

**Développer avec des enseignants des dispositifs
pédagogiques qui permettent d'intervenir de façon
formative dans la construction des compétences des
élèves en sciences**

Projet subsidié par l'AGERS

Août 2005

**Bernadette GIOT
Valérie QUITTRE**

Remerciements

Nous remercions très vivement toutes les personnes qui ont contribué au bon déroulement de cette recherche et plus particulièrement

- *les membres du Comité d'Accompagnement,*
- *les enseignants du groupe de recherche : Mesdames et Messieurs Bricart, Buissin, Das, Druart, Fouss, Lefin, Olivier, Paliwoda, Tixhon, Tomsen, Ruwet, Van Stratum,*

ainsi que tous les enfants de 3e et 4e années qui ont accepté notre intrusion dans leurs activités et ont répondu avec beaucoup de bonne volonté à nos questions.

SOMMAIRE

<u>INTRODUCTION</u>	3
<u>CH. 1. ASPECTS THÉORIQUES</u>	5
<u>1.1. LA STRUCTURATION DES ACQUIS : CADRE GÉNÉRAL</u>	5
<u>1.2. LES ÉCRITS SCIENTIFIQUES</u>	7
<u>1.2.1. Les différentes formes de l'écriture en sciences</u>	7
<u>1.2.2. S'exprimer par écrit pour transformer et structurer sa pensée</u>	8
<u>1.2.3. L'écriture en sciences, un point de rencontre entre soi et les autres</u>	9
<u>1.2.4. Les exigences des écrits scientifiques</u>	10
<u>1.2.5. Les objectifs de l'écrit scientifique aux yeux des élèves</u>	12
<u>1.2.6. La rencontre de « modèles »</u>	13
<u>1.3. L'EXPRESSION VERBALE ÉCRITE : MOTS, PHRASES ET TEXTES</u>	13
<u>1.3.1. Mettre ses acquis linguistiques en action lors des activités scientifiques</u>	13
<u>1.3.2. Découvrir et utiliser le vocabulaire scientifique</u>	14
<u>1.4. L'EXPRESSION GRAPHIQUE : IMAGES, DESSINS ET SCHÉMAS</u>	15
<u>1.4.1. Quelques définitions</u>	15
<u>1.4.2. L'évolution du dessin de l'enfant</u>	18
<u>1.4.3. La production des dessins dans les activités scientifiques</u>	18
<u>CH. 2. MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE</u>	21
<u>2.1. LES TROIS DIMENSIONS DU PROJET : RECHERCHE, ACTION, FORMATION</u>	21
<u>2.2. CONSTITUTION DU GROUPE DE RECHERCHE</u>	24
<u>2.3. MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL AVEC LES ENSEIGNANTS</u>	25
<u>2.4. MÉTHODOLOGIE D'OBSERVATION</u>	28
<u>CH. 3. ANALYSE DES ACTIVITÉS ET DES PRODUCTIONS ÉCRITES</u>	31
<u>3.1. DIVERSITÉ DES ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES MENÉES DANS LES CLASSES</u>	31
<u>3.1.1. Présentation synthétique</u>	31
<u>3.1.2. Les deux phases de la démarche d'analyse</u>	32
<u>3.2. PREMIÈRE PHASE : ANALYSE TRANSVERSALE DES TROIS PREMIÈRES ACTIVITÉS :</u> <u>PRINCIPAUX CONSTATS COMMUNS</u>	32
<u>3.2.1. Aspects méthodologiques</u>	32
<u>3.2.2. Constats</u>	33
<u>3.2.2.1. La nécessaire restriction du champ abordé dans chaque activité</u>	33
<u>3.2.2.2. La transformation progressive et la persistance des conceptions des élèves</u>	34
<u>3.2.2.3. La structuration progressive des acquis</u>	35
<u>3.3. DEUXIÈME PHASE : ANALYSE DES PRODUCTIONS ÉCRITES DES ÉLÈVES</u>	37
<u>3.3.1. Aspects méthodologiques</u>	37
<u>3.3.1.1. Les types d'écrits analysés</u>	37
<u>3.3.1.2. La lecture des productions enfantines</u>	38
<u>3.3.1.3. Limites méthodologiques de nos analyses</u>	40
<u>3.3.2. L'utilisation des textes et des dessins par les élèves</u>	41
<u>3.3.3. Observations relatives aux dessins et schémas</u>	44
<u>3.3.3.1. Caractéristiques générales</u>	44
<u>3.3.3.2. L'objectivité du dessin d'observation</u>	45
<u>3.3.3.3. Les couleurs</u>	46
<u>3.3.3.4. Légendes et annotations diverses</u>	46
<u>3.3.3.5. Représentation d'éléments dynamiques ou non visuels</u>	47

<u>3.3.3.6. L'échelle et les proportions</u>	48
<u>3.3.3.7. La perspective</u>	48
<u>3.3.3.8. Les schémas</u>	49
<u>3.3.4. Observations relatives aux textes</u>	50
<u>3.3.4.1. Caractéristiques générales</u>	50
<u>3.3.4.2. Le lexique</u>	50
<u>3.3.4.3. Connecteurs et structures de phrases dans les écrits scientifiques des élèves</u>	52
<u>3.3.4.4. La structuration du texte</u>	56
<u>3.3.5. Productions écrites et acquis scientifiques</u>	59
<u>3.3.5.1. Le discours scientifique et son organisation</u>	59
<u>3.3.5.2. Les questions en suspens</u>	63
<u>3.3.5.3. Les conceptions des enfants dans les écrits</u>	64
<u>3.3.5.4. L'expression des émotions</u>	68
<u>3.3.5.5. La succession des écrits et l'évolution de la pensée</u>	68
<u>3.3.6. La synthèse collective ou semi-collective finalisée</u>	71
<u>CH.4. PERSPECTIVES POUR LA FORMATION CONTINUÉE DES ENSEIGNANTS</u>	75
<u>4.1. LES CONTENUS À ABORDER EN FORMATION CONTINUÉE EN MATIÈRE D'ÉVEIL SCIENTIFIQUE</u>	76
<u>4.1.1. Encourager les élèves à adopter des comportements et des attitudes scientifiques</u>	76
<u>4.1.2. Les chemins de la structuration : diversité et importance</u>	77
<u>4.1.3. Intégrer l'écrit dans les activités scientifiques</u>	77
<u>4.1.3.1. Intérêt des élèves pour l'écrit</u>	77
<u>4.1.3.2. Construire sur les productions des élèves</u>	78
<u>4.1.3.3. Complémentarité des textes et des dessins</u>	79
<u>4.1.3.4. Les écrits intermédiaires</u>	80
<u>4.1.3.5. Construction de l'écrit final</u>	80
<u>4.1.4. Préparer et gérer les activités</u>	81
<u>4.1.4.1. Limiter les champs de recherche</u>	81
<u>4.1.4.2. Gérer les groupes</u>	83
<u>4.1.5. Les élèves en difficulté</u>	83
<u>4.2. ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES À PRIVILÉGIER EN FORMATION CONTINUÉE</u>	84
<u>CONCLUSION</u>	87
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	89

Introduction

L'objectif défini pour le projet est de développer avec des enseignants des dispositifs pédagogiques permettant d'intervenir de façon formative dans le fonctionnement cognitif des élèves et dans la construction de leurs compétences en sciences.

Ce titre apparaît bien ambitieux puisqu'il faut tenir compte de l'imbrication de différents éléments complexes :

- « avec des enseignants » : renvoie à la méthodologie de recherche-action ;
- « dispositifs pédagogiques » renvoie aux choix méthodologiques de l'enseignant dans sa classe ;
- « de façon formative » implique une idée d'évolution, de développement, de formation ;
- « fonctionnement cognitif des élèves » renvoie aux mécanismes cognitifs en jeu chez l'apprenant ;
- « construction de leurs compétences » évoque l'activité des élèves, leur investissement dans l'apprentissage, et la notion de structuration des acquis.

