d'une expression du visage lors d'un échange "physique". L'usage de ces procédés méta discursifs est la marque de la véhémence du groupe de l'école d'Allonne à réclamer une meilleure communauté de travail, même s'ils notent l'existence de grandes différences (utilisation du comparatif *"trop"*). Le "rappel à l'ordre" passé, ils essaient cependant de relancer la collaboration : en trouvant des similitudes (*"les mêmes matériaux"*), en faisant à Villers une remarque et en posant une question qui relance le processus d'échange (*"avez-vous une solution ?"*).

### Document 7. La régulation du débat entre les élèves



#### Problème de dessins

Créé par : École ALLONNE le 20/04/99 à 12:21

Catégorie : À discuter

- Sur les dessins, nous n'arrivions pas à lire les mots.
- Pour construire votre maison on ne retrouve pas de nos idées dans votre projet alors que nous on a pris vos idées.
- On trouve que nos idées et les vôtres sont trop différentes.

Il faudrait refaire un projet avec les idées de tout le monde.

Par contre on a remarqué que l'on a utilisé les mêmes matériaux. Uniquement la forme de la maison change.

La maison de VILLERS VICOMTE ressemble plutôt à la maison dans l'espace.

Pour les déchets de la maison particulièrement les toilettes on ne va quand même pas tirer les chasse d'eau directement dans l'eau de mer ou de la rivière. Avez-vous une solution.

FANNY, SABRINA, VINCENT, JULIE, CÉDRIC.

Le texte du document 8 est présenté comme *"résultat de recherche"* avec l'utilisation du mot *"expérience"* (20) qui rend compte d'un aspect important de l'espace d'investigation scientifique. Le thème de la flottaison, traité dans deux projets distincts (maison sur l'eau et maison sous l'eau), a fait l'objet de nombreuses recherches et discussions. Ici, l'usage d'un flotteur a été tenté mais a conduit à un échec faute d'une liaison suffisante entre la maison (représentée par une *"canette"*) et le flotteur (représenté par un *"ballon"*). Le texte du compte rendu d'expérience, de type narratif, utilise le passé composé et l'imparfait. Ce texte fait appel à un registre lexical familier et donne une place centrale au locuteur ; il est

---

(20) En fait, l'activité décrite correspond plus à un essai technique qu'à une expérience.

par l'usage de codes multiples, les élèves ont partiellement contourné l'obstacle de la langue

complété par une description en images (dessin et photographie). Nous sommes encore très loin du discours théorique, où le locuteur s'efface complètement (Bronckart 1996), mais par l'usage de codes multiples, les élèves (de CE2) ont partiellement contourné l'obstacle de la langue pour élaborer un compte rendu d'expérience acceptable.

### Document 8. Un compte rendu d'expérience



#### Expérience sur la maison 2

Créé par : École CROCQ le 20/04/99 à 19:37

Catégorie : Résultat de recherche

#### *Maison sous l'eau*

On a pris un seau d'eau et on a fait une expérience.

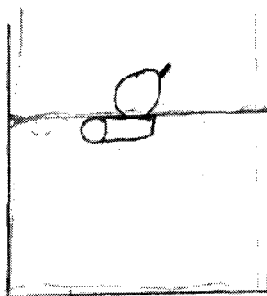
On a pris un ballon et on l'a gonflé après on a pris un élastique et une canette.

Avec l'élastique, on a attaché la canette avec le ballon.

On l'a mis dans l'eau et on a vu que n'a pas marché.

La maison était sous l'eau et le ballon il flottait.

#### Dessin



une description  
largement  
influencée par  
les représentations  
initiales des enfants

Le document 9 est le descriptif d'un projet architectural possible pour la maison sur l'eau. Cette description est le résultat de recherches antérieures et d'échanges sur le réseau mais est probablement aussi largement influencée par les représentations initiales des enfants : ces représentations se retrouvent en particulier dans l'allure générale du dessin (dont on peut observer des continuités tout au long des échanges) qui témoigne d'une vision globale de l'objet (hypothétique) à construire. La description iconique d'ensemble est complétée par un texte en forme de liste indiquant les différents aspects pris en compte ("matériaux", "forme", "emplacement"). L'utilisation des termes "coque", "plate-forme" et du qualificatif "mobile" est probablement l'indication d'une prise en compte de deux propositions concurrentes (maison "bateau" flottante et mobile ou maison "île artificielle" supportée et fixe) qui ont fait l'objet d'un débat lors des précédents échanges.

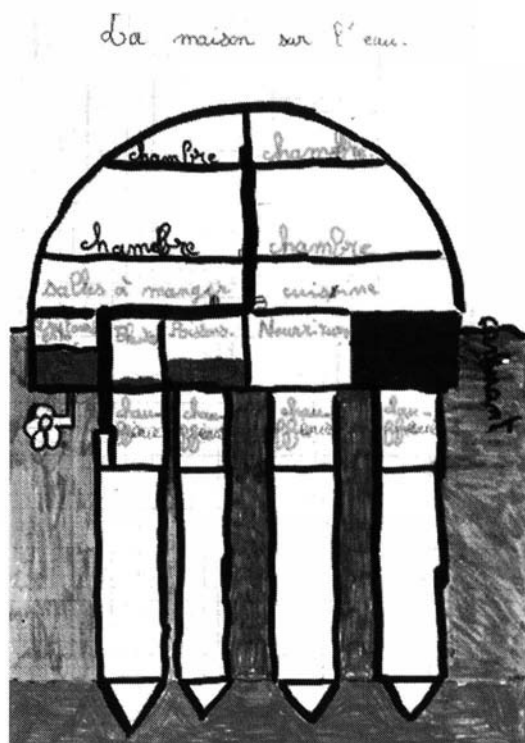
### Document 9. Une "vision globale" de l'objet architectural



#### Une proposition

Créé par : École VILLERS VICOMTE le 01/04/99 à 17:27

Catégorie : À discuter



**MATÉRIAUX** : la coque est en acier, la porte et les fenêtres en vitraux, il faut de la peinture anti-rouille.

**FORME** : le tour est carré, le toit est rond pour évacuer l'eau en cas de tempête.

**EMPLACEMENT** : sur une plate-forme mais elle est mobile il y a une cabine de pilotage.

Si des maisons se rencontrent on obtient un village en collant les plate-formes.

## 8. DISCUSSION DES RÉSULTATS

Une grande quantité d'écrits de formes et de fonctions diverses a été produite par les élèves rendant très difficile une analyse exhaustive. Les textes que nous avons présentés ne donnent qu'un premier aperçu de la richesse des travaux réalisés par les "cyber-chercheurs". La quantité et surtout la qualité (21) d'ensemble des écrits sont sans doute les premiers résultats objectifs de la recherche que nous avons menée. Le dispositif mis en place a amené les élèves à écrire plus et mieux que dans des pratiques habituelles. La création

(21) Rappelons qu'il s'agit d'écrits de travail réalisés tout au long de la recherche et non pas d'écrits de présentation terminale.

un enjeu véritable  
à l'écriture

une construction  
sociale des  
connaissances  
et des écrits

une élaboration  
mutuelle des  
discours et de  
l'objet du discours

la construction  
d'argumentations  
ou d'explications  
simplifiée par  
l'écriture en réseau

le rôle facilitant de  
l'outil informatique

d'un auditoire réel pour les activités langagières a donné un enjeu véritable à l'écriture et créé les conditions d'une auto évaluation des écrits. La confrontation des écrits a encouragé les attitudes métadiscursives ou métacognitives. La mise en réseau des élèves a fait fonctionner le débat scientifique au-delà de la classe et a abouti à une construction sociale des connaissances et des écrits. En accompagnant les différentes activités menées tout au long de la démarche de recherche, ces écrits ont été à la fois l'élément moteur et la trace de la construction progressive des connaissances dans une élaboration mutuelle des discours et de l'objet du discours.

Les textes produits par les cyber-chercheurs sont encore très éloignés des véritables textes scientifiques, mais ils en utilisent certains procédés (organisateurs logico argumentatifs, procédés de renvois intra ou inter textuel...). La construction d'argumentations ou d'explications semble simplifiée par l'écriture en réseau qui permet la mise en place de relations que les élèves ne pourraient pas réaliser par les seuls moyens linguistiques "classiques". Ces relations impliquant des éléments écrits divers (textes de différents auteurs, séquences ou phrases d'une même texte, images.) sont en effet facilitées par la mise à disposition d'un large ensemble textuel pouvant être consulté et modifié en permanence. Les possibilités spécifiques à l'outil informatique jouent aussi un rôle facilitant : simplicité des procédures de reprise et de modification d'un écrit, possibilité d'usage de codes multiples dans un même document, facilité des mises en relations intertextuelles. Les conditions offertes aux cyber-chercheurs ont ainsi permis de donner un caractère réellement fonctionnel aux écrits utilisés dans la construction collective des savoirs même pour des élèves qui maîtrisent peu le genre "écrit scientifique".

Le caractère fonctionnel des "cyber-écrits" est comparable à celui d'autres écrits analysés dans des recherches antérieures (Astolfi 1991) :

- des écrits instrumentaux sont utilisés pendant tout le travail d'investigation des élèves pour organiser l'action ou garder en mémoire des résultats ;
- les écrits successifs alimentent le débat entre élèves et contribuent à une construction collective du savoir ;
- des travaux de réécriture aboutissent à des écrits expositifs répondant à certaines exigences formelles.

Cependant, les "cyber-écrits" possèdent des caractéristiques linguistiques qui compliquent leur analyse.

- La définition des unités linguistiques caractéristiques est difficile car les textes se complètent entre eux parfois à la manière d'un dialogue, parfois à la manière d'un hypertexte manifestant des relations (entre élèves ou entre concepts) qui vont au-delà des "frontières" de chaque texte.

- L'ensemble des discours est polygéré, chaque texte est parfois produit par plusieurs auteurs mais le caractère polylogal reste peu marqué dans les formes textuelles.

	<p>– En dépit d'une modalité écrite de production, certaines caractéristiques sont à rapprocher de l'oral, notamment la forte interactivité des discours.</p>
les "cyber-écrits" sont des objets langagiers "hybrides"	<p>Les "cyber-écrits" sont donc des objets langagiers "hybrides" pour lesquels des outils spécifiques d'analyse restent à construire.</p>
des systèmes d'inscription "non linéaires"	<p>Les nouvelles possibilités d'écriture et de construction du savoir qu'offre l'informatique constituent une piste de recherche que nous n'avons fait qu'effleurer. Franck Ghitalla parle de nouvelles formes d'écriture évoquant le passage d'un système linéaire à des procédés d'inscriptions matriciels (Ghitalla 1999). Ces systèmes d'inscription "non linéaires" ne sont pas spécifiques à l'écriture électronique : cette possibilité est aussi offerte, dans une moindre mesure, par l'utilisation de schémas ou de représentations bidimensionnelles diverses ; ces outils peuvent en effet matérialiser des relations diverses plus facilement que des textes (Peterfalvi 1988). D'une certaine manière, nous pouvons ainsi considérer que l'analyse de notre corpus permet d'observer les premiers stades d'une "hyper-écriture", avant l'utilisation des marqueurs spécifiques que sont les liens hypertextes.</p>
les premiers stades d'une "hyper écriture"	
le thème de la maison du futur débordé du cadre de la science	<p>Le thème général de recherche proposé aux élèves devait conduire à la conception d'un "objet hypothétique" : la maison du futur. Il est clair que le thème de la maison du futur débordé largement du cadre de la science et conduit à envisager des pratiques sociales de référence (architecte, ingénieur...) relevant davantage de la technologie (22). Cependant, au-delà de cette production finale, le but pédagogique visé était d'amener les élèves à une réflexion sur les relations entre l'homme et son environnement. Le projet architectural s'inscrit donc globalement dans une démarche technologique mais il passe nécessairement par la prise en compte de problèmes scientifiques. Cette étroite imbrication entre sciences et technologie est sans doute une caractéristique majeure des activités scientifiques et techniques de l'école élémentaire. Elle rend plus complexe l'utilisation de la notion de pratique de référence puisque des références multiples interviennent au sein d'un ensemble indissociable d'activités, amenant les élèves à jouer successivement plusieurs "rôles". Il faut donc bien considérer que la pratique du chercheur scientifique qui a inspiré largement notre dispositif didactique est transposée principalement par le dispositif de communication et de validation plus que par le sujet particulier de la recherche. En accord avec d'autres auteurs, nous considérons donc que l'appellation "communi-</p>
une démarche technologique et des problèmes scientifiques à résoudre	
des références multiples interviennent au sein d'un ensemble indissociable d'activités	

(22) Les méthodes et les cadres conceptuels utilisés par les sciences et les techniques sont parfois très proches (justifiant le terme technosciences), ce sont les buts visés (la connaissance ou l'action) qui permettent réellement de les distinguer (Layton 1994).



cation scientifique" ne concerne pas seulement les échanges entre chercheurs dans le domaine des sciences expérimentales mais qu'elle peut englober d'autres pratiques relevant de domaines socialement considérés comme scientifiques tels que les mathématiques, la technologie ou les sciences sociales (Ducancel 1995b).

un "îlot interdisciplinaire de rationalité"

Le projet de recherche sur la maison du futur a engagé les cyber-chercheurs dans des activités diverses relevant parfois de la science parfois de la technologie, le plus souvent des deux à la fois. Plus que les concepts scientifiques abordés ou les compétences techniques développées, c'est l'interaction entre ces différents aspects qui a donné du sens à la démarche. Les contenus abordés n'étaient pas totalement prévisibles au début de l'opération ; le caractère ouvert de ces activités n'a pas facilité la tâche des enseignants, amenés à explorer des domaines qu'ils connaissaient peu ou qui étaient aux frontières des programmes scolaires de l'école élémentaire. Notre action se différencie donc d'autres travaux menés au niveau du lycée qui étaient aussi centrés sur la transposition des pratiques de recherche mais qui visaient clairement des contenus d'enseignement précis dans une discipline donnée (Gil Perez 1993). En nous inspirant de Gérard Fourez (Fourez 1993), nous dirons que les cyber-chercheurs ont construit, avec leurs enseignants, un "îlot interdisciplinaire de rationalité" en construisant une représentation conceptuelle et langagière de la maison du futur.

une représentation conceptuelle et langagière de la maison du futur

## CONCLUSION

Le travail d'investigation mené par les élèves a conduit à la résolution de nombreux problèmes scientifiques et techniques relevant de plusieurs champs disciplinaires. La constitution "d'équipes de recherche" coopérant par l'intermédiaire d'Internet semble avoir développé une motivation forte pour amorcer la réflexion et encourager la construction collective des savoirs dans laquelle chaque élève a apporté sa contribution. Les résultats des recherches sont restés parfois approximatifs mais, par le jeu des débats, les élèves se sont posé de vraies questions scientifiques. En faisant vivre, de l'intérieur, une construction sociale, nous avons peut être contribué à forger, chez les cyber-chercheurs, une nouvelle image de la science et des savoirs scientifiques.

les élèves se sont posé de vraies questions scientifiques

L'écriture a été présente à toutes les étapes de la recherche ; l'instauration d'un réseau informatique de communication a encouragé la coopération entre élèves et conduit à l'élaboration conjointe des discours et des connaissances. En institutionnalisant trois "espaces de travail", le dispositif didactique a facilité la prise en compte par les élèves de trois tâches spécifiques : chercher, écrire et communiquer. L'écriture

trois tâches spécifiques : chercher, écrire et communiquer

écrire en sciences ou  
produire des textes  
scientifiques ?

coopérative en réseau a conduit à un ensemble d'écrits constitué d'objets langagiers divers en interrelation. Le problème de l'écriture en sciences à l'école mérite ainsi d'être posé de façon plus large en plaçant l'écriture textuelle parmi d'autres modes d'écriture et en ne confondant pas l'apprentissage de la langue écrite en elle-même et l'utilisation de l'écriture dans l'apprentissage des sciences. Dans ce dernier cas, l'essentiel est peut-être de faire écrire les élèves en sciences plutôt que de chercher à faire produire des textes scientifiques. En l'inscrivant dans un processus plus que dans un produit, l'écriture peut jouer un rôle majeur dans l'apprentissage scientifique à l'école.

Joël BISAULT  
GRIEST, IUFM Amiens  
GDSTC/LIREST, ENS Cachan  
Catherine REBIFFÉ  
André LAVARDE  
Vincent FONTAINE  
GRIEST, IUFM Amiens, site de Beauvais

*Nous remercions l'ensemble des acteurs du cyber-congrès des jeunes chercheurs qui ont contribué à la réussite de cette opération et qui ont permis cette recherche : les élèves et les enseignants (écoles de Allonne, Chaumont, Le Crocq, Rochy Condé, Villers Vicomte et collège de Maignelay Montigny), l'équipe de pilotage (en particulier Pierre Pompier, Chantal Boulanger et Caroline Choquet) ainsi que l'IUFM de l'Académie d'Amiens et l'Inspection Académique de l'Oise qui ont soutenu cette action pédagogique innovante.*

## BIBLIOGRAPHIE

- ADAM, J.-M. (1992). *Textes : types et prototypes*. Paris : Nathan Université.
- ASTOLFI, J.-P., PETERFALVI, B. & VÉRIN, A. (1991). *Compétences méthodologiques en sciences expérimentales*. Paris : INRP.
- BEAUFILS, D. & LARCHER, C. (1999). L'expérimental dans la classe. *Aster*, 28, 3-8.
- BEREITER, C. & SCARMADIA, M. (1987). *The psychology of written composition*. Hillsdale : Erlbaum.
- BISAULT, J. (1998). Enseignement scientifique à l'école élémentaire et pratiques sociales de référence : former des maîtres directeurs de recherche. In A. Giordan, J.-L. Martinand et D. Raichvarg (éds). *Actes XX<sup>es</sup> JIES* (p. 237-242). Paris.
- BISAULT, J., LAVARDE, A. & FONTAINE, V. (1998). *La pratique expérimentale à l'école élémentaire*. Rapport final de la recherche coopérative INRP/IUFM Amiens "la pratique expérimentale dans la classe" coordonnée par Claudine Larcher.

- BISAULT, J. (1999). Internet et communication scientifique : des élèves "cyber-chercheurs" à l'école et au collège. In A. Giordan, J.-L. Martinand et D. Raichvarg (éds). *Actes XXI<sup>es</sup> JIES* (p. 227-232). Paris.
- BISAULT, J. (1999). Communiquer en sciences et technologie à l'école : des élèves jeunes chercheurs. *Actes des 1<sup>es</sup> rencontres de l'ARDIST*, 21-26, Paris.
- BRONCKART, J.-P. (1985). *Le fonctionnement des discours*. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.
- BRONCKART, J.-P. (1996). *Activité langagière, textes et discours : pour un interactionisme socio-discursif*. Lausanne/Paris : Delachaux et Niestlé.
- CARAVITA, S., RISSOTTO, A., BERLINGUER, L. et COLAZINGARI, M. (1999). Generating and using information at the elementary school level : an important dimension of environmental education : a project. *Research in Science Education in Europe*, 175-181. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.
- DUCANCEL, G. (1995a). Apprentissages langagiers, apprentissages scientifiques : problématiques didactiques. *Repères*, 12, 5-20.
- DUCANCEL, G. (1995b). Pratiques de communication et formateurs de maîtres. *Repères*, 12, 5-20.
- FAYOL, M. (1997). *Des idées au texte, psychologie cognitive de la production verbale orale et écrite*. Paris : PUF.
- FOUREZ, G. (1988). *La construction des sciences*. Bruxelles : De Boeck Université.
- FOUREZ, G., MATHY, P., ENGLEBERT-LECOMTE, V. (1993). Un modèle pour un travail interdisciplinaire. *Aster*, 17, 119-142.
- GARCIA-DEBANC, C. (1988). Propositions pour une didactique du texte explicatif. *Aster*, 6, 129-163.
- GARCIA-DEBANC, C. (1995). Interaction et construction des apprentissages dans le cadre d'une démarche scientifique. *Repères*, 12, 79-103.
- GHITALLA, F. (1999). NTIC et nouvelles formes d'écriture. *Communication et langage*, 119, 91-105.
- GIL-PEREZ, G. (1993). Apprendre les sciences par une démarche de recherche scientifique. *Aster*, 17, 41-64.
- INRP (1983). Éveil scientifique et modes de communication. *Recherches pédagogiques*, 117.
- LATOUR, B. & WOOLGAR, S. (1988). *La vie de laboratoire*. Paris : Éd. La découverte.
- LATOUR, B. (1995). *Le métier de chercheur, regard d'un anthropologue*. Paris : Éd. INRA.
- LAVARDE, A., BISAULT, J., FONTAINE, V. et REBIFFÉ C. (2000). Pratiques d'écriture en sciences expérimentales. *Rapport de recherche*. Paris : INRP.

LAYTON, D. (1994). Éducation scientifique et action : les relations entre les sciences enseignées à l'école et la pratique. *Aster*, 19, 117-155.

MARTINAND, J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière*. Berne : Peter Lang.

PETERFALVI, B. (1988). Outils graphiques, anticipation de la tâche, raisonnement. *Aster*, 6, 47-90.

SUTTON, C (1995). Questions sur l'écriture en sciences : une vue personnelle d'outre manche. *Repères*, 12, 37-52.

VESLIN, J. (1988). Quels textes scientifiques espère-t-on voir les élèves écrire ? *Aster*, 6, 91-127.

VÉRIN, A. (1988). Apprendre à écrire pour apprendre les sciences. *Aster*, 6, 15-46.

VÉRIN, A. (1995). Mettre par écrit ses idées pour les faire évoluer en sciences. *Repères*, 12, 21-36.

# CONCEPTUALISATION ET ACTIONS DIDACTIQUES À PROPOS DE LA REPRODUCTION VÉGÉTALE

Catherine Boyer

*Travailler sur les représentations de la reproduction végétale chez les élèves selon le cadre théorique des champs conceptuels de Vergnaud permet de comprendre à la fois les avancées conceptuelles et les difficultés. Ainsi, les théorèmes-en-acte quotidiens développés par les élèves peuvent être des obstacles à la conceptualisation et par là-même expliquer leur prégnance et leur résistance. Mais la représentation évolue avec le temps et les situations rencontrées ; elle devient progressivement plus "scientifique". L'étude des invariants opératoires et du système dans lequel ils s'organisent avant, pendant et après les situations didactiques permet de mieux saisir le processus de conceptualisation : glissement de sens du quotidien vers le scientifique grâce à des actions et à des ruptures.*

un cadre  
théorique liant  
champ conceptuel  
et représentation

Il s'agit de présenter les résultats d'une recherche sur la conceptualisation chez les élèves de 6 à 9 ans (Boyer, 1998). Son thème, la reproduction végétale, a été très peu étudié jusqu'ici. Quant au cadre théorique, il est inhabituel en didactique de la biologie puisqu'il fait référence à la théorie des champs conceptuels de Vergnaud (1990), qui présente également une théorie de la représentation. Il convient donc de l'explicitier tout en montrant les points de convergence et de divergence avec Vygotski auquel il est fait également référence.

Nous savons que les représentations initiales jouent un rôle considérable dans la conceptualisation. Cet ensemble non coordonné fonctionne sur des prototypes qui reflètent une absence de catégories conceptuelles scientifiques. L'enjeu des situations didactiques est donc de permettre aux représentations quotidiennes d'évoluer et de se constituer en système coordonné sur des bases scientifiques. Nous présenterons les diverses situations didactiques menées sur la fleur, le fruit et la graine en y associant les invariants opératoires repérés avant, pendant et à la fin des actions didactiques. Cela nous amènera à étudier le processus de conceptualisation et à en cibler les points-clés.

## 1. PROBLÉMATIQUE ET CADRE THÉORIQUE \*

L'école a un rôle crucial à jouer dans l'appropriation par les élèves des concepts scientifiques de la biologie. Elle doit

---

\* avec la collaboration de Gérard Vergnaud

recourir pour cela à des situations didactiques dont l'objectif est la déstabilisation des représentations initiales des enfants et l'émergence par l'observation et l'expérimentation de nouvelles représentations plus proches des concepts scientifiques, ceux de la reproduction végétale en l'occurrence. La médiation de ce processus par l'enseignant est évidemment essentielle.

Concernant la reproduction végétale, un enjeu existe dès les petites classes de l'école élémentaire. Les jeunes élèves ne se représentent pas bien les relations entre les différentes formes végétales (graines, fleurs, fruits) ni d'ailleurs ces catégories elles-mêmes. Les actions didactiques sur la reproduction végétale, si elles sont adaptées aux enfants de l'école primaire, doivent favoriser le glissement des concepts quotidiens vers les concepts scientifiques.

La terminologie que nous venons d'utiliser "*concepts quotidiens*" et "*concepts scientifiques*" est celle de Vygotski (1934/1985). Nous nous en inspirons évidemment beaucoup et retenons en particulier de Vygotski les deux thèses essentielles suivantes :

1. Les concepts quotidiens se forment dans l'expérience quotidienne, ils ont une portée locale (peu générale) et mettent modérément le langage à contribution. Ils ne forment pas de systèmes. À l'inverse les concepts scientifiques ont une portée générale, une forme langagière élaborée (énoncés et textes) et sont organisés en systèmes.

2. Cette opposition entre concepts quotidiens et concepts scientifiques est, pour Vygotski, relativement radicale. Mais celui-ci adopte aussi l'idée qu'il existe entre eux une relation dialectique au cours de l'apprentissage et du développement. Il résume cette idée par la formule métaphorique "*les concepts quotidiens poussent vers le haut et les concepts scientifiques vers le bas*". Entendons par là que les concepts scientifiques doivent trouver certaines de leurs racines dans les concepts quotidiens qui, de ce fait, se transforment. Les concepts scientifiques ne tombent pas du ciel.

La présente recherche a pris comme référence la théorie des champs conceptuels de Vergnaud que celui-ci a développée dans le cadre de la didactique des mathématiques, mais qui est transposable à d'autres disciplines. Les parentés avec les idées de Vygotski sont intéressantes, même si la théorie des champs conceptuels fait jouer un rôle très important à des concepts plus ou moins absents chez Vygotski, comme ceux de situation, de schème et d'invariant opératoire.

L'idée principale de Vergnaud est que la conceptualisation prend source dans l'action sur le réel et avec le réel. Ce sont donc les situations les activités auxquelles les élèves sont invités par les situations, qui constituent la première et principale occasion de l'évolution des connaissances.

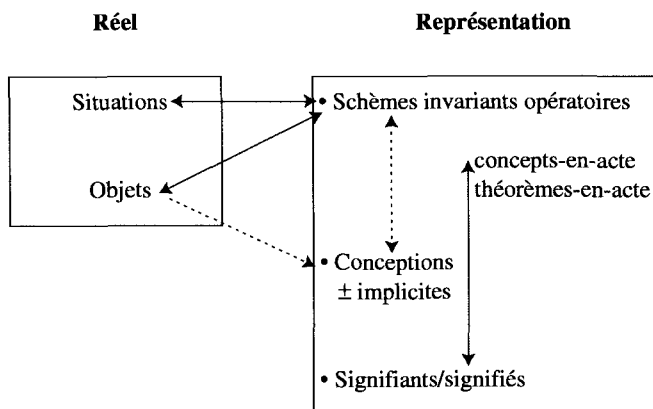
concepts  
quotidiens  
et concepts  
scientifiques

l'action sur le réel  
source de  
la conceptualisation

Ce processus d'adaptation, avec les deux volets, assimilation et accommodation, que Piaget nous a appris à distinguer, est constitutif du développement cognitif. Ce sont les schèmes qui s'adaptent, c'est-à-dire les formes d'organisation de l'activité associées aux situations auxquelles les sujets sont confrontés. Un schème est par définition composé de plusieurs catégories de composantes, parmi lesquelles Vergnaud identifie ce qu'il appelle "les invariants opératoires", c'est-à-dire des concepts-en-acte et théorèmes-en-acte, pas toujours explicitables, mais qui forment néanmoins des conceptions relativement stables, du moins pendant une certaine période. *"(Le schème) organise la conduite du sujet (et) comporte des règles d'action et des anticipations. Mais cela n'est possible que parce que fait partie intégrante du schème une représentation implicite ou explicite du réel analysable en termes d'objets, de catégories-en-acte (propriétés et relations) et de théorèmes-en-acte. Ces invariants opératoires organisent la recherche de l'information pertinente en fonction du problème à résoudre et du but à atteindre, et pilotent les inférences."* (Vergnaud, 1990)

Les relations entre le réel et la représentation peuvent se définir comme indiqué dans le schéma suivant :

### Document 1. Théorie de la représentation et des champs conceptuels d'après Gérard Vergnaud



Les conceptions exprimées sont une forme possible de la représentation. Cette partie visible de la représentation apporte des renseignements sur la construction des connaissances à travers les énoncés et les textes émis par le sujet. Lorsque l'on se place en début d'apprentissage, nous appelons ces conceptions : représentations initiales. Nous entendons ainsi pointer ce déjà-là intellectuel construit par les enfants, à l'école et hors de l'école, et dont nous savons l'importance dans la construction des connaissances.

les invariants  
opératoires,  
un élément clé  
de la représentation

les représentations  
initiales jouent  
un rôle considérable  
dans la construction  
des connaissances

Le problème principal de l'apprentissage et de l'enseignement est celui de la transformation des conceptions et des formes d'organisation de l'activité des élèves, par restructuration et découverte, ainsi que celui de la provocation et de l'accompagnement de ce processus par l'enseignant.

Le premier acte de médiation de l'enseignant est le choix des situations didactiques à proposer aux élèves. Il est inévitablement accompagné et suivi de nombreux autres actes de médiation : clarification des buts et des enjeux, aide à l'activité des élèves et notamment à la sélection des informations pertinentes, explicitation des catégories conceptuelles et des différences entre les catégories scientifiques et des catégories issues de l'expérience quotidienne, explicitation de propositions tenues pour vraies par les élèves (théorèmes-en-acte), que celles-ci soient effectivement vraies ou fausses, ou encore partiellement vraies (sous certaines conditions par exemple).

Pour Vergnaud, la longue durée est une caractéristique essentielle du développement cognitif. La théorie des champs conceptuels est un cadre pour penser le développement ainsi que les apprentissages et les prises de conscience qui le jalonnent. La première idée est qu'un concept ne se développe jamais seul, mais en liaison avec d'autres concepts, avec lesquels il forme système. Il y a donc système à tous les moments du développement ; ce ne sont pas seulement les concepts scientifiques qui forment système mais également les concepts quotidiens. La seconde idée est que les concepts se développent parce que les situations et les activités en offrent l'occasion. Un concept prend son sens à travers une variété relativement grande de situations, non pas à travers une classe de situations seulement. Enfin les formes symboliques de représentation que sont le langage naturel, les dessins, les diagrammes, les tableaux, les formules, jouent un rôle important dans la prise de conscience et la stabilisation des connaissances.

Filiations et ruptures, telles sont les deux idées-clefs concernant le développement cognitif, c'est dans ces termes qu'on peut analyser l'évolution des rapports entre concepts quotidiens et concepts scientifiques, et faire un pas en avant par rapport à la manière dont Vygotski posait le problème.

Cette recherche vise donc à répondre aux questions suivantes :

Sur quoi repose la conceptualisation de la reproduction végétale ? Quelles sont les filiations et les ruptures qui président à la construction de telles connaissances ?

Quelles actions didactiques mettre en place pour favoriser l'accès à une conceptualisation scientifique ? Comment évoluent les représentations des enfants en fonction des actions didactiques ?

les concepts  
se développent  
en système

la conceptualisation  
dans le cadre  
scolaire en terme  
de ruptures et  
de filiations



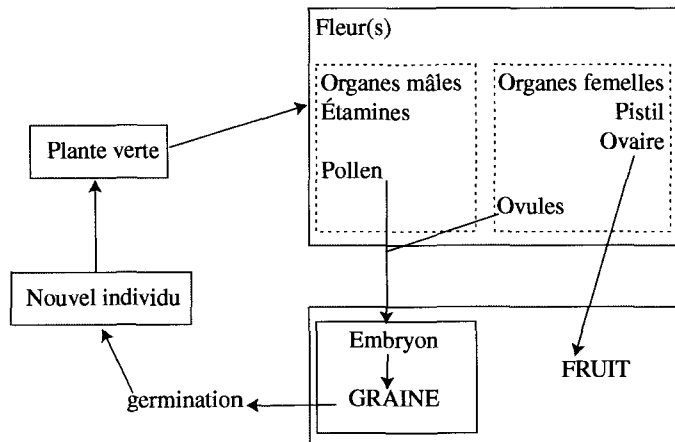
## 2. LE CHAMP CONCEPTUEL DE LA REPRODUCTION VÉGÉTALE

Plusieurs concepts formant système composent le champ conceptuel de la reproduction végétale. Ce sont en particulier les concepts de fleur, fruit et graines qui sont en étroite relation. Chacun d'entre eux se définit à la fois par rapport à une structure morphologique associée à un vocabulaire, et par rapport à son rôle au sein du champ conceptuel.

Pour mieux comprendre ces concepts, nous nous proposons maintenant d'en faire un bref rappel théorique en repérant l'ensemble des invariants scientifiques constituant les signifiés, les situations qui leurs donnent sens et les signifiants qui permettent d'établir les relations et les propriétés qui les unissent. Nous présentons en fait le champ conceptuel adapté aux possibilités des enfants de l'école primaire (6/10 ans). C'est pourquoi nous ne faisons pas référence ici aux gymnospermes (plantes également à fleurs mais dont les graines sont nues sur une écaille), ni bien sûr à la double fécondation conséquence de la germination du grain de pollen et de sa fusion avec les cellules du sac embryonnaire composant l'ovule, trop difficile à comprendre à l'école primaire.

Le schéma suivant résume donc de façon simplifiée la reproduction végétale à travers le cycle de vie des plantes à fleurs et à fruits (les angiospermes).

### Document 2. Le cycle de vie simplifié des angiospermes



### 2.1. La fleur

C'est par son rôle, bien plus que par sa morphologie, que la fleur au sens scientifique se définit au-delà de la conception limitée de la fleur "du fleuriste". La fleur est l'appareil repro-

un champ  
conceptuel  
accessible  
aux enfants  
de 6/10 ans

la fleur se définit  
par son rôle  
reproducteur

ducteur de la plante qui produit les éléments mâles : le pollen (contenu dans les étamines) et les éléments femelles : les ovules (contenus dans le pistil). Ces éléments sont indispensables à la pollinisation et à la fécondation.

Les organes reproducteurs mâles et femelles peuvent se trouver ensemble dans une seule et même fleur, comme dans des fleurs séparées dites fleurs mâles et fleurs femelles ; cela dépend des espèces considérées.

les concepts de fleur,  
fruit et graine  
composent  
le champ  
conceptuel  
de la reproductions  
des plantes  
supérieures

## **2.2. De la fleur au fruit et à la graine**

La fécondation de l'ovule par le grain de pollen donne naissance à la graine. Cette fécondation provoque une transformation de l'ovaire et produit le fruit.

## **2.3. Le fruit**

La définition scientifique est éloignée de celle utilisée dans la vie de tous les jours puisque les fruits au sens biologique ne sont pas tous un produit comestible généralement sucré et consommé comme dessert.

Aboutissements de la fonction sexuée des fleurs, les fruits contiennent des graines et proviennent généralement uniquement de l'ovaire de la fleur. Ils sont classés en deux catégories :

- les fruits charnus à noyau (les drupes) ou à pépins (les baies) ;
- les fruits secs : déhiscents (s'ouvrant seul à maturité) tels que les gousses, les capsules, les siliques, et non déhiscents, comme les akènes, les samares.

Il existe également des fruits dits complexes. Dans ce cas, l'ovaire et une autre partie de la fleur se sont transformés en fruit, comme par exemple la pomme.

## **2.4. La graine**

fleur, fruit et graine :  
des concepts  
quotidiens et  
scientifiques  
différents

Résultat de la fécondation de l'ovule, la graine est l'élément végétal donnant naissance à la nouvelle plante. Noyau, pépins et grains sont des graines. En effet, les graines arrivées à maturation sont toutes composées d'un tégument (une peau), de cotylédons (réserves de nourriture), d'une ébauche de plante nommée plantule (composée d'une radicule, d'une tigelle, de deux expansions foliacées et d'un bourgeon terminal).

Après une nécessaire maturation et si les conditions physiques favorables (température, eau...) sont réunies, la graine peut germer. La germination se traduit par le passage d'une vie ralentie à la reprise progressive, grâce à l'eau, de la croissance. Ce retour à la vie active s'effectue par une transition de l'utilisation des réserves de la graine (croissance hétérotrophe) à la synthèse chlorophyllienne (croissance autotrophe).

### 3. MÉTHODOLOGIE

Cette recherche est longitudinale et développementale puisqu'une même cohorte d'enfants (soit une classe de 25 élèves) a été suivie du CP au CE2. Des actions didactiques sur le cycle de vie et la reproduction des plantes à fleurs ont eu lieu au CP et au CE1, alors qu'au CE2 seul un post-test a été passé, sans action didactique. Ensuite, 10 enfants ont été vus en entretien clinique critique.

Au CP et au CE1, les enfants ont passé un pré-test et un post-test basés sur un questionnaire et des dessins. Les débats durant les actions didactiques ont été enregistrés au magnétophone (et intégralement retranscrits) et les productions des élèves ou des groupes d'élèves ont été conservées.

analyse de l'oral  
et des écrits  
des enfants  
pour étudier  
la conceptualisation

L'analyse fine des filiations et des ruptures s'est effectuée à partir de l'oral et de l'écrit des élèves avant, pendant et après les actions didactiques. Nous pouvons donc étudier l'évolution de la conceptualisation à travers les mots et dessins produits par les élèves et le raisonnement qui les accompagne ou permet de les engendrer. Nous avons centré notre attention sur chacun des concepts (graine, fleur, fruit) en cherchant à préciser :

- les cas particuliers (prototype, classe de situation, lexique employé, signifiants utilisés) ;
- la définition générale (sa formulation, son sens et sa portée) ;
- les relations entre cas particuliers et définition générale pour chacun des concepts ;
- les relations entre les différents concepts à savoir : la fleur et le fruit, le fruit et la graine, le cycle de vie.

C'est dans la spécificité des productions des enfants (à travers les critères précisés précédemment) que se joue la représentation. Aussi devient-il plus enrichissant de chercher ce qui occasionne les ressemblances et les différences pour expliquer la conceptualisation. Ainsi, nous montrerons que pour un même énoncé certains enfants développent des représentations différentes.

### 4. LES ACTIONS DIDACTIQUES MENÉES

La construction des concepts en jeu dans la reproduction végétale des plantes à fleurs nécessite un travail didactique. Mais avant d'aborder les actions didactiques en liaison avec l'évolution conceptuelle des élèves, il nous faut définir les caractéristiques des situations didactiques menées.

### 4.1. Les composantes des actions didactiques

Les actions didactiques ont pour but de :

les actions  
didactiques  
pour rompre avec  
les représentations  
initiales...

- manipuler des objets appartenant à différentes classes de situations ;
- développer les relations entre les concepts de la reproduction végétale pour qu'ils forment un système plus "scientifique".

Permettre aux enfants de développer les deux aspects, catégories et relations, des concepts, c'est les engager dans la voie de la conceptualisation scientifique. Car c'est seulement grâce aux actions didactiques que les représentations peuvent rompre avec leurs racines quotidiennes.

Pour y parvenir, les actions menées reposent sur les caractéristiques didactiques suivantes : prise en compte des représentations initiales, situations problèmes et situations de structuration donnant une place importante au conflit socio-cognitif et à l'utilisation de signifiants variés (textes, dessins, schémas...). Les différentes situations n'ont cependant pas toutes le même rôle.

... et développer  
les catégories et  
les relations  
scientifiques

- Les situations problèmes sont importantes. Dans un premier temps, les élèves formulent le problème à résoudre, ce qui implique une remise en question de leurs représentations initiales. Ensuite, durant leur résolution, les élèves construisent des invariants en travaillant le concept en compréhension.
- Les situations de structuration permettent un travail en extension du concept, en envisageant une certaine variété de possibles, tout en aboutissant à un niveau de formulation plus opératoire.

Quant au découpage conceptuel proposé lors des actions didactiques, celui-ci repose sur l'analyse des représentations initiales et nous a conduit à ne pas suivre l'évolution chronologique du cycle de vie des plantes comme cela est très souvent proposé dans les manuels scolaires. En effet, lorsque l'on demande aux élèves de dessiner l'histoire de la graine de haricot que l'on plante (pré-test) on constate :

- le passage direct de la graine à la plante (pas de germination) ;
- l'absence de passage par la fleur et surtout l'absence de la relation fleur/fruit, qui est essentielle ;
- la faible différenciation des espèces entre elles, par exemple l'obtention d'un plant de haricot à partir d'une graine de haricot n'est pas systématique ;
- aucune représentation de la notion de cycle de vie.

graines, germination  
et cycle de vie au CP

À la lumière de ces résultats, il nous est donc apparu indispensable au CP d'étudier le cycle de vie d'une plante afin d'aborder les relations entre les concepts tout en étudiant la germination, la définition des graines et leur rôle, conceptions les plus proches du concept scientifique.

relations fleur, fruit,  
graine au CE1

Au CE1, le passage de la fleur au fruit et à la graine est l'axe principal des actions didactiques car la fleur n'a pas ou guère de rôle dans le cycle de vie des plantes pour des élèves de 7 ans. La première étape didactique consiste, non pas à étudier la morphologie des fleurs, mais à travailler les relations conceptuelles entre la fleur et le fruit à partir de plusieurs exemples s'éloignant du sens commun. Cette étude de la transformation de la fleur en fruit nécessite ensuite de définir scientifiquement le fruit. Ce n'est qu'après ces différents moments didactiques que l'étude morphologique des fleurs prend du sens et permet enfin l'étude de la fécondation. La chronologie des actions didactiques (au CP puis au CE1), leur forme et les signifiants qui leur sont associés sont présentés dans les tableaux 1 et 2.

### Document 3. Les actions didactiques au CP

	Actions didactiques	Signifiants utilisés
La graine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulation de graines, noyaux et pépins pour faire émerger le problème "qu'est-ce qu'une graine ?"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dessins d'observation de la graine de haricot</li> <li>• Dessins à légender</li> <li>• Objets réels</li> </ul>
La germination du haricot	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observation de l'évolution</li> <li>• Mesures du développement des racines et de la tige</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dessins des étapes de la germination</li> <li>• Classement de dessins et textes</li> </ul>
Rôle des différentes parties de la graine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Démarche expérimentale (avec des graines de haricot)</li> <li>• Structuration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Écrits sur les anticipations</li> <li>• Objets réels</li> </ul>
Le cycle de vie du haricot	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observation du plant et du passage de la fleur au fruit, à la graine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dessins à remettre en ordre</li> <li>• Objet réel</li> </ul>

### Document 4. Les actions didactiques au CE1

Concepts	Actions didactiques	Signifiants utilisés
Passage de la fleur au fruit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Situation problème</li> <li>• Observation de pieds de fraisier, tulipe et giroflée</li> <li>• Autres exemples (structuration)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tableau à compléter</li> <li>• Fiche avant et après expérience (texte) et objets réels</li> <li>• Travail à partir de photos et dessins</li> </ul>
Le fruit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fruits comestibles</li> <li>• Fruits non comestibles</li> <li>• Structuration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulation de fruits réels</li> <li>• Dessins</li> <li>• Devinettes</li> </ul>
La fleur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observation de la fleur de lys</li> <li>• D'autres fleurs à dessiner</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objet réel</li> <li>• Dessin à faire "de mémoire"</li> <li>• Diagramme floral</li> </ul>
Fécondation de la fleur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les expériences du jardinier sur le cerisier</li> <li>• Expérience de pollinisation d'un amaryllis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fiche d'expérience à partir de dessins</li> <li>• Objet réel</li> <li>• Fiche avant et après expérience</li> </ul>

## 4.2. Évolution des représentations en fonction des situations didactiques

Vu notre cadre théorique et didactique, la description des actions didactiques se fera en relation avec l'évolution des représentations des élèves. C'est pourquoi, en fonction des concepts mis en jeu lors des actions didactiques, nous listerons les représentations initiales puis expliquerons la formulation du problème et les situations mises en place, ainsi que les invariants opératoires construits par les élèves.

### • La graine et la germination au CP

Chez les élèves de 6 ans, les représentations initiales reposent sur des théorèmes-en-acte quotidiens. Les propositions s'appuient sur la couleur, la forme et/ou la taille de la graine ; c'est-à-dire qu'une graine fait l'objet d'une représentation prototypique : *"elle est de couleur sombre, souvent ronde et forcément petite"*. C'est en quelque sorte le plus petit élément possible. Ici, il s'agit d'un obstacle lié au primat de la perception. Parallèlement à ces théorèmes-en-acte, les élèves utilisent un autre théorème-en-acte *"une graine pousse si on la plante"*. Ce second invariant opératoire est une proposition vraie (si les conditions sont réunies) et sert d'élément de validation des connaissances dans certaines situations didactiques.

rompre avec  
les théorèmes-en-  
acte quotidiens  
de la graine...

C'est à partir de la comparaison des dessins sur l'histoire de la graine de haricot qu'ont débuté les actions didactiques au CP. Les idées développées par les dessins étant différentes, les élèves ont donc planté des haricots. Ils étaient tous sûrs que leur plantation donnerait quelque chose, mais cette graine de haricot n'était pas reconnue, par eux, comme une graine puisqu'elle était "blanche" et "grosse". Pour d'autres élèves, l'argument était qu' *"on ne mange pas de graine"*. Une séance didactique sur le concept de graine répondait donc à un réel problème. La présentation de différentes graines (noyaux, pépins, de couleurs, de tailles et de formes diverses) conduit les élèves à utiliser des critères différents d'un enfant à l'autre. En revanche, quand on fait appel à leur vécu, quelques élèves expliquent qu'ils ont planté des noyaux d'avocat ou des pépins et qu'ils ont obtenu une plante. Le théorème-en-acte *"une graine pousse"* conduit donc les élèves à l'interrogation suivante *"Puisqu'une graine pousse, pourquoi un pépin (qu'ils ne considèrent pas comme une graine) peut-il pousser ?"*. Pour résoudre ce problème les élèves font des plantations de noyaux, pépins, mais surtout décortiquent des graines. La découverte d'une structure commune à chacun de ces objets (tégument, cotylédon, plantule) amène les élèves à étendre les classes de situations relatives aux graines tout en conservant le théorème-en-acte *"une graine pousse si on la plante"*, bien que certaines plantations aient échoué.

... pour développer  
de nouvelles  
catégories  
scientifiques  
de la graine

Après des expériences réalisées pour savoir *"quelles parties de la graine permettent d'obtenir la plante ?"*, la graine n'est

plus considérée comme le plus petit élément. De plus, chez les élèves de CP, le lien de causalité entre la croissance d'une nouvelle plante et l'utilisation des réserves nutritives contenues dans les cotylédons n'est pas fait. Cet obstacle est de l'ordre du raisonnement ou de l'inférence, dans lequel le primat de la transformation l'emporte sur les conditions nécessaires et non suffisantes.

Quant au cycle de vie, le passage par la fleur et sa transformation en haricot surprennent les élèves et relancent les observations. Lors de la phase de bilan, quelques élèves utilisent des cas prototypiques pour asseoir cette découverte. Ainsi un élève cite le cas du cerisier : *"sur le cerisier, il y a des fleurs avant les cerises"*. D'autres élèves confirment, et vont citer d'autres exemples toujours sur des cas de fruitiers. En revanche, la surprise provoquée par le passage de la fleur au fruit ne donne pas lieu à un effet à long terme. Cette relation entre fleur et fruit n'est quasiment pas représentée sur les dessins lors du post-test alors que les étapes de la germination sont nombreuses et que le concept d'espèce prend forme.

#### • Le passage de la fleur au fruit au CE1

dans  
des représentations  
initiales, la fleur  
n'a pas de relation  
avec le fruit

Si la graine a une fonction définie dès les représentations initiales, il n'en va pas de même de la fleur, bien au contraire. Dans les représentations initiales au CE1, la fleur n'a aucun rôle sinon celui *"de faire beau"*. Parmi les fleurs, les fleurs des arbres fruitiers ont cependant un statut différent, car *"après les fleurs, il y a un fruit"*. En fait, là encore, il n'existe pas de relation nette : les élèves perçoivent cette relation comme une relation exclusivement temporelle qui n'établit pas de véritable liaison fonctionnelle entre la fleur et le fruit. L'exemple prototypique utilisé est celui de la cerise.

les actions  
didactiques  
permettent  
de donner un rôle  
aux différentes  
fleurs...

Pour faire émerger le problème, les actions didactiques démarrent autour d'une discussion sur le devenir de différentes fleurs (fleur de fruitier, fleur de légumineuse, et fleur dite *"pour faire beau"*). Les arguments utilisés par les élèves étant différents, le besoin d'observer le devenir de différentes fleurs se fait ressentir : il faut répondre à la question *"que deviennent les fleurs ?"*. Les élèves observent des pieds de tulipe ou de giroflée ou de fraisier. Chaque groupe doit présenter ses observations pour répondre à la question formulée par la classe. La transformation pour chaque plante des fleurs en fruits surprend les élèves puisque l'expérience remet en cause leurs représentations initiales, principalement pour les giroflées et les tulipes. Lors de la mise en commun, les élèves décrivent les évolutions : *"chute des pétales"*, *"le cœur de la fleur se développe et donne quelque chose"*. En fait, le groupe classe repère certains invariants traduisant la relation fleur/fruit.

Mais les élèves éprouvent des difficultés à nommer le résultat de cette transformation, ce qui fait dire à un enfant observant

... grâce  
au théorème-en-  
acte "une fleur  
se transforme en..."

la giroflée que la fleur *"devient des sortes de choses qui ressemblent à des haricots"*. En l'absence d'un vocabulaire commun relatif à la nouvelle classe de situation, la stratégie des élèves, devant les réticences des autres groupes, consiste à décrire ce qu'ils ont obtenu en utilisant des analogies ou en se focalisant sur la présence de graines observées dans le fruit, qu'ils ne peuvent nommer ainsi. Ils accordent ainsi une importance particulière aux objets déjà conceptualisés, ce qui fait dire à un élève : *"toutes les fleurs qui font rien, elles font des graines"*. Les représentations évoluent donc et reposent sur le théorème-en-acte *"la fleur donne quelque chose"*. Le besoin des enfants de nommer le résultat obtenu conduit l'enseignant à parler de "gousse" au lieu de "sorte de haricot" qui perturbe la classe. Cependant le terme de gousse sera utilisé ensuite abusivement par les élèves au cours de la situation de structuration. Celle-ci consistait à *"trouver ce qu'il y a de commun entre ces histoires de fleurs"* à partir de photos de la transformation fleur/fruit illustrant les différentes classes de situation. Quelques élèves dirent *"les fleurs deviennent des fruits ou des légumes, mais on ne sait pas si l'églantier c'est un fruit ou un légume"*. Cette hypothèse émise par inférence est refusée par un élève qui, pour infirmer cette proposition, prend l'exemple de la tulipe, connu de tous, et fait remarquer qu'elle ne donne ni fruit, ni légume, ce qui n'invalide pas l'invariant opératoire *"une fleur se transforme en..."*. Rappelons que les invariants opératoires sont de deux ordres : le concept-en-acte (catégorie qui permet de prélever l'information pertinente en situation) et le théorème-en-acte (proposition tenue pour vraie sur le réel, cette proposition peut être vraie ou fausse). La discussion conduit progressivement les élèves à catégoriser les résultats de cette transformation *"en fruit"* (au sens quotidien), *"en légume"* et *"en gousse sèche"*, terme proposé par des élèves qui répondaient au besoin de la catégorie *"non comestible"*. Le qualificatif *"sèche"* résulte des observations des fruits de giroflée, tulipe et rose de Noël dont les fruits sont secs.

Les actions didactiques menées ont entraîné une rupture et l'invariant opératoire de nature scientifique s'appuie cette fois sur le rôle de la fleur, il ne s'agit plus d'un élément isolé mais bien d'une catégorie végétale en relation avec le fruit. Elle se traduit par le théorème-en-acte scientifique *"une fleur se transforme en... (fruit, légume ou "gousse sèche")"*.

### • Le fruit

mais le mot "fruit"  
pose problème

Les représentations initiales reposent sur l'acception quotidienne du fruit, ce qui est un obstacle particulièrement résistant. Il est d'ailleurs difficile pour les enfants d'en donner une définition. Ils utilisent plusieurs théorèmes-en-acte, ceux-ci reposent sur le fait qu'un fruit peut *"contenir du jus"*, *"être sucré"* ou *"se manger en dessert"*. Ces différents théorèmes-en-acte sont utilisés conjointement ou indépendamment comme justification selon le fruit présenté. La pensée est



les théorèmes-en-  
acte quotidiens...

... font place  
à un invariant  
opératoire  
scientifique  
"les fruits  
contiennent  
les graines"

cependant,  
le terme "fruit"  
n'est pas encore  
un terme générique

opportuniste. Toutefois, à côté des fruits quotidiens, quelques enfants reconnaissent la tomate et la noix comme des fruits. Mais ils ne sont pas en mesure d'en donner une justification autre que *"mes parents me l'ont dit"* ou *"c'est comme ça !"*.

D'un point de vue didactique, le rôle de la fleur étant connu, c'est la difficulté à nommer le résultat de sa transformation qui débouche sur la résolution du problème *"qu'est-ce qu'un fruit ?"*. Lors de la manipulation de fruits comestibles (olives, tomates, fèves, kiwis...), les élèves disent que ces différents objets proviennent des fleurs. Après comparaison de ce qu'ils contiennent, les élèves parviennent au théorème explicite *"dans un fruit ou un légume, il y a des graines, des noyaux ou des pépins"*. Les mots "noyau", "pépin" et "graine" conduisent à rappeler que tous sont des graines *"puisque ça germe"*. Le concept est défini en compréhension à partir des invariants traduisant la provenance des fruits et la présence de graine à l'intérieur. C'est alors que le mot "légume" va provoquer un débat contradictoire et obliger les élèves à chercher les limites du concept en procédant par extension. Les élèves cherchent tous à confirmer le théorème-en-acte en faisant référence à d'autres objets que ceux manipulés, jusqu'au moment où un enfant hésitant finit par dire *"c'est les légumes, des graines ça ne va pas toujours !"*. Cette formulation maladroite, qui veut indiquer qu'il y a des légumes sans graines, fait que les élèves cherchent à se justifier en proposant courgette, aubergine... jusqu'au moment où l'un dit *"le radis, ça marche car j'ai planté des graines et j'ai eu des radis"*. Il s'en suit un débat dans lequel certains élèves infirment la proposition du radis comme fruit en argumentant leur propos : *"il n'y a pas de graine dans le radis"*. Mais comme l'auteur de la proposition du radis n'en démord pas, les élèves utilisent alors des contre-exemples, c'est-à-dire des légumes qui ne sont pas des fruits : *"il n'y a pas de graine dans la salade", "dans les carottes non plus !"*... Ainsi le mot "légume" devient l'occasion d'un nouveau problème puisque certains légumes ne contiennent pas de graines. La rupture a eu lieu avec la remarque suivante *"Alors comment fait-on ?"* Ici, la médiation de l'enseignant s'impose et il donne la définition : *"Tout ce qui contient des graines est un fruit pour les scientifiques."*

Comment comprendre la conceptualisation en jeu dans cette discussion ? La remise en cause des théorèmes-en-acte quotidiens est le résultat des actions didactiques et permet aux invariants scientifiques de s'installer : ils reposent sur la présence de graines, noyaux ou pépins dans le fruit. Parallèlement une autre proposition se développe : *"un fruit vient d'une fleur"*. Cependant, pour justifier la classification des fruits, seul le critère de la *"présence des pépins, noyaux ou graines"* permet de valider le classement.

Malgré cela, un obstacle particulièrement tenace demeure, celui du caractère non comestible de certains fruits. Le caractère comestible qui vient du concept quotidien crée une résis-

tance particulière. Il paraît très difficile à l'enfant de 9 ans d'utiliser le mot "fruit" pour représenter l'ensemble de ce que le botaniste appelle fruit. Il préfère énumérer les différentes catégories de fruits : *"fruits, légumes (au sens légume-fruit), et les fruits non comestibles"*, l'ensemble reposant sur l'invariant opératoire *"contient des graines"*. L'élève s'assure ainsi de la compréhension commune du groupe ; c'est une façon de lever l'ambiguïté lexicale.

### • La fleur

seuls les pétales et le cœur définissent la fleur dans les représentations initiales

Les représentations initiales concernant la morphologie de la fleur reposent sur la présence de pétales qui constitue le théorème-en-acte de base. Ce qui est corroboré par les dessins représentant un rond (parfois appelé cœur) autour duquel sont disposés les pétales. Avec une telle conception, la fleur n'est pas conceptualisée comme un objet sexué et donc la fécondation est méconnue. Quant au "pollen", il est associé à l'abeille et au miel, voire parfois "à des maladies" c'est-à-dire aux allergies ; aucune de ces conceptions ne participant, là encore, au concept de reproduction sexuée.

Les actions didactiques portent sur l'observation et la manipulation de fleurs simples. Le classement des différentes pièces florales du lys amène les enfants, après une série d'essais et de comparaisons, à la distinction de deux objets : les étamines et le pistil, ce qui va à l'encontre de leurs représentations initiales puisque le cœur de la fleur correspondait à un seul objet.

les dessins traduisent l'évolution conceptuelle du cœur en pistil et étamines

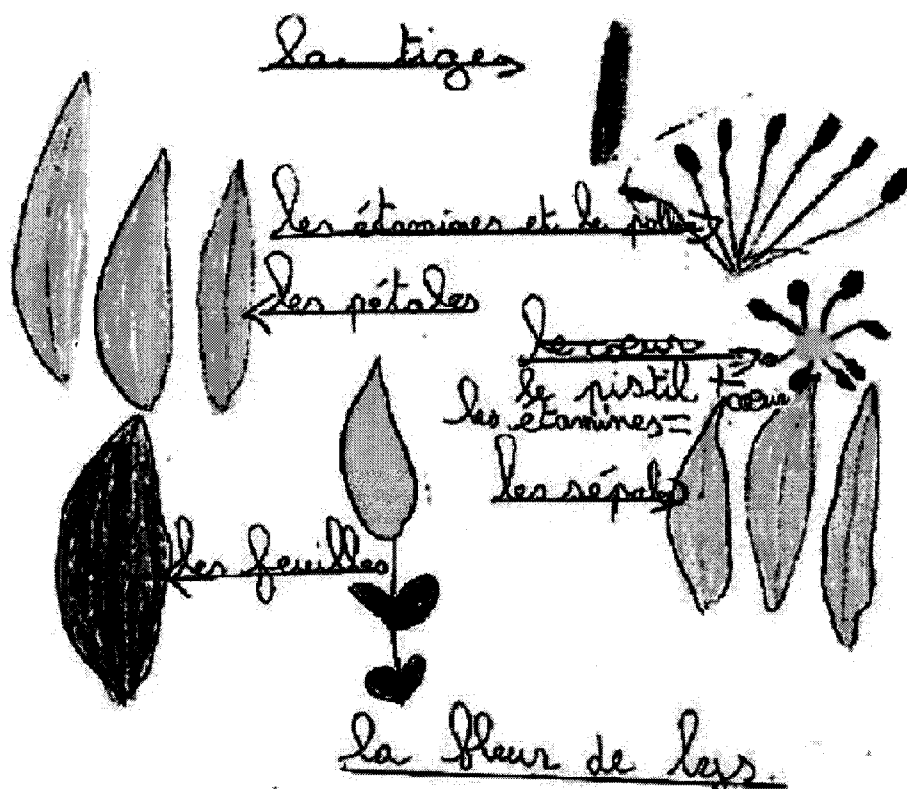
Les dessins traduisent, eux aussi, la rupture avec le concept quotidien. Dans leur grande majorité, ils correspondent à la morphologie d'une fleur simple. Le "cœur" de la fleur devient un élément composé "d'étamines et d'un pistil". Il y a alors début de différenciation des organes de la fleur. Le dessin est un bon indicateur du niveau de conceptualisation atteint, car les élèves n'ayant pas rompu avec leurs conceptions quotidiennes continuent à dessiner un cercle rempli de petits traits entouré de pétales.

En ce qui concerne le vocabulaire, nous notons une forte persistance des termes "cœur" et "pollen" dans les propos et les écrits des élèves. Cependant, leur signification n'est pas forcément la même avant et après les actions didactiques. Ainsi, après les actions didactiques, si les élèves ont rompu avec leurs représentations initiales, le terme "cœur" correspond au pistil et le "pollen" est utilisé à la place du mot "étamine". Les deux organes sexués sont pensés séparément, ils sont identifiés sur les dessins ou sur les fleurs sans aucune erreur. Seul le vocabulaire reste quotidien mais avec un sens différent de celui qu'il avait avant les actions didactiques.

### • La fécondation de la fleur

Enfin, les actions portant sur la pollinisation et la fécondation répondent à la question *"quelle(s) partie(s) de la fleur produi(sen)t le fruit ?"*. Pour cela, on propose aux élèves

## Document 5. Dessin de la fleur de lys (actions didactiques CE1)



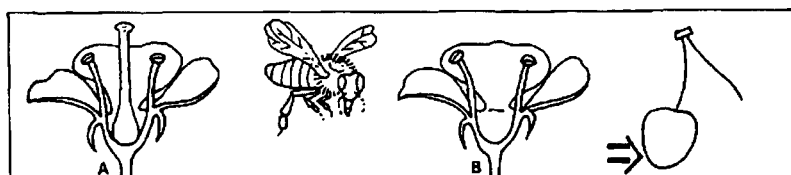
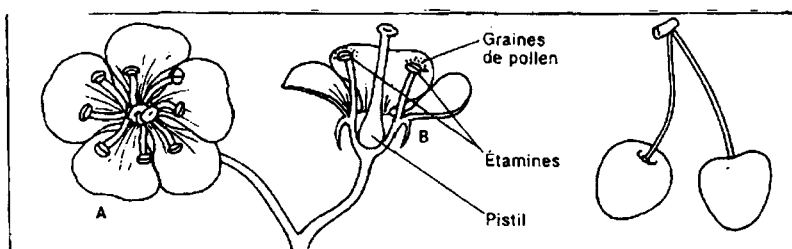
d'interpréter des dessins représentant des expériences sur la pollinisation d'un cerisier (voir figure 4) et de réaliser des expériences de pollinisation sur des pieds d'amaryllis. En fait, les élèves se focalisent sur la transformation visible du pistil en fruit. "Sans pistil, il n'y a pas de cerise" ou "le pistil donne le fruit". Le rôle du pollen demeure difficile à conceptualiser.

Durant les confrontations orales, les élèves insistent sur l'importance du pistil pour obtenir un fruit. Ce n'est qu'avec la remarque d'un enfant "oui, mais il y a le pollen qui sert !" que les élèves vont alors porter leur attention sur le pollen et les étamines. Les élèves étant en désaccord, ils sont contraints d'utiliser tour à tour différents arguments sans réussir vraiment à établir une relation de causalité. Les conditions nécessaires et non suffisantes (rôle du pollen) s'avèrent être un obstacle durable pour la majorité des enfants de 8 / 9 ans. Ainsi, les théorèmes-en-acte construits par les enfants sont de plusieurs natures.

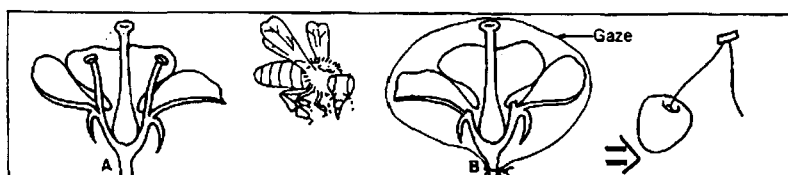
- La conception scientifique du pollen est faiblement représentée : "le pollen sert à faire grossir le pistil" ou "le pollen fait grossir le pistil pour qu'il fasse une cerise en éclatant".

lors  
de la fécondation,  
le rôle du pistil  
est compris...

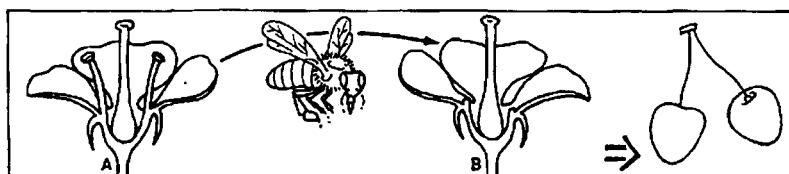
## Document 6. Expériences sur la pollinisation du cerisier (CE1)



1. Qu'a-t-on enlevé à la fleur B ? On a enlevé le pistil.  
 Que montre cette expérience ? Elle montre comment se développe la fleur pour donner un fruit.



2. Comment expliques-tu que la fleur B ne donne pas de cerise ? La fleur ne donne pas de cerise parce que le cœur de la fleur n'est pas bien formé, car il manque les étamines autour du pistil.