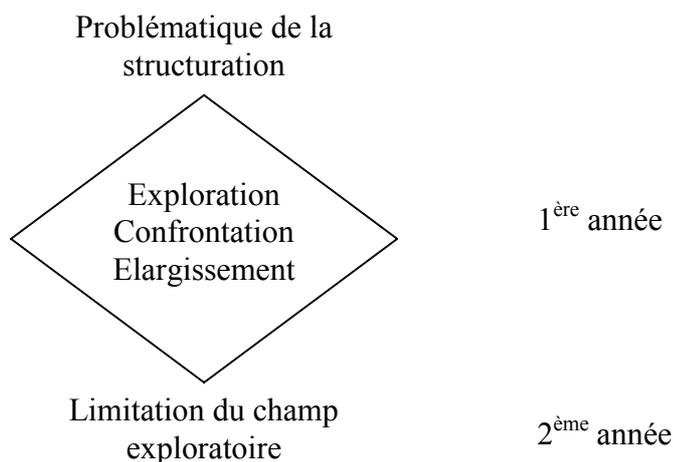
La première année a permis de clarifier certains de ces éléments, tant par l'approfondissement de la notion de structuration des acquis scientifiques, que par la mise au point de démarches méthodologiques propres à la recherche-action. La méthodologie adoptée durant la première année du projet peut se définir comme suit :

1. Situer le problème par une première revue de la littérature
 2. Constituer le groupe de recherche
 3. Construire des activités avec les enseignants
 4. Essayer les activités dans les classes et observer (+ interviews d'élèves)
 5. Analyser les données
 6. Synthétiser les acquis et formuler les questions en suspens.
- ←

(autant de fois que possible)

Ainsi, la question de la structuration formulée au départ s'est vue enrichie et nuancée. En outre, les premiers essais ont permis de confronter les données théoriques à la vie des classes.

Pour la seconde année, il était essentiel de limiter le champ exploratoire.



Les conclusions du rapport 2003-2004 et les priorités définies tant par les chercheuses que par le Comité d'Accompagnement ont conduit à privilégier les deux thèmes suivants :

- la place du langage écrit dans la structuration des apprentissages par les élèves ;
- la place du dessin et du schéma dans cette même structuration.

A ces deux thèmes, s'ajoute un troisième qui traverse toute la recherche : la formation continuée des enseignants dans le domaine.

Dès lors, le problème de recherche auquel nous nous sommes attachées durant cette deuxième année pourrait être formulé de la manière suivante :

Dans quelle mesure les productions écrites des élèves (verbales ou dessinées) contribuent-elles à développer leur pensée scientifique ? Dans quelle mesure les observations et conclusions qui se dégagent de ce travail donnent-elles des suggestions pour la formation continuée des enseignants du fondamental ?

Le premier chapitre de ce rapport présente l'état actuel de la réflexion théorique menée autour du thème de l'expression écrite (textes et dessins).

Dans le second chapitre, on trouvera une description de la méthodologie adoptée pour la recherche ainsi que de la constitution du groupe de travail élargi.

Le troisième chapitre analyse les activités menées dans les classes ainsi que les productions écrites des élèves.

Un quatrième chapitre nous permettra d'aborder quelques pistes pour la formation continuée des enseignants.

Enfin, en conclusion, nous formulons les orientations pour la suite du projet.

Ch. 1. Aspects théoriques

1.1. La structuration des acquis : cadre général

Comme nous l'avons montré l'an dernier (Giot et Quittre, 2004), la structuration des acquis en sciences, telle que nous la concevons, ne se situe pas seulement au terme de l'activité. Au contraire, un ensemble d'interventions sont indispensables tout au long des découvertes et des expériences pour aider l'enfant à construire sa pensée et à organiser ses acquis. La synthèse en fin d'activité ne constitue qu'un maillon de cette chaîne complexe. En outre, des structurations plus larges peuvent être élaborées au cours de l'année scolaire voire sur plusieurs années (Astolfi *et al.*, 1998).

Le tableau suivant synthétise ce point de vue :

Travailler sur ses conceptions : noter ou dessiner ce qu'on sait déjà ou ce qu'on croit savoir, dresser une carte conceptuelle simple (individuellement ou en groupe), ...	
Se questionner, (s')interroger : poser des questions tant sur le contenu que sur les procédures ou les attitudes, faire preuve d'esprit critique	Formuler une ou des questions de départ : adopter une question-guide, formuler un problème scientifique, ... ▼ Prévoir, anticiper : imaginer ce qui va se passer lors d'une expérience ou d'une observation, construire un plan d'expérience simple, décrire ou dessiner un dispositif simple, élaborer un plan d'enquête, formuler des hypothèses explicatives, ... Noter ses observations, rassembler des données : sélectionner des documents ou des extraits, construire des tableaux de données simples, mettre en évidence une comparaison de données, classer ou collectionner (établir des critères), décrire ou dessiner ce qu'on a observé, schématiser, photographier, remplir une fiche de notes préparée ou non par l'enseignant, écrire des petits textes libres, ... Dialoguer, argumenter : communiquer, exprimer son point de vue, dire ses observations, tenter d'expliquer, argumenter ses idées, ...

<p>Retracer l'itinéraire de ses apprentissages, tenir un journal de bord : rédiger un petit texte, seul ou avec d'autres, ou le dicter à l'adulte, illustrer, schématiser son itinéraire, raconter ses expériences, relire ce qu'on a écrit, constituer un dossier, ...</p>
<p>Etablir des relations, synthétiser, coordonner : associer des idées, des concepts, établir des relations entre les expériences vécues, entre les acquis nouveaux et anciens, appliquer l'acquis à une situation proche, reformuler, comparer avec la littérature scientifique, ...</p>
<p>Exposer et communiquer à la communauté : faire une affiche ou un dépliant, rédiger un petit article pour une revue scolaire, faire une élocution, réaliser une expo-science, ...</p>
<p>Rassembler des acquis mis en place à différents moments de l'année : faire des rapprochements, des analogies, mettre en parallèle des activités, mettre en relation avec le vécu personnel, évaluer l'acquis, ...</p>

Pour les enseignants, les approches sont donc multiples et complémentaires. Dans le présent rapport, nous nous attarderons sur un élément particulièrement important : l'expression écrite en sciences.

En effet, les fonctions généralement attribuées aux productions écrites de tous ordres sont essentielles dans l'évolution de la pensée scientifique de l'apprenant¹ :

- faire le point, prendre du recul et élaborer sa pensée tout en l'écrivant ;
- gérer, organiser les informations rassemblées et ainsi les rendre plus explicites, plus accessibles ;
- conserver une information dont on aura besoin plus tard, garder une trace sur laquelle on pourra revenir ;
- mettre en relation des acquis ponctuels pour construire peu à peu des concepts et des modèles, et les rendre par le fait même plus accessibles à d'autres personnes ;
- se donner un plan d'action, décrire les étapes d'une expérience à réaliser ;
- apprendre à noter de différentes manières ce qu'on observe, à décrire avant d'interpréter :
 - décrire un dispositif expérimental.
 - observer des faits, des phénomènes et noter ses observations ou rassembler les données d'une enquête : tableaux de données, dessins, fiches récapitulatives, etc.
 - tenter d'expliquer, formuler des premières hypothèses explicatives.
- réutiliser le vocabulaire appris et ainsi enrichir sa maîtrise du lexique scientifique ;
- communiquer des informations à d'autres ;

¹ Voir Denis, cité par Peraya (1995) ; Astolfi *et al.* (1997).

- constituer une base d'échanges lors des débats en petit ou grand groupe.

Sans doute l'expression écrite, qu'elle soit verbale ou dessinée, exerce-t-elle encore d'autres fonctions, mais la liste ci-dessus est suffisamment riche et explicite pour montrer la place essentielle de l'écriture et du graphisme dans les activités scientifiques. A ce sujet, Astolfi *et al.* (2001) proposent les slogans « *Pas de sciences sans écrit.* » et « *La science, une chance pour l'écrit.* ». En effet, écrire est indispensable au développement de la pensée scientifique, mais c'est aussi une occasion fonctionnelle de mettre en action le langage dans sa forme écrite comme d'ailleurs d'autres représentations symboliques permettant d'exprimer ses découvertes (dessins, schémas,...).