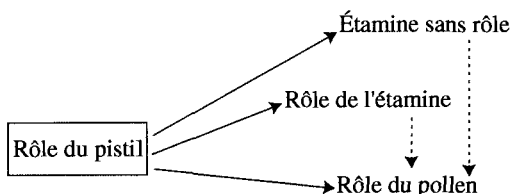
3. Que montrent ces dessins ? Ces dessins montrent la naissance des fruits.  
 4. Peux-tu expliquer le rôle du pollen ? Le rôle est d'être déposé par une abeille sur la fleur.

- Pour la majorité des enfants, le rôle du pollen repose uniquement sur des aspects quotidiens. Les élèves se focalisent sur l'abeille comme un vecteur de transport du pollen : *"sans faire exprès, l'abeille met du pollen sur son dos"*. Mais le pollen n'est pas conceptualisé pour son rôle dans la fécondation. Une élève explique même que *"le pollen ne sert à rien parce que l'abeille a pris le pollen et ça a donné deux cerises"*. Pour elle, l'abeille ne dépose pas de pollen sur le pistil de la fleur voisine, donc les deux fleurs se trouvent sans pollen et cependant il y a des cerises. Son interprétation bien qu'étant erronée repose sur un théorème-en-acte tout à fait pertinent.
- Le pollen reste associé à la morphologie de la fleur mais sans plus. Il sert à *"construire la fleur"*.

... alors que le rôle du pollen reste souvent un obstacle

Nous observons que les enfants qui ont un bon niveau de conceptualisation du rôle du pollen ont tous une représentation scientifique du rôle du pistil. Par contre l'inverse n'est pas vrai. La conceptualisation du rôle du pollen se construit donc en dernier.

Nous notons une filiation selon un ordre partiel qui se traduit par trois voies possibles de conceptualisation comme indiqué ci-dessous :



Voici des réponses d'enfants aux expériences sur la pollinisation qui illustrent les différentes voies.

- Stéphanie : *"1. Si on enlève le pistil, ça va pas faire de cerise. 2. Il n'y a pas d'étamines ; à cause de la gaze, l'abeille ne peut pas mettre le pollen dessus (le pistil). 3. Le pistil donne le fruit. 4. Le pollen sert à faire le fruit."* Ici, il s'agit de la voie directe de conceptualisation.

la conceptualisation de la fécondation se construit de différentes manières chez les enfants

- Yasmine : *"1. Sans pistil, il n'y a pas de cerise. 2. Pas d'étamines et pas de pollen, alors il n'y a pas de cerise. 3. Pas besoin d'étamines mais du pistil. 4. Le pollen fait grossir le pistil pour qu'il fasse une cerise en éclatant."* L'étamine n'a pas de rôle dans la fécondation.

- Séverine : *"1. Sans pistil, pas de cerise. 2. Pas de cerise parce qu'il faut le pistil et les étamines. 3. Sans pistil et sans étamines, la cerise ne pousse pas."* La dernière proposition est vraie, car elle fonctionne sur une négation, mais l'élève ne parvient pas à concevoir le rôle de l'étamine. C'est une proposition qui repose sur le principe du "tout ou rien".

Les enfants qui réussissent le mieux sont ceux qui transforment l'absence d'un élément en proposition affirmative en construisant un lien de causalité. La conceptualisation de la fécondation semble difficile pour nos jeunes élèves car ils traitent les informations isolément et donnent une importance toute particulière à l'élément qui se transforme en fruit. Le primat de la perception l'emporte sur les conditions nécessaires et non suffisantes.

Malgré les difficultés à comprendre la pollinisation, la compréhension de la transformation fleur/fruit s'affine en relation avec la structure de la fleur. Les relations conceptuelles s'enrichissent donc progressivement et traduisent une conceptualisation plus scientifique.

*“Que ce soit au niveau des observations, des méthodes expérimentales, des principes de causalité, des modèles, le pédagogue peut commencer par la pensée commune exprimée initialement par les enfants. Mais sans travail sur les représentations, il risque de ne pas parvenir à dépasser la pensée commune, ou d'y revenir.”* (Rumelhard, 1997)

## 5. LES POINTS-CLEFS DU PROCESSUS DE CONCEPTUALISATION

Les conceptions quotidiennes évoluent vers des idées plus scientifiques par des aménagements successifs, et différemment selon les élèves. Étudier la conceptualisation c'est aussi rechercher les relations qui sont construites entre les différents concepts mis en jeu dans la reproduction végétale, la façon dont ceux-ci sont organisés en un système cohérent.

### 5.1. Les trois concepts : la graine, la fleur et le fruit

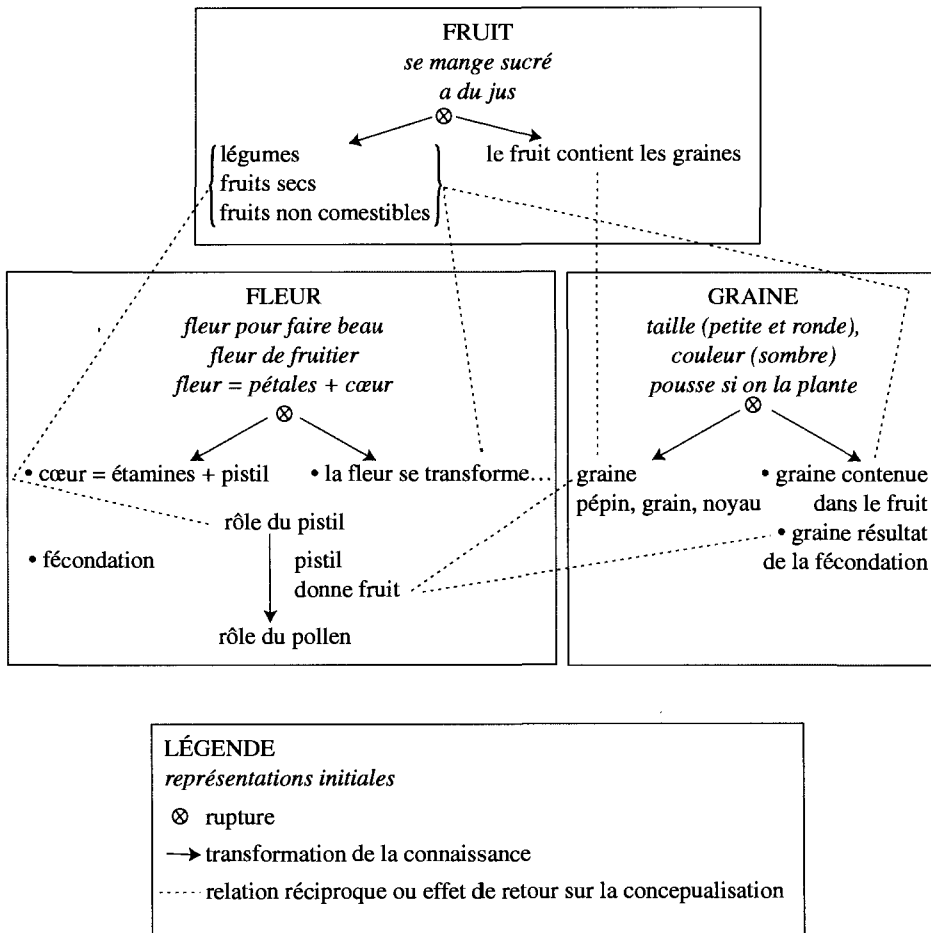
Les représentations initiales sur la reproduction végétale développées par les enfants correspondent à une juxtaposition d'états sans relation véritablement opératoire. Les théorèmes-en-acte quotidiens, en jeu dans les représentations initiales, ne permettent pas la mise en relation des concepts et des relations nécessaires pour une conceptualisation scientifique. Une *rupture* est nécessaire pour déstabiliser l'aspect quotidien et permettre à l'enfant d'évoluer vers le concept scientifique. C'est le rôle des actions didactiques.

Le schéma de la page suivante (figure 5) résume, pour chaque concept, les différents invariants opératoires (quotidiens et scientifiques) observés chez les élèves de 6 / 9 ans. Rappelons que les invariants sont :

- des concepts-en-acte (catégories qui permettent de prélever l'information pertinente en situation),
- des théorèmes-en-acte (propositions tenues pour vraies sur le réel).

les actions didactiques permettent la rupture des théorème-en-acte quotidiens...

### Document 7. Les étapes de la conceptualisation



Ils permettent d'expliquer le glissement des représentations initiales vers une conceptualisation de nature plus scientifique.

Les relations développées entre les trois concepts sont le résultat des actions didactiques et témoignent d'un début de conceptualisation scientifique.

Ainsi, les actions didactiques menées sur le concept de fruit conduisent les élèves à développer de nouvelles relations entre le fruit et la fleur, le fruit et la graine. La graine n'est plus seulement l'élément initial du cycle de vie. Elle est aussi le résultat de la fécondation. Les différentes graines contenues dans les fruits consolident aussi le concept de graine.

... et participent à la transformation de la connaissance tout en favorisant les relations entre les concepts

Le travail sur la fécondation de la fleur renforce le concept scientifique de fruit (principalement pour les fruits non comestibles) et renforce aussi le concept de fleur sous l'angle morphologique.

Les invariants construits pour chacune des catégories s'enrichissent mutuellement en fonction des relations tissées par l'enfant.

## 5.2. Ambiguïté des mots

Au cours des actions didactiques, nous avons observé une difficulté, pour les élèves, à utiliser certains mots.

À travers les réponses des élèves se pose le problème de l'énonciation de propositions assertives car les stratégies employées par les enfants diffèrent selon leur niveau de conceptualisation.

une même  
formulation peut  
correspondre à  
un concept  
quotidien ou  
scientifique...

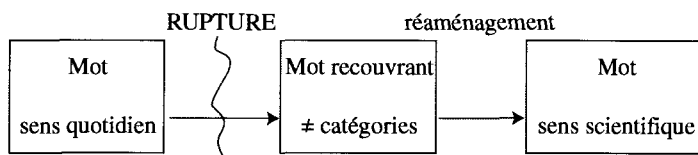
Une même énonciation peut recouvrir un théorème-en-acte reposant sur un aspect scientifique ou quotidien. Par exemple : *"une fleur donne un fruit"* peut ne recouvrir que les fleurs prototypiques de fruitier (il s'agit donc de l'aspect quotidien) alors que pour un autre enfant cette même formulation s'appliquera à l'ensemble des fleurs (et traduira un concept scientifique). Un élève qui évoque *"le cœur de la fleur"* peut représenter le centre sans fonction de la fleur (aspect quotidien) ou bien dans une optique plus scientifique, cette énonciation peut faire référence au pistil, en dépit du fait que le vocabulaire scientifique n'ait pas encore été mémorisé.

C'est pourquoi pour comprendre les enjeux de la conceptualisation et le niveau dans lequel elle évolue, il est primordial de faire référence aux cas particuliers qui donnent sens au concept, puisqu'une définition décontextualisée peut être d'ordre scientifique ou quotidienne chez les élèves.

... d'où l'importance  
des différentes  
classes de situations  
qui lui donnent sens

Une formulation savante peut donc être un leurre si l'élève n'a pas rompu avec les représentations initiales quotidiennes. C'est pourquoi c'est à partir des nombreux cas particuliers, relevant de différentes classes de situations auxquelles l'élève est confronté, que s'instaure la rupture.

Ainsi il y a ambiguïté des mots : graine, pollen, cœur, fruit. Ces mots n'ont pas le même sens selon que les élèves ont rompu ou non avec leur représentation quotidienne. On peut dire que les actions didactiques provoquent un glissement de sens qui se résume de la façon suivante :





Un mot quotidien ne devient pas facilement le terme générique d'un concept scientifique car l'enfant doit construire un sens nouveau et rompre avec le sens ancien. Il passe alors par une phase intermédiaire où il utilise le nom des différentes catégories comme nom générique. Par exemple : au lieu de dire "fruit" il dira "*fruits, légumes et gousses sèches*" ; pour "graine" il utilisera "*graines, noyaux et pépins*". C'est le niveau atteint à 9 ans, après action didactique, par la grande majorité des élèves.

La construction d'invariants opératoires repose sur des cas particuliers relevant des différentes classes de situations qui définissent le concept, et sur le questionnement qui les accompagne.

Si certains mots sont ambigus lorsqu'ils proviennent de la sphère quotidienne, le dessin quant à lui paraît un excellent indicateur des conceptions des enfants. Le dessin produit par l'enfant traduit bien les invariants opératoires qu'il utilise au moment où il le réalise.

le sens des mots  
change en fonction  
de l'évolution de  
la conceptualisation

Les élèves souhaitent partager un vocabulaire commun de manière à pouvoir communiquer et à être compris le plus clairement possible. Aussi utilisent-ils l'énumération des catégories pour les mots dont la définition scientifique ne recouvre pas la définition quotidienne. En ce qui concerne le vocabulaire scientifique donné par l'enseignant (pistil, étamines, cotylédons, gousse...), il est utilisé relativement bien à court terme, mais ces mots sont souvent oubliés au CE2, bien que les théorèmes-en-acte scientifiques qu'ils sous-tendent demeurent. Lors des entretiens au CE2, les élèves peuvent à bon escient réutiliser ces mots scientifiques, s'ils leur sont proposés.

En conséquence, l'enseignant doit réfléchir au niveau de formulation qu'il demande aux élèves d'apprendre. Celui-ci reste non-opératoire s'il ne recouvre pas des exemples relevant des différentes classes de situations. La vigilance s'impose donc, principalement lorsque l'enseignant souhaite évaluer les connaissances des élèves.

## EN GUISE DE CONCLUSION

Après action didactique, la construction des concepts scientifiques n'est pas pour autant finie. Il y a eu rupture des théorèmes-en-acte quotidiens, mais les représentations initiales ne sont pas pour cela totalement abolies. Nous retrouvons ici la prégnance des obstacles épistémologiques et lexicaux.

Spontanément, l'enfant fait référence à des situations quotidiennes, mais les relations anciennes entre les différents concepts existent encore. Les entretiens (avec effet de conflit cognitif) conduisent l'enfant à se placer progressivement sur

la conceptualisation de la reproduction végétale n'est pas terminée à 9 ans, elle nécessite plusieurs années de ruptures et de réaménagements successifs

le versant scientifique, surtout s'il y était parvenu durant les actions didactiques. Mais il n'y a pas ni stabilisation, ni automatisation de la connaissance scientifique. La conceptualisation de la reproduction végétale n'est pas terminée, elle doit être remise en jeu par des actions didactiques nouvelles qui participeront à leur consolidation. C'est donc sur le long terme qu'il convient de penser la construction et l'acquisition de concepts scientifiques, en aménageant les ruptures et les filiations indispensables au développement de savoirs cohérents et opérationnels. L'enjeu de la conceptualisation scientifique ne se situe pas au niveau d'une seule année mais de plusieurs.

Analyser la conceptualisation en classe à la lumière de la théorie des champs conceptuels de Vergnaud révèle que la conceptualisation de la reproduction végétale se construit selon un ordre partiel où les invariants opératoires scientifiques s'organisent en système. Les différences observées entre le sens des mots et les différentes catégories du concept nous renvoient au sens et à la signification du mot tels que Vygotski les a développés. Le concept scientifique ne se construit pas avec tous ses éléments d'un seul coup mais par des ruptures et aménagements successifs, ce qui permet de comprendre les différents sens développés dans la classe entre les élèves et le maître.

la conceptualisation, un enjeu cognitif mais aussi didactique

Si les études sur la conceptualisation paraissent indispensables pour la compréhension du fonctionnement cognitif des enfants, la prise en compte des variables didactiques l'est tout autant. La médiation au sein de la classe s'avère être un des vecteurs de la conceptualisation scientifique. De sorte que la formation initiale et continue des enseignants a un rôle considérable à jouer pour que ceux-ci permettent aux jeunes élèves d'être confrontés à de vrais concepts scientifiques. Et ce n'est pas en épurant et en morcelant les concepts, comme nous l'observons trop souvent dans les classes, que la construction des connaissances scientifiques se fera ; c'est principalement par la mise en évidence des relations entre concepts et de leur rapport avec les situations.

Catherine BOYER  
IUFM de Versailles, centre d'Antony

## BIBLIOGRAPHIE

ASTOLFI, J.-P., PETERFALVI, B. (1997). Stratégie de travail des obstacles : dispositifs et ressorts. *Aster*, 25, 193-216.

BOYER, C. (1998). *Conceptualisation de la reproduction végétale à l'école primaire*. Thèse sous la direction de G. Vergnaud, Université Paris V.

JOHSUA, S., DUPIN J.-J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris : PUF.

RUMELHARD, G. (1997). Travailler les obstacles pour assimiler les connaissances scientifiques. *Aster*, 24, 13-35.

VERGNAUD, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherche en didactique des mathématiques*, 10, 2-3, 133-170.

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



# OBSERVER L'ACTIVITÉ LANGAGIÈRE DES ÉLÈVES EN SCIENCES

Martine Jaubert  
Maryse Rebière

*Quelle est la place des activités langagières dans la construction des savoirs en sciences? L'école (y compris l'école primaire) tend à parcelliser les enseignements, isolant les activités langagières des activités cognitives, cette organisation étant à l'origine de la notion de "français transversal". Or les apprentissages sont étroitement liés aux pratiques socio-langagières de référence des différentes disciplines. Apprendre, c'est s'instituer acteur dans chaque contexte disciplinaire ce qui suppose de s'approprier les pratiques socio-langagières qui fondent sa cohérence. L'observation de l'activité langagière des élèves, au cours d'un apprentissage scientifique donné, montre que la construction des savoirs est en relation avec la construction de stratégies langagières sur lesquelles repose la cohérence des discours scientifiques. Or, il s'avère que ces stratégies cognitivo-langagières qui fondent la cohérence discursive en sciences, peuvent ne pas appartenir au répertoire des pratiques langagières usuelles des élèves. Le rôle de l'école consiste donc à en permettre l'appropriation, dans le cadre de l'enseignement scientifique, par tous les enfants.*

## 1. CADRE THÉORIQUE ET OBJET DE RECHERCHE

pourquoi l'école  
privilégie-t-elle  
la "maîtrise  
de la langue"  
pour les acquisitions  
disciplinaires?

Le privilège actuellement accordé aux pratiques langagières dans la construction des savoirs en toutes disciplines, conduit les didacticiens de français à observer l'activité langagière des élèves sous un angle nouveau et à s'interroger sur ce qu'elle révèle de l'activité cognitive. Le travail présenté ici s'inscrit dans ce champ d'investigations apparemment fécond, pour la compréhension duquel quelques précisions théoriques sont nécessaires.

Dans le cadre socio-historique qui est le nôtre, d'une part langage et pensée, selon la perspective vygotskienne, entretiennent une relation de nature interactive, d'autre part, selon la perspective bakhtinienne, l'activité langagière est fondamentalement dialogique, ce qui nous conduit à considérer tout énoncé, même écrit, même apparemment isolé, comme une réponse à une proposition antérieure ou en prévision d'une proposition à venir.

Par ailleurs, la construction d'un savoir est indissociable de l'appropriation des pratiques (y compris langagières) propres au groupe social qui l'a produit. Chaque groupe élabore ainsi son propre "contrat de communication" (Charaudeau, 1983) qui régule et définit ce qui est acceptable. Les formes discurs-

les formes langagières ("genres") caractérisent les pratiques de chaque groupe social. Elles structurent et rendent communicables leurs contenus.

l'activité langagière n'existe pas "à vide" : elle vise l'élaboration de significations, elle est tributaire de la situation de communication, elle est constitutive de la pensée.

les formes linguistiques n'ont pas une signification intrinsèque : elles sont de simples indicateurs

apprendre à l'école, c'est s'approprier les pratiques cognitives, sociales et langagières transposées dans le cadre des disciplines.

sives (que Bakhtine appelle "genres") sont de ce fait spécifiques de l'activité qui les génère, du point de vue de la communauté qui les produit. L'enseignement disciplinaire (scientifique par exemple) suppose donc l'apprentissage, entre autres, des pratiques langagières inhérentes à l'élaboration et à la communication des savoirs, dans le cadre d'une transposition didactique. Nous faisons l'hypothèse qu'il ne peut y avoir construction des savoirs sans la construction simultanée des discours qui permettent de dire ces savoirs. Or ces discours ne font pas l'objet d'apprentissage à l'école alors qu'ils ne font pas partie des pratiques langagières usuelles de tous les élèves.

D'autre part, les productions langagières orales et écrites sont spécifiques des situations qui les ont générées. De ce fait, elles révèlent ce que l'enfant comprend de la situation qui lui est proposée, de l'activité dans laquelle il est engagé et de l'usage des savoirs en jeu dans la relation didactique. Or, la construction des savoirs est tributaire du sens donné à l'activité : elle est donc fortement dépendante des pratiques langagières mises en œuvre. Ce constat nous amène à faire une seconde hypothèse selon laquelle certaines pratiques langagières ne permettraient pas la construction des savoirs et pourraient même y faire obstacle.

Enfin, les discours portent des traces de l'interprétation faite par les élèves (fonctions qu'ils attribuent au langage, rôle qu'ils s'autorisent à tenir dans cette activité...) et témoignent du travail qu'ils effectuent pour entrer dans ce qui constitue la "communauté scientifique scolaire". Nous pensons que c'est dans la mise en œuvre de productions langagières "intermédiaires", leurs reprises, leurs modifications que l'enfant peut faire évoluer le sens qu'il donne à l'activité et par là-même peut construire les savoirs ciblés.

Aussi, au cours de l'apprentissage à l'école, les oraux et les écrits de travail ou réflexifs, apparaissent-ils comme des lieux privilégiés d'acculturation aux pratiques scientifiques.

Le travail exposé privilégie deux questions que nous abordons successivement :

1. La construction du savoir est-elle corrélée à certaines stratégies langagières ?
2. Ces stratégies langagières sont-elles compatibles avec les pratiques cognitivo-langagières usuelles de chacun ?

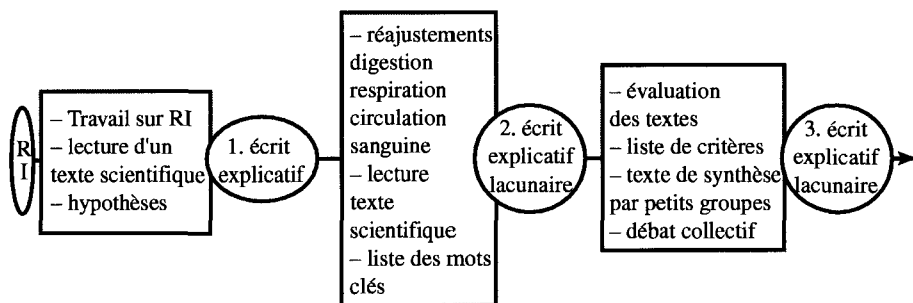
## 2. CADRE DE LA RECHERCHE

Le travail présenté ne s'inscrit pas dans une démarche expérimentale. Il s'agit avant tout de comprendre ce qui se joue, ce qui se passe, sur le plan langagier dans la classe de sciences. Nous n'avons donc pas mis en place de protocole expérimental, ni élaboré de séquence didactique particulière

pour tester nos hypothèses. Leur pertinence devrait être dégagée de l'analyse du corpus, à partir de notre appareil théorique.

## 2.1. Corpus

Le corpus analysé au cours de la recherche, corpus dont le travail présenté ne prend en compte que certains éléments, regroupe les productions langagières, orales et écrites, individuelles et collectives, d'une classe de CM2, lors d'un module d'apprentissage de biologie d'une trentaine d'heures sur le concept de surface d'échanges à partir des échanges placentaires.



construction d'un modèle scientifique: quels savoirs ciblés? quelles pratiques langagières?

Les élèves ont pour tâche de construire le discours de justification du concept de surface d'échanges, après qu'un espace problème (au sens de C. Orange, 1997) a été construit et évolue régulièrement au gré des nouvelles contraintes relevant du registre empirique ou du registre des modèles. Les pratiques langagières analysées dans cette recherche concernent donc, principalement, des activités de modélisation.

Plus que pour tout autre objet d'apprentissage scientifique, celui-ci repose sur la construction d'un point de vue pour lequel le savoir n'est pas donné mais est le résultat de l'activité cognitivo-langagière d'une communauté discursive qu'il s'agit de construire et dans laquelle il convient d'être acteur.

attention: les sciences ne se réduisent pas au langage,

Loin de nous l'idée de réduire les sciences au langage. Il est évident que les pratiques langagières ne sont qu'une des facettes des pratiques scientifiques. Cependant, notre objet de recherche concerne l'apport de chacun à la construction d'une communauté discursive scientifique scolaire, plus précisément le travail de conceptualisation que les enfants font avec/dans/par le langage, ce qui explique notre focalisation sur le versant discursif de l'activité scientifique.

### 3. EXISTE-T-IL UNE CORRÉLATION ENTRE LA CONSTRUCTION DU SAVOIR ET CERTAINES STRATÉGIES LANGAGIÈRES ?

#### 3.1. Savoirs et cohérence langagière

Pour mettre en relation savoirs et cohérence discursive, nous avons été amenées à évaluer dans les productions écrites, d'une part les savoirs scientifiques (et donc à objectiver les critères implicites qui sous-tendent les évaluations en classe), d'autre part la cohérence textuelle à partir de critères empruntés au champ de la linguistique.

##### • Évaluation des savoirs

Nous avons donc cherché à identifier, au fil des différentes séances, les productions d'élèves qui manifestent la construction des savoirs attendus par l'enseignante. Tous les textes produits ont été évalués à des fins de recherche. Le travail dont nous rendons compte s'appuie sur les évaluations (en termes de savoir disciplinaire) faites par l'enseignante de la classe et des didacticiens de biologie, de trois textes produits individuellement par les élèves pour essayer d'expliquer le développement du fœtus, à trois moments différents du module d'apprentissage.

##### Critères

évaluation  
synchronique  
des savoirs:  
le problème  
des critères

Les savoirs construits par les élèves ont été évalués selon les cinq séries de critères suivantes :

- notion d'échange au sein d'un milieu (vie en autarcie ou dans un système) ;
- rôle du sang (médiation ou non du sang) ;
- nature des échanges (échange de sang, de nourriture ou d'air, de nutriments, d'oxygène, etc.) ;
- fonctionnement (tuyauterie, filtre, etc.) ;
- lieu des échanges (placenta, cordon, autre).

Pour chaque série de productions, un certain nombre d'élèves, considérés comme ayant construit un savoir acceptable sur le plan scientifique, a pu être identifié, et une "archive" (Foucault, 1969) s'est ainsi constituée, légitimée par l'évaluation.

##### Exemples d'évaluation des savoirs en fin de module

Consigne d'écriture: Pour limiter le champ du problème et en rappeler les données, une introduction *"Dans le placenta se rencontrent les circulations fœtale et maternelle sans que les sangs ne se mélangent."* et une conclusion *"La mère apporte à l'embryon tout ce dont il a besoin, le placenta jouant le rôle de filtre pour certains produits nocifs."* sont données par la maîtresse. Les enfants doivent alors compléter le texte en expliquant comment fonctionnent les échanges.



un modèle  
pertinent

• **Alexandre**

*Les échanges*

Dans le placenta se rencontrent les circulations fœtale et maternelle sans que les sangs ne se mélangent.

*Le cœur propulse le sang oxygéné au placenta, là où se font les échanges. Le sang de la mère récupère les déchets et donne au sang de l'embryon ou du fœtus les besoins nutritifs et l'oxygène puis ils passent par les veines ombilicales qui conduisent au cœur et aux organes du fœtus ou embryon. Ces échanges servent à faire vivre et la croissance du fœtus ou embryon.*

La mère apporte à l'embryon tout ce dont il a besoin, le placenta jouant le rôle de filtre pour certains produits nocifs.

des savoirs  
émiettés

• **Marine**

*Les échanges entre l'embryon fœtus et la mère*

Dans le placenta se rencontrent les circulations fœtale et maternelle sans que les sangs ne se mélangent.

*Les échanges apportent à l'embryon (fœtus) de l'oxygène et tout ce dont il a besoin en substances nutritives, qui passent dans le cordon ombilical. ~~Il sert~~ Elles servent à la croissance de l'embryon ou fœtus jusqu'à la naissance. ~~Ça se passe comme ceci~~ Les échanges se font dans le placenta, ils vont dans le cordon ombilical et va ensuite à l'embryon ou fœtus.*

La mère apporte à l'embryon tout ce dont il a besoin, le placenta jouant le rôle de filtre pour certains produits nocifs.

L'évaluation de ces textes sur le plan des savoirs construits en sciences, montre que la conception en tuyauterie, prégnante dans les représentations initiales de ces élèves (particulièrement visible chez Marine, cf. annexe), semble abandonnée au profit de la notion d'échanges de diverses natures au sein d'un milieu ("oxygène", "substances nutritives", "besoins nutritifs" remplacent des formulations du type "toute la nourriture que la mère avale atterrit dans le ventre du bébé", "tuyau", etc.).

Si le rôle du sang est perçu et mis en valeur par Alexandre, tant par rapport à la nutrition que par rapport à l'apport d'oxygène, en revanche dans le texte de Marine, il n'est jamais mentionné. On peut donc se demander si son rôle de "transporteur" a été construit.

La réciprocité des échanges mère/fœtus est prise en compte avec l'utilisation du couple "récupérer/donner" dans le texte d'Alexandre, alors que dans le texte de Marine, les échanges se réduisent à un apport exclusivement maternel.

Par ailleurs, la nature des échanges commence à être envisagée d'un point de vue scientifique comme l'attestent l'emploi de "substances nutritives" par Marine et celui de "besoins nutritifs" par Alexandre, désignation qui rompt avec l'expression "nourriture", antérieurement utilisée par l'enfant et se rapproche de la notion de substance, évoquant une transformation.

Le placenta est bien perçu comme le lieu des échanges par les deux enfants.

En revanche, le fonctionnement des échanges n'est pas explicité dans aucun des deux textes. Il l'a été pour Alexandre dans un texte précédent et est considéré comme compris par nos collègues scientifiques. À l'opposé, Marine semble n'avoir construit aucun modèle du fonctionnement des échanges...

La maîtresse et nos collègues de biologie, sollicités pour l'évaluation, estiment qu'Alexandre a construit l'ensemble des savoirs attendus, contrairement à Marine qui, si elle a construit certains savoirs, semble cependant ne pas pouvoir justifier le modèle proposé par la maîtresse pour remplacer le modèle de type transfusion/mécanique qui était le sien au début du module.

### • **Évaluation de la cohérence**

la cohérence  
textuelle.

Les mêmes textes, qui sont des unités communicatives, ont été étudiés sur le plan de la cohérence textuelle.

#### **Critères**

Le contexte, reconstruit par l'élève, constitue un cadre structurant et oriente son activité langagière à travers les genres discursifs mobilisés. On peut en déduire que le discours évalué comme cohérent par son émetteur et ses destinataires est répertorié par chacun, sensiblement de la même manière, dans un même paradigme culturel (reconnu par chacun, même s'il n'est, à l'école notamment, que partiellement partagé). Ainsi, la cohérence d'un texte est-elle l'effet de l'appropriation, par un individu, des pratiques cognitives, sociales et discursives d'un groupe social donné, dans lequel il peut devenir acteur.

évaluation  
synchronique  
de cette  
cohérence:  
le problème  
des critères

Les critères de cohérence auxquels nous nous référons sont empruntés à la théorie développée dans *Fonctionnement des discours* (Bronckart et al., 1985) qui considère les textes comme des productions sociales et souligne les relations d'interdépendance entre les productions langagières et leur contexte d'élaboration.

Nous avons ainsi analysé l'ensemble des critères suivants :

1. Les genres textuels dont relèvent les textes et leur adaptation aux enjeux de la communication. Les genres structurant les échanges langagiers et toute production langagière ayant pour fonction, entre autres, de permettre d'agir sur le destinataire (le séduire, le captiver, le convaincre, le conseiller, lui rendre compte...), nous avons d'abord évalué la pertinence de la visée des différentes productions. Les productions langagières efficaces, dans le contexte étudié, doivent relever de l'"explication scientifique" qui suppose problématisation/élucidation/preuve (qui participe du monde des savoirs et non de celui des croyances).

2. Ensuite, tout échange langagier mettant en jeu des significations, nous nous sommes intéressées à ce dont on parle (objets

discursifs élaborés dans l'acte de communication). Mais ces objets, dont la signification est constamment négociée au cours de l'apprentissage, renvoient à des perceptions du monde.

Aussi avons-nous évalué simultanément la pertinence du monde discursif élaboré. Outre l'analyse du lexique, nous avons été amenées à observer l'architecture interne des textes.

### 3. L'architecture interne des textes

\* Nous nous sommes intéressées aux mondes discursifs mis en scène : narration, récit conversationnel, discours théorique ou discours en situation. Ont été considérés comme pertinents dans le contexte proposé, les discours théoriques relevant de l'"ordre de l'exposition"

\* Nous avons aussi étudié les mécanismes de textualisation et avons regardé :

- si le fil conducteur était assuré au moyen des reprises qui assurent la permanence thématique ;
- si l'apport d'informations nouvelles était suffisant ;
- s'il n'y avait pas de contradiction entre certains éléments ;
- si l'on pouvait percevoir une relation de congruence entre les différents éléments et si cette relation était explicitée par des organisateurs ou connecteurs ou bien si elle demeurait implicite.

\* Nous avons par ailleurs observé comment l'enfant gère l'hétérogénéité des informations qu'il convoque dans son discours (ce qui renvoie à la problématique de l'*hétéroglossie* introduite par Bakhtine). De manière générale, un discours est rarement homogène et se construit sur l'altérité. On peut y reconnaître la présence de discours "autres" en son sein, c'est-à-dire que plusieurs "voix" peuvent s'y faire entendre, différents points de vue peuvent y être mis en scène, qui émanent de diverses instances énonciatives et ne peuvent pas tous être attribués au locuteur/scripteur. Ce dernier "signale" ainsi dans son discours les différents degrés de prise en charge de ces énoncés (appropriation, mise à distance, remise en cause...) qui sont au service de l'explicitation de son point de vue personnel. Ces mécanismes de prise en charge peuvent juxtaposer des voix et points de vue incompatibles (cf. texte de Joanna *infra*) ou les organiser au moyen de certains procédés linguistiques (modalisation du doute, de la certitude...).

L'ensemble de ces critères confère aux textes leur cohérence dans une situation donnée.

### Exemple d'évaluation de la cohérence/cohésion

#### • Alexandre

Alexandre produit un texte qui relève de l'ordre de l'exposé, c'est-à-dire que, en reprenant les outils d'analyse proposés par J. P. Bronckart, il élabore un monde discursif qui ne relève pas de la fiction et dans lequel l'exposition des faits est autonome à l'égard des paramètres de la situation de production (*je/ici/maintenant*).

un texte pertinent  
et organisé

Ce caractère du monde construit par l'enfant est marqué par un certain nombre d'éléments, comme l'emploi du présent de vérité générale et l'absence d'unités linguistiques référant aux éléments constitutifs de la situation de communication. Ce texte est remarquable pour sa cohésion, sa "texture" serrée.

On peut noter l'introduction globalisante que constitue la première phrase élaborée par l'élève et qui joue le rôle de thème ainsi que la conclusion dont le propre thème, *ces échanges*, reprend l'ensemble du discours avec l'utilisation de *ces* ; cette mise en scène de son propre discours donne cohérence et cohésion à l'ensemble. La cohésion est aussi assurée par diverses reprises (*là où* ; puis *ils* passent par les veines ombilicales *qui*).

L'information dans le texte d'Alexandre progresse de façon dite "linéaire" en linguistique, c'est-à-dire que chaque information nouvelle, donc apportée en fin de phrase ou de proposition, est reprise en début de proposition suivante pour faire l'objet d'un nouvel apport d'information. Ce procédé lui permet de créer des liens entre des éléments au départ disparates (*cœur/sang oxygéné/placenta/échanges/sang (oxygéné) de la mère/besoins nutritifs et oxygène/veines ombilicales/cœur et organes du fœtus ou embryon*). En établissant ainsi des relations de congruence, il ébauche un circuit, du cœur de la mère aux cœur et organes du fœtus.

Sa représentation des échanges est structurée, rationnelle, ainsi que le montre le balisage spatial et/ou temporel de la description (*là où*, *puis*) de même que les relations de causalité sémantique (*le sang oxygéné (de la mère)... Le sang de la mère (...) donne (...) l'oxygène*)

L'abondance des groupes nominaux expansés par des adjectifs et relatives rend le texte dense.

La cohérence est accentuée par l'emploi d'un vocabulaire pertinent en sciences. Enfin, Alexandre procède à la mise en relief de certains segments de textes, dans une logique argumentative (*au placenta, là où se font les échanges*). De même, les éléments constitutifs du contenu thématique sont présentés comme des données indiscutables, ce qui accentue leur caractère de valeur de vérité générale.

#### • Marine

Marine, comme Alexandre, produit un texte qui relève de l'ordre de l'exposé et construit le même type de monde discursif.

La première partie du texte est cohérente et cohésive (*Les échanges... dans le placenta*).

La permanence thématique dans les deux premières phrases est assurée par des pronoms de rappel dépourvus d'ambiguïté (tout ce **dont il** a besoin... **qui...** **Elles**), même si l'utilisation du pronom **Elles** élude le rôle de l'oxygène dans la croissance. (On peut aussi se demander quel est l'antécédent du pronom *qui*). La reformulation de *Il sert* en *Elles servent* montre cependant le

un texte disjoint  
présentant  
des ruptures

souci de Marine d'assurer la permanence thématique, comme la rature de "*Ca se passe comme ceci*" (où "*ça*" ne renvoie à aucun référent identifié et crée une sensation de disjonction) et la reformulation par reprise du thème des échanges.

Au niveau de l'organisation générale du texte, l'apport d'informations est relatif au thème constant, les échanges (*Les échanges apportent... Les échanges se font...*). Localement, dans la première phrase, l'information progresse de façon linéaire, mettant en relation les notions suivantes : *échanges / oxygène et tout ce dont il a besoin en substances nutritives / cordon ombilical*. Puis la deuxième phrase met en relation *les substances nutritives et la croissance de l'embryon*. Marine tisse bien un réseau de relations (quoi? par où? dans quel but? où?) entre certains éléments constitutifs du concept d'échange en leur donnant même un cadre temporel de validité (*jusqu'à la naissance*), mais les relations sont de l'ordre de la description et non de l'explication. Aucune explication permettant de résoudre le problème du fonctionnement des échanges n'est proposée, bien que Marine s'y essaie, comme le montre la rature "*Ca se passe comme ceci*".

La fin du texte pose des problèmes de cohésion et de cohérence. L'information ne progresse plus et piétine, puisque le passage par le cordon ombilical a déjà été signalé. Par ailleurs, le concept organisateur d'échange change de niveau, au lieu d'être un principe organisateur, il devient un élément de l'ensemble qui le caractérise (*Les échanges... ils vont*). Enfin, la dernière proposition pose un problème de rupture de la chaîne des pronoms, avec l'utilisation de la 3<sup>e</sup> personne du singulier (*et va*) au lieu de la 3<sup>e</sup> du pluriel attendue. Manifestement l'enfant prend pour nouveau thème le cordon ombilical sans le préciser, de sorte que l'on ne sait plus de quoi on parle. Il semble être dans une gestion "pas à pas" du texte, ce que tendrait à confirmer l'utilisation de "*et ensuite*".

### • Conclusion

mise en évidence  
d'une corrélation  
entre savoirs  
construits  
et cohérence  
textuelle

Dans notre corpus, les discours qui manifestent, aux yeux des didacticiens des sciences, la "reconstruction" du savoir visé et qui élaborent un système pertinent, englobant des savoirs antérieurement disjoints, ont tous, pour dénominateur commun, d'être cohérents et cohésifs sur le plan langagier.

Les discours qui, en revanche, manifestent aux yeux des didacticiens des sciences la non appropriation des savoirs en jeu posent des problèmes de cohérence et de cohésion sur le plan langagier.

S'intéresser à l'activité de l'élève, dans le cadre des apprentissages disciplinaires, suppose d'essayer de comprendre ce qui génère une moindre cohérence dans certains de ses discours et inversement ce qui permet la cohérence dans d'autres.

### 3.2. Travail langagier de mise en cohérence

l'hétérogénéité  
des points de vue  
dans la classe

L'origine des problèmes de cohérence discursive, dans les productions des élèves, ne serait peut-être pas à chercher dans un mauvais maniement ou une maîtrise approximative de la langue, ni dans une "non compréhension" des notions scientifiques "en soi", mais dans l'hétérogénéité des discours qui se tiennent dans la classe où coexistent en effet différents points de vue d'origines diverses: communauté discursive scientifique scolaire (énoncés assumés par l'enseignante, pratiques langagières sociales de référence de l'école), "communauté" discursive *enfants* qui, bien que ne correspondant pas vraiment à une institution (le terme de communauté, dans ce cas, se définirait en creux par l'absence de pratiques socio-langagières contractuellement négociées), existe à travers des représentations, un agrégat de concepts "spontanés" que les didacticiens des sciences ont cernés pour différents domaines de savoir.

entendre l'autre

Les discours des élèves s'inscrivent dans cet interdiscours qui donne son identité à la classe et ils "signalent", explicitement ou par des mécanismes subtils dans leur énonciation, la superposition de différentes voix "publiées" dans la classe et leur modalité de prise en charge.

Ainsi manifestent-ils différents "niveaux" de gestion de l'hétéroglossie.

#### • Les textes non cohérents

Les discours non cohérents, produits au cours du module d'apprentissage, mettent en scène différents points de vue "publiés" dans la classe sans établir de relation entre eux, sans les faire dialoguer, sans les hiérarchiser, de sorte que ni le statut, ni le rôle social du destinataire (qui se dessine dans un texte) ne sont construits et qu'aucun point de vue émanant d'un positionnement énonciatif homogène ne s'élabore.

**Joanna:** (Premier écrit explicatif)

*Les échanges*

*Les échanges se font dans les vaisseaux sanguins de la mère. Les vaisseaux ne se touchent pas **mais** les veines donnent le sang de la mère au bébé.*

importer le point  
de vue de l'autre  
dans son discours

Ce texte est porteur d'une contradiction, génératrice d'une hétéroglossie "dissonante". Il met en scène deux points de vue énoncés dans la classe: le point de vue scientifique importé par l'enseignante (*les vaisseaux sanguins ne se touchent pas*) et le point de vue spontané de type "transfusion" d'un grand nombre d'élèves de la classe (*les veines donnent le sang de la mère aux bébé*).

L'usage de la conjonction *mais* montre que l'élève ne peut pas prendre en charge simultanément la responsabilité de ces deux énoncés. Si la seconde affirmation peut lui être raisonnablement attribuée, il ne saurait en être de même pour la première.

articuler les points  
de vue

### • Les textes plus cohérents

Les discours plus cohérents essaient d'“orchestrer” l'hétéroglossie, c'est-à-dire cherchent à mettre en relation les différents points de vue mis en scène, à résoudre la contradiction que leur coexistence génère en les reformulant, en ayant recours à des analogies ou des expressions tendant à réduire les écarts, en les réorientant selon une nouvelle position énonciative génératrice d'un nouveau point de vue.

**Alexandre** (Texte n° 2 : Comment se passent les échanges ?)

*Quand les échanges se passent, les sangs ne se touchent pas. Le sang de la mère vient **juste** apporter de l'oxygène au sang du bébé.*

Ce texte montre la tension que génère l'énoncé scientifique qui va à l'encontre de ce que croyaient les enfants. Il ne répond pas à la question posée malgré la bonne volonté évidente de l'élève qui commence par la reprendre. Alexandre se focalise sur l'écart entre l'énoncé scientifique reformulé et stabilisé par la classe (*les sangs ne se touchent pas*) et la représentation initiale dominante dans la classe (qui est notamment la sienne) de type transfusion et qu'il prête à son destinataire. Il recourt aux énoncés stabilisés dans la classe relatifs à la respiration humaine pour essayer de “travailler” cet écart et construire un nouveau cadre d'intelligibilité. Ainsi, dans son “explication”, l'emploi du mot “**juste**” vise-t-il à limiter l'apport maternel à un apport d'oxygène, pour réorienter la conception première de transfusion vers la perspective scientifique. Dans et par le discours, Alexandre construit un nouveau point de vue intrinsèquement lié à une nouvelle position énonciative qui n'est pas encore celle attendue en sciences à l'école mais qui n'est plus celle du premier texte des conceptions initiales.

### • Les textes cohérents

“orchestrer”  
les différents  
discours

Les textes cohérents, quant à eux, “orchestrent” la polyphonie, c'est-à-dire qu'ils reformulent, modulent, modalisent les différents énoncés mis en scène pour les faire évoluer, les réorienter de manière convergente, compte tenu de la finalité justificative du texte. Ils construisent ainsi un parcours nettement orienté à partir de différents points de vue qui lui sont assujettis selon une position énonciative déterminante et franchement assumée.

**Alexandre** (texte 4, présenté en 1-1-2)

Dans et par le discours, Alexandre construit un destinataire auquel il prête les conceptions initiales dominantes de la classe. Au cours de son discours, il convoque les savoirs pertinents nécessaires pour résoudre le problème et anticiper toute objection. Dans le même temps, il élabore un point de vue et une position énonciative homogènes tout au long du texte et qui sont ceux attendus en sciences à l'école.

• **Le travail langagier**

le travail  
du langage...

Par ailleurs, nous nous sommes demandées comment les enfants s'y prenaient pour construire un savoir cohérent à partir de multiples énoncés de savoir stabilisés antérieurement dans la classe et ayant fait l'objet de formulations acceptées par tous et enregistrées par écrit.

et ses critères

**Critères**

Pour ce faire, nous avons systématiquement cherché dans les productions à la disposition des enfants, l'origine des énoncés constitutifs de chacun de leurs textes et analysé les procédés mis en œuvre pour insérer dans leur propre production les fragments empruntés :

- répétition, reprise à l'identique;
- reformulation avec des modifications (ou non) : passage du particulier au général et réciproquement, recours à l'analogie et donc à un changement de monde discursif, changement de "thème" (le sujet grammatical devient complément et réciproquement, etc.) ;
- complexification des phrases par enchâssement de subordonnées, expansion des groupes nominaux, etc. ou juxtaposition;
- modifications lexicales ou non (remplacement d'un mot qui permet un glissement d'un champ lexical à un autre) ;

Le texte 3 a été produit après la confrontation et la reformulation collective d'écrits de groupes (G.) proposant une synthèse sur "les échanges". Les tableaux ci-dessous permettent de voir les emprunts aux énoncés stabilisés par la classe effectués par les élèves et leur mode d'appropriation dans l'énonciation individuelle.

Texte d'Alexandre	Emprunts
<b>A</b> – Le cœur propulse le sang oxygéné au placenta, là où se font les échanges.	<i>Le sang oxygéné</i> (G.1)
<b>B</b> – Le sang de la mère récupère les déchets et donne au sang de l'embryon ou du fœtus les besoins nutritifs et l'oxygène,	<i>Ils se font grâce au entre le sang de la mère et du bébé.</i> (G.5) <i>Les déchets que le fœtus ou l'embryon rejette reviennent à la mère par les artères ombilicales.</i> (G.3) <i>Les échanges apportent à l'embryon ou le fœtus de l'oxygène et tout ce qu'il a besoin en nutritif ce dont il a besoin en substances nutritives qui passent dans le cordon ombilical.</i> (G.3)
<b>C</b> – Puis ils passent par les veines ombilicales qui conduisent au cœur et aux organes du fœtus ou embryon.	<i>Ce sont les veines ombilicales qui donnent l'oxygène.</i> (G.2) <i>Tout ce qui est bon pour le fœtus ou embryon passe par les veines ombilicales</i> (G.3) <i>(...) les vaisseaux sanguins se dirigent vers le cœur et les organes de l'embryon ou fœtus</i> (G.7)
<b>D</b> – Ces échanges servent à faire vivre et la croissance de l'embryon.	<i>Et tout ceci sert à le faire vivre et à sa croissance.</i> (G.3)



Texte de Marine	Emprunts
Les échanges apportent à l'embryon (fœtus) de l'oxygène et tout ce dont il a besoin en substances nutritives qui passent dans le cordon ombilical.	<i>Les échanges apportent à l'embryon ou le fœtus de l'oxygène et tout ee qu'il a besoin en nutritif ce dont il a besoin en substances nutritives qui passent dans le cordon ombilical. (G.3)</i>
Il sert Elles servent à la croissance de l'embryon ou fœtus jusqu'à la naissance.	<i>Et tout ceci sert à le faire vivre et à sa croissance. (G.3)</i>
Ca se passe comme ceci Les échanges se font dans le placenta, Ils vont dans le cordon ombilical et va ensuite à l'embryon ou fœtus.	<i>Les échanges se font au niveau du placenta. (G.2/5) Ils vont dans le cordon ombilical (G.5) Le sang va à l'embryon (texte importé)</i>

des pratiques  
langagières plus  
efficaces  
que d'autres  
pour construire  
les savoirs  
scientifiques  
à l'école

Nous constatons combien l'origine de ces textes est sociale : les enfants construisent leurs textes à partir des énoncés déjà produits dans la classe.

Alexandre, cependant, ne procède à aucun collage "brut" contrairement à Marine dont c'est la stratégie dominante. Tous les emprunts d'Alexandre sont reformulés en fonction de l'élaboration de son propre point de vue. Ainsi :

- il modifie la thématisation des fragments importés, en fonction de sa progression linéaire des informations, mettant par exemple en évidence le rôle du sang dans les échanges (B) ;
- il reformule sans ambiguïté les procédés de reprise des énoncés importés pour les actualiser dans son propre discours (B, C) ;
- il densifie l'information, tout en faisant preuve de concision (B), en ayant recours, par exemple, à des relatives ;
- il procède à une modification lexicale judicieuse, en préférant le verbe "conduire" à "se diriger" (C).

Alexandre façonne, réoriente les discours stabilisés ou non au sein de la classe en fonction de l'organisation de son propre discours, constitutive de sa vision du monde et du destinataire qui est mis en scène.

En revanche, on constate chez Marine une corrélation entre des stratégies de "coupé/collé", sources d'incohérence textuelle, et la non construction des savoirs.

L'analyse de ces quelques exemples montre d'une part qu'il existe une corrélation entre construction des savoirs et cohérence des énoncés qui les formulent, d'autre part que la construction de la cohérence est le fruit d'un travail langagier qui mobilise des stratégies de reformulation, de mise en relation, d'objectivation, de thématisation, de catégorisation, etc. La question qui se pose alors est de savoir si tous les enfants maîtrisent ces stratégies qui s'avèrent seules efficaces.

#### 4. EST-CE QUE CES STRATÉGIES LANGAGIÈRES SONT COMPATIBLES AVEC LES PRATIQUES COGNITIVO-LANGAGIÈRES USUELLES DE CHACUN ?

##### 4.1. Pratiques langagières différenciées

une notion venue  
du champ  
de la sociologie :  
les "postures"

Depuis le milieu des années 90, la sociologie de l'éducation (et plus particulièrement le groupe de recherche de Bernard Charlot) a mis en évidence que les pratiques langagières usuelles des élèves et particulièrement celles mobilisées dans les situations d'apprentissage, sont fortement différenciées. Comportements culturels non conscients, ces pratiques se concrétiseraient pour E. Bautier et D. Bucheton dans "un certain nombre de configurations qu'on peut décrire" (D. Bucheton, 1998) stéréotypées figées, automatisées qu'elles nomment "postures", et qui orienteraient toutes les pratiques langagières scolaires de lecture et d'écriture des élèves. Ces "postures", "modes de lire" et "modes d'écrire", fonctionneraient comme des "opérateurs de pensée" convoqués par les élèves en réponse aux situations scolaires. Fortement corrélées à la réussite/échec scolaire elles résisteraient cependant aux pratiques enseignantes usuelles.

Cette hypothèse, si elle s'avérait opérante, présenterait pour les enseignants, un intérêt certain. Parce qu'elle permet la "rencontre entre pratiques sociale et scolaire", elle pourrait constituer un nouveau point d'attaque sur la question récurrente de la responsabilité du langage dans les difficultés des apprentissages disciplinaires. Nous nous sommes donc intéressées à l'extension de la notion de "posture" au champ de l'enseignement de la biologie : peut-on identifier des façons de construire et de dire des savoirs scientifiques qui influeraient sur la réussite en sciences ?

une nécessité :  
redéfinir  
les postures...

En préalable, il nous paraît cependant indispensable de clarifier l'interprétation que nous faisons du terme posture et de la définition qu'en donne D. Bucheton (1998) :

"schèmes d'actions cognitives et langagières disponibles, préformées, que le sujet convoque en réponse à une situation rencontrée"

pour éviter quelques ambiguïtés qui pourraient naître du placage dans le champ théorique vygotskien qui est le nôtre, d'un terme usuel reconverti par le discours sociologique et qui tend actuellement à s'organiser en concept.

...par rapport  
aux pratiques  
cognitives, sociales  
et langagières  
de référence  
transposées  
au sein  
des disciplines

Toute production langagière, au travers de sa structure et des configurations d'unités linguistiques, porte des traces de l'interprétation que le locuteur fait du contexte. Elle "signale" le rôle qu'il s'attribue et qu'il attribue au langage dans l'effectuation de la tâche : d'où il parle, quelle communauté (ses croyances, ses valeurs, ses pratiques y compris langagières, etc.) l'autorise à parler et guide ses interventions.

la notion  
de posture  
peut-elle être  
étendue  
aux sciences?

La notion de posture pour nous, renverrait à la mise en œuvre récurrente et sans analyse approfondie du contexte, de stratégies cognitivo-langagières construites dans un contexte autre. En conséquence, l'action langagière peut s'avérer improductive dans le cadre où elle est convoquée.

La question qui se pose est donc celle de l'adaptation des pratiques langagières des enfants aux contextes d'apprentissage proposés par les maîtres en sciences, puisqu'il nous paraît imprudent de parler de "pratiques langagières pour apprendre", hors du cadre spécifique d'une discipline socialement constituée par ses croyances, son histoire et ses discours.

Seule l'analyse exhaustive de la totalité des oraux et des écrits des enfants tout au long d'un module d'enseignement, peut permettre à la fois d'identifier, derrière une apparente diversité, des pôles (ou types de réponse) autour desquels s'organiseraient les productions des élèves confrontés à une même tâche, et la récurrence, pour un même élève de ces types de réponse quelle que soit la tâche proposée.

## 4.2. Analyse du corpus

Nous avons donc procédé, avec les outils d'analyse et sur le corpus présentés *supra*, à deux types d'analyse: synchronique (première production écrite, RI) pour identifier les modes de réponses proposés par les élèves dans une même situation, et diachronique (transcription de neuf séances d'oral) pour repérer d'éventuelles récurrences pour un même enfant.

### • Pratiques langagières singulières dans des situations identiques

La première production écrite demandée aux élèves a pour but de faire le point sur les savoirs/conceptions que les enfants peuvent formuler sur le développement du fœtus, après un module sur "la reproduction humaine".

À partir d'une même consigne: *Comment cela se passe-t-il pour le bébé? Comment vit-il?*

des pratiques  
diversifiées

reformulée, comme il est d'usage dans la classe, en **Ce que je sais/Les questions que je me pose**, les enfants produisent des textes très variés, tant en ce qui concerne le choix de la consigne, la mise en page, le type linguistique du texte, la nature des actes langagiers, les progressions (ou modes d'enchaînements des phrases) adoptées que, bien entendu les thèmes convoqués. Cette diversité traduit, de notre point de vue, des positionnements énonciatifs très différents. L'analyse de cette diversité fait apparaître que dans ce contexte et cette situation, les écrits des enfants s'organisent selon quatre grands types de réponses, qui révèlent quatre manières de se positionner face à la tâche.

A. Pour certains élèves, la situation scolaire ne se différencie pas des situations familiales quotidiennes (incompréhension

du contrat didactique) : le langage sert à communiquer expériences et affects et faire un état des lieux de ses connaissances revient à rendre compte de constats épars, puisés dans des domaines hétérogènes.

B. Pour d'autres, le savoir est une somme d'énoncés canoniques qui leur sont extérieurs. Apprendre consiste à rendre compte de ce que l'on sait, entasser des énoncés non connectés, pourvu qu'ils soient assertés. Le langage n'est que le véhicule de savoir déjà là.

C. Pour d'autres encore, le savoir est raisonné, partageable, démontrable. Il existe dans le monde des sciences, le rôle de l'école est de le faire découvrir. Le langage sert à mettre en ordre et à connecter ce que l'on sait : dire ce que l'on sait revient à expliquer comment tel énoncé de savoir est possible.

D. Enfin, pour quelques enfants, le savoir est une construction qui permet de résoudre un problème. Le langage est un outil privilégié pour baliser le domaine de recherche et élaborer des significations.

Les réponses de type A laissent les élèves en marge des apprentissages, l'école n'étant pas un lieu de conversation. Les trois autres types de réponse sont acceptables dans le cadre de l'école, mais ne sont cependant pas d'égale valeur dans un contexte d'apprentissage comme l'exemple suivant permet d'en rendre compte.

THIBAUD	DELPHINE
<p>1) Comment cela se passe-t-il pour le bébé? 2) Comment vit-il?</p> <p>Réponses</p> <p>1) Le bébé est dans une poche, au cours de sa croissance il bouge dans sa poche. Le bébé ne respire pas dans la poche. 2) Grâce au cordon ombilical le bébé se nourrit.</p> <p>Ce que je sais Il ne respire pas.</p> <p>Les questions : Comment il respire ?</p>	<p><u>Je sais que :</u> le bébé est dans une poche, que la poche est accrochée au placenta, qu'il y a un liquide transparent dans la poche, que le bébé a toujours des cellules dans son corps pour que le bébé puisse grandir... Le bébé peut même entendre les conversations de sa mère ainsi que d'autres personnes non éloignées. Le bébé peut se retourner et bouger à un certain temps. Au début le bébé a des bourgeons.</p> <p><u>Question(s)</u> – Le bébé peut-il ouvrir ses yeux dans le liquide transparent ?</p>

analyse  
synchronique  
de deux pratiques  
langagières...

Ces réponses ont en commun de mêler mondes quotidien et scientifique.

• Pour Thibaud

Au cours de sa croissance, trace d'un point de vue diachronique peu fréquent chez les enfants qui ont plus tendance à constater des états qu'à envisager des transformations, produit une rupture avec le *bébé bouge dans sa poche*, savoir quotidien importé du cadre familial, peu utile pour étudier le développement du fœtus;

### • Pour Delphine

*La poche est accrochée au placenta, énoncé de savoir issu du module précédent sur la reproduction humaine est juxtaposé à le bébé peut même entendre les conversations de sa mère ainsi que d'autres personnes non éloignées, énoncé relevant plus d'un intérêt affectif que proprement scientifique.*

En revanche, ces productions sont surtout remarquables par leurs différences :

– de traitement de la double formulation de la consigne :

Thibaud choisit de développer “comment”, alors que pour Delphine c'est la réponse à “ce que je sais” qui est inductrice, choix nous semble-t-il, révélateur du positionnement de l'élève.

– de construction de l'objet de discours :

Pour Thibaud les deux énoncés “ce que je sais/question” sont perçus comme un couple à mettre en relation, ce qui le conduit à hiérarchiser les informations, sélectionner ce qui lui paraît “digne d'intérêt” donc opérer dans et par le discours une transformation de ses savoirs antérieurs ; ce choix lui permet de poser le paradoxe “il ne respire pas/comment il respire ?” énoncé fortement polyphonique dont le caractère dissonant sera le moteur de sa réflexion tout au long du module.

Pour Delphine, en revanche, ces deux consignes sont traitées de façon linéaire, le savoir se décline en une liste d'énoncés de savoir conçus comme des ingrédients cumulables de l'objet de discours **bébé**, la question porte donc naturellement sur un ingrédient de plus (la vision).

Par ailleurs, même si ce que Thibaud intitule “réponses” (1) *Le bébé est dans une poche, au cours de sa croissance il bouge dans sa poche. Le bébé ne respire pas dans la poche.* 2) *Grâce au cordon ombilical le bébé se nourrit.*] se présente comme une liste d'énoncés de savoir comparable à l'énumération proposée par Delphine, la réitération de “dans la poche” constitue la trace d'opérations langagières à intention argumentative, visant à établir des relations entre des éléments perçus comme disjoints. Cette intention est renforcée par le choix d'une organisation de l'information relativement variée permettant à Thibaud d'opérer des glissements de point de vue, (“au cours de sa croissance”, “grâce au cordon ombilical”) par rapport au thème central (*Le bébé*), alors que Delphine enchaîne les propositions de manière constante, répétitive, accumulative.

structurer les savoirs  
ou les accumuler

Face à une même tâche cognitivo-langagière, Thibaud et Delphine se différencient donc nettement : si pour l'une, dire ce qu'elle sait consiste à énumérer les ingrédients constitutifs de l'objet de savoir ciblé, pour l'autre, il s'agit plutôt de mettre en relation, de tisser des liens entre certains ingrédients sélectionnés.

Pour confirmer l'hypothèse de l'existence de postures, il faudrait que les mêmes élèves utilisent les mêmes stratégies

de réponse en toute situation d'apprentissage scientifique, ce que nous avons cherché à vérifier au travers de l'analyse diachronique (toujours avec les mêmes outils) des échanges oraux.

### **• Pratiques langagières récurrentes quelles que soient les situations**

analyse  
diachronique  
de deux postures

L'analyse diachronique met en évidence qu'un tiers des élèves mettent en œuvre des stratégies langagières significatives d'une forme de rigidité correspondant à ce que nous avons désigné par le terme de posture. En prolongeant l'observation des productions de Thibaud et Delphine, tout au long d'une part importante du module, on s'aperçoit que les deux modes de réponse adoptés, loin d'être aléatoires, liées à la singularité de la tâche, sont récurrents, quelles que soient les situations proposées.

#### **• Thibaud**

Cet élève se singularise par une visée fréquemment :

mettre en relations,  
hiérarchiser,  
modéliser,  
argumenter...

1. dialogique : souvent dans la controverse, il s'appuie sur ce qu'il sait, ce qu'on a dit/lu et qui a été accepté par la communauté classe ;
2. argumentative : il envisage le point de vue de l'autre, ou son propre point de vue antérieur, pour le mettre en contradiction avec un énoncé nouveau et tenter de dépasser l'opposition ;
3. cohésive : ce dépassement se fait au prix (pas toujours aisé) de mises en relation ;
4. modélisatrice ;

attitude récurrente, dont nous ne montrerons qu'un exemple, mais qui constitue ce qu'on pourrait appeler la marque de Thibaud : pas une séance où il abandonne cette stratégie langagière, même lorsqu'il s'agit simplement de désigner. Ainsi, lors de l'observation du bloc cœur-poumon, au lieu d'identifier un élément par son nom ou par sa description, il cherche à l'inclure dans un système cohérent et utilise à cette fin les savoirs construits l'année précédente : *"avant ça (ce tuyau) transportait le sang pour qu'après/ça prenne l'oxygène et ça l'amène aux muscles/"*. Il reconstruit la cohérence là où la dissection et la désignation qui lui est inhérente, génèrent l'éparpillement.

Pour Thibaud construire le savoir scientifique consiste à "fabriquer du sens", structurer en un tout cohérent les éléments épars, hétérogènes, parfois apparemment contradictoires qui constituent le fond commun de la classe. En outre, s'il privilégie ce type de stratégie, il peut à l'occasion construire d'autres types de réponses. Ses stratégies langagières en sciences présentent une flexibilité telle, qu'il n'est pas prisonnier de cette tendance dominante.

1. reprise d'un énoncé de savoir stabilisé	M. les sangs se touchent pas/ça/c'est sûr/ X où il va le sang du bébé M. il va où le sang du bébé/* dans le corps du bébé/ <b>Th mais ya du sang partout dans le corps</b>
2. confrontation avec une information nouvelle qui fait problème	et s'il le prend/comment il fait pour le [ce dont il a besoin] <b>prendre sans toucher le sang</b>
3. mise en relation de deux objets appartenant <i>a priori</i> à des mondes différents 4. "l'analogie permet de concevoir un modèle à des fins heuristiques" (Grize)	M. ah/alors il prend quelque chose mais sans toucher le sang X peut être qu'il a des vaisseaux X il prend + de ce qu'il a besoin <b>Th comme une pompe</b> qui aspire juste ce qu'il a pas bes/ça passe
2. 3. intégration des deux voix contradictoires	mais ya la peau enfin/les les nerfs/enfin je sais pas/ qui passe/ <b>mais</b> ça touche pas le le sang/c'est <b>imper-</b> méable/et ya <b>juste</b> un petit/
4. et ... le "filage de la figure de style" autorise, par équivalence, des manipulations de l'objet inconnu et jusque là insaisissable (ça, quelque chose...), indicible, pour en faciliter la conception tout en maintenant la tension entre les deux propositions du paradoxe "ça passe sans que ça se touche"	un petit trou enfin quelque chose pour que ça aspire ce qu'il a besoin juste +++ et ce qui donne juste +comme euh + je sais pas comment l'expl/ça peut pas/le sang peut pas se toucher/puisque les veines sont dedans avec/et ya comme une espèce de fuite/ un petit trou mais ça peut pas rentrer et ça envoie ce qu'il a besoin et ça récupère ce qu'il a pas besoin

décrire,  
énumérer,  
thésauriser

### • Delphine

Ses interventions langagières se caractérisent, elles, essentiellement :

1. par une visée principalement descriptive de l'objet de discours qui est appréhendé (que ce soit le savoir ciblé ou l'action mise en œuvre) de façon spatiale ou temporelle (il s'inscrit dans ce qu'on a fait ou ce qu'on va faire) ;
2. ce qui la conduit à énumérer, émietter les ingrédients constitutifs de l'objet
3. et même à les substituer les uns aux autres, sans que cette substitution lui pose problème :

Elle peut donc se trouver dans l'impossibilité d'établir des liens autres que de contiguïté. Lorsqu'il s'agit de classer les propositions de ses camarades, elle propose un critère "ça ça parle du bébé et de la mère" peu opérationnel (c'est vrai de pratiquement toutes les questions), elle en privilégie un autre "ça va dans tout", ce qui élude toute construction de catégories. Or, seule cette hiérarchisation peut permettre d'organiser les éléments constitutifs de l'objet de savoir, d'isoler des objets d'étude et donc d'établir un réseau conceptuel.