Dans les paragraphes suivants, nous aborderons successivement les écrits scientifiques considérés globalement, puis le langage verbal écrit (mots, phrases, textes) à propos duquel nous évoquerons en particulier les acquis syntaxiques et lexicaux, et enfin l'expression graphique (images, dessins, et schémas) et ses caractéristiques propres.

1.2. Les écrits scientifiques

1.2.1. Les différentes formes de l'écriture en sciences

De manière générale, les documents scientifiques exploitent les ressources des différents types d'écriture, qu'elles soient directement liées au langage verbal (phrases, textes) ou qu'elles prennent la forme de notations symboliques figuratives ou abstraites (dessins, schémas) (Ducrot, 1995). Ainsi les productions peuvent inclure différentes formes d'écriture :

- texte suivi ;
- images, dessins ou schémas, annotés ou non ;
- tableaux de données (verbales ou chiffrées) ;
- graphiques ;
- organigrammes ;
- listes et énumérations ;
- etc.

Ces différents types d'écrits contribuent à décrire les phénomènes, à clarifier la pensée, à mettre en évidence des relations. On ne peut parler de prédominance de l'un ou de l'autre. Il faut tenir compte de la situation dans laquelle le document est produit, de sa fonction et de l'objet sur lequel il porte. Certains domaines scientifiques font volontiers appel au langage iconique et aux schémas. D'autres préféreront les textes suivis sans pour autant exclure quelques éléments dessinés. Par ailleurs, beaucoup incluent des tableaux de données, des graphiques, des organigrammes, ...

Il faut aussi se rappeler que l'écrit scientifique publié constitue la partie émergée du travail langagier du chercheur (Haubert et Rebière, 2001). Avant ce discours finalisé, on observe un ensemble de pratiques d'écriture diversifié : notes de lecture ou d'observation, enregistrements, protocoles, schémas, formulation d'hypothèses provisoires, comptes-rendus partiels, ... Ces écrits permettent en particulier de capitaliser les acquis et de garantir

la traçabilité des résultats de recherche. Actuellement un « cahier de laboratoire », conçu et diffusé par le réseau LIEU (Liaison Entreprises Universités), propose une structure-type pour préserver et valoriser les écrits de laboratoire. Il est présenté comme un outil de travail essentiel pour le chercheur permettant, de manière générale,

« de

- savoir comment les expérimentations ont été réalisées
- comprendre les hypothèses retenues
- comprendre les résultats déduits. »

Ce « Cahier de laboratoire » donne ainsi un statut à des écrits parfois négligés et qui pourraient jouer un rôle essentiel dans la reconnaissance officielle de travaux ou de découvertes.

Dans notre étude, nous aborderons tous les écrits produits aux différents moments des activités scientifiques. Pour faciliter tant l'approche théorique que l'analyse des données, nous distinguerons d'une part les textes suivis (qui peuvent se réduire à une seule phrase chez les enfants), des dessins et schémas, ceux-ci comportant ou non des annotations et des légendes. Les autres formes d'écrits n'ont pas été suffisamment approchées dans notre travail² pour être approfondies dans le présent rapport, ce qui ne signifie en aucun cas que nous leur réservons une place secondaire.

1.2.2. S'exprimer par écrit pour transformer et structurer sa pensée³

Dans l'élaboration progressive de la pensée scientifique, le langage oral ne suffit pas. Il autorise la communication directe, immédiate, mais toute correction, toute expression d'un changement de point de vue doit se faire dans l'instant. L'écrit, lui, permet une mise à distance. Son usage peut être différé. Le document peut être (ré)investi à tout moment et le travail peut ainsi s'inscrire dans le temps.

Au-delà de la trace conservée (mémoire des faits et des idées), les écrits peuvent être abordés sous l'angle de la réflexivité. En écrivant, en dessinant, l'enfant complète et structure sa pensée, découvre des liens entre ses connaissances et prend de la distance par rapport à son apprentissage. Il fait le point sur les contenus en cours d'acquisition (savoirs) ainsi que sur les démarches qu'il utilise ou qu'il tente de mettre en place. Cette pratique réflexive s'avère être un excellent point de départ pour l'auto-évaluation de l'enfant, l'amenant à préciser ce qu'il sait et comment il le sait, mais également ce qu'il ne comprend pas ou ce qu'il voudrait savoir. L'écriture et le dessin permettent aussi à l'élève d'opérer des recoupements et d'enclencher des associations. Il s'agit d'un travail actif où les connections qui s'élaborent provoquent une transformation et une capitalisation des acquis. Par leur visée proactive ou rétroactive, les écrits permettent la planification d'expériences et de nouvelles pistes d'exploration, mais aussi une réflexion sur l'action réalisée en proposant des interprétations, des hypothèses explicatives ou des vérifications.

Les pratiques de (re)formulation écrites sont donc fondamentales dans la construction des savoirs scientifiques. Elles accompagnent une (ré)interprétation de l'activité scientifique et

² Notamment parce que l'objet d'étude devait être limité mais aussi parce que ces types d'écrit sont peu présents en 3^e et 4^e années.

³ Ce paragraphe et le suivant s'inspirent en partie du travail réalisé par M. Déum dans le cadre de son DEA en sciences de l'éducation.

engendrent un travail sur la mise en mots ou en dessins (Jaubert et Rebière, 2001). Elles constituent un support stimulant pour la construction de nouvelles connaissances, parce que l'effort d'expression écrite est structurant et clarifiant. L'écriture est un moyen privilégié pour apprendre de manière significative dans le long terme en autorisant le transfert des apprentissages. Toutefois, pour que cette approche donne des fruits il est indispensable que l'élève comprenne le sens des démarches qui lui sont demandées et que le travail sur l'écrit contribue à mobiliser son intérêt.

Les écrits n'adoptent pas une forme finalisée dès le départ. Il s'agit d'abord de brouillons, de notes diverses qui permettent de planifier une action, de collationner des données d'observation ou d'expérience, mais aussi qui rendent compte des interrogations de l'élève et de son niveau de compréhension. Petit à petit, les documents se structurent en même temps que la pensée se clarifie, que des liens de compréhension se tissent et s'organisent. Jaubert et Rebière (2001) notent cependant que, dans les classes, on se satisfait souvent d'un premier écrit correspondant aux conceptions des élèves, puis, dans le meilleur des cas, de l'élaboration d'un résumé terminal. Or, entre ces deux moments, des écrits « intermédiaires » doivent trouver place. En effet, l'expression écrite n'est pas là pour décrire de mieux en mieux quelque chose qui préexisterait à l'expérience de l'enfant, mais elle accompagne cette expérience et constitue en elle-même une activité de construction du savoir à l'occasion de laquelle l'enfant s'approprie peu à peu les connaissances et les formes langagières utiles.

1.2.3. L'écriture en sciences, un point de rencontre entre soi et les autres

Ecrire lors des activités scientifiques a également une portée sociale dans le sens où l'enfant va pouvoir confronter sa réflexion avec celles des autres et, selon la situation, trouver le chemin de l'argumentation, transformer sa pensée, modifier ses représentations, élargir son point de vue, développer son esprit critique ou acquérir de nouvelles connaissances faisant sens pour lui.

On n'écrit pas seulement pour soi, dans l'instant présent, mais on écrit aussi pour être lu par d'autres, ce qui impose d'anticiper les réactions du lecteur, de clarifier davantage l'expression de sa pensée et de faire un tri dans la sélection des informations et dans leur organisation (Gemenne *et al.*, 2001). Catel (2001) citant Ducancel *et al.* (1995) rappelle qu'en sciences les productions écrites peuvent être relatives à une communication entre pairs (chercheurs d'une même discipline) ou relatives à une communication inégale (entre chercheurs de domaines différents, entre chercheurs et profanes). La conséquence est la nécessaire adaptation des écrits aux interlocuteurs. Les élèves peuvent, eux aussi, expérimenter ces différences selon qu'ils s'adressent à leurs condisciples à l'occasion d'une mise en commun des idées dans l'approche d'un thème commun, ou qu'ils s'adressent à la classe voisine, à des élèves plus jeunes, ou encore à des adultes.