**Gul.** quand la mère est malade/ça c'est une catégorie/tu la mets là/attends/

**Del.** c'est/non ça ça parle du bébé et de la mam/ de la mère/non mais attends/(rire)

**Gui.** pour vivre/vivre et respirer/ça c'est une catégorie/d'accord/est-ce que

**Del.** vivre ça va dans tout ça va dans tout alors ça se met en premier/

1. rupture sémantique: retour de D. à la situation première d'observation alors que le dispositif didactique (série de décontextualisations/recontextualisations) mis en place vise à faire passer les élèves de la singularité de l'observation à la généralité du modèle.	<p><b>M.</b> pourquoi c'est à ce moment-là que vous mettez trachée/ça pourrait être plus tard/pourquoi/  <b>XXX.</b> mais non/parce que ça va pas passer/parce que c'est le tube avant/parce que la trachée artère elle est avant les poumons/  <b>M.</b> elle est avant les poumons/elle est à quel endroit précisément/  <b>Léa.</b> elle passe dans les poumons la trachée/  <b>M.</b> tu dis qu'elle passe dans les poumons/  <b>Léa</b> bé oui regarde + elle passe +  <b>Del.</b> oui mais maîtresse quand on a ouvert le poumon/on n'a pas vu l'os/</p>
2. focalisation sur un usage "désignatif" du langage ("pour inventorier"). 3. Les éléments sur lesquels portent son interrogation ne sont pas thématiques, ils ne constituent que des développements du thème "on a vu/on n'a pas vu" : bronches/os (sternum) sont alors interchangeables, en tant qu'éléments d'une série reprise par la maîtresse "on n'a pas vu les bronches/on n'a pas vu l'os".	<p>là/le je sais pas quoi  <b>M.</b> attends/on n'en est pas/alors justement + là tu dis qu'on a ouvert le poumon et à quoi tu fais référence par rapport au dessin Delphine/  <b>Del.</b> aux bronches/  <b>Val.</b> non/on les a pas vues/les bronches/  <b>Del.</b> on les a pas vues/</p>
3. Un mot peut, dans ces circonstances se substituer à l'autre. Les mots peuvent alors "flotter", sans ancrage, sans que ce soit important.	<p><b>M.</b> alors tu dis qu'on n'a pas vu l'os/c'est ça que tu as dit/  <b>Del.</b> enfin oui/les bronches pas l'os/  <b>M.</b> on n'a pas vu les bronches/on n'a pas vu l'os/</p>

Pour Delphine construire le savoir c'est énoncer des éléments qui s'ajoutent les uns aux autres, sur le même plan, en série. Cette stratégie langagière nous paraît apparentée à la pratique enfantine, fréquemment observée dans la classe de sciences, qui consiste à aligner des listes de mots savants sur des cahiers personnels, listes qu'on est tenté de rapprocher des questions qu'ils posent sur les désignations ("Comment ça s'appelle?" et non "Comment ça fonctionne?" ou "À quoi ça sert?", par exemple). Cette attitude est courante chez les élèves pour qui le scientifique se caractérise par un vocabulaire savant (apprendre les sciences, c'est apprendre à nommer, à étiqueter le monde), mais elle est aussi culturelle si on se souvient de la tradition universitaire de "thésaurisation".

Contrairement à Thibaud, mais comme une dizaine de ses pairs, Delphine n'intervient jamais dans des situations qui l'engageraient à mettre en œuvre des pratiques langagières caractéristiques des sciences à l'école, alors qu'elle participe volontiers aux tâches qui la conviennent à énumérer et désigner.

la posture: aide  
ou obstacle  
à la construction  
des savoirs



Cette rigidité, que nous appelons posture, ne lui permet pas de mettre en œuvre des pratiques langagières de construction de cohérence et peut faire obstacle à la construction des savoirs.

Bien que rapide, cette description des comportements cognitivo-langagiers de deux élèves semble valider l'hypothèse selon laquelle on peut identifier des modes de dire et écrire les discours scientifiques comparables à ce qu'E. Bautier et D. Bucheton désignent sous le terme de "posture". Cependant, notre corpus ne permet pas de mettre en évidence un comportement postural autre que sur les types de réponse A et B, dans la mesure où les stratégies C et D se combinent entre elles ou avec les autres.

La notion de posture nous paraît une notion doublement utile à la didactique des sciences. En effet, d'une part, en tant qu'effet de l'interprétation d'un contexte donné, elle permet d'analyser les "ratés" de la communication pédagogique non plus en termes de difficultés que les élèves éprouveraient à conceptualiser ou à manipuler des concepts, ou même en termes de "fausses compréhensions", mais bien comme la trace de liens construits antérieurement, en famille ou à l'école, par un sujet, entre un contexte et des pratiques langagières. Parce qu'elle offre les moyens de pointer, de catégoriser et de tenter d'expliquer ces dysfonctionnements cognitivo-langagiers ainsi que leur récurrence, il nous semble que la notion de posture permet de porter un regard neuf sur les différences d'apprentissages entre apprenants au sein d'une même classe. D'autre part, en focalisant sur l'activité langagière d'élaboration des savoirs dans les différentes disciplines dont les sciences, elle propose une issue à l'impasse du "français transdisciplinaire" et donne corps et assise théorique à l'interdisciplinarité. En effet, dans les pratiques scolaires, celle-ci correspond souvent à la juxtaposition de deux disciplines, alors que le travail des pratiques langagières dans les différentes disciplines, ne peut pas être envisagé hors de la construction des savoirs.

## CONCLUSION

La construction de certains savoirs semble donc fortement liée à la mise en œuvre de pratiques langagières de mise en cohérence auxquelles certaines postures peuvent faire obstacle. Les réorganisations cognitives et langagières résultent de la multiplication des contextes et du recours à des pratiques discursives qui, comme l'écrit, favorisent capitalisation, confrontation, critique des différents points de vue (internes ou importés) sur l'objet d'apprentissage. Ce n'est que par l'instauration régulière de controverses, inscrites dans la durée, que les élèves ont des chances de répertorier, mettre en œuvre ou construire des stratégies langagières

la posture : un lieu  
d'intervention  
didactique

performantes, c'est-à-dire susceptibles de construire les savoirs. Il revient aux didactiques des différentes disciplines, de recenser les pratiques langagières spécifiques de leur enseignement. Le rôle de l'enseignant de français consisterait dans ce cadre à proposer aux maîtres des outils pour identifier les discours mis en œuvre, à aider les élèves à en objectiver les caractéristiques langagières et linguistiques (situation, besoins communicationnels, genre de discours, configuration d'unités linguistiques, etc.), et à inventer, pour les élèves, des contextes d'observation, d'analyse et de transfert des spécificités discursives de chaque discipline.

Martine JAUBERT  
IUFM d'Aquitaine  
Maryse REBIÈRE  
IUFM d'Aquitaine

## BIBLIOGRAPHIE

- BACHELARD, G. (1960). *La formation de l'esprit scientifique*, Paris: Vrin.
- BAKHTINE, M. (1979). *Esthétique de la création verbale*, Paris: Gallimard.
- BAUTIER, E. (1995). *Pratiques langagières, pratiques sociales*, Paris : L'Harmattan.
- BAUTIER, E. et BUCHETON, D. (1995). "Qu'est-ce qui s'enseigne et qu'est-ce qui s'apprend, qu'est-ce qui est déjà là? *Le Français aujourd'hui*, n° 111.
- BRONCKART J.-P. (1996). *Activité langagière, textes et discours*, Paris: Delachaux et Niestlé.
- BUCHETON, D. (1998) "Les postures de lecture des élèves au collège", colloque "Théories du texte", Toulouse.
- BUCHETON, D. (1998) *Le Français aujourd'hui*, n° 123.
- CHARAUDEAU P. (1983) *Langage et discours*, Paris: Hachette.
- CHAROLLES M. (1978) "Introduction aux problèmes de la cohérence des textes", *Langue française*, n° 38, 7-41.
- FOUCAULT M. (1969) *Archéologie du savoir*, Paris: Gallimard.
- GRIZE, J.-B. (1983) *Essai de logique naturelle*, Berne : Peter Lang.
- ORANGE C. (1997). *Problèmes et modélisation en biologie*. Paris: PUF.
- VYGOTSKI L. S. (1934/1985). *Pensée et langage*, Paris: Éd. Sociales.

## ANNEXE

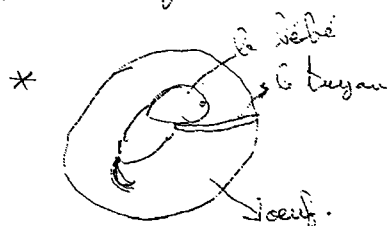
## REPRÉSENTATION INITIALE DE MARINE

~~Il se forme~~

Le bébé dans le ventre il est attaché avec comme ~~un~~  
tuyau\*

il reste dans ~~en~~ le ventre environ 7 ou 8<sup>ou 9</sup> mois.

il se forme dans un œuf.



Comment se forment il au bout de 2 mois



# JEUX D'ÉTIQUETTES, JEUX DE KIM, JEUX DE FAMILLES PUZZLES OU DEVINETTES À L'ÉCOLE

## Découverte du monde, sciences et technologie aux cycles II et III

Joël Lebeaume  
*Équipe de recherche :*  
Joël Lebeaume,  
Olivier Follain, Catherine Diaz

*Si depuis un peu plus de dix ans, les travaux et recherches sur les disciplines scolaires permettent de mieux comprendre leur structure, leurs principes de construction et de développement tant dans leurs dimensions de curriculums prescrits, réels voire cachés, peu de recherches s'intéressent aux matières scolaires du point de vue des élèves. Ce point de vue privilégié repère les indices utilisés par les élèves pour identifier et caractériser les moments scolaires de "découverte du monde" et "sciences et technologie". Il met en évidence la relative méconnaissance des élèves de ce que sont les sciences et la technologie. Il révèle également qu'à l'École, les matières scolaires ne sont pas uniquement composées des caractères intrinsèques que sont les objets de savoir, les méthodologies spécifiques, la nature des tâches... Du point de vue des élèves, les matières scolaires sont aussi un ensemble de caractères extrinsèques qui codent les moments scolaires.*

### INTRODUCTION

des élèves  
et des parcours...

À l'âge des enfants de l'école élémentaire, les jeux d'étiquettes, de Kim, de tri et de sériation, les jeux des familles, tout comme les puzzles ou les devinettes sont usuels dans les cours de récréation, à la maison et parfois dans les classes. Il s'agit alors d'apprendre des règles de jeux collectifs, construire quelques notions d'espace... mais surtout jouer au sens plein du terme. Parfois mieux reconnus dans les sections de la petite école, ils disparaissent dans les cours de la plus grande dont les missions ne semblent pas toujours admettre ces détours et ces distractions. Pourtant ces jeux sont bien présents dans les cours préparatoires, élémentaires et moyens, dissimulés non pas sous les pupitres ou dans les casiers mais dans les pratiques d'enseignement. Silencieusement cachés dans les gestes des maîtres, ces jeux sont ceux des matières scolaires dans lesquelles les enseignants impliquent leurs élèves dans des parcours de décou-

verte du monde ou d'initiation scientifique et technologique. Dans ces moments scolaires qui associent des intentions d'enseignement-apprentissage et des conditions d'organisation spécifiques, comment en effet les élèves identifient-ils ces enseignements scientifiques et technologiques ? Comment les reconnaissent-ils ? Comment les caractérisent-ils ? Quelles sont, le cas échéant, les difficultés associées à ce repérage et les implications de l'organisation pédagogique sur la posture de l'élève susceptible d'hésiter sur le contrat didactique et plus largement sur la nature du contrat d'enseignement ?

Telles sont les questions centrales d'une recherche menée auprès d'élèves des cycles 2 et 3 (1). Elle vise à identifier les caractères attribués par les élèves aux premières étapes de ces curriculums d'éducation scientifique et d'éducation technologique que recouvrent en France les désignations officielles "découverte du monde" et "sciences et technologie". Le point de vue est essentiellement celui des élèves entraînés dans les projets d'enseignement des maîtres, mais parfois contraints de les décoder afin de saisir les apprentissages éventuels, les enjeux réels des tâches prescrites et les règles organisationnelles des pratiques de classe.

Après l'explicitation de la problématique de cette recherche et des aspects méthodologiques de l'enquête, seront présentés puis discutés les résultats.

## 1. DES ÉLÈVES ET DES MOMENTS SCOLAIRES

À la différence des collégiens pour qui la compartimentation des enseignements est précisée par l'emploi du temps qui distingue salles, professeurs et disciplines scolaires, le temps scolaire des élèves de l'école élémentaire est rythmé par des variations moins nettement marquées. Si dans certaines classes, les intervenants extérieurs, les échanges de service et les compléments de décharge ponctuent l'emploi du temps, dans la plupart d'entre elles, le (ou les) maître(s) prennent en charge les différentes matières officiellement inscrites dans le plan d'études, façonnant des moments scolaires différents. Leurs différences et leurs distinctions sont associées d'une part à la variété de leurs composants. Elles sont liées d'autre part aux contrastes de leurs désignations et de leurs dénominations par des vocables génériques, des rubriques ou des étiquettes. L'étude du rapport des élèves à ces moments scolaires et aux pratiques pédagogiques qui les organisent, suppose d'examiner ces deux caractéristiques.

(1) L'article présente les résultats partiels d'une recherche en réponse à l'appel à association de l'INRP sur la polyvalence des maîtres à l'école élémentaire (Lebeaume, 2000).

### 1.1. Des moments scolaires différents

Du point de vue de leur composition et de leur organisation, ces moments scolaires se différencient entre eux selon des caractères extrinsèques et des caractères intrinsèques.

avec des caractères  
associés au contenu

Les caractères intrinsèques sont spécifiquement associés au contenu enseigné que chacun de ces moments comporte. Ils recouvrent en partie les composants précisés par M. Develay [1992] que sont les tâches, les objets et les savoirs. Ainsi, les moments de "découverte du monde" font appel à des tâches singulières d'exploration, d'observation, d'investigation, de construction, de réalisation, de montage ou de démontage, de recherche ou d'analyse documentaire... sur des objets que peuvent être des cartes, des paysages, des choses usuelles, des fleurs, le corps, un moulin à poivre, un moulinet, le monument aux morts... Ces moments se distinguent simultanément d'autres moments consacrés à des jeux de lancer ou d'adresse conduits dans la cour ou le gymnase, à des représentations d'itinéraires sur des espaces graphiques, à des tracés répétés de boucles, de lettres et de mots, à des découvertes de phénomènes et de leurs codages...

et des caractères  
liés à l'organisation

Les caractères extrinsèques des moments scolaires sont associés à leurs "normes organisatrices" [P. Rayou, 1999]. Se différencient et parfois s'opposent, par exemple, les moments du matin et ceux de fin d'après-midi, ceux qui s'exhibent sur le cahier du jour et ceux qui n'exigent que le cahier de brouillon, ceux qui correspondent à des travaux individuels et ceux qui admettent une organisation de la classe en groupes, ceux qui sont assurés par le maître de la classe et ceux qui sont encadrés par un intervenant... Ces caractères dépendent surtout des choix des enseignants susceptibles de mettre en œuvre des modalités particulières. Ces choix peuvent être des initiatives individuelles ou bien des marques collectives. En effet, ces pratiques sont inscrites dans un milieu professionnel qui tend à valoriser certaines façons de faire tout en participant à l'identité du corps professoral [J.-F. Blin, 1997]. Ces caractères extrinsèques sont en ce sens à la fois des normes organisatrices contribuant au fonctionnement scolaire et des rites et des coutumes attachés à la classe d'une part, à l'École d'autre part.

Ces caractères extrinsèques et intrinsèques ne sont pas indépendants les uns des autres. En effet, les rites et normes organisationnels sont associés aux contenus enseignés et, réciproquement, la spécificité de chaque contenu implique des coutumes et des normes organisatrices. Les moments scolaires se différencient ainsi entre eux selon un ensemble de caractères qui permet de les décrire, de les comparer, de les distinguer, de les discriminer, de les regrouper...

### 1.2. Des moments scolaires nommés

mais aussi des  
étiquettes  
conventionnelles  
et convenues

Dans le fonctionnement pédagogique de l'école primaire, les moments scolaires sont généralement nommés. Certains sont ainsi désignés par exemple par "sciences", "langage", "récréation", "gymnastique", "motricité", "sports"... Ces noms ne correspondent ainsi que partiellement aux désignations institutionnelles car elles s'inscrivent dans l'ensemble des normes sociales et des coutumes ou traditions. À ce titre, la plupart des acteurs de la communauté éducative appellent les moments désignés institutionnellement "découverte du monde", par "biologie", "physique", "sciences", "main à la pâte" (sic)... Si les moments scolaires sont ainsi socialement identifiés, ils le sont également scolairement au cours de leur mise en œuvre. Quel enseignant, pour rythmer la journée, pour en annoncer son déroulement, pour préciser l'avenir plus ou moins proche... n'emploie pas les termes de "conjugaison", "français", "sciences", "biologie"...?

pour des  
moments scolaires  
particulièrement  
hétérogènes

Ces vocables et ces noms sont des étiquettes. Ce sont des rubriques qui présentent deux caractéristiques. D'une part, dans le contexte scolaire de leur emploi, elles recouvrent des domaines d'études, d'apprentissage et d'enseignement qui portent les caractères intrinsèques des contenus qui leur correspondent. Mais étant donnée la relation entre les contenus et les normes ou rites organisateurs, elles sont susceptibles de désigner des ensembles de caractères extrinsèques attribués à des moments scolaires. D'autre part, par leur fonction générique, il leur correspond des ensembles de moments scolaires particulièrement hétérogènes : étude des plantes, du corps, de la reproduction... par exemple pour l'étiquette "biologie". En outre, l'étiquette en usage et mise en relation avec un moment scolaire peut représenter des éléments ou des ensembles plus ou moins étendus, un peu à la façon d'un sommaire de manuel. "Les dents", "la digestion", "sciences naturelles" peuvent être ainsi les étiquettes utilisées par les enseignants pour nommer le moment scolaire. En tant que singleton indépendant ou bien épisode d'une série plus ou moins longue, ces termes sont cependant fondamentalement distincts : le premier désigne les objets d'étude, le deuxième précise l'objet d'apprentissage, le troisième désigne la discipline scolaire. En filigrane de ces désignations contrastées, les intersections entre les moments scolaires sont plus ou moins précisées. Aussi, ces désignations présentent-elles différemment l'inscription temporelle et curriculaire des moments scolaires.

### 1.3. Des élèves à l'école

Les moments scolaires sont également des expériences propres à chacun des élèves. En tant que sujets, ils leur affectent des attributs objectifs et des attributs subjectifs. A. Florin [1994] repère cette caractérisation dès l'école mater-



nelle. C. Montandon et F. Osiek [1997] mettent en évidence la participation des élèves au processus de socialisation. Dans le même esprit J.-Y. Rochex [1992] distingue les tâches prescrites [J. Leplat et J.-M. Hoc, 1983] des activités chargées de sens par les sujets.

ainsi que des  
attributs objectifs  
et subjectifs

Cette relation des élèves aux moments scolaires étiquetés est également fortement influencée par les représentations sociales qui accompagnent l'École, ses missions et son organisation. Ainsi dans la culture scolaire sont-ils appréciés et hiérarchisés. L'étude des causes de résistance à l'introduction des activités manuelles et scientifiques [A. Abrighi et al., 1985] comme l'enquête sur les représentations de l'Éducation Manuelle et Technique au collège [M. Chambon, 1990] mentionnent cette distinction. F. Audigier [1993] repère également la compartimentation très nette de l'histoire-géographie-éducation civique que les élèves de cours moyen situent dans un ordre hiérarchique des disciplines, fondé en particulier sur le rôle de cet ensemble dans la réussite scolaire.

Dans ce double rapport identitaire et épistémique au savoir [E. Bautier, B. Charlot et J.-Y. Rochex, 1992, 1999 ; B. Charlot, 1997], les moments scolaires sont marqués par les élèves d'attributs plus subjectifs et d'attributs objectifs. Impressions ou sentiments individuels ou collectifs, les attributs subjectifs dépendent essentiellement des élèves en tant que sujets. Les attributs objectifs sont des caractéristiques, marques, particularités, propriétés, qualités, traits... que les enfants leur associent. Ils sont susceptibles de recouvrir à la fois certains caractères intrinsèques ou extrinsèques des moments scolaires.

#### 1.4. Des catégories

selon les  
expériences  
scolaires  
des écoliers

Les élèves vivent ces moments en tant qu'expériences scolaires accompagnées des attributs qu'ils leur affectent, individuellement. Du point de vue temporel, il s'agit d'une succession de moments différenciés. Toutefois, il est difficile de concevoir que les enfants les considèrent comme une seule juxtaposition de moments disjoints. En effet, l'organisation pédagogique est en partie fondée sur le rythme d'un emploi du temps qui participe précisément à la scolarisation des élèves. Or cette scolarisation ne correspond pas seulement à une incorporation des normes organisatrices. Elle suppose une activité métacognitive de comparaison, de distinction, de regroupement... des moments scolaires. Selon les pratiques pédagogiques, dans ce processus de construction de catégories naturelles abstraites selon la précision de F. Cordier [1986, 1993], les élèves sont susceptibles d'utiliser les indices que peuvent être les étiquettes, les attributs objectifs éventuellement associés aux caractères intrinsèques ou extrinsèques des moments scolaires. La caractérisation des matières scolaires s'opérerait alors grâce aux indices assu-

rant l'homogénéité intracatégorielle et l'hétérogénéité intercatégorielle. Selon les indices privilégiés, chaque élève est susceptible de fonder la caractérisation des matières scolaires selon des modalités différentes. L'étiquette des moments prédétermine en effet les catégories et contraint la constitution de regroupements hors de son jugement. En fonction des attributs objectifs retenus, la discrimination des matières peut s'opérer également selon leur description essentiellement externe ou bien plus composée, définissant ainsi des typicalités de base ou surordonnées. Mais la progressive différenciation disciplinaire au cours de leur scolarité suppose la sélection privilégiée d'attributs correspondants aux caractères intrinsèques.

L'enseignement scientifique et technologique à l'école élémentaire peut ainsi se décrire comme un ensemble hétérogène de moments scolaires avec leurs caractères intrinsèques et extrinsèques proposés aux élèves en tâches prescrites, organisées et éventuellement étiquetées. Du point de vue des élèves, ces moments scolaires peuvent être affectés d'attributs objectifs et subjectifs qui assurent leur identification, leur caractérisation et leur catégorisation en matières scolaires. Si les attributs subjectifs dépendent essentiellement des élèves en tant que sujets et participent de l'élaboration de leur rapport identitaire aux matières, les attributs objectifs constituent les indices que chaque élève repère pour construire sa représentation d'un ensemble désigné par une matière scolaire et pour le distinguer d'autres ensembles. Cette construction fonde la structure cohérente identifiée par l'élève lui permettant de s'impliquer dans la tâche d'enseignement-apprentissage proposée et d'élaborer simultanément une représentation de la discipline scolaire.

Souhaitant essentiellement explorer le rapport épistémique des élèves aux matières scolaires, nous supposons que dans leur diversité, les élèves au cours des activités qu'ils mènent, affectent des attributs différents. Nous supposons aussi que les pratiques des maîtres dans leur double logique d'enseignement-apprentissage et d'organisation ont des effets sur les représentations constituées. Selon les indices privilégiés par les élèves, des confusions d'étiquetage seraient potentiellement associées à la mise en œuvre de l'enseignement scientifique et technologique.

L'exploration de ces élaborations a été effectuée auprès de 78 écoliers des cycles 2 et 3 au cours de l'année 1998-1999. À la suite d'une séance dont le thème est choisi par le maître, un entretien d'une quinzaine de minutes auprès de trois à cinq élèves de la classe demande d'abord de restituer le moment scolaire, puis interroge sur les autres moments éventuellement menés antérieurement qui "sont pareils". Les élèves interrogés sont désignés par le maître en variant le sexe et le niveau scolaire déclaré. Le guide d'entretien permet de réagir aux désignations utilisées par ces élèves en sollici-

et les pratiques  
des maîtres

tant les raisons qui justifient l'étiquetage et les différences entre des moments scolaires déclarés distincts. L'analyse du contenu des entretiens intégralement retranscrits repère la désignation spontanée des moments scolaires, les attributs objectifs mentionnés par les élèves en distinguant les caractères intrinsèques et les caractères extrinsèques, les confusions voire les conflits éventuellement inscrits dans les réponses des élèves.

**2. PROPOS D'ÉLÈVES SUR LES MOMENTS SCOLAIRES**

Les discours des élèves sont fortement contrastés selon leurs compétences langagières, selon leur rapport à l'École et aux enseignements et bien sûr selon leur âge scolaire. Si certains restituent très difficilement ce qu'ils viennent de faire, peinent à distinguer les moments qu'ils désignent par "crayons de couleur", "cahier du jour", "poule et œuf"... d'autres en revanche expriment à la fois les visées de la séance, le ou les objets d'apprentissage et leur intérêt pour grandir et réussir à l'École. La présentation de l'analyse de ces propos sur les moments scolaires d'éducation scientifique et technologique porte d'abord sur leur dénomination, puis sur leur caractérisation enfin sur les confusions identifiées et leurs sources.

**2.1. Avec ou sans étiquette**

des démonstrations  
variées

La dénomination des moments scolaires varie selon les cycles. Moins d'un élève sur trois du cycle II nomme par un terme générique le moment précédent, les autres le désignant simplement par les objets de travail "calendrier", "dents". La quasi totalité des élèves de cycle III étiquettent en revanche ce moment. Aucun élève de cycle II ne nomme les moments scolaires par "découverte du monde", pas plus que les élèves de cycle III ne mentionnent l'ensemble "sciences et technologie". Les termes qu'ils citent spontanément sont généralement les compartiments "biologie", "sciences" et "technologie". Le tableau suivant présente ces usages. En raison des réponses cumulées, les totaux sont supérieurs aux effectifs des sous-groupes.

désignations spontanées	biologie	sciences	physique	technologie	autres	effectif
cycle II	6	6	0	2	0	34
cycle III	25	16	0	25	2	44

Ces réponses des élèves révèlent les pratiques scolaires qui tendent ainsi à désigner les matières scolaires par les noms des disciplines. Ces termes appartiennent à la culture

scolaire partagée dans la communauté éducative. Massivement les élèves répondent que l'étiquette qu'ils utilisent est donnée par le maître, a été appris dans les classes précédentes ou bien correspond à ce que disent les grands de la fratrie. L'usage différentiel de ces noms atteste l'incorporation progressive des normes organisationnelles de l'École du CP au CM2.

## 2.2. Des rassemblements grâce aux caractères intrinsèques

des repères  
différents

Les regroupements sollicités lors des entretiens par les questions concernant les similarités entre les moments (le pareil) s'opèrent en fonction de critères différents selon les élèves. Ces critères sont plus particulièrement les objets, les tâches, les savoirs. Ce sont des repères qui évoquent plus ou moins nettement le contenu sans qu'il soit toujours explicitement formulé. Les attributs objectifs que les élèves citent dans leurs propos correspondent aux caractères intrinsèques des moments scolaires. Ils sont la trace du rapport épistémique que les élèves établissent à ces moments.

Contrairement à la géométrie, par exemple, qui est caractérisée par la règle, le compas et l'équerre, pour les activités scientifiques et techniques, les enfants ne mentionnent que très rarement les objets-accessoires, les outils ou les instruments (loupes, attaches parisiennes...). Ils signalent plus directement les objets qu'ils étudient.

Kévin, CE1

Question : *"Comment tu reconnais une leçon de biologie ?"*

Réponse : *"Ça parle des plantes, des graines, des choses du corps."*

Estelle, CE1

Réponse : *"Ben, c'était de la biologie." (...)*

Question : *"Si le maître ne te l'avait pas dit, tu l'aurais su ?"*

Réponse : *"Ben oui, parce que c'est souvent des choses comme ça que l'on fait en biologie, soit des choses sur le bébé, soit des choses sur comment on digère enfin des choses comme ça."*

et particuliers

Les activités scientifiques sont caractérisées par de nombreux enfants par les "expériences" au cours desquelles ils jouent un rôle admis par le maître. Dans ce décor différent, on cherche, on trouve, on se documente. Selon la désignation en usage, c'est de la biologie, des sciences ou plus rarement de la technologie.

Nordine, CP

Réponse : *"On fait des expériences quoi."*

Question : *"C'est quoi une expérience ?"*

Réponse : *"Ben, c'est quand tu sais pas, ben tu prends des objets, tu les mets dans l'eau où je sais pas ce que tu veux ? (...) Parce que les expériences, c'est quand tu, comment dire, quand tu fais quelque chose pour dire aux gens comment ça fait."*

Kévin, CE1

Question : *"Cet après-midi, lorsque vous avez regardé les fruits, que vous les avez découpés pour voir ce qu'il y avait à l'intérieur, c'étaient des expériences ?"*

Réponse : *"Non, pas vraiment parce qu'on regarde, c'est tout, on pose pas une question pour voir ce que ça va faire."*

Question : *"Et lorsque tu fais des expériences, tu te poses des questions ?"*

Réponse : *"Oui, et quand on sait pas, ben, on fait une expérience."*

Steve, CM2

Réponse : *"Et puis la biologie, on fait des expériences pour savoir des choses par exemple quand on se demande si par exemple pour savoir certains phénomènes, on fait des expériences, c'est ça la biologie."*

Question : *"D'accord, tu peux m'en raconter une."*

Réponse : *"Ben, une fois c'était sur les plantes, on avait des graines, il y avait des plantes qui mouraient, on avait fait un petit jardin, on voulait savoir pourquoi. Alors on a fait un groupe avec l'eau, un groupe avec la lumière. Alors il y a un groupe qui mettait de l'eau dans son pot et qui le laissait en plein soleil et puis d'autres qui les mettaient dans le placard, ça donnait déjà des résultats différents et puis d'autres qui mettaient un fond d'eau et pour d'autres qui mettaient beaucoup d'eau. Ceux où il y avait euh, ceux où c'était un peu d'eau, au début la graine, elle était toute blanche après elle est passée au vert et puis après il y a une tige qui est sortie. Mais après quand on avait fait cette expérience là, on a vu que c'était plus à cause de l'eau parce que quand il y avait beaucoup d'eau, ça pourrissait, la graine, et en fait après on avait voulu savoir si c'était la tige ou la racine qui sortait en premier. Alors avant de faire des expériences, on avait différentes théories et puis moi j'avais donné une théorie, c'était que déjà la graine de la plante, elle se nourrissait de tout ce qu'il y avait dans la graine et puis dès qu'il n'y avait plus assez d'aliments dans la graine, ben elle était forcée de sortir pour s'alimenter."*

Cette réponse de Steve qui restitue intégralement l'activité qu'il a menée avec les exigences méthodologiques d'une recherche, reste cependant très rare. Mais pour ces élèves, aux étiquettes "sciences" ou "biologie" correspondent des classes de tâches que sont les expériences dont la fonction est de comprendre, même s'ils ne trouvent pas toujours les mots pour le dire.

Les rassemblements selon les caractères intrinsèques que sont plus particulièrement les sujets d'études, les tâches ou les apprentissages ne sont pas du même registre. Selon les élèves, les catégories sont construites sur les composants perceptibles des moments scolaires (les fleurs, les graines) ou sur leurs composants plus épistémologiques (visée, méthodes).

### 2.3. Des rassemblements grâce aux caractères extrinsèques

Les regroupements que les élèves effectuent sont aussi dictés par l'organisation pédagogique qui fixe les caractères extrinsèques des moments scolaires et que les élèves repèrent comme des critères de catégorisation. Patrick (CM2) par exemple cite son cahier d'expériences – distinct du cahier du jour – “cahier exprès pour ce qu'on va faire, ce qu'on construit (...) ce qu'on explique”. Pour Baptiste (CP) “dans la chemise verte, il y a la carte d'électeur, la galle du chêne.” Ces modalités sont alors des indices que les enfants signalent, en particulier le lieu de rangement des traces écrites lorsqu'il y en a, l'existence même de ces traces, la couleur des feuilles, les intercalaires, la lettre qui figure sur la fiche, la forme de la fiche avec ses dessins, ses questions, ses travaux à conduire... Le classement des moments scolaires fixe leur dénomination et leur étiquetage sur leurs caractères extrinsèques.

Tiffany, CE2

Question : *“Est-ce que tu connais le mot technologie ?”*

Réponse : *“Dans notre classeur, on a biologie et technologie.”*

Question : *“Ben, tu ne m'as pas parlé de tout ça. Tu m'as parlé de sciences mais pas de biologie ni de technologie !”*

Réponse : *“Parce que les sciences, c'est pareil.”*

Question : *“Pourquoi c'est pareil ?”*

Réponse : *“Ben, on parle des mêmes choses, on met tout dans le classeur.”*

Question : *“Tu as mis tout ce que tu as fait dans la même partie de ton classeur ? Le thermomètre, il est avec ton travail sur les plantes ?”*

Réponse : *“Non on a mis la foreuse avec le thermomètre et les plantes dans une autre partie.”*

Question : *“Ah bon pourquoi ?”*

Réponse : *“J'sais pas. La maîtresse, elle nous dit de ranger ça comme ça.”*

Question : *“Si la maîtresse ne te disait pas où ranger tes feuilles, tu ne saurais pas où les mettre ?”*

Réponse : *“Je les mettrais dans mon classeur.”*

Question : *“Oui, mais où dans ton classeur ?”*

Réponse : *“J'sais pas.”*

des codages

Ce classement extérieur à l'activité des élèves ne leur permet pas de percevoir les sous catégories implicites. Les maîtres utilisent aussi de nombreux repères organisationnels susceptibles de limiter l'activité métacognitive des enfants. Ophélie, Nicolas, comme Pierre, élèves de la même classe de CE1, savent que la lettre sur la feuille désigne une matière.

Pierre, CE1

Question : *“Sais-tu de quelle activité il s'agissait ?”*

Réponse : *“Oui, c'était de la biologie.”*

Question : *“Comment tu le sais ?”*

Réponse : *“Le maître nous l'a dit et il a mis un B sur la feuille.”*

Question : *"Et quand il met un B sur la feuille, ça veut dire biologie ?"*

Réponse : *"Oui."*

Question : *"Il met d'autres lettres des fois ?"*

Réponse : *"Oui, il met un S."*

Question : *"Ça veut dire quoi S ?"*

Réponse : *"C'est qu'on travaille en sciences."*

Mais les élèves utilisent aussi d'autres indices pour décoder les moments scolaires. Au fil de leur expérience, ils reconnaissent la présentation des fiches et les tâches presque normalisées qu'elles appellent.

Clément, CE1

Réponse : *"Parce que c'est expliqué pareil sur les feuilles, c'est expliqué pareil."*

Question : *"Comment ça, expliqué pareil ?"*

Réponse : *"Parce qu'il y a les mêmes dessins, entre ce qu'on développe et puis ensuite il y a un coloriage, là, on doit dessiner des choses."*

Dans le décodage des moments scolaires, même les gestes du maître sont identifiés. Les élèves de la classe de Paul remarquent son geste d'agrafage avant de mettre la feuille dans la chemise verte.

Étienne, CE1

Question : *"Quand tu travailles sur les vers, c'est des sciences ?"*

Réponse : *"Euh, non, quoique si."*

Question : *"Pourquoi, quoique si ?"*

Réponse : *"Parce que Paul il a agrafé notre travail."*

Question : *"Ah ! Si Paul il a agrafé le travail, c'est des sciences ?"*

Réponse : *"Oui, sûrement."*

Capucine aime les sciences parce qu' "on travaille pas pareil". L'ambiance est alors un critère de distinction.

Kévin, CE1

Question : *"Alors quand on fait quelque chose, comment on sait que c'est de la technologie ?"*

Réponse : *"Ben..., c'est..., je verrais qu'ils sont en groupes et tout... même s'ils travaillent avec leurs stylos."*

Pour certains élèves, l'emploi du temps constitue le repère essentiel des moments scolaires régulièrement rythmés au fil des semaines. À ces repères temporels qui fixent les catégories de moments scolaires, s'associent souvent les différents maîtres qui interviennent dans la classe. Dans les classes à plusieurs maîtres, les étiquettes des catégories de moments scolaires sont associées à ces intervenants.

Patrick, CM2

Question : *"On aurait pu le mettre dans le cahier de géométrie, non ?"*

Réponse : *"Hein ?"*

Question : *"On aurait pu le mettre dans le cahier de géométrie."*

pour une  
caractérisation

Réponse : *“Ben oui, mais c’est là aujourd’hui, c’était de la, la géométrie c’est avec M. R. et puis on en fait pas avec Vincent.”*

L’impact des gestes des enseignants sur le contenu des propos des élèves est particulièrement net. “La chemise verte”, “l’agrafage” des feuilles, tout comme la désignation de “biologie” ou “sciences” témoignent des pratiques organisationnelles des maîtres. Les moments scolaires sont ainsi codés et chaque matière scolaire a ses codes spécifiques. Puisqu’il s’agit du cahier de sciences, on a fait des sciences ; puisqu’il s’agit de Vincent, c’est la technologie. Chacune des classes dans lesquelles les entretiens ont pris leurs sources est ainsi différente avec des gestes particuliers qui sont ceux qu’impose implicitement l’enseignant pour la gestion de ses activités. Ainsi selon les classes, par ces rites décodés par les enfants, la caractérisation des matières scolaires s’effectue tout autant par le contenu que par leur contexte de réalisation.

**2.4. Des indices pour identifier les moments scolaires**

plusieurs indices

L’identification des moments scolaires, leur caractérisation et le cas échéant leur catégorisation ne s’opère pas à partir du repérage d’un seul indice. Il s’agit généralement d’un ensemble de caractères qui permettent aux élèves de saisir la matière scolaire et de confirmer un regroupement initialement opéré. Au cours des entretiens, les élèves mentionnent les caractères des moments scolaires. L’analyse qualitative précédemment présentée peut être complétée par le repérage du nombre de citations concernant les caractères intrinsèques et extrinsèques des moments scolaires. Selon les repères des grilles d’analyse, pour les premiers, les plus saillants concernent les tâches que les élèves désignent (expériences, constructions, réalisations, études...), les objets ou les thèmes d’étude ou de réalisations (le corps, les fleurs, le mouvement, le calendrier...) ainsi que les apprentissages identifiés. Parmi les caractères extrinsèques, ce sont le cahier (modes de rangement), l’emploi du temps, l’organisation pédagogique (groupes, hors de la classe) et le cas échéant le maître.

Le tableau ci-dessous repère le nombre d’élèves qui mentionnent dans leurs propos les indicateurs identifiés.

eff.	tâches	objets	apprentissages	cahier	emploi du temps	groupes	maître
78	54	57	35	35	11	11	23

Globalement, sont mentionnés d’une façon privilégiée les composants des moments scolaires que sont la nature des tâches, les objets de travail, les apprentissages et les accessoires de rangement. Les repères que sont l’emploi du temps et l’organisation du travail scolaire sont moins cités. La



référence du maître ne concerne bien sûr que les classes à plusieurs maîtres (n = 46).  
L'analyse selon les sous-groupes de l'échantillon de l'enquête permet de repérer quelques tendances.

	eff.	tâches	objets	apprentissages	cahier	emploi du temps	groupes
CYCLE II	34	21 62 %	20 59 %	8 23 %	17 50%	2 5%	5 15%
CYCLE III	44	34 77 %	37 84 %	28 63 %	18 41%	9 20%	6 14%
total	78	54	57	35	35	11	11

selon le capital  
d'expériences  
de chacun

La comparaison des citations des élèves du cycle II et de celles des élèves du cycle III indique que si les tâches et les objets restent majoritairement les caractères cités, les apprentissages se substituent aux accessoires de classement. La typicalité de base semble construite sur les composants observables des moments scolaires. Une typicalité surordonnée se construit progressivement sur les apprentissages qui sont des caractères intrinsèques plus abstraits. Cette évolution peut s'expliquer d'une part en raison de l'existence plus nette des enseignements au cycle III et d'autre part en raison du capital expérientiel plus riche des élèves de ce cycle. L'ambiance du travail associée par exemple aux travaux de groupes reste faiblement signalée quel que soit le cycle. En revanche, l'emploi du temps est plus nettement souligné par les élèves du cycle III. Ce repérage est associé aux classes à plusieurs maîtres dans lesquelles les enseignements sont plus diversifiés.

Les élèves mentionnent des caractères intrinsèques et/ou des caractères extrinsèques. Plus les élèves sont grands, plus les caractères intrinsèques sont cités.

	CP	CE1	CE2	CM1	CM2
effectif	19	15	7	12	21
caractères intrinsèques	11	14	7	10	21
caractères extrinsèques	9	8	7	8	12

Le dénombrement des indices évoqués ou cités indique que les réponses les plus nombreuses comportent 3 ou 4 indices. Les élèves des petites classes citent un nombre inférieur de caractères associés aux moments scolaires. Cette différence provient essentiellement de la différence quantitative et qualitative du capital d'expériences accumulé au cours de la scolarité des élèves.

des  
catégorisations...

nb d'indices utilisés par un élève	0	1	2	3	4	5	6	effectif
total cycle II	5	5	7	8	7	2	0	34
total cycle III	1	1	8	14	15	3	2	44

2.5. Des définitions génériques

Au cours des entretiens, les sollicitations souhaitent amener les enfants à préciser les caractères intrinsèques de chaque regroupement effectué. Toutefois, l'âge des enfants qui sous-entend leur âge scolaire fait apparaître sans surprise des discours différents. Au cycle 2, les élèves associent à une étiquette un exemple d'activité. Par prélèvements successifs d'indices, ils catégorisent des sous-ensembles qui leur apparaissent analogues selon des caractères intrinsèques ou extrinsèques. Au cycle 3, la capitalisation d'expériences scolaires permet l'identification d'ensembles définis d'une façon générique.

D'une façon assez générale, la définition des matières s'effectue selon les associations : biologie – nature ; sciences – expériences ; technologie – fabrication.

Franck, CM2

Réponse : *"Ben technologie, on sait c'est quand on manipule des machines... l'électricité c'est... on manipule des fils électriques, des piles, des ampoules, des plaques. Et en biologie souvent, en fait on étudie... tu sais reconnaître les arbres, les plantes... c'est ce qu'il y a dans le corps..."*

Anne, CM2

Question : *"Qu'est ce qui est pareil et qu'est ce qui est pas pareil ?"*

Réponse : *"Les sciences on étudie plutôt ce qui est vivant, autour de nous, la technologie plutôt on fabrique des choses pour que ce soit, pour que ça marche."*

L'hétérogénéité inter-catégorielle apparaît nettement dans les entretiens à propos des mathématiques et de leur contraste avec les sciences et la technologie. Toutefois, selon les élèves, ces contrastes sont déterminés par des caractères intrinsèques ou extrinsèques.

Jérémy, CM

Question : *"Et il y a des choses pareilles entre les maths et les sciences ?"*

Réponse : *"Non, du tout, parce qu'en maths c'est du calcul et les sciences c'est ce qui nous entoure."*

Nawres, CE2

Question : *"Et ça se ressemble ?"*

Réponse : *"Des maths, c'est tout seul, que les sciences c'est pas pareil."*

Question : *"Et pourquoi c'est pas pareil ?"*

Réponse : *"Parce qu'on les fait l'après-midi et les maths c'est le matin."*

Question : *"Oui, mais tu dis, les maths, c'est tout seul."*

Réponse : *"Ben, c'est pas pareil."*

Question : *"Pourquoi ?"*

Réponse : *"Parce que les maths, on doit calculer tout ça que dans les expériences on calcule pas."*

## 2.6. Des perturbations

mais des conflits

Les indices utilisés par les enfants pour nommer et reconnaître les matières et leurs étiquettes contribuent à la constitution de catégories plus ou moins stables. Ce processus de construction est source de conflits cognitifs en particulier lorsque des indices deviennent des intrus pour les regroupements. Pourquoi désigner une activité par "biologie" lorsqu'il s'agit de mesurer la queue du lézard ? Pourquoi en désigner une autre par "technologie" puisque c'est Vincent qui la mène, lorsqu'il s'agit de tracer, plier, découper alors que d'ordinaire ce type de tâche est plutôt menée par Catherine ? Pourquoi désigner une autre par "science" alors que l'étude des plantes est habituellement repérée par "biologie" ? Telles sont des interrogations que les entretiens suscitent chez les enfants. Des critères sont alors inventés pour que la catégorisation colle à la réalité ou à ce qu'on en pense. La technologie se distingue donc de la géométrie parce que les objets fabriqués sont en volume ou bien parce que le plan de pliage n'a pas le statut de trace de leçon collée dans le cahier du jour. La vis d'Archimède est de même apparentée à la biologie parce qu'elle est utilisée dans les moissonneuses et que le blé est une plante ! Ainsi ces conflits sont-ils alors provisoirement réglés.

À partir des réactions des élèves au cours des entretiens, trois sources majeures de conflits peuvent être mises en évidence. Elles concernent essentiellement les catégorisations préétablies indépendamment des élèves : le classement arbitraire des matières, leur désignation aléatoire et variable, leur compartimentation *a priori*.

Certaines activités hybrides interrogent nettement les élèves qui n'en perçoivent pas clairement les multiples caractères mêlés. Ces réactions sont particulièrement nettes au cours des entretiens qui suivent une séance de construction d'une boîte pliée et une séance consacrée à l'étude et à la réalisation de kaléidoscopes.

Julien, CM1

Question : *"Sais-tu ce que tu as fait comme activité ?"*

Réponse : *"Oui, de l'art plastique."*

Question : *"Qu'est-ce qui te permet de dire que c'était de l'art plastique ?"*

Réponse : *"Ben, on fait des dessins, plein de choses... des kaléidoscopes, des euh, j'sais pas."*

plus ou moins  
importants

Question : *"Tu dis que c'était de l'art plastique parce que tu as fait des dessins."*

Réponse : *"Oui, et puis on travaille pas... enfin on travaille un peu mais pas beaucoup."*

Question : *"Et aujourd'hui, tu n'as pas travaillé ?"*

Réponse : *"Voilà c'est ça, on n'a pas écrit."*

Mais les écarts entre les élèves sont particulièrement grands. Mathieu est pratiquement perdu. Il ne retient de ce moment scolaire que la souffrance due à la réflexion et aux appels à sa mémoire. Il considère même qu'il s'agissait d'un contrôle de mathématiques sur les triangles. En revanche, Tristan semble jongler avec les matières scolaires dont il identifie les interrelations.

Tristan, CM1

Réponse : *"Cet après-midi, c'est de la technologie."*

Question : *"Comment le sais-tu ?"*

Réponse : *"Parce que c'est des inventions."*

Question : *"Comment tu sais quand tu fais de la technologie ?"*

Réponse : *"Ben, parce que la maîtresse nous le dit et puis je devine des fois."*

Question : *"À quoi tu le devines ?"*

Réponse : *"Euh, parce que c'est scientifique, c'est fait avec de la matière, on cherche, on bouge."*

Question : *"Et cet après-midi tu n'as fait que de la technologie."*

Réponse : *"Oui, que de la technologie."*

Question : *"Et lorsque la maîtresse vous a parlé des triangles et des angles..."*

Réponse : *"C'était grâce à la géométrie qu'on pouvait construire notre kaléidoscope, en fait des fois on peut mélanger des matières pour faire de la technologie."*

Question : *"Tu veux dire que dans certaines matières on peut en faire d'autres."*

Réponse : *"Oui."*

Identifier les différentes tâches inscrites dans un projet qui associe différents contenus disciplinaires, tel que le fait Tristan, suppose d'avoir construit une représentation du système des matières qui permet de penser leurs interrelations.

### **3. À LA RECHERCHE DES RÈGLES DES OCCUPATIONS SCOLAIRES**

Si depuis un peu plus de dix ans, les travaux et recherches sur les disciplines scolaires permettent de mieux comprendre leur structure, leurs principes de construction et de développement tant dans leurs dimensions de curriculums prescrits, réels voire cachés, peu de recherches s'intéressent

la nécessité  
des moments  
métacognitifs

aux curriculums disciplinaires vécus par les élèves. Un des résultats importants de cette recherche est la mise en évidence de l'activité cognitive des élèves de l'école élémentaire dans leur rapport au curriculum disciplinaire désigné par "découverte du monde" et "sciences et technologie". Les élèves sont ainsi les véritables sujets de ces moments scolaires qui leur sont proposés et au cours desquels leur activité métacognitive est essentielle. Dans leurs réponses, ils mentionnent les régularités qu'ils repèrent afin de procéder à des catégorisations de sous-ensembles distincts. Toutefois, si les comportements observés et les déclarations recueillies sont ici limités au domaine de l'éducation scientifique et technologique, des études similaires relatives à d'autres champs de l'enseignement scolaire mériteraient d'être conduites afin d'étendre l'investigation de ces rapports épistémiques, qui proposerait vraisemblablement des résultats analogues.

Ce point de vue privilégié révèle qu'à l'École, les matières scolaires ne sont pas uniquement composées des caractères intrinsèques que sont les objets de savoir, les méthodologies spécifiques, la nature des tâches... Du point de vue des élèves, les matières scolaires sont aussi un ensemble de caractères extrinsèques qui codent les moments scolaires.

par les élèves

Les commentaires des enfants mettent en évidence leurs différents rapports aux moments scolaires et au contenu qu'ils intègrent. Dès l'école, les élèves semblent opérer des distinctions similaires à celles qu'E. Bautier et J.-Y. Rochex (1996) notent pour les lycéens. Certains élèves ont ainsi du mal à se situer en tant que sujet des tâches prescrites, tâches qui sont alors essentiellement des moments scolaires sans grand investissement cognitif. Pour d'autres, ce sont simplement des temps différenciés par le décor, par le maître, par les objets-accessoires, par les actions effectuées mais là encore sans identification véritable des enjeux d'apprentissage. Pour quelques uns en revanche, ce sont des moments au cours desquels ils construisent des connaissances en particulier grâce à leur activité métacognitive, ce qui les place dans une posture propice à leur réussite. Les moments scolaires sont en ce sens des temps d'élaboration progressive de la matrice épistémique des disciplines scolaires. Ils en identifient alors les visées et caractérisent la nature des tâches et leurs relations aux ressources des autres disciplines. À quelques exceptions près, ces élèves sont ceux qui sont présentés par les maîtres comme des élèves d'un bon niveau scolaire. En effet, excepté les enfants qui rencontrent des difficultés langagières pour s'exprimer sur ce qu'ils font, ce sont des élèves dont la restitution des moments scolaires révèle leur implication et leur participation. Pour certains ce sont des moments à l'école, pour d'autres de véritables moments d'école.

Ainsi, sans réelle surprise, certains élèves décodent les moments scolaires selon les enseignements visés alors que d'autres ne perçoivent pas les apprentissages inclus dans les activités. À propos d'un moment scolaire sur les dents, certains élèves ne le définissent que comme un moment agréable de coloriage... Quel impact cette caractérisation souvent partielle, parfois fragile voire absente des différents moments scientifiques et technologiques par les élèves peut alors avoir sur la qualité de leurs apprentissages ?

dans les pratiques  
des maîtres

L'ensemble des propos des élèves révèle les pratiques des maîtres dans l'organisation des tâches prescrites. Les échanges montrent aussi l'influence des gestes des enseignants sur la caractérisation des matières scolaires. Or, pour la plupart, ces façons d'enseigner sont des gestes non explicités aux enfants qui sont alors conduits à les décoder, à rechercher des indices, à comparer ou à distinguer les moments scolaires lorsqu'ils souhaitent saisir ce qu'ils sont en train de faire afin d'intégrer en profondeur les savoirs qu'ils travaillent. Parfois, les contrastes dans l'accompagnement verbal, les différences d'une classe à l'autre dans la désignation et dans le classement génèrent des conflits dus aux décalages entre les postures réelles des élèves et celles implicites à leur conduite et à leur organisation. Les enfants sont alors amenés à trouver les différentes règles du jeu de leurs occupations scolaires. Ce sont parfois des sortes de devinettes lorsque le classement est préétabli, des jeux de Kim lorsque les critères de tri ne sont pas indiqués, des puzzles lorsque la matière est désignée mais avec les pièces à construire, des jeux de sept familles dont on connaît les noms mais pas les personnages.

Réussir à apprendre dans un tel ensemble codé implique d'abord d'en maîtriser le code. Ce qui n'apparaît pas accessible spontanément pour tous les enfants qui parfois semblent surtout jouer à Colin Maillard.

Joël LEBEAUME  
GDSTC – LIREST ENS Cachan  
IUFM Orléans – Tours  
INRP  
Équipe de recherche :  
Joël Lebeaume, Olivier Follain, Catherine Diaz

## BIBLIOGRAPHIE

ABRIGHI. A., FABRE, M., SBAI, R., JOUVENET, J.-P. (1985). *Les causes de résistance à l'introduction des activités à dominante manuelle et technologique à l'école et au collège*, enquête 1982-84. Rapport de recherche. Paris : INRP/Lyon : LPDE.

AUDIGIER, F. (1993). *Les représentations que les élèves ont de l'histoire et de la géographie. À la recherche des modèles disciplinaires, entre leur définition par l'institution et leur appropriation par les élèves*. Thèse de l'université Paris 7.

BAUTIER, E. & ROCHEX, J.-Y. (1996). Rapport au savoir et à l'école des *nouveaux lycéens*. *L'année de la recherche en sciences de l'éducation* (pp. 185-212). Paris : PUF.

BAUTIER, E., CHARLOT, B., ROCHEX, J.-Y. (1992, 1999). *École et savoir dans les banlieues... et ailleurs*. Paris : Armand Colin.

BLIN, J.-F. (1997). *Représentations, pratiques et identités professionnelles*. Paris : L'Harmattan.

CHAMBON, M. (1990). La représentation des disciplines scolaires par les parents d'élèves : enjeux de valeurs, enjeux sociaux. *Revue française de pédagogie*, 92, 31-40.

CHARLOT, B. (1997). *Du rapport au savoir*. Paris, Economica.

CORDIER, F. (1986). La catégorisation naturelle : niveau de base et typicalité – Les approches développementales. *Revue française de pédagogie*, 77, 61-70.

CORDIER, F. (1993). *Les représentations cognitives privilégiées, Typicalité et niveau de base*. Lille : P.U.L.

DEVELAY, M. (1992). *De l'apprentissage à l'enseignement*. Paris : ESF.

FLORIN, A. (1987). Les représentations enfantines à l'école : étude exploratoire de quelques aspects. *Revue française de pédagogie*, 81, 31-42. Paris : INRP.

LEBEAUME, J. (dir.) (2000). *Découverte du monde, sciences et technologie, des matières scolaires à l'école élémentaire – Le point de vue des élèves*. Rapport de recherche. INRP. IUFM Orléans-Tours. GDSTC – LIREST ENS Cachan, 71 p. et annexes.

LEPLAT, J. & HOC, M. (1983). Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations. *Cahiers de psychologie cognitive*, 3, 1, 49-63.

MONTANDON, C. & OSIEK, F. (1997). La socialisation à l'école du point de vue des enfants. *Revue française de pédagogie*, 118, 43-51.

RAYOU, P. (1999). *La grande école. Approche sociologique des compétences enfantines*. Paris : PUF.

ROCHEX, J.-Y. (1995). *Le sens de l'expérience scolaire : entre activité et subjectivité*. Paris : PUF.

TERLON, C. (1990). Attitudes des adolescent(e)s à l'égard de la technologie : une enquête internationale. *Revue Française de Pédagogie*, 51-60.





# LES DESSINS D'OBSERVATION DANS LES PREMIÈRES PHASES D'ÉTUDE D'OBJETS ET DE PHÉNOMÈNES

Bernard Calmettes

*L'analyse de dessins d'élèves dans les phases d'études d'objets ou de phénomènes, en physique et en technologie, met en évidence des difficultés dont les origines sont diverses : complications de l'objet, aspects enfantins liés à l'imaginaire, conceptions erronées, règles de graphisme.*

*Ces difficultés existent à des degrés divers suivant que les enfants observent ou qu'ils se remémorent pour dessiner. Sur ce plan, la recherche confirme l'hypothèse relativiste quant au statut de l'observation, dépendante de l'observateur et des contextes, observation qui ne peut être neutre et passive. Un montage de séances est proposé afin de tenter de dépasser certaines des difficultés repérées en s'appuyant sur des explicitations individuelles des productions et sur un débat dans la classe. Finalement, ce sont les rencontres du dessin, de l'expression des conceptions sous-jacentes, des formulations mimées ou verbales à partir des dessins et des résultats des expérimentations menées qui permettent l'élaboration de la connaissance, avec certaines limites qui sont exposées.*

un dessin sous  
influences diverses  
et variées

Le dessin correspond à une production habituelle chez les enfants de tout âge. Il constitue un des modes de communication entre l'adulte, parent ou enseignant, et l'enfant.

Les productions dessinées par les enfants sont dépendantes de nombreux facteurs : moteurs, perceptifs, intellectuels, affectifs, sociaux, motivationnels, contextuels. Le style de l'enfant apparaît à chaque étape de son évolution comme un compromis entre les actions de ces différents facteurs. Le dessin d'enfant n'est pas le reflet d'une réalité dont les sens pourraient permettre l'appropriation exhaustive mais il peut en être considéré comme une transposition symbolique dont on peut essayer de dégager quelques principes.

Le terme de "dessin" peut être modulé suivant les destinataires ou les analyseurs potentiels. On parlera parfois de "dessin" dans une connotation artistique, d'"image" dans une étude en psychologie, de "lieu de projection" au sens psychanalytique, de "schéma" en sciences ou en technologie. Dans le cadre de cet article, c'est la terminologie simple de "dessin" qui est utilisée lorsque les travaux des enfants sont considérés. Sont précisés systématiquement les contextes de production et d'analyse.

L'hypothèse générale de la recherche est que l'analyse des dessins réalisés par les enfants lors des premières phases d'étude de phénomènes scientifiques ou d'objets techniques

quelles difficultés  
dans les premiers  
dessins en sciences  
et en technologie ?

peut mettre en évidence, par l'écart avec les productions institutionnalisées dans la classe au terme des séances, des difficultés liées, d'une part, aux techniques graphiques et, d'autre part, à une analyse non scientifique de l'objet ou du phénomène observés. Ces difficultés seraient variables selon que les élèves auraient ou n'auraient pas directement sous les yeux l'objet ou le phénomène en question. Dans le cadre d'une observation scientifique ou technologique, des choix sont en effet opérés de façon consciente ou inconsciente sur le phénomène ou l'objet en fonction des connaissances initiales et des questions que l'on peut se poser. Ces choix conditionnent le filtrage, la réduction, l'interprétation, la structuration et l'organisation opérant pour construire l'observation et la production écrite.

On peut envisager par ailleurs que les traces des valeurs projectives et affectives sont moins importantes dans le cadre des productions imposées en classe à partir d'une activité d'observation en sciences ou en technologie que dans le cadre des dessins libres ou spontanés.

Afin de préciser ces points, la recherche s'intéresse d'un point de vue théorique aux travaux déjà menés sur les dessins d'enfant et sur l'observation. D'un point de vue empirique, deux études sont réalisées. La première aide à valider ou/et à compléter les hypothèses de recherche. Elle prend appui sur des séquences en classe à différents niveaux d'enseignement. La deuxième s'intéresse aux évolutions des dessins d'enfants dans une série de séquences et à l'utilisation de ces traces écrites pour construire les savoirs. Un dessin d'observation et un dessin réalisé de mémoire sur le même sujet permettront *a priori* d'appréhender de manière plus fine l'influence d'un support réel sur les productions des élèves \*.

## 1. DU DESSIN LIBRE AU DESSIN D'OBSERVATION EN SCIENCES

Produire des dessins relève de compétences qui se construisent graduellement dès le plus jeune âge. Il convient donc tout d'abord de s'interroger sur les capacités graphiques des enfants de l'École Primaire.

---

\* Ce travail a été réalisé dans le cadre de la recherche de l'INRP "Pratiques d'écriture en sciences expérimentales".

### 1.1. Analyse générale de l'évolution du dessin des enfants

G.-H. Luquet (1977) a caractérisé différents stades dans l'évolution des dessins des enfants (dessins dits "libres" ou répondant à une demande d'un adulte : "dessine-moi un...") en s'intéressant aux figures tracées, à leurs signes et à leurs structures.

- Le gribouillage jusqu'à 2 ans correspond à une activité kinesthésique essentiellement motrice, impulsive, dont le caractère ludique conduit progressivement à une certaine maîtrise gestuelle.

- Le réalisme fortuit de 2 à 3 ans : l'enfant découvre de manière fortuite ou rétroactive un sens analogique aux tracés qu'il a exécutés initialement sans désir de signification. La transmission du dessin s'accompagne de commentaires verbaux ; le geste devient contrôlé.

- Le réalisme manqué de 3 à 4 ans : l'enfant réalise des tracés à visée signifiante mais ses expériences souvent tâtonnantes ne sont pas systématiquement assurées de succès.

- Le réalisme intellectuel, à partir de 4 ans, est souvent figuratif mais il n'y a pas d'influence stricte du modèle sur le graphisme ce qui aboutit parfois à une polysémie des tracés. Les relations topologiques entre les objets composant le dessin deviennent à leur tour significatives.

- Le réalisme visuel à partir de 8 ans : l'enfant représente les objets en essayant de se conformer aux critères de l'adulte. Il y a alors respect des proportions, un certain souci du détail, apparition des perspectives vraies.

Si les stades de l'évolution des dessins d'enfant constituent des repères globalement consensuels, il n'en est pas de même de leur dénomination et de leur philosophie sous-jacente. D. Widlöcher (1977, pp. 23-28) souligne que *"les critiques n'ont pas manqué à l'égard de la terminologie de Luquet et de ce qu'elle impliquait comme préconceptions théoriques"*, notamment en regard avec l'hypothèse réaliste. Celle-ci considère qu'il doit exister des identités entre les objets et l'image que l'on en perçoit, ce que l'on peut en retenir, et ce que l'on peut en reproduire par différents procédés de communication.

Les styles des dessins dépendent du développement d'autres fonctions telles que la mémoire, la pensée, la motricité, la gestion générale des espaces et du temps mais aussi des influences et des sollicitations culturelles et sociales auxquelles les enfants sont soumis.

Dans une perspective d'enseignement, en sciences ou en technologie, ces critiques interrogent la référence des activités et la définition des objectifs donnés aux élèves. S'il semble important de ne pas limiter les possibilités d'expression graphique des enfants à l'école, il est nécessaire dans certaines disciplines, notamment en sciences et en technologie, de faire exprimer les contraintes sur les productions afin de faciliter la conceptualisation et le passage du dessin

le dessin d'enfant  
évolue  
suivant des stades

au schéma convenu. Les médiations de l'adulte et des pairs peuvent être importantes dans l'évolution des dessins des enfants en apportant une lisibilité extérieure existentielle alors que *"la question du sens n'a, au début, pour les enfants, pas de sens. C'est la matière et les formes qui les préoccupent."* (F. de Méredieu, 1990, pp. 32-37)

## 1.2. Perception, image mentale et mémorisation

le dessin d'un objet  
n'est pas  
une reproduction  
de l'objet

Le passage de l'objet à sa représentation dessinée n'est pas immédiat. On peut en caricaturant y déceler des étapes : la perception et la formation d'une image mentale dans le processus d'observation, la mémorisation visuelle, la constitution du dessin.