L'expression écrite « matérialise » le message en extériorisant la pensée et en lui donnant corps dans un objet manipulable, échangeable. Ainsi, la pensée de l'élève peut mieux se transformer au contact de celle des autres (Vérin, 1995).

1.2.4. Les exigences des écrits scientifiques

Caractériser les écrits scientifiques n'est pas simple. Ils varient en effet selon les contenus traités, le moment où ils trouvent place, l'objectif poursuivi, le degré de synthèse attendu, ... Ainsi, comptes-rendus, notes éparses, graphiques, dessins d'observation, tableaux de données, articles structurés, rapports de recherche détaillés, documents de vulgarisation, ... font partie des nombreux écrits relevant du travail scientifique. Toutefois, quelques traits caractéristiques du discours scientifique peuvent être précisés (Astolfi *et al.* (2001), s'inspirant de Ducancel) :

- « L'interlocuteur est un collectif *abstrait* avec lequel on débat.
- Le discours vise une *validité générale*, concernant un *problème spéculatif*.
- « *On dit* », « *on énonce* », entre *proposant* et *discutant*. Ce dernier confirme, objecte, réfute, argumente, ...
- On cherche à s'émanciper de la subjectivité pour viser une *objectivation*.
- La situation est fondamentalement *inégalitaire*, l'émetteur exposant des idées ou des données à un public qui cherche à comprendre.
- On vise l'usage d'une logique « *formelle* ».
- Les objets du discours sont explicités et contrôlés. »

Comment aider l'enfant à découvrir peu à peu cette logique complexe ?

Balpe (1991) souligne qu' : « Il est important que les enfants écrivent et qu'ils gèrent leurs phrases, car ils sont alors confrontés à la logique de l'écrit scientifique, peu rencontré dans l'apprentissage de la langue. Les textes qu'ils doivent produire en sciences correspondent à des contraintes spécifiques, qu'il faut leur faire connaître. [...] Or trop souvent, le travail écrit en sciences consiste à mettre des légendes, remplir des « trous » dans des textes photocopiés, recopier des mots, etc. Cela ne constitue pas une authentique activité d'écriture. »

Trois éléments nous ont paru importants à approfondir avec les enfants de 8-10 ans pour les aider à percevoir progressivement les exigences de ces écrits :

- l'organisation du document et la complémentarité des différentes formes d'écrits ;
- l'effort de rigueur dans la formulation de la pensée ;
- les tentatives pour expliquer et mettre en relation les phénomènes observés.

L'organisation du document et la complémentarité des différentes formes d'écrits

Un écrit scientifique n'est pas une histoire agrémentée d'illustrations. Il n'est pas fictif⁴. Il repose sur des observations, des expérimentations, des recherches bibliographiques, ... qui permettent de décrire des faits, de formuler des pistes de travail et des hypothèses explicatives, de mettre en évidence et de décrire des relations. De ce fait, l'écrit scientifique s'organise autour d'une argumentation et d'une pensée qui se structure. Il s'agit de trier les données importantes, de les présenter dans un certain ordre et de manière organisée (Balpe,

⁴ Nous ne prenons évidemment pas en considération ici les écrits de sciences-fiction qui présentent des caractéristiques propres.

1991). Les élèves peuvent ainsi découvrir et mettre en action la fonction argumentative de ces écrits.

Cette fonction entraîne le choix de formes langagières diversifiées et complémentaires. Intuitivement, comme nous le verrons au chapitre 3, les élèves choisissent déjà de manière fonctionnelle certaines présentations de leurs observations et expériences, mais ces choix méritent d'être clarifiés, débattus et élargis. Un exemple d'un tel travail métacognitif est donné dans l'article de Stzerenbarg et Vérin (1999). Les chercheuses y relatent l'observation de deux mares⁵ et le travail de réflexion mené sur la manière de présenter la comparaison entre les deux situations observées. Une élève résume ainsi les avantages respectifs du texte et du tableau : « *L'avantage d'un texte est qu'on peut s'exprimer, écrire ce qu'on a retenu et quand on l'oublie, on relit le texte et on se rappelle. Il nous donne des renseignements plus précis que le tableau . On utilise un texte quand plusieurs renseignements ne peuvent pas tenir dans un tableau. Le tableau sert à classer les renseignements en ordre par rapport au texte et on ne fait pas de phrases dans un tableau et c'est plus court.* »

Ainsi, « un des intérêts de l'enseignement scientifique en rapport avec la maîtrise de la langue est de rendre les élèves capables de mieux discerner, dans une situation donnée, quel moyen il sera préférable de mettre en oeuvre pour conserver, travailler ou transmettre telle ou telle information : à quels moments il est utile de recourir à l'écrit de préférence à l'oral; mais aussi quelle forme donner à cet écrit : tableau, organigramme, fiche, texte *stricto sensu*... ; et encore, le cas échéant, comment assurer aux divers langages utilisés le meilleur fonctionnement. » (Astolfi *et al.*, 2001, p.135). Les élèves apprennent ainsi à choisir la forme d'écrit la plus pertinente en fonction des contenus abordés et des objectifs poursuivis : doivent-ils relater une expérience ? Rendre compte des comportements d'un être vivant ? Lister des informations tirées d'une recherche documentaire ? Prévoir un dispositif d'expérience ? Etc. A ces occasions, ils découvrent l'intérêt des notes intermédiaires : dessins d'observation, schémas de montage, tableaux de classement, petits textes de compte-rendu, calculs, graphiques, documents iconiques divers, fiches de notes,... et attribuent à ces écrits utilisés en cours de travail une fonction dont ils éprouveront tout l'intérêt au moment des débats ou de la synthèse finale.

L'effort de rigueur dans la formulation de la pensée

Dans les écrits des jeunes élèves en sciences, de nombreux éléments sont présents mais désorganisés. Description du dispositif adopté, observation d'un phénomène, tentatives explicatives, ressenti personnel, ... se côtoient dans un joyeux mélange qui caractérise à la fois l'investissement affectif de l'enfant et le caractère synchrétique de sa pensée à cet âge⁶.

A l'occasion d'activités diversifiées, l'enfant peut apprendre progressivement à dissocier dans son compte-rendu les différents moments de l'activité : matériel et dispositif choisi pour une expérience, déroulement de celle-ci, observation des effets, interprétations et tentatives explicatives. Ce dernier point surtout mérite l'attention, de nombreux enfants intégrant à leurs notes d'observations les éléments explicatifs ou les sentiments personnels.

⁵ L'activité a été menée en 5^e année au Collège, ce qui correspond à la 1^{ère} année du secondaire en Communauté française de Belgique. Mais les démarches peuvent certainement être adaptées à des élèves un peu plus jeunes.

⁶ « Le synchrétisme est une « synthèse subjective », tandis que la synthèse objective suppose l'analyse. » (Piaget, 1966).

L'objectivité de l'observation s'en trouve appauvrie et les conceptions prennent le pas sur la description des faits.

Un autre élément qui mérite d'être travaillé (sans être éliminé) est l'expression du vécu affectif de l'enfant. De nombreuses productions enfantines comprennent des points d'exclamation, des dessins et des phrases expressives mettant en évidence l'intérêt, l'étonnement, l'inquiétude ou l'émerveillement face aux découvertes. Ces éléments qui font partie intégrante du discours de l'enfant devraient trouver peu à peu une place plus appropriée dans leurs documents. Ainsi, ils pourraient être retirés du discours argumentatif afin d'en préserver la rigueur, et figurer plutôt en conclusion ou encore servir d'entrée en matière⁷.

Les tentatives pour expliquer et mettre en relation les phénomènes observés

Une autre caractéristique du discours scientifique est l'effort consenti pour tenter de rapprocher les faits, d'exprimer et d'argumenter avec le plus de précision et de rigueur possibles les relations découvertes ou confirmées entre les faits observés ou les données recueillies. Pour ce faire, toutes les ressources de l'écriture sont utilisées : connecteurs grammaticaux appropriés, structuration du texte, présentations schématiques, organigrammes, vocabulaire adéquat, ...