J. Piaget (1969, p. 100) marque la fin de la position figurative et réaliste lorsqu'il écrit : *"Une confusion consiste à croire qu'une activité portant sur des objets concrets se réduit à un processus figuratif, c'est-à-dire fournissant une sorte de copie conforme en perception ou en images mentales des objets en question. [La connaissance] consiste toujours en processus opératifs aboutissant à transformer le réel, en actions ou en pensée, pour saisir le mécanisme de ces transformations et assimiler ainsi les événements et les objets à des systèmes d'opérations (ou structures de transformations)."*

la connaissance  
transforme le réel

La perception et l'image mentale correspondent donc à un système d'informations sélectionnées et structurées. L'image mentale ne peut pas être considérée comme un prolongement résiduel de la vision dans la mesure où elle dérive d'une part de reconstruction active. L'image mentale est donc un signifiant symbolique qui représente en le schématisant l'état en un instant d'une connaissance et d'une activité. Pour J. Bideau (1998), l'image *"est reconstructive du réel à un double titre : parce qu'elle est l'analogue d'une activité perceptive sensori-motrice qu'elle imite et schématise, et parce qu'elle est 'habitée', 'informée' à chaque étape de son développement par la conceptualisation opérative actuelle du sujet"*.

S.M. Kosslyn (1998) rappelle quant à lui la complexité des processus de mémorisation visuelle spatiale. Les données de l'espace ne sont pas simplement et uniquement stockées sous une forme topographique. La remémoration d'une situation ou d'un espace met alors en œuvre des informations stockées sous différentes formes, incomplètes si elles sont isolées, un système de traitement de ces informations et des stratégies de rappel.

la perception,  
la mémorisation  
conduisent à des  
images mentales

Il convient également de noter que l'image mentale ne constitue qu'un des grands modes de représentation et d'organisation de l'information relative à une situation. Le langage est le deuxième. Il ne peut pas être utilisé de manière aussi précoce que l'image mentale car il englobe un grand nombre de codes spécialisés, phonétiques, sémantiques et graphiques faisant l'objet d'apprentissages systématiques. Il

aboutit à une mémoire conceptuelle. Suivant les conditions d'exploration et de communication, suivant l'objet à mémoriser, suivant les individus, suivant les moments, ce peuvent être préférentiellement l'un, l'autre ou les deux modes de représentations qui sont utilisés. L'image mentale est plutôt pertinente pour l'information spatiale et le langage est plus approprié pour l'analyse. Mais les deux modes de représentation sont finalement très complémentaires.

### **1.3. L'observation et le dessin d'observation dans l'enseignement des sciences**

On voit souvent les résultats de la science exposés suivant un ordre établi très linéaire partant de l'observation pour aller à la conclusion en passant par la construction d'hypothèses, d'expériences et l'interprétation des résultats obtenus (méthode dite OHERIC). Cette conception tend malheureusement à faire croire que, d'une part, ce parcours correspond *stricto sensu* à la construction des connaissances en sciences, position de l'inductiviste naïf, et que, d'autre part, nos sens fournissent du monde des faits objectifs, position de l'empiriste naïf qui rejoint celle du figuraliste (Chalmers, 1991).

De fait, les épistémologues et les sociologues des sciences remettent en cause la primauté des observations. Celles-ci sont porteuses de questionnement, de conceptions et de connaissances déjà présentes. On n'observe pas n'importe quoi, n'importe comment, avec une tête "vide" de toute connaissance antérieure. C'est ainsi que l'astrophysicien Trinh Xuan Thuan (1998, p. 332) relève que *"le monde intérieur du scientifique est truffé de concepts, de modèles et de théories acquis tout au long de sa formation professionnelle. Ce monde intérieur, quand il est projeté au-dehors, ne permet plus à l'homme de science de voir des faits nus et objectifs, dénués de toute interprétation."*

De la même façon, dans les premières phases d'une démarche scientifique à l'école, l'observation et le dessin d'observation peuvent être mis en relation avec des connaissances antérieures, ces dernières pouvant correspondre à des conceptions erronées. Elles opèrent au niveau des processus de la perception, de l'image mentale et de la remémoration, et peuvent arriver à faire reconstruire et exprimer des productions descriptives erronées, par le dessin, par le texte ou verbalement. Ce qui est observé et ce qui est exprimé dépendent finalement non seulement de l'objet observé mais aussi de l'observateur, de ses expériences passées, de ses conceptions, de ses attentes, des représentations qu'il a de sa tâche et du récepteur de sa production, de ses interrogations, de ses acquis culturels.

l'observation  
n'est pas  
la première étape  
de la démarche  
scientifique...

... car elle est mise  
en relation avec  
des connaissances  
antérieures

## 2. ANALYSE DE PRODUCTIONS DANS LES PREMIÈRES PHASES D'ÉTUDE D'OBJETS ET DE PHÉNOMÈNES

### 2.1. Conditions d'expérimentation : un scénario commun à différents niveaux d'enseignement

Dans cette partie de la recherche un scénario commun est mis en place dans les différentes classes où des productions d'enfants sont recueillies. Un objet technique ou un phénomène scientifique est placé devant les enfants qui ont ensuite à loisir la possibilité de se déplacer autour de l'expérience en jeu, de manipuler ou d'utiliser les objets. Dans un cas, l'expérience initiale, à propos de laquelle une observation et un dessin ont été demandés, a été réalisée par les enfants (transvasement air-eau). Dans ces phases, l'enseignant leur demande de garder le plus possible le silence, afin qu'ils puissent se concentrer individuellement au maximum sur leur observation et sur son intériorisation – essayer de se parler et de mémoriser – (pour les élèves) et afin d'éviter des mécanismes d'influence entre les élèves liés à une expression et à une divulgation trop rapides des conceptions (pour l'enseignant et pour le chercheur).

Il leur est ensuite demandé, l'objet ou l'expérience étant toujours disponibles, de faire un dessin à partir de leur observation sur une feuille blanche de format A4, sans contrainte de durée. Selon J. Guichard (1998, p. 66), il s'agit ici d'une observation investigatrice car *“le passage à l'expression graphique de l'observation amène à réfléchir davantage, à se poser de nouvelles questions [...] Avoir à dessiner l'objet observé conduit à repérer des détails auxquels on n'avait pas accordé d'importance car ils ne semblaient pas correspondre aux questions que l'on se posait.”*

Ces activités sont incluses dans un dispositif didactique que les élèves connaissent. Les étapes suivantes de la séquence consistent de façon schématique en :

- la confrontation des productions par des échanges critiques à leurs propos afin de questionner l'objet ou le phénomène ;
- la mise en forme d'hypothèses à partir des dessins ;
- la construction éventuelle d'un protocole expérimental ou d'une recherche documentaire ;
- un retour sur les hypothèses à partir des résultats expérimentaux ou de nouvelles observations ou des lectures ;
- l'institutionnalisation des savoirs dans la classe.

Un nouveau dessin peut être alors élaboré, tenant compte de l'ensemble des remarques. On passe ainsi des conceptions et des productions individuelles à une production socialement construite en relation avec des processus sociaux et expérimentaux.

dessiner conduit  
à observer

## 2.2. Description et analyse des productions des élèves

L'objectif de cette partie de la recherche est la validation de critères d'analyse permettant de classer les difficultés repérées dans les productions des enfants en relation avec les hypothèses de la recherche : obstacles d'ordre graphique ou conceptions erronées. Il n'est bien sûr pas possible dans le cadre de cet article de décrire de manière exhaustive les productions obtenues. Seuls quelques exemples caractéristiques parmi les plus communs sont exposés. Ils sont choisis parmi ceux présentant les difficultés les plus fréquemment apparues. Une grande variabilité apparaît, surtout pour les dessins d'objets techniques.

Les dessins proposés sont tous des productions individuelles.

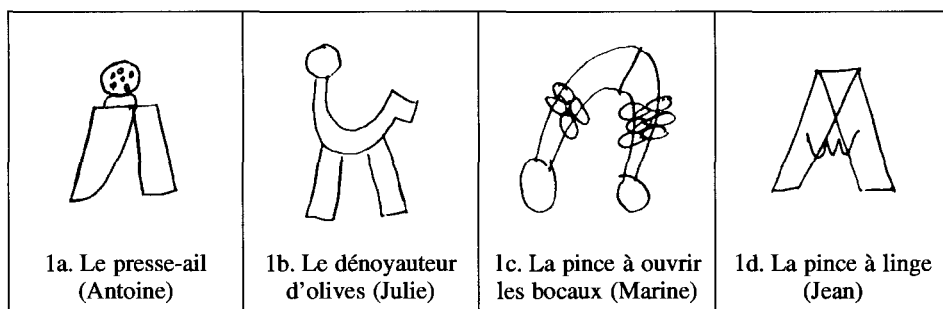
### • Petits objets, en moyenne et grande sections de maternelle (4-5 ans)

premiers âges et premières difficultés de représentation !

La consigne donnée aux élèves afin de motiver l'activité de production est la suivante : *"Vous allez manipuler puis dessiner cet objet et montrer votre dessin à vos parents. Ils devront deviner à quoi il sert."* Les parents sont appelés à noter le nom de l'objet au dos de la feuille de dessin. Au retour, le lendemain, la séance permet de revenir sur les premières productions.

Les dessins présentés ci-dessous sont réalisés par des enfants de chaque groupe, réunis autour d'un objet, lors de la première séance.

Figure 1. Dessins d'objets techniques en classe de maternelle



Les objets apparaissent généralement structurés alors que le même travail avec des enfants plus jeunes (petite section - 3 ans) conduit souvent à un éclatement des représentations des parties de l'objet. Toutefois, ici, les axes de rotation des objets ne sont pas figurés et la mise en évidence du fonctionnement éventuellement par deux dessins (ouvert/fermé) n'est pas réalisée dans ces premiers dessins.

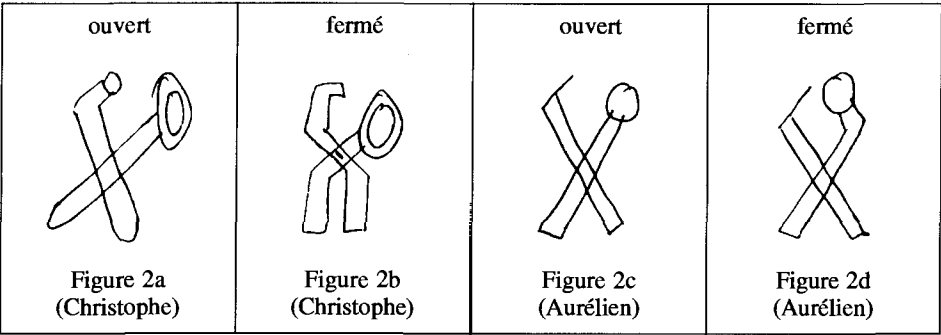
Entre 2 et 7-8 ans, aux stades des réalismes fortuit et intellectuel, selon G.-H. Luquet, l'élève peut produire des dessins dits "*en perspective enfantine*" en combinant de manière synthétique sur la même production, à plat, le résultat de vues effectuées selon différents angles d'observation. Apparaissent alors sur le même motif des éléments de vues qu'un adulte appellerait "de face" et "de profil". C'est par exemple le cas pour les dessins présentés du presse-ail et du dénoyauteur d'olives. Ces deux objets, choisis en partie d'ailleurs pour cette particularité, possèdent deux de leurs composants dans deux plans perpendiculaires. Ce sont la poignée et la partie directement active sur le fruit : grille pour le presse-ail, logement de l'olive pour le dénoyauteur. Les enfants semblent avoir repéré ces éléments et les ont représentés sur une même vue (cf. figures 1a et 1b) mais dans un même plan, favorisant cette reconnaissance matérielle, contre une localisation spatiale correcte des éléments les uns par rapport aux autres et contre la fonctionnalité de l'appareil.

Il semble que sur les premiers dessins d'objets plus habituels comme la pince à linge (cf. figure 1d), mais aussi comme les ciseaux (cf. Sénési, P.-H., 1998) que les enfants ont l'habitude de manipuler, on puisse mettre en évidence un surdimensionnement des parties de l'objet sur lesquelles la main agit directement.

Après les séances sur ces objets, on peut noter une certaine évolution vers des dessins en perspective. Mais deux points semblent laisser persister des difficultés : l'axe et la rotation des parties de la poignée. D'une part, la localisation de l'axe peut rester approximative. D'autre part, quand on demande aux enfants de dessiner l'appareil en position ouverte et en position fermée (cf. le passage de la figure 2a à la figure 2b ou celui de la figure 2c à la figure 2d), on s'aperçoit que les poignées sont souvent déformées lors de l'action plutôt que globalement mises en rotation.

mais des évolutions  
sont déjà possibles

**Figure 2. Dessins du dénoyauteur d'olives  
en position ouvert et en position fermé (GS)**





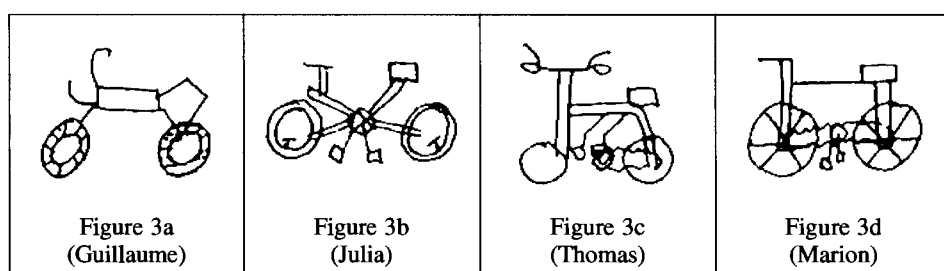
des composants  
techniques mal  
coordonnés...

P.-H. Sénési (1998) présente dans ses résultats de recherche des conclusions pratiquement similaires. En s'appuyant sur l'utilisation des objets, en faisant verbaliser les élèves sur leurs actions à propos de l'outil et en privilégiant une observation des gestes de leurs camarades, on met en évidence une évolution sensible des productions des enfants quant à la précision des détails des objets techniques qui montrent une certaine approche de leur fonctionnalité.

#### • La bicyclette en CP/CE1 (6-7 ans)

Des bicyclettes d'enfants sont disposées dans la classe et les élèves sont placés par groupe de trois ou quatre pour la phase de manipulation et d'observation. Une bicyclette est finalement conservée. Elle est placée sur le bureau de l'enseignant, bien en évidence pour tous les enfants revenus à leurs tables de travail. Les dessins sont dans ce cas aussi extrêmement variés. Quatre d'entre eux, caractéristiques des types de difficultés rencontrées par les élèves, sont présentés figure 3.

Figure 3. Dessins de la bicyclette en CP/CE1



La représentation de cet objet technique plus compliqué peut conduire soit à une schématisation très simplificatrice (absence des rayons des roues – figures 3a, 3b, 3c ; cadre) soit à l'absence de représentation de certaines des parties de l'objet (chaîne – figures 3a et 3b).

L'étude porte dans la suite de la séquence sur le dispositif d'entraînement de la bicyclette : pédales, roues dentées, chaîne. On peut remarquer à ce sujet, dans ces premières productions l'absence totale du système (figure 3a), l'absence de la chaîne (figures 3a et 3b), des pédales déconnectées de l'ensemble ou mal orientées (figures 3b et 3c), une chaîne mal disposée (figure 3d) et donc finalement des bicyclettes peu fonctionnelles. Même si, selon Luquet, les relations topologiques commencent seulement à se mettre en place, on perçoit ici les limites du réalisme intellectuel dans ces premiers âges.

... des bicyclettes  
non fonctionnelles...

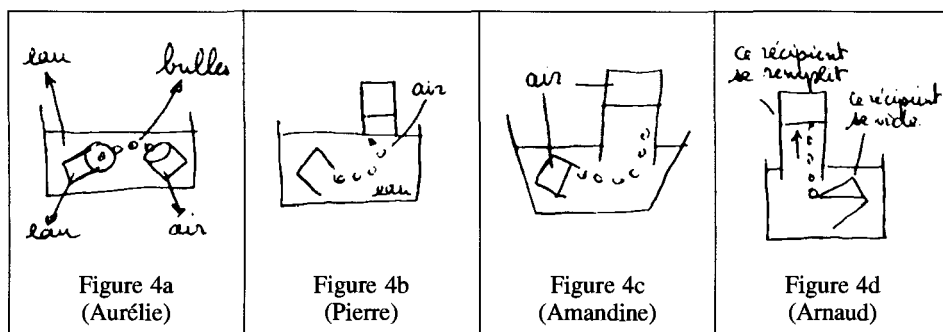
#### • Le transvasement air-eau en CE2 (8 ans)

Deux séances ont porté, d'une part, sur la mise en évidence de l'air (poches, bulles, vent), d'autre part, sur la fabrication

d'objets en relation avec l'air à partir de fiches techniques (moulinet, manche à air, parachute). Les enfants, par groupe de quatre, font ensuite une expérience de transvasement air-eau entre deux récipients transparents identiques, dans des aquariums ou des cristallisoirs transparents. L'écrit et l'expérience sont élaborés dans la même salle mais sur des tables différentes. Les élèves ont la possibilité de refaire l'expérience pendant la phase de production des écrits mais aucun d'entre eux n'utilise cette opportunité.

Dans ce cas aussi, une grande variété de productions existe. Les dessins choisis, réalisés par quatre enfants différents, sont caractéristiques des problèmes rencontrés.

**Figure 4. Dessins à propos du transvasement air-eau en CE2**



... des difficultés graphiques...

Ces productions (cf. figure 4) mettent en évidence :

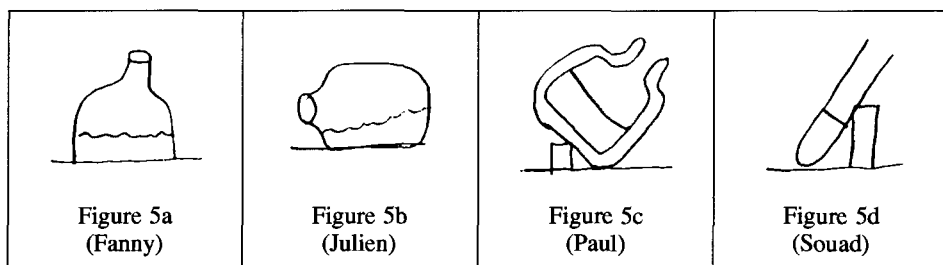
- des représentations variées des récipients : embouchures en perspective sur des récipients vus de profil (*"perspective enfantine"* - figure 4a), schématisations diverses avec plus ou moins de respect des proportions (figures 4c, 4d) ;
- des dessins erronés des surfaces de l'eau : horizontalité non respectée (figure 4c) ;
- des trajectoires de bulles d'air insolites (figures 4a, 4b, 4c).

... et des trajectoires de bulles insolites

Relativement à cette expérience qui relève d'un processus en évolution, les dessins sont complétés d'une légende : "eau", "air", "bulles" (toutes les figures) mais plus rarement de flèches indiquant un déplacement des bulles d'air (figure 4d), ce qui correspond au codage d'un événement spatio-temporel, de commentaires textuels sur des phénomènes : *"ce récipient se vide"* (figure 4d).

#### • L'horizontalité en CM1 (9 ans)

Une collection de récipients contenant de l'eau légèrement colorée est disposée sur le bureau de l'enseignant. Les récipients sont de formes diverses et parfois inclinés. Les élèves sont appelés à dessiner la totalité des récipients. Les productions présentées ci-dessous sont réalisées par un grand nombre d'élèves. Tous les enfants ont tracé la surface horizontale du bureau sur laquelle reposent les récipients.

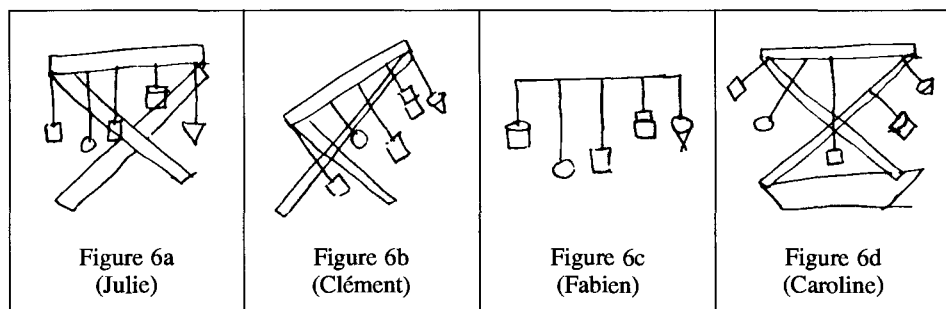
**Figure 5. Dessins sur l'horizontalité en CM1**

l'eau penche  
ou fait des vagues

Les difficultés que l'on peut repérer sont relatives à la forme générale des récipients (figures 5a et 5b), à l'apparence de l'épaisseur du verre (figure 5c), à la forme générale de la surface de l'eau marquée par la présence de vagues (figures 5a et 5b) et à la notion d'horizontalité elle-même (figures 5b, 5c et 5d). On remarque notamment des surfaces d'eau perpendiculaires aux bords du récipient, même si celui-ci est incliné. Ce phénomène, assez général, apparaît d'autant plus souvent que l'embouchure du récipient est étroite, ce qui est le cas du tube à essais (figure 5d).

#### • La verticalité en CM2 (10 ans)

Le dispositif posé sur le bureau de l'enseignant comporte un ensemble de petits objets suspendus par des fils blancs à un portique constitué de quatre morceaux de liteaux de bois fixés en oblique sur un support lui-même non horizontal.

**Figure 6. Dessins sur la verticalité en CM2**

Les productions, dont un échantillon caractéristique est présenté en figure 6, sont variées, plus ou moins schématisées, simplifiées, voire dépouillées.

Les élèves ont souvent dessiné :

- une barre supérieure horizontale alors qu'elle ne l'est pas (figures 6a, 6c et 6d) ou/et une seule barre alors qu'il y en a plusieurs (figure 6c) ;

des verticales  
non parallèles ?  
ou des parallèles  
non verticales ?

- des fils perpendiculaires à cette même barre horizontale, ce qui conduit à un bon dessin relativement à la verticalité (figures 6a et 6c) ;
- des fils perpendiculaires à la barre supérieure dans des cas où celle-ci est dessinée oblique, ce qui conduit à une mauvaise représentation de la verticalité (figure 6b) ; ce type de difficulté rappelle celle relevée précédemment sur l'horizontalité ;
- des dessins “mixtes” avec des fils perpendiculaires aux barres auxquelles ils sont reliés, ce qui aboutit au non respect du parallélisme entre les fils et de la verticalité (figure 6d).

### 2.3. Synthèse et retour sur les hypothèses

Les hypothèses formulées précédemment (§ 1.1) sont validées et les analyses des productions étudiées permettent d'aller plus loin dans la formulation des premiers acquis de la recherche, mettant également en évidence leur apport irremplaçable pour l'enseignant.

Les élèves ont des difficultés à représenter par le dessin des objets ou des phénomènes qu'ils ont pourtant “sous les yeux”. Ces difficultés peuvent avoir pour origine :

- La complication de l'objet pouvant aboutir à une observation locale, partielle, parcellaire, non globalisante, non fonctionnelle : petits objets techniques en maternelle, bicyclette en CP/CE1.

- La non distinction entre ce qui relèverait d'un dessin dans un cadre “habituel” et ce qui relève sûrement plus de la représentation attendue en sciences et en technologie : normalisation à propos des formes, du goulot, de l'épaisseur du verre des récipients. Les techniques de représentation scientifique ont leur spécificité, leur langage, leur grammaire. La mise en place de ces normes à l'école fait l'objet d'apprentissages très progressifs. Les productions comprennent parfois ici une légende, des codages symboliques dont des flèches ou des commentaires (transvasement air-eau en CE2).

- Des aspects liés à l'imaginaire ou à des stéréotypes enfantins. C'est le cas par exemple de la présence de vaguelettes à la surface de l'eau (transvasement air-eau en CE2, horizontalité en CM1). Même avec des élèves de CM1, il y a possibilité d'interférences dans leurs productions avec des aspects d'ordre affectifs. M.-A. Foley (1998) relève, dans des circonstances de productions différentes, mais on pourrait l'étendre aux contextes des productions étudiées ici, que *“l'esprit des enfants est riche en tendances ludiques et en qualités sensorielles [...] et avant sept-huit ans, il leur est difficile de séparer ce qui est inventé de ce qui est antérieurement vrai [...] et ce n'est pas avant onze ou douze ans qu'il discrimine avec sûreté 'l'événement psychique et interne' de 'l'événement matériel et externe’.”*

les difficultés  
repérées sont  
effectivement  
d'origine  
graphique...

... ou à mettre  
en relation avec  
des stéréotypes  
enfantins...

Certains élèves de maternelle, si l'enseignant n'arrête pas leur production à temps, investissent l'objet technique en le reproduisant de nombreuses fois, en utilisant des couleurs, en composant finalement sur leur feuille un tableau aux multiples objets techniques, mêlant production plastique à forte valeur affective et dessin technique...

– L'“injection” dans le dessin d'éléments provenant de conceptualisations ou de conceptions non scientifiques et personnelles : surfaces d'eau perpendiculaires aux parois des récipients même lorsqu'ils sont inclinés (horizontalité en CM1), fils perpendiculaires aux barres obliques, dessins de barres horizontales alors qu'il n'en existe pas dans le dispositif (verticalité en CM2), bulles à trajectoires variées (expérience de transvasement en CE2), chaîne sur la roue avant (bicyclette en CP/CE1).

... ou d'ordre  
conceptuel

À propos de la bicyclette, un enfant auquel il était demandé, dans la phase suivante de l'activité, pourquoi il avait dessiné la chaîne allant sur des pignons de la roue arrière et de la roue avant (Marion – figure 3d) a répondu “*sinon, comment la bicyclette avancerait-elle ?*” mettant en évidence la perturbation créée par la réflexion lors de la phase de production graphique.

Il reste qu'il est parfois délicat de spécifier ce qui relève d'une difficulté d'ordre graphique et ce qui est plutôt relatif à un problème de conceptualisation. Il convient afin de mieux connaître ces difficultés de privilégier une démarche de verbalisation et donc de laisser les élèves s'exprimer sur leurs productions, ce qui est réalisé dans les phases suivantes des activités.

### **3. ESSAI DE DÉPASSEMENT DES DIFFICULTÉS REPÉRÉES, DANS UN CONTEXTE DE CLASSE : À PROPOS DE L'“OMBRE”**

Une séquence a été réalisée dans une classe de 24 élèves de CM2 (10 ans) sur le thème général de l'“ombre”.

Ces activités sont motivées à plus long terme, pour les élèves et pour l'enseignant, par un projet d'astronomie pour lequel ils auront à travailler sur les phases de la Lune et sur les éclipses. L'enseignant détermine des objectifs en termes de contenus et de démarches et les contraintes des séances en termes de gestions des durées, des espaces et des propositions des élèves. Les situations réalisées en classe visant une évolution des premières productions prennent appui :

- sur le débat dans la classe autour des justifications des dessins ;
- sur diverses expériences ;
- sur de nouvelles observations réalisées spontanément par les élèves.

peut-on dépasser  
ces difficultés ?

Le chercheur appréhende les difficultés des élèves quant à l'objectivation scientifique du phénomène, suivant les conclusions des travaux initiaux de la recherche (§ 2.3), et essaie de les différencier suivant qu'elles relèvent de l'imaginaire, de connaissances incomplètes des techniques graphiques et de schématisation ou de conceptions erronées. Il convient également de caractériser ces obstacles suivant les contextes des productions écrites, en particulier selon qu'il y a recours obligatoire à la mémorisation ou à l'observation.

### 3.1. Construire un niveau de formulation pour la notion d'"ombre", en CM2

qu'est-ce qu'une  
"ombre" ?

Dans le dictionnaire Hachette Multimédia 1998, l'ombre est définie comme *"l'obscurité provoquée par un corps opaque qui intercepte la lumière"* mais aussi comme *"l'image, la silhouette sombre projetée par (ce) corps"*. C'est une autre formulation moins générale mais plus détaillée qui détermine l'objectif en termes de contenus pour l'enseignant, dans un premier temps. Les enfants travaillent dans cette première phase sur leur propre ombre portée lorsqu'ils sont au Soleil ou sur l'ombre portée de leurs camarades.

L'ombre est alors appréhendée à la fin des séances avec les caractéristiques suivantes.

1 – Elle n'a pas les couleurs de la personne, ni des détails, elle est uniformément sombre.

*Remarque* : l'ombre est sombre mais pas noire car il y a diffusion de lumière par les autres objets environnants (Site Internet *"La Main à la pâte"*).

2 – Elle a un contour dont la forme rappelle la silhouette de la personne.

3 – Elle est orientée par rapport au Soleil et à la personne.

4 – Elle touche le corps par les pieds, la personne étant debout sur le sol.

### 3.2. Organisation des séances

Le dispositif mis en place tient compte des contraintes liées aux gestions de la classe et de la recherche. Quatre séances sont réalisées. Elles prennent appui sur des consignes, des types de travaux et de traces retenues particulières que l'on peut synthétiser dans le tableau ci-contre.

un plan d'action  
en quatre séances

Dans la première séance, les élèves étant dans la classe ont à se remémorer l'image qu'ils ont de leur ombre et à dessiner, alors que dans la deuxième séance, le dessin se fait d'après observation directe. Dans les deux cas, ils ont à disposition du papier blanc format A4, des crayons à papier et de couleurs, une gomme. Un support rigide pour poser leur feuille est à leur disposition quand ils sont dans la cour.

N°	Consigne	Lieu	Type de travail	Traces retenues pour la recherche
1	<i>"Il y a du Soleil, dessine-toi avec ton ombre"</i>	Classe	Individuel	Dessin ("de mémoire")
2	<i>"Dessine ton camarade avec son ombre"</i>	Cour	Groupes de 2 mais production individuelle	Dessin ("d'observation")
	<i>"Prends en photo ton camarade avec son ombre"</i>	Cour	Groupes de 2 mais production individuelle	Prise d'une photographie numérique
3	<i>"Enregistre et imprime la photographie"</i>	Salle informatique	Groupes de 2 mais production individuelle	Obtention de la photographie sur papier
4	<i>"Caractériser son ombre"</i>	Classe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Première phase : groupes par familles de production</li> <li>- Deuxième phase : débat et institutionnalisation</li> <li>- Individuel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oral 1 filmé</li> <li>- Oral 2 filmé</li> <li>- Texte critique sur sa propre production initiale et synthèse du débat</li> </ul>

Les premiers dessins des enfants sont classés par l'enseignant en familles suivant les difficultés qu'ils mettent en évidence, relativement aux quatre items retenus pour caractériser l'ombre. Les élèves ont à expliquer leurs dessins initiaux lors de la quatrième séance. Entre-temps, ils ont donc dessiné puis fait une photographie de l'ombre d'un de leurs camarades dans la cour. Les photographies peuvent éventuellement servir de support pour le débat et pour la phase d'institutionnalisation.

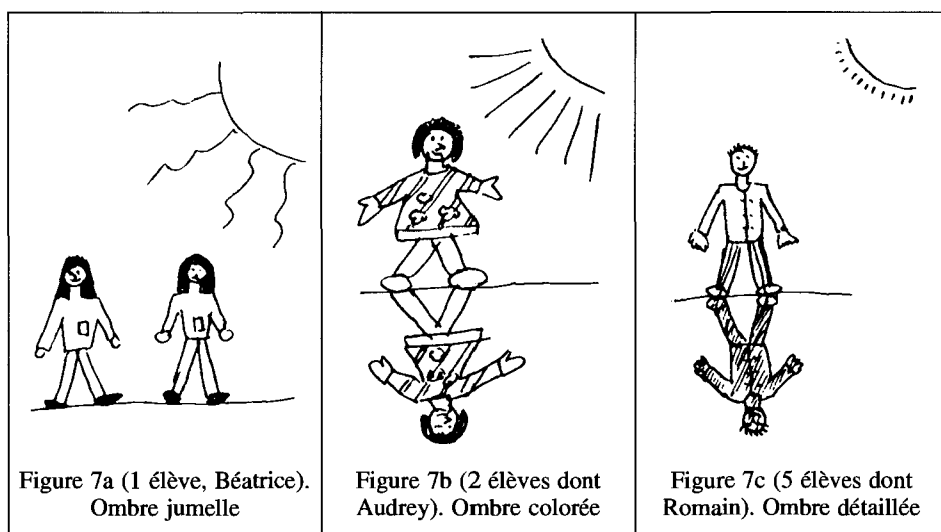
### 3.3. Description et analyse des productions des élèves

En relation avec les quatre items retenus pour caractériser l'ombre, différentes difficultés sont mises en évidence. Sont présentés successivement, pour chacun de ces items :

- les premières productions écrites "de mémoire" (séance 1) ;
- les explications données par les élèves auteurs à propos de ces dessins (séance 4, première phase) ;
- des extraits du débat dans la classe (séance 4, deuxième phase) ;
- des informations sur la comparaison entre les premiers dessins réalisés "de mémoire" (séance 1) et les dessins "d'observation" (séance 2).

**• L'ombre n'a pas les couleurs de la personne, ni des détails, elle est uniformément sombre**

**Figure 7. Ombre jumelle, ombre colorée, ombre détaillée**



mon ombre,  
serait-ce moi ?!