Chez les enfants, les actions menées et les faits observés peuvent fasciner au point d'occuper tout le discours. La place réservée aux mises en relation et aux tentatives explicatives peut alors être réduite voire inexistante, d'autant plus que l'expression de telles réflexions peut s'avérer difficile. Au fil des activités cependant, les écrits devraient, avec l'aide de l'enseignant, s'enrichir progressivement à ce niveau. En effet, il existe une part importante de création dans le travail scientifique et corrélativement dans l'écriture en sciences. Il s'agit non seulement d'imaginer des dispositifs et des pistes de travail mais aussi de rechercher des explications, de mettre des éléments et des faits en relation, d'argumenter sa réflexion. Cette écriture « créative » peut être encouragée en aidant les enfants à produire des « images mentales » à l'aide d'analogies et de métaphores, ou encore à se placer dans des situations fictionnelles (Catel, 2001).

1.2.5. Les objectifs de l'écrit scientifique aux yeux des élèves

On ne peut imaginer d'écriture en sciences sans l'implication de l'élève. Si ce dernier se voit obligé d'écrire pour faire plaisir à l'enseignant ou parce que la tâche sera évaluée, il risque de percevoir l'écrit comme un produit fini imposé et non comme un outil de pensée susceptible de l'aider dans ses apprentissages scientifiques. A ce sujet, Catel (2001) observe que l'écriture en classe de sciences concerne trop fréquemment l'évaluation et qu'il s'agit alors pour l'élève d'exposer des connaissances et non de les construire.

Il est donc essentiel que l'élève comprenne peu à peu - et vérifie dans l'action - le rôle de l'écriture en sciences : veut-on garder une trace écrite pour ne pas oublier des résultats ou une démarche ? Communiquer des informations à d'autres personnes ? Préparer un débat ou

⁷ Dans de nombreux documents scientifiques, on trouve des traces de l'étonnement ou de l'enthousiasme du chercheur face aux résultats de ses travaux. Mais elles n'interfèrent pas avec l'objectivité des observations et de l'argumentation !

un travail de groupe ? Mettre en commun des idées ? Faire le point sur ses acquis ? Prévoir un dispositif ? Lister le matériel utile ? ...

L'élève doit pouvoir participer activement à cette construction du sens de l'écriture dans les activités scientifiques, car même lorsque l'objectif est clair aux yeux de l'enseignant, il ne l'est pas nécessairement à ceux de l'enfant (Fabre-Cols, 2000).

1.2.6. La rencontre de « modèles »

A côté des moments où l'élève tente d'exprimer par écrit ses interventions, ses découvertes ou ses hypothèses, il est indispensable de ménager des moments où il est confronté à la littérature scientifique, c'est-à-dire à des référents dont il pourra découvrir intuitivement d'abord, de manière plus organisée et systématique ensuite, les caractéristiques particulières (structuration, conventions, exigences).

De même, lorsque les élèves sont invités à finaliser ensemble un écrit de clôture de l'activité, ils pourront être sensibilisés à certains aspects de la rédaction scientifique : présence d'un titre, structuration du discours en paragraphes, organisation de données en tableaux, introduction de dessins ou de schémas, choix de connecteurs appropriés, ... Une réflexion métacognitive sur la production pourra aider les élèves à aménager leurs propres écrits.

1.3. L'expression verbale écrite : mots, phrases et textes

1.3.1. Mettre ses acquis linguistiques en action lors des activités scientifiques

Astolfi *et al.* (2001) insistent sur les occasions rédactionnelles « naturelles » que fournissent les activités scientifiques, occasions trop peu exploitées dans les classes. Sans doute les conceptions des enseignants et des élèves à ce sujet sont-elles en partie responsables du peu d'écrits présents dans ce contexte : l'écriture demanderait un don nécessitant d'être « inspiré » et de connaître les mots justes ; en sciences plus particulièrement, les mots compliqués abonderaient, la présentation serait particulière et complexe, répondant à des exigences mal connues (Catel, 2001).

Or, si le langage scientifique présente des particularités, notamment sur le plan du lexique et de la structuration du discours, il utilise aussi toutes les ressources du langage quotidien. Ce sont ces ressources que les jeunes élèves vont utiliser en priorité pour rédiger leurs premiers textes scientifiques. Ce travail de mise en oeuvre du langage écrit n'est pas simple. Deux éléments au moins leur compliquent la tâche : le passage du discours oral au discours écrit d'une part, l'abandon du style narratif souvent exploité dans l'enseignement du français, d'autre part (Astolfi, 2001).

Ainsi, les élèves doivent percevoir que le passage à l'écrit n'est pas une simple transcription du langage oral, mais que des exigences particulières caractérisent l'écriture. Les conventions phonographiques représentent une des premières difficultés qu'ils rencontrent car, à cet âge, la maîtrise de ce code est très parcellaire. C'est sans doute pourquoi, dès que

les jeunes élèves sont avertis que « les fautes d'orthographe ne comptent pas », ils se concentrent avec enthousiasme sur l'expression de leurs idées. Ils font preuve alors de compétences inattendues et notamment d'une certaine capacité à différencier les structures linguistiques et les connecteurs les plus utiles pour leurs propos. Bien sûr de nombreuses maladresses subsistent et l'incursion du langage oral dans l'écrit reste très présente. En outre, certains schémas syntaxiques propres à l'écrit ne sont pas encore bien maîtrisés. Cappeau (2000) cite par exemple l'absence du 2^e sujet dans une coordination, le sujet postposé ou la difficulté des relatives. La ponctuation est relativement peu présente chez les enfants. Lorsqu'elle est intégrée au texte, elle joue une fonction structurante (découpage du texte.) ou parfois expressive (point d'exclamation, ...). Par ailleurs, les clés morphologiques sont loin d'être toutes acquises comme le nombre, le genre ou certaines formes verbales. Cependant, les enfants se trouvent aussi en meilleure disposition pour constater leurs besoins et leurs manques.

Une autre difficulté qui attend les enfants est liée au fait que les textes les plus fréquemment demandés dans les classes sont d'ordre narratif. Dès lors, il n'est pas surprenant qu'un élève de 4^e année, invité à décrire le comportement d'un lapin, demande s'il faut « *faire une histoire* ». En sciences, l'élève découvre un autre type d'écrit, exigeant rigueur et objectivité : l'écrit argumentatif.

De manière générale, les élèves de tous âges peuvent éprouver de grandes difficultés à reconnaître et a fortiori à utiliser les liens structurant le discours scientifique (Wray et Lewis (1997), cités par Warwick, 2001). Certains auteurs comme Warwick (2001) suggèrent de proposer aux enfants des amorces verbales (orales ou écrites) susceptibles de les aider à structurer leurs notes et comptes-rendus, à planifier une expérience ou à l'analyser. Les amorces verbales peuvent prendre l'allure de fiches à remplir, de questions ou de phrases à achever. Cette approche semble aider efficacement les élèves. Toutefois, les auteurs signalent qu'elle peut conduire à des écrits stéréotypés ne correspondant en rien à une construction des savoirs. Une attention particulière doit donc être portée aux objectifs poursuivis, au contexte d'utilisation, à la formulation et à la présentation de ces amorces.

Le travail d'écriture, au même titre que les manipulations expérimentales, la lecture documentaire ou l'observation in vivo, vise le développement « d'enfants-chercheurs » qui intègrent peu à peu le plaisir, l'intérêt, mais aussi les exigences du travail scientifique.

1.3.2. Découvrir et utiliser le vocabulaire scientifique

Dans l'enseignement des sciences, la croyance est assez répandue qu'il suffit de nommer, de définir pour savoir. Or, un mot n'est significatif pour l'élève que si cette signification a été construite. En d'autres termes, il ne s'agit en aucun cas de faire l'économie de situations vécues pour passer directement à l'écriture. C'est dans et par l'action, l'observation et les débats que l'enfant peut le mieux construire des concepts et éprouver le besoin d'avoir des mots pour dire les phénomènes et les relations observées. « Alors seulement » dit Balpe (1991), « le maître introduira les mots justes. Ces mots serviront « d'outils » pour traduire et représenter les connaissances de l'enfant. »⁸

⁸ Il faut toutefois nuancer ces propos, car ce qui se justifie lorsque l'enfant est impliqué dans une activité d'observation ou d'écriture par exemple, peut se présenter sous un autre jour lorsqu'il s'agit d'une lecture documentaire. Dans ce cadre, l'enfant se trouve souvent confronté à un vocabulaire et à des concepts qu'il ne

Dans cette perspective, il est important de limiter le nombre de termes scientifiques nouveaux proposés aux élèves, mais également de les faire employer dans des situations nombreuses et diversifiées afin que l'élève puisse en construire progressivement le sens. Pour certains mots, les élèves peuvent se satisfaire d'une définition globale qui se précisera au fil du temps. Pour d'autres, au contraire, ils ne peuvent se contenter d'une définition générale : ils éprouvent le besoin d'aller plus loin, d'être plus précis, parce qu'ils s'intéressent de près à ce que le mot représente (De Vecchi, 1992). Pour Catel (2001) la question est moins de savoir s'il est nécessaire d'enseigner le vocabulaire scientifique que de savoir s'il est intéressant pour l'élève d'utiliser ce vocabulaire. Pour l'auteur, cela dépend de l'expérience qu'il a du phénomène que recouvre le mot et de sa capacité à intégrer le concept correspondant. « L'apprentissage du vocabulaire scientifique n'a d'intérêt que s'il facilite la compréhension, c'est-à-dire le développement conceptuel ».

L'écriture permet de mobiliser le vocabulaire scientifique ainsi acquis tant pour décrire les faits que pour exprimer les relations. Il ne s'agit pas seulement de savoir ce que les mots veulent dire. Il faut pouvoir les utiliser de manière pertinente dans des situations variées (De Vecchi, 1992). Souvent, le choix du vocabulaire va évoluer d'une signification courante, usuelle, vers une signification propre à une communauté scientifique, comme le montre l'exemple suivant. Lors d'expériences en 4^e année mettant en évidence l'existence de l'air, plusieurs enfants ont utilisé le verbe « pousser » pour décrire le rôle de l'air ou de l'eau (ex. « L'air pousse l'eau. »). Bien que ce terme relève du langage quotidien, il est très parlant pour les enfants et ne semble pas handicaper leurs apprentissages futurs. Dans un premier temps, il peut donc être repris par l'enseignant, mais au fur et à mesure que le concept se précise, on peut utiliser l'expression « exercer une pression ». Plus tard dans la scolarité, d'autres termes adéquats scientifiquement pourront être ajoutés.

1.4. L'expression graphique : images, dessins et schémas

1.4.1. Quelques définitions

En éveil scientifique, les représentations graphiques occupent une place de choix tant dans l'expression par l'enfant de ce qu'il vit et observe que dans la proposition par l'adulte, de diverses représentations du réel. En effet, dans le cadre d'activités centrées sur la recherche documentaire par exemple, ou dans le but de faciliter l'observation et la compréhension des objets d'étude, les enseignants ont volontiers recours aux diverses représentations dessinées ou schématiques proposées par les scientifiques⁹.

Une des premières difficultés auxquelles on se heurte en abordant ce thème est la diversité et l'ambiguïté des termes utilisés pour désigner l'objet d'étude. Peraya et Nyssen (1995) notent que souvent sont mis dans un même groupe les dessins, les images, les graphiques, les tableaux, les organigrammes, les schémas, etc. Certaines recherches les réunissent sous le vocable de « paratextes », leur donnant ainsi une fonction par rapport au texte :

connaît pas ou mal. Ce peut être une autre porte d'entrée vers la connaissance scientifique mais les moyens didactiques devront être adaptés à la situation.

⁹ Voir à ce sujet l'enquête menée l'an dernier sur la manière dont les enfants perçoivent les représentations graphiques scientifiques (Giot et Quittre, 2004).

clarification, explicitation, illustration,... Pour Peraya et Nyssen, cette approche n'est pas satisfaisante. Dans certaines disciplines en effet, les techniques de visualisation de l'information jouent un rôle prioritaire.

Dans le domaine pédagogique, les « paratextes » correspondent le plus souvent à des images de type fonctionnel. Cependant des auteurs comme Bachelard ou Piaget (cités par Peraya et Nyssen, 1995) ont marqué en leur temps de fortes réticences vis-à-vis de l'imagerie pédagogique. Pour Bachelard, la figuration d'un concept, abstrait par définition, apparaît comme dérisoire. Pour Piaget, l'image éloignerait de l'action et servirait tout au plus de « béquille spirituelle. ». Ce n'est que dans les années 60' que l'image a suscité un nouvel intérêt sur le plan pédagogique, en partie à cause de sa capacité supposée à faciliter les apprentissages. Mais cette hypothèse a été fortement remise en question depuis lors.

En ce qui nous concerne, nous désignerons sous le vocable général « représentations graphiques scientifiques » les dessins, images et schémas qui sont présents dans de nombreux documents scientifiques.

Le terme « image » sera utilisé dans le sens scientifique de reproduction de l'objet réel à l'aide de différentes techniques optiques comme la photographie, la microscopie, la radiographie, l'échographie, etc. Le « schéma » sera considéré comme une construction mentale permettant une représentation de l'objet d'étude plus ou moins proche du réel et correspondant à des conceptions scientifiques plus ou moins reconnues de cet objet. Le mot « dessin » évoquera une représentation du réel offrant un caractère figuratif, conservant de nombreuses caractéristiques visuelles des objets représentés tout en supposant une mise à distance par rapport à l'objet étudié (Astolfi *et al.*, 1998). Ainsi, le dessin d'observation rend compte d'une réalité à un moment donné en se dégageant le cas échéant des contraintes de l'outil d'observation (Zahouani, 2004).

Dans les disciplines scientifiques, l'image, le dessin et le schéma jouent un rôle important. Qu'il s'agisse de littérature de recherche, de vulgarisation ou de didactique, les représentations graphiques sont très présentes en sciences. Leur degré d'iconicité varie selon leur fonction. Dans la littérature de vulgarisation, surtout à destination des enfants, les images et dessins proches du réel et les schémas simples sont privilégiés. Mais dans les manuels, la vulgarisation de haut niveau et les ouvrages spécialisés, les représentations schématiques peuvent devenir une forme très spécifique et très abstraite de communication de la pensée. Il s'avère donc utile de préciser davantage les caractéristiques habituellement attribuées aux schémas (Peraya et Nyssen, 1995) :

- 1) Ils présentent un important pouvoir d'abstraction et de généralisation qui leur permet de mettre en valeur des relations invariantes au sein du phénomène ou de l'objet représenté.
- 2) Parallèlement, les schémas favorisent la sélection de caractéristiques essentielles, valables pour un ensemble d'objets ou de phénomènes.
- 3) Les schémas rendent possible une forme de concrétisation de concepts ou de phénomènes difficiles à représenter.
- 4) La plupart des schémas présentent une valeur synoptique, car plusieurs éléments essentiels peuvent être montrés simultanément, ce que la linéarité du langage ne permet pas. Ils permettent de considérer en une même appréhension des caractéristiques et des relations que le langage verbal ne peut exprimer qu'en

plusieurs énoncés. Vezin (1984), cité par Peraya et Nyssen (1995) parle à ce sujet d'une « valeur d'économie cognitive ».

Toutefois, ces caractéristiques des schémas scientifiques ne vont pas sans soulever quelques problèmes (Peraya et Nyssen, 1995 ; Astolfi *et al.*, 1998) :

- danger d'appauvrir le réel en le sursimplifiant ;
- danger de considérer le schéma comme une aide pour l'apprenant en toutes circonstances : cet effet facilitateur n'est pas prouvé ;
- importance pour l'interprétation des schémas, de la connaissance préalable du domaine abordé ;
- risque de confusion entre certaines caractéristiques du schéma et les caractéristiques de l'objet réel ;
- risque de concevoir le schéma comme un modèle absolu et non comme un outil de pensée ;
- danger d'un sentiment de compréhension et de maîtrise superficiel.