Les dessins "de mémoire" présentent ici :

- soit une ombre de type "miroir" avec une reproduction du personnage à côté de lui (cf. figure 7a, type Béatrice) ;
- soit une ombre avec les habits et les détails du visage apparents et colorés (cf. figure 7b, type Audrey) ;
- soit des détails vestimentaires plus ou moins apparents ; cinq élèves ont effectivement détaillé de manière exhaustive (cf. figure 7c, type Romain), mais nombreux sont ceux qui ont représenté simplement un ou deux détails : encolure, limite des manches, ceinture, poches (cf. par exemple plus loin les figures 9a, 9c, 10).

L'ombre n'est pas positionnée correctement.

Dans la séance 4, les enfants expliquent ces premières productions :

"puisque je vous dis  
que je l'ai vu !"

Béatrice (figure 7a) : *Je l'avais fait un jour chez moi et j'avais mon ombre à côté, comme ça...*

Audrey (figure 7b) : *Je crois que si j'avais à le refaire ; je referai quelque chose comme ça...*

Romain (figure 7c) : *Normalement, on ne voit pas à l'intérieur, on ne voit que les contours... Je ne sais pas pourquoi j'ai dessiné à l'intérieur.*

Dans la classe, le débat est vif et certains des élèves sont surpris voire déstabilisés par les productions "jumelle" et "colorée". Certains d'entre eux essaient d'expliquer ces dessins par une confusion entre une "ombre" et un "reflet".



l'ombre, c'est pas  
très clair !

Annelise : *Ce n'est pas possible qu'on voit la couleur parce que c'est l'ombre, et l'ombre c'est toujours noir.*

Boris : *Il y a trop de détails pour une ombre.*

Peter : *Ça ressemble plus à quand on se regarde dans une glace.*

Robin : *Annelise a dit tout à l'heure que l'ombre, c'est tout le temps noir. C'est faux parce que dans l'eau, on voit les couleurs.*

Boris : *Dans l'eau, c'est un reflet.*

Cécile : *On dit pas l'ombre dans l'eau.*

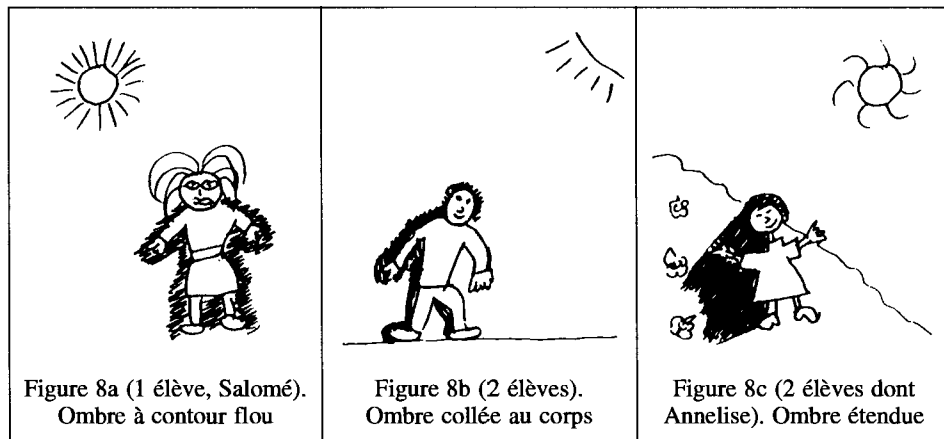
Peter : *On dit que c'est un reflet [...] et c'est en couleurs.*

Lucas : *Le reflet, c'est en couleurs [...] et on se voit.*

Les représentations "jumelle" ou "colorée" n'apparaissent plus dans les dessins "d'observation" (séance 2) mais il apparaît par contre pour les trois enfants les ayant produit "de mémoire" des ombres "détaillées" (séance 2).

**• L'ombre a un contour dont la forme rappelle la silhouette de la personne**

**Figure 8. Ombre floue, ombre sans forme collée au corps, ombre étendue**



Les dessins (cf. figure 8) présentent des contours mal déterminés, flous, ou sous forme de ratures.

Dans la phase de justification de la séance 4, les enfants discutent ces dessins "de mémoire" :

Salomé (figure 8a) : *J'ai fait comme s'il y avait un mur [...] parce que sinon il ne peut pas y avoir d'ombre.*

Édeline : *Si, elle est alors sur le sol.*

Annelise (figure 8c) : *Les rayons du Soleil servent à dessiner l'ombre. [...] L'ombre part de la tête parce que le Soleil arrive d'en haut, l'ombre part d'en haut.*

Sophie : *Oui, sur l'ombre, il y a aussi la tête et les cheveux...*

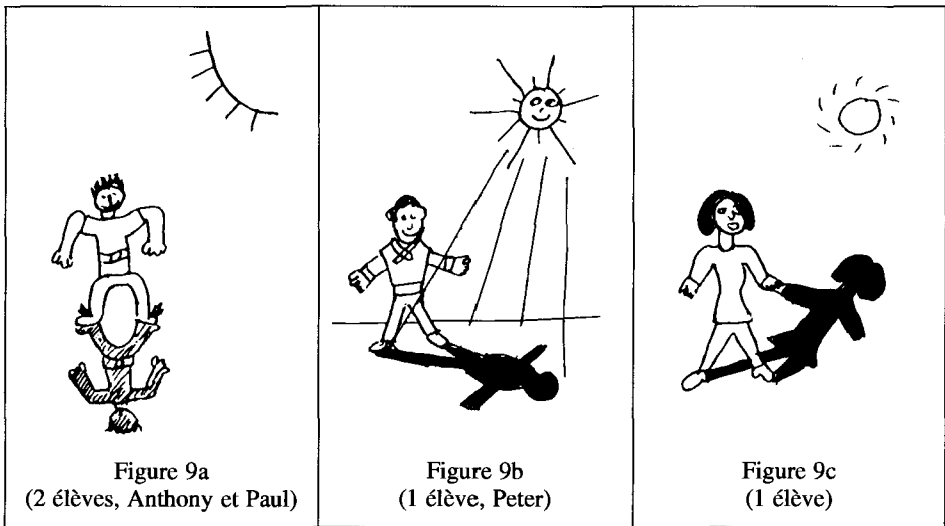
mais comment  
ça se fabrique  
une ombre ?

Les enfants sont intrigués par l'ombre "floue". Certains d'entre eux commencent à produire des expériences sur leur bureau afin d'argumenter en utilisant les objets qu'ils ont à leur portée et les lumières des néons de la classe... Ce qui n'est pas sans poser des problèmes scientifiques car les conditions ne sont pas les mêmes lorsqu'on travaille en extérieur avec le Soleil (source lumineuse quasi ponctuelle, unique et à l'infini) et en intérieur (sources étendues, multiples et à distances finies)... En intérieur, les ombres ont donc finalement un contour plus ou moins net !

Les dessins "d'observation" (séance 2) produits par les élèves ayant réalisés des dessins "de mémoire" du type de ceux présentés figure 8 restent problématiques pour deux d'entre eux, la forme de l'ombre restant floue. Pour deux autres, il y a production d'ombres "détaillées".

**• L'ombre est orientée par rapport au Soleil et à la personne**

**Figure 9. Ombre mal orientée**



Sur ces dessins, les ombres sont mal orientées par rapport au Soleil et au personnage. Dans un cas, des rayons du Soleil sont représentés et dessinent directement l'ombre sans passer par le personnage (Peter, figure 9b).

Dans la séance 4, les enfants producteurs de ces dessins expliquent leurs dessins :

"je n'arrive pas  
à dessiner  
autrement !"

Paul (figure 9a) : *Je crois que si j'avais à le refaire, je ferai pareil parce que je n'arrive pas à le dessiner autrement.*

Anthony (figure 9a) : *Le soleil, c'est lui qui fabrique l'ombre ; l'ombre est en face de moi.*

Anthony mime le phénomène en imaginant le Soleil à côté de lui (à gauche) et l'ombre devant lui.

Peter (figure 9b) : *Les rayons du Soleil, ils vont là, ils fabriquent l'ombre, ils y vont dessus.*

La discussion s'engage alors avec les autres enfants de la classe sur le rôle du Soleil dans le phénomène de l'ombre, notamment entre Boris et Robin.

Robin : *Moi, je pense que le Soleil, il ne peut pas venir sur l'ombre, sinon il la cache ; sinon c'est impossible, sinon, il n'y aurait pas d'ombre.*

Boris : *Mais s'il n'y a pas de Soleil, il ne peut pas y avoir une ombre !*

Robin : *Oui, mais Boris, s'il y a trop de Soleil, on ne peut plus voir d'ombre ; il en faut un peu de Soleil, mais pas trop !*

Boris : *Et non, plus il y a de Soleil, plus il y a de l'ombre !*

Robin : *Non, Boris, ça n'est pas sûr.*

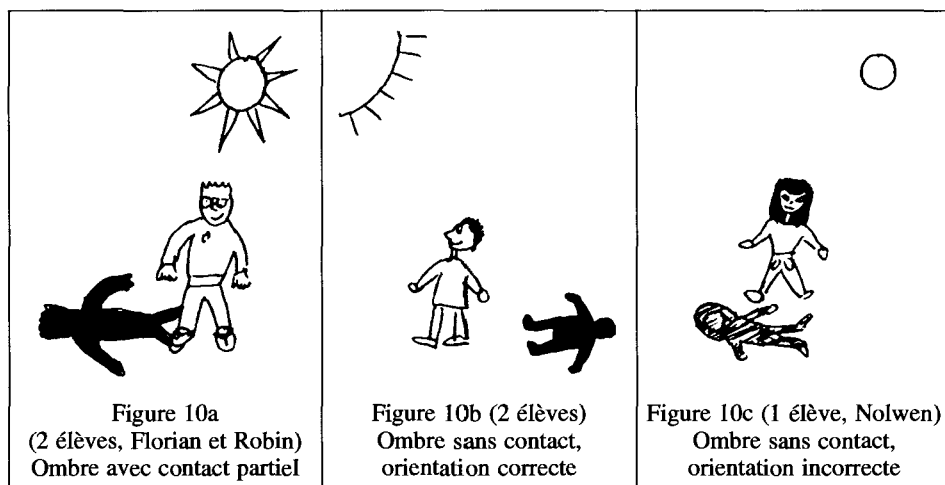
Boris : *Pourtant, l'autre jour, dans la cour, à un moment, il n'y avait plus beaucoup de Soleil et il n'y avait plus d'ombre.*

Robin : *Ah oui, Boris, tu as raison.*

Les dessins "d'observation" réalisés dans la séance 2 sont corrects pour deux des enfants. Pour un d'entre eux, il reste un problème d'orientation et pour le dernier, une ombre "détaillée" est représentée.

**• L'ombre touche le corps (la personne étant debout sur le sol)**

**Figure 10. Ombre sans contact ou en contact partiel avec le corps**



Les ombres peuvent être complètement déconnectées du corps et mal orientées ou simplement détachées de celui-ci. Ces dessins "de mémoire" s'accompagnent éventuellement de détails...

Dans la séance 4, certains des enfants expliquent leurs difficultés :

*"l'ombre, c'est pareil sur les deux pieds"*

Florian (figure 10a) : *Je n'ai fait toucher qu'un pied mais je crois qu'il faut que les deux pieds touchent l'ombre parce que l'ombre, c'est pareil sur les deux pieds.*

*"mais c'est dur à dessiner parce que c'est en arrière"*

Robin (figure 10a) : *Moi aussi. [...] Mais c'est dur à dessiner parce que c'est en arrière.*

Nolwen (figure 10c) : *J'ai essayé de garder la silhouette [...] mais l'ombre ne touche pas [...] mais je ne sais pas exactement comment c'est en vrai.*

Les autres enfants débattent à propos du dessin où l'ombre est décrochée du corps.

Boris : *Il aurait fallu que les pieds de l'ombre au dessin de Nolwen accrochent les pieds ; parce que l'ombre touche sauf si on est en hauteur, si on saute.*

Lucas : *L'ombre, même si elle est sur un mur, elle touche au départ les pieds (et il prend une règle et son bras fait une ombre qui se forme sur la table et sur la règle). L'ombre elle passe là et puis elle s'affiche sur le mur.*

Salomé : *Mon ombre ne touche qu'un pied.*

Sophie : *Quand le Soleil tape sur moi, il faut que l'ombre parte des deux pieds.*

*"si on lève le pied, l'ombre ne touche pas le pied"*

Cécile : *Si on lève un pied, on verra l'ombre du pied qui touche par terre et on verra l'ombre de l'autre pied, du pied levé, mais elle ne touchera pas le pied.*

Charlie : *L'ombre ne partira pas du pied en l'air.*

Les dessins "d'observation" des enfants ayant produit "de mémoire" les dessins des figures 10 sont du type "ombre détaillée" dans deux cas et les ombres sont toujours mal positionnées ou détachées du corps dans deux cas (séance 2).

Dans les dispositifs didactiques à caractère divergent, comme celui utilisé ici en classe, le débat dépasse souvent ce qui a été prévu initialement. Dans le cas présent, en dehors des difficultés que l'on peut référencer directement aux items caractéristiques de l'ombre définis dans les objectifs initiaux et qui ont été ci-dessus explicités, d'autres problèmes émergent en relation, d'une part, avec l'origine de la formation de l'ombre sur le sol, et d'autre part, avec la position du Soleil.

### **• Comment l'ombre apparaît-elle sur le sol ?**

Le débat dans la classe s'engage en prenant appui sur la remarque précédente de Charlie et à partir du dessin d'Annelise (zone d'ombre étendue derrière le corps – cf. figure 8c) :

– *Comment l'ombre est-elle créée sur le sol quand le pied est en l'air ?*

– *Pourquoi ne voit-on pas cette zone d'ombre derrière le corps ?*

Charlie : *L'ombre ne peut pas partir du pied en l'air.*

Boris : *L'ombre part des pieds, elle a la forme du corps mais entre le corps et l'ombre, il n'y a rien.*

Annelise : *Moi, j'ai fait partir l'ombre de la tête au lieu de la faire partir des pieds.*

Romain : *Mais si l'ombre de la tête apparaît au sol. Comment y arrive-t-elle ?*

Paul : *C'est le Soleil qui la fait passer là.*

Boris : *Le rayon serait trop long. La tête bloque le passage du Soleil.*

[...]

L'enseignante propose alors pour relancer le débat de faire une expérience. Elle éclaire le tableau avec un rétroprojecteur et place un enfant (Charlie) entre le rétroprojecteur et le tableau. L'ombre de l'enfant apparaît sur le tableau. Elle passe la main entre le tableau et l'enfant et elle fait remarquer qu'apparaît sur sa main de l'ombre : *"La zone d'ombre dessinée par Annelise existe finalement peut-être. [...] Mais pourquoi ne la voit-on pas quand j'enlève la main ?"*

Cécile : *Le Soleil va sur le côté et vers l'ombre.*

"c'est un fantôme d'ombre !"

Boris : *C'est un fantôme d'ombre. On ne la voit que si elle rencontre un obstacle ; alors elle devient noire.*

Anthony : *Le Soleil éclaire peut-être aussi Charlie en partie par derrière.*

Édeline : *Charlie fait de l'ombre. La main est à l'ombre de la tête de Charlie.*

[...]

### **• Les ombres de plusieurs personnages et la position du Soleil**

Dans la séance 1, Gaël produit un dessin "de mémoire" (cf. figure 11) dans lequel il est le goal d'une équipe de football. Il représente son ombre et les ombres d'autres joueurs sur le terrain.

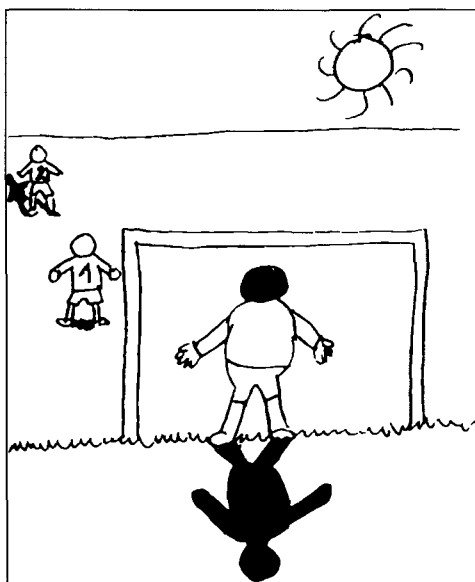
pour Gaël, le soleil crée des ombres non parallèles

La position de l'ombre varie en fonction de la position des joueurs. Gaël a ainsi son ombre derrière lui ; un joueur (n° 1) situé en avant par rapport à lui a apparemment son ombre propre en dessous de lui et un joueur plus loin de lui (n° 2) a son ombre dans une direction opposée à celle de Gaël.

Dans la séance 4, Gaël explique son dessin : *Le Soleil est là ; moi, je suis en train de regarder l'autre joueur et mon ombre tombe derrière moi. J'ai gommé les détails que j'avais fait sur l'ombre parce qu'en réfléchissant, je me suis dit que sur l'ombre, il n'y en a pas. [...] L'ombre est derrière pour ce personnage (il montre le joueur le plus loin de lui) mais pour celui-là (il montre alors celui du milieu du dessin), je ne pouvais pas bien la faire parce qu'en fait, elle est cachée sous ses pieds. [...]*

En fait, le Soleil, très loin, est à la même distance et présente la même inclinaison pour tous les joueurs sur le terrain ; leurs ombres ont donc des directions parallèles.

**Figure 11. Les ombres de plusieurs personnages (Gaël)**



### **3.4. Synthèse des résultats obtenus**

#### **• Retour sur les hypothèses de la recherche**

Confirmant les hypothèses formulées et les premières analyses (§ 2.3), les difficultés des enfants, dans leurs productions relativement à l'“ombre”, peuvent avoir diverses origines.

– Soit elles proviennent d'aspects liés à l'imaginaire : c'est sûrement le cas des ombres “jumelles”, des ombres “colorées” et même des ombres “détaillées” (figure 7) pour lesquelles il y a identification à différents niveaux de l'ombre du “moi” au “moi”. Cette ressemblance entre l'ombre et le corps/objet qui fait ombre peut se retrouver cependant même si on ne demande pas aux enfants de dessiner leur ombre propre. Une séance réalisée dans une classe de CM1 (9 ans) a mis en évidence que les élèves dessinaient des ombres colorées et détaillées pour des objets (des quilles en l'occurrence). On peut également remarquer une grande variété dans les représentations du Soleil (stéréotypes).

– Soit elles proviennent des techniques graphiques. C'est le cas dans certains dessins pour lesquels l'ombre ne touche pas les deux pieds (cf. la remarque de Robin – figure 10a). Le passage de trois dimensions dans la réalité à deux dimensions sur la feuille semble aussi poser quelques problèmes. De fait, le Soleil est tantôt devant ou tantôt derrière le personnage tout en étant dans le même plan sur la feuille !

imaginaire,  
techniques  
graphiques  
et conceptions  
erronées sont bien  
les principales  
difficultés à dépasser

– Soit elles proviennent de conceptions erronées que l'on peut repérer sur les ombres aux contours mal délimités (figures 8), aux ombres "mal orientées" (figure 9) ou aux ombres "sans contact avec le corps" (figure 10).

Une réflexion de Gaël met en évidence la nécessité pour certains enfants de lutter contre leurs premières idées et de réfléchir afin d'éviter que leurs dessins soient marqués de l'empreinte de conceptions erronées : *"J'ai gommé les détails que j'avais fait sur l'ombre parce qu'en réfléchissant, je me suis dit que sur l'ombre, il n'y en a pas."*

### • D'autres apports de la recherche

La réalisation des séances a également permis de vérifier ou de mettre en évidence :

– Les limites des investigations dans ces séances quant à une conceptualisation de l'ombre. Le débat sans conclusion sur l'origine de l'ombre et sur la façon dont se forme l'ombre est en ce sens explicite. Les objectifs en termes de contenus étaient d'ailleurs limités à une liste de caractéristiques de l'ombre. Il ne s'agissait pas véritablement d'une construction du concept d'"ombre" mais plutôt d'un premier niveau de formulation à validité locale, adapté aux élèves, plutôt à visée descriptive. Il convient, notamment par d'autres approches expérimentales, de confronter ces caractéristiques à d'autres, déterminées à partir de productions d'ombres dans des conditions différentes. Il est possible pour cela de modifier les caractéristiques de la source lumineuse ou de l'objet, de varier les distances entre cette source et l'objet, les inclinaisons, etc. La notion d'"ombre" sera développée dans une problématique plus large ayant trait à la lumière par une première approche modélisante et grâce aux applications de ces phénomènes en astronomie.

– La non-utilisation dans l'argumentation des photographies réalisées mais par contre le recours à l'expérience ou au moins à une certaine gestuelle à visée explicative, en direct et de manière spontanée dans la classe par les élèves, malgré des conditions expérimentales différentes, avec la production d'ombres par des objets, leurs bras ou leurs mains, avec le mime pour expliciter des situations mais aussi par l'enseignante (cf. l'expérience avec le rétroprojecteur non prévue initialement).

### Remarque

Une évaluation a pu être réalisée de manière implicite lors d'une séance suivante. Les élèves ont à dessiner et à noter leurs observations relativement à la variation des caractéristiques géométriques de l'ombre d'un de leurs camarades à deux moments de la journée, à une heure d'intervalle. Les dessins des ombres présentent encore des problèmes pour cinq enfants. On observe des ombres "détachées" du corps ou/et avec des détails vestimentaires ou sur le visage.

une définition  
adaptée dans  
ces premières  
séquences  
sur l'"ombre"

les élèves  
ont recours  
à l'expérience  
spontanée  
ou au mime pour  
argumenter

## CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La recherche a mis en évidence :

- l'importance des phases de productions écrites individuelles initiales comme collectrices des difficultés ; le dessin plutôt que le texte écrit paraît préférable, dans les conditions de la recherche et sur les thèmes abordés, s'agissant de problèmes scientifiques et technologiques à fortes composantes spatiales ;
- la richesse des phases orales de justification individuelle et de débat collectif dans la reconnaissance explicite des conceptions des élèves et pour la construction institutionnelle du savoir lorsqu'ils utilisent leurs propres dessins initiaux.

c'est la rencontre du dessin, de l'expression des conceptions sous-jacentes et de la formulation verbale sur ces dessins qui permet l'élaboration de la connaissance

La recherche a confirmé l'hypothèse relativiste à propos des observations réalisées par les élèves, y compris pour ceux qui sont censés, selon Luquet, avoir passé le stade du "réalisme visuel". Les dessins d'observation sont dépendants de l'observateur. Les élèves peuvent ainsi apparemment regarder le même objet et le représenter de manières différentes, non pas seulement parce que leurs compétences graphiques ne sont pas identiques ou parce que leurs connaissances des règles de schématisation en sciences et en technologie ne sont pas entièrement acquises mais aussi parce que les traitements intellectuels qui font passer de l'objet à son dessin dépendent des élèves, en particulier de leurs connaissances et de leurs conceptions antérieures, sûrement de leurs capacités variables à intégrer des données spatiales et peut-être aussi de leur degré d'implication dans l'activité. Il convient également de tenir compte des traits affectifs qui apparaissent avec la superposition, aux éléments scientifiques des objets et des phénomènes en jeu, d'éléments imaginaires enfantins ou/et de stéréotypes.

L'analyse des explications des élèves sur leurs productions montre qu'il pourrait être important de distinguer :

- les conceptions erronées du type de celles d'Anthony (figure 9a) et de Peter (figure 9b) qui ont des difficultés à se représenter le phénomène de l'ombre spatialement ou/et conceptuellement ; on retrouve ce type de problème dans les dessins relatifs à la bicyclette (figure 3), au transvasement (figures 4a, 4b, 4c), à l'horizontalité (figures 5c et 5d), à la verticalité (figures 6b et 6d) ;
- les conceptions erronées du type de celles d'Annelise (ombre étendue, figure 8c) ou de Gaël (figure 11) pour lesquelles ce qui est en cause n'est peut-être pas la conceptualisation de la causalité de l'ombre en elle-même ; c'est ici plutôt l'absence ou la défectuosité de connaissances connexes qui finalement conduit à un dessin incorrect : la diffusion de la lumière par les éléments de l'espace environnant qui ne rend pas visible la zone d'ombre entre le corps et le sol (Annelise), l'éloignement entre la Terre et le



Soleil qui implique la formation d'ombres parallèles au sol pour des personnages même éloignés les uns des autres (Gaël).

dessin  
de mémorisation"  
et dessin  
"d'observation"

La recherche a permis la mise en évidence des écarts entre les dessins faits d'après mémorisation et ceux réalisés d'après observation. Dans l'étude sur l'"ombre", on ne retrouve pas dans les dessins d'observation les ombres "jumelles" ou "colorées" mais il reste cependant dans ces dessins, certes en moins grand nombre, des problèmes d'ombres "détaillées", d'ombres "mal orientées" validant encore le fait que l'observation de phénomènes identiques ne conduit pas pour les élèves à des productions identiques. Avec G. Pêcheux (1990, p. 22), il reste cependant *"difficile [...] d'évaluer les rôles respectifs de la perception, de la représentation et des opérations spatiales. Au cours de la résolution d'un problème spatial, les trois interagissent constamment."* Il paraît cependant probable que le recours à l'image mentale et donc l'expression des conceptions soient moins importants, sans être négligeables (cf. figure 3d – la bicyclette), dans le cas de l'observation que dans celui où il y a mémorisation.

À l'occasion de stages de formation continue d'instituteurs et de professeurs des écoles, le dessin "de mémoire" d'une bicyclette a été demandé. On retrouve alors dans certaines productions d'adultes des difficultés repérées précédemment chez les enfants dans leurs dessins "d'observation". C'est le cas notamment au niveau de la représentation du cadre, de l'emplacement de la selle, de la fixation du pédalier sur le cadre et des pédales sur le pédalier, mais aussi de l'emplacement de la chaîne qui sur certains dessins relie, comme sur les dessins "d'observation" de certains enfants, la roue avant, le pédalier et la roue arrière.

Il semble aussi, mais c'est un élément qui demanderait à être confirmé par d'autres recherches sur ce sujet, que, pour un élève donné, les dessins d'observation (séance 2 sur l'"ombre") et les écrits individuels finaux critiques de leurs propres productions (séance 4 sur l'"ombre") sont d'autant plus proches de la production institutionnalisée que les dessins "de mémoire" sont eux aussi plus proches de cette production institutionnelle. Si dans la dynamique des séances et par, notamment, les débats et les échanges entre élèves, on observe une évolution des productions, celle-ci n'aboutit pas, pour les élèves les plus en difficulté initialement, à une production finale correcte.

À l'école, dans un enseignement scientifique et technologique, il est nécessaire d'associer les objets et les phénomènes étudiés avec :

des clefs pour  
dépasser les  
difficultés ?

- des problématiques spécifiques qui peuvent conduire à une observation critériée – recherche d'éléments coordonnés, recherche de mouvements, recherche de relations causales, interrogations sur les formes, les couleurs et l'organisation etc. ;

- des registres de description, d'explication, de compréhension adaptés aux niveaux des élèves ;
- des concepts déjà construits ;
- si possible, des dispositifs expérimentaux que l'on peut mettre en œuvre ou des documents permettant une validation.

Pour l'élève, passer de son niveau de connaissance initial à une connaissance scientifique nécessite donc la construction d'un certain rapport au savoir, ce qui implique nombre de transformations, le système d'explication et des structures profondes de la pensée déterminant les cadres de l'observation et de l'interprétation. Selon J. Guichard (1998, pp. 138-139), l'observation d'un jeune enfant est anarchique, syncrétique, fugace, subjective, non investigatrice, irrationnelle et non analytique ! Il s'agit bien d'un changement de paradigme qui attend l'élève, d'une véritable révolution scientifique !

Comme le rappelle O.-Z. Mantovani de Assis (1998), *"la connaissance n'est pas un simple enregistrement de données ni une simple copie de la réalité, mais consiste bel et bien en une organisation où interviennent à différents degrés les structures du sujet. Le sujet interprète la réalité non pas comme elle existe effectivement, mais comme ses structures le lui permettent. [...] Il n'y a donc point de connaissances sans une structure et un objet, c'est-à-dire dépourvues de forme et de contenu. [...] Si les structures n'existent pas, il n'est pas possible de connaître ni d'interpréter les informations de la réalité."*

Il n'y a pas d'observation neutre et passive et toute description produite sous forme de texte ou de dessin est nécessairement liée à une explication implicite ou explicite, réalisée à un certain niveau. A. Vérin (1998) propose une classification en trois niveaux. Le premier correspond à une description syncrétique peu organisée, le second à une description-narration avec une mise en intrigue et le troisième à une explication exprimée.

Les analyses des productions des enfants et de leur évolution dans le temps montrent que le passage d'un niveau à un autre correspond à des ruptures successives. La chose observée, phénomène scientifique ou objet technique, peut changer de statut grâce aux activités dans la classe. La recherche a montré que le dessin, initialement production individuelle, porte les traces des obstacles à franchir. Mais ces productions, dans le déroulement des séances, se transforment et deviennent finalement une création de nature scientifique car socialement construite, validée expérimentalement, structurée autour de caractéristiques qui permettent une conceptualisation. L'observation ne correspond pas en effet à un simple *"catalogue d'informations ; les détails [permettent] d'élaborer des idées générales et une pensée critique ; la démarche scientifique n'est donc pas seulement*

se souvenir qu'une observation n'est jamais neutre

*l'observation et la description du réel mais bel et bien la coupure d'avec celui-ci*" (G. De Vecchi, 1995).

Y aurait-il un "sens" ou un "don" de l'observation ?

Il semble que l'observation scientifique corresponde à un apprentissage qui ne peut donner des effets que dans la pratique, par la réflexion, dans les échanges et dans la durée. L'observation se construit en même temps que les autres savoirs et savoirs-faire.

Bernard CALMETTES  
Centre d'Études et de Recherches  
sur la Formation  
IUFM de Toulouse

## BIBLIOGRAPHIE

BIDEAU, J. (1998). Image mentale et développement : Piaget avait-il raison ? *Bulletin de psychologie*, 51, 437, 519-527.

CHALMERS, A. (1991). *La fabrication de la science*. Paris : La Découverte.

DE VECCHI, G. (1995). Le sens de l'observation. *Sciences et Avenir*, HS (avril), 58-63.

FOLEY, M.-A. (1998). Le rôle de l'image mentale dans la pensée et la mémoire de l'enfant. Une nouvelle approche : le contrôle de la source. In Bideaud, J. et Courbois, Y. (éds.). *Image mentale et développement. De la théorie piagétienne aux neurosciences cognitives* (pp. 37-51). Paris : PUF.

GUICHARD, J. (1998). *Observer pour comprendre les sciences de la vie et de la Terre*. Paris : Hachette Éducation.

KOSSLYN, S.M. (1998). Mémorisation à long terme. In Bideaud, J. et Courbois, Y. (éds.). *Image mentale et développement. De la théorie piagétienne aux neurosciences cognitives* (Préface). Paris : PUF.

LUQUET, G.-H. (3<sup>e</sup> édition, 1977). *Le dessin enfantin*. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.

MANTOVANI DE ASSIS, O.-Z. (1998). L'école et la construction des structures de l'intelligence chez l'enfant. *Bulletin de psychologie*, 51, 437, 623-640.

MÉREDIEU, F. de (1990). *Le dessin d'enfant*. Paris : Blusson éditeur.

PÊHEUX, M.-G. (1990). *Le développement des rapports des enfants à l'espace*. Paris : Nathan Université.

PIAGET, J. (1969). *Psychologie et pédagogie*. Paris : Denoël/Gonthier.

SÉNÉSI, P.-H. (1998). Formation par la recherche en didactique de la technologie à l'école maternelle. *Actes du deuxième colloque "Recherche(s) et formation des enseignants"*. Grenoble : IUFM, Grain d'Aile, version cédérom.

TRINH XUAN THUAN (1988). *La mélodie secrète*. Paris : Fayard.

VÉRIN, A. (1998). La description dans l'enseignement des sciences expérimentales. In Reuter, Y. (éd.). *La description : théories, recherches, formation, enseignement* (pp. 247-261). Paris : Presses Universitaires du Septentrion.

WIDLÖHER, D. (9<sup>e</sup> édition, 1977). *L'interprétation des dessins d'enfants*. Bruxelles : Pierre Mardaga éditeur.

Article "Mémoire" in *Encyclopædia Universalis*, version cédérom, 1998.

Site Internet de l'opération "*La Main à la pâte*" : <http://www.inrp.fr/Lamap>. Fiche "connaissance" sur la lumière.