Un certain nombre de recherches (Tiberghien, 2002) ont montré que des étudiants de tous âges éprouvent des difficultés à lire et à utiliser les représentations graphiques scientifiques. En effet, il semble bien que l'introduction simultanée de plusieurs systèmes de représentation, ne facilite pas forcément la compréhension des contenus par les lecteurs. Les apprenants doivent en effet mettre en place toute une activité de saisie et de traitement des différents types d'informations qui leurs sont fournies.

Parmi les facteurs qui semblent déterminants dans l'approche des diverses représentations graphiques scientifiques, Tiberghien (2002) en évoque trois principaux :

- Les caractéristiques propres des systèmes considérés, du point de vue de leur grammaire spécifique, mais aussi du point de vue des règles de correspondance avec l'objet représenté.
- Le fait que les personnes qui abordent ces représentations possèdent ou non des connaissances préalables sur le domaine dans lequel s'inscrit l'activité de lecture, ou établissent des liens avec d'autres connaissances scientifiques, professionnelles ou liées à la vie quotidienne.
- La finalité de la représentation graphique du point de vue de l'auteur et sa correspondance avec la finalité poursuivie par l'utilisateur.

Tiberghien (2002) précise en outre que les relations entre les différents systèmes de représentation (textes, icônes, ...) ont fait l'objet de nombreuses recherches, surtout en termes de plus ou moins grande efficacité dans l'apprentissage. Cependant, peu de travaux concernent directement la manière dont ces systèmes de représentation constituent des instruments de pensée au service de l'apprenant. Or, les différentes formes d'écriture peuvent constituer une stratégie favorisant les changements conceptuels et le développement de la pensée, particulièrement en sciences. Ainsi, l'analyse des dessins d'enfants à différents moments de l'apprentissage montre le cheminement de leur pensée (Giordan *et al.*, 2001).

« [...] la lecture, la compréhension et l'exploitation des schémas, comme celles de toute image ou même des textes, ne sont ni évidentes ni spontanées.[...] Aussi est-il nécessaire de mettre en œuvre des stratégies d'apprentissage appropriées afin de favoriser une meilleure appropriation de ces systèmes de représentation par les apprenants. » (Peraya et Nyssen, 1995).

1.4.2. L'évolution du dessin de l'enfant

La plupart des études recensées jusqu'à présent au sujet des dessins réalisés par les enfants dans le cadre des activités scientifiques abordent essentiellement le rôle de ces productions dans la description des conceptions des élèves. Toutefois, cette approche ne peut se faire sans référence au développement du graphisme chez l'enfant et à l'orientation progressive de ce graphisme vers plus de réalisme (Piaget et Inhelder, 1972 ; Deldime et Vermeulen, 1997 ; Oliverio Ferraris, 1980).

Entre 3 et 6/7 ans, l'enfant tente de représenter les objets réels mais ses gestes sont encore maladroits, son attention labile, ses dessins peu structurés. Souvent il manque des éléments importants, des détails sont présentés en surnombre, certaines parties du dessin peuvent être disproportionnées. L'enfant, en effet, peut vouloir remplir un vide sur la feuille ou inversement devoir limiter un élément faute de place. Il peut aussi désirer donner plus d'importance à l'un ou l'autre élément, par exemple, la sonnette d'un vélo. Par ailleurs il est relativement indifférent à certaines relations spatiales et les éléments dessinés peuvent être continus ou discontinus, placés sur le dessin sans trop de référence au réel.

Progressivement, le dessin évolue. Entre 6 et 12 ans, l'enfant va s'orienter vers un plus grand réalisme intellectuel qui se reflète dans ses productions. Il garde l'apparence de l'objet, ce qui est essentiel pour le représenter, mais il tente aussi d'exprimer tout ce qu'il sait de l'objet et non seulement ce qu'il en voit. Dès lors, certaines caractéristiques marquent ses dessins : la transparence, la diversité des points de vue sur un même dessin, le doublement des organes pairs sur les vues de profil, le rabattement, l'usage de détails exemplaires, l'inscription de mots et de légendes.

Peu à peu, certaines de ces caractéristiques vont disparaître pour faire place à un réalisme visuel. Ainsi la production sera subordonnée à un seul point de vue.

Ce bref rappel de l'évolution du dessin de l'enfant montre qu'en matière d'apprentissage scientifique l'appel aux productions graphiques peut engendrer certaines difficultés, tant au niveau des capacités psychomotrices et cognitives des élèves qu'au niveau de l'interprétation par l'adulte des diverses tentatives de l'enfant pour exprimer sa pensée.

1.4.3. La production des dessins dans les activités scientifiques

L'enfant peut intégrer progressivement et mettre au service de ses apprentissages les caractéristiques des images, dessins et schémas qui accompagnent les activités scientifiques.

D'une part, il devra être régulièrement confronté à des représentations graphiques scientifiques adaptées à ses capacités cognitives, afin d'en découvrir peu à peu la

grammaire, les exigences et les conventions. D'autre part, il devra avoir lui-même l'occasion de produire de telles représentations dans la construction de ses apprentissages.

Entre 8 et 10 ans, on ne peut exiger de l'enfant un dessin scientifique qui risquerait de devenir rapidement stéréotypé et vide de contenu. Par contre, le travail sur ses productions, leur structuration progressive en outil de pensée et la mise en place de certaines caractéristiques essentielles des représentations graphiques scientifiques pourraient être introduites peu à peu dans les activités : ainsi l'utilisation de titres et de légendes, l'abandon de détails inutiles, la précision des observations, etc.

Cela n'est cependant possible que si on aide l'enfant à dissocier progressivement le dessin au service de la science du dessin au service de son expression personnelle. Il s'agit de deux activités très différentes dans leurs objectifs et qui ont toutes deux leur signification et leur place dans le développement cognitif et affectif de l'enfant.

Enfin, comme le souligne Astolfi et *al.*, (1998) il faut tenir compte de ce que certains enfants ont moins que d'autres un intérêt pour le dessin et préfèrent l'expression verbale écrite. L'équilibre textes-dessins dans le travail scientifique est indispensable.

Ch. 2. Méthodologie de la recherche

2.1. Les trois dimensions du projet : recherche, action, formation

Le projet constitue l'élément intégrateur de trois dimensions complémentaires :

Une dimension de recherche, qui constitue son fondement et qui comporte des aspects tant théoriques (revue de la littérature, définition du cadre conceptuel, formulation des questions de recherche, formulation d'hypothèses et de méthodes de travail) qu'expérimentaux (essais sur le terrain). Le pôle recherche fournit également des régulations aux pôles formation et action. Il permet encore la création d'un espace de réflexion.

Une dimension d'action, liée à la précédente : les données théoriques sont confrontées à la réalité des classes avec l'aide d'experts de ce terrain : les enseignants. C'est la phase où l'expérience avec les élèves est valorisée. En d'autres termes, l'expérimentation des pistes théoriques ne se fait pas « en chambre », mais dans les classes, avec les personnes confrontées quotidiennement aux problèmes posés. Ce travail en collaboration permet de prendre en compte différents facteurs (institutionnels, matériels, psychologiques, ...) susceptibles d'influencer les résultats de la recherche. Ainsi la pratique des enseignants devient une source de production de savoirs. Ces savoirs sont alors intégrés à la recherche et à la formation.

Enfin, une troisième dimension découle des deux premières : la formation. Le travail concerté des chercheuses et des enseignants constitue une des meilleures méthodologies de formation continuée. Elle implique néanmoins pour les partenaires de poursuivre des buts communs, d'accepter un partage de l'expertise, l'insécurité dans les démarches, un esprit d'expérimentation, ainsi qu'un regard analytique et critique sur les résultats obtenus.

Ces trois dimensions indissociables constituent une des richesses du projet.

En quoi le projet peut-il être vu sous l'angle d'une recherche-formation ?

Marcel (1999) définit le principe de la recherche-formation comme une collaboration entre chercheurs et praticiens au sein d'un processus de formation. Ainsi, dit-il, le chercheur va permettre au formé de se dégager d'une connaissance ordinaire de ses pratiques pour accéder à une « connaissance savante » de ces mêmes pratiques. En outre, le chercheur, grâce aux méthodologies de la recherche, va co-construire avec les formés une nouvelle théorisation des pratiques.

Notre méthodologie de travail s'inscrit dans cette définition, la recherche et la formation étant en interrelation. Cependant, pour Marcel, dans une recherche-formation, la recherche est menée par les formés sous la conduite des chercheurs. En ce point, nous nous distançons de son approche pour privilégier une collaboration dans la reconnaissance des compétences respectives des différents intervenants sans envisager de transformer les enseignants en chercheurs. Ainsi, l'étude de la littérature reste du ressort des chercheuses et

non des praticiens. De même, les dispositifs pédagogiques construits par les enseignants et expérimentés dans les classes ont été jusqu'à présent analysés par les chercheuses et débattus avec les enseignants.

Néanmoins, notre méthodologie amène les participants à jouer chacun différents rôles. Comme le soulignent Charlier et Charlier (1998), selon la phase du travail, le chercheur peut se centrer essentiellement sur les aspects liés à la recherche ou passer à des moments de formation. De même, les enseignants sont appelés à endosser un rôle de praticien (en expérimentant les activités dans leur classe), de formé ou encore celui de personne de référence pour valider les analyses des chercheurs.

En quoi notre méthodologie relève-t-elle de la recherche-action ?

La recherche-action recouvre différentes formes : de nombreux travaux se présentent sous cette appellation pour peu qu'ils fassent appel au changement (Van der Maren, 1999). Cohen (2000) insiste sur la nécessité d'une approche collaborative pour pouvoir parler de recherche-action. Mais celle-ci est insuffisante. Ainsi, Kemmis et Mc Taggart (1992) énoncent un ensemble de principes essentiels. Notre démarche méthodologique adopte plusieurs d'entre eux à savoir :

- La recherche-action est une approche qui améliore l'éducation par le changement et l'étude des conséquences de ce changement.
- Elle est participative, puisque les participants travaillent à l'amélioration de leurs propres pratiques.
- Elle se développe en spirale auto-réflexive.
- Elle est collaborative.
- Elle est un processus d'apprentissage systématique.
- Elle engage les participants dans une théorisation de leurs pratiques.

Van der Maren (1999) note également que « dans la recherche-action, les analystes partagent aussi la phase d'implantation des objets pédagogiques construits. Ils ne quittent pas le terrain [...] mais au contraire maintiennent leurs dialogues avec les acteurs de façon à assumer la recherche jusqu'au bout. [...] Cette présence est essentielle pour que les « chercheurs » en apprennent autant que les « acteurs » dans la recherche-action. De plus, cela fait partie d'une éthique de l'intervention que d'être là pour voir si ce à quoi on a collaboré fonctionne, et d'être présent pour aider à mieux réfléchir aux inconvénients des solutions apportées. »

Certaines caractéristiques de la recherche-action telle que définie par des auteurs comme Van der Maren (1999), Cohen *et al.* (2000) ou Liu (1997) se retrouvent partiellement dans notre projet :

- La recherche-action part d'une problématique définie par des enseignants et de l'écoute de leurs besoins.

Dans notre situation, le diagnostic initial n'a pas été établi par les enseignants du groupe. La problématique a été précisée par les chercheuses avant sa constitution, sur base d'études antérieures¹⁰. Néanmoins, au cours du projet, la

¹⁰ Voir par exemple : Demonty *et al.* (2002), Brown *et al.* (1989), Allal (1988), Richard (1995), etc.

question de départ s'est enrichie et nuancée en collaboration avec les enseignants du groupe.

Une autre particularité de notre contexte réside dans la transformation du groupe de travail d'une année à l'autre. Les enseignants participants à la deuxième année du projet rejoignent une équipe en cheminement. Compte tenu de ces caractéristiques, une période d'intégration a été essentielle pour permettre aux enseignants d'entrer au maximum dans la problématique posée et d'effectuer chacun un travail de traduction¹¹ en fonction de ses intérêts et besoins personnels¹².

- La recherche-action démarre par petits groupes mais élargit la communauté aux personnes intéressées par les pratiques en question.

L'évolution du groupe de travail de la première à la deuxième année du projet ne constitue pas ici un élargissement. Par contre, de façon limitée mais réelle, quelques enseignants du groupe relayent l'expérience vécue au sein de leur équipe éducative. Ainsi les changements initiés par le groupe de travail diffusent doucement dans une communauté plus large.

- Enfin, la recherche-action nécessite une théorisation *pour* les actions – telle que développée dans notre projet – mais également une théorisation *sur* les actions elles-mêmes.

Van der Maren (1999) précise que cela nécessite de garder une trace de ce qui s'est produit pendant toute la recherche. Ce recueil d'informations et son analyse font de la recherche-action une recherche permettant de mettre au point ou de valider des théories de l'action pédagogique. Cette prise d'informations doit recueillir tous les commentaires, toutes les réactions permettant de saisir comment les acteurs vivent les actions planifiées par les chercheurs et les changements qui s'opèrent. Il s'agit d'une trace analysable, indispensable, et permettant une théorisation sur l'action utilisable pour un transfert ultérieur.

Bien que ce point ne fasse pas actuellement l'objet d'une analyse systématique dans notre approche, nous gardons une trace écrite de toutes les démarches menées avec les enseignants.

La méthodologie de travail que nous avons développée a pour objectif premier de fixer un cadre pour permettre de répondre à la problématique soulevée. Une des richesses de cette méthodologie, voulue souple, est de pouvoir varier en fonction du contexte et des besoins. Elle peut se définir comme une recherche-action-formation sans pour autant conjuguer tous les principes généralement définis pour la recherche-action d'une part, la recherche-formation d'autre part.

Ce choix méthodologique permet également de dégager des éléments essentiels du processus de formation des enseignants. Comme le souligne Barbier (cité par Charlier et Charlier, 1998), cette caractéristique est fondamentale dans la recherche-action-formation : « elle correspond à une approche situationnelle de la formation, c'est-à-dire une

¹¹ Pour reprendre le terme de la sociologie de la traduction : Cros (2000), Callon (1986)

¹² Voir point 2.3.

problématique de la formation fondée sur la relation du sujet aux situations dans lesquelles il est engagé, y compris la situation de sa propre formation ».

2.2. Constitution du groupe de recherche

Les deux tableaux suivants rendent compte de la situation :

Les Réseaux d'appartenance

Communauté française	1
Libre catholique	5
Officiel subventionné	6

Les caractéristiques des classes

Ecoles	Année concernée	Nombre d' élèves dans la classe ¹³	Milieu socio-culturel
1	3	14	Urbain, milieux mélangés
2	4	26	Rural, milieux mélangés
3	4	27	Urbain, défavorisé
4	3-4	22	Urbain, défavorisé
5	3-4	23	Résidentiel, favorisé
6	3-4	30	Rural, favorisé
7	4	14	Rural
8	4	24	Rural, favorisé
9	3	18	Urbain, favorisé
10	4	27	Urbain, favorisé
11	4	27	Urbain, favorisé
12	4	21	?

Une des richesses du groupe constitué cette année est la grande diversité des conditions de travail de chacun de ses membres, et notamment des populations auxquelles ils s'adressent. Il s'agit dans tous les cas de classes de 3^e et/ou de 4^e années, mais les réseaux d'appartenance, la taille des classes, la localisation géographique, l'origine socio-culturelle des élèves, les ressources matérielles, ... varient fortement d'une école à l'autre. Le nombre, les contenus et les modalités d'organisation des activités scientifiques habituelles varient également d'une classe à l'autre.

La présence, au sein d'un même groupe de travail d'une telle diversité est d'un apport considérable à tous égards :

- prise en considération de la grande variabilité des conditions de travail de chacun ;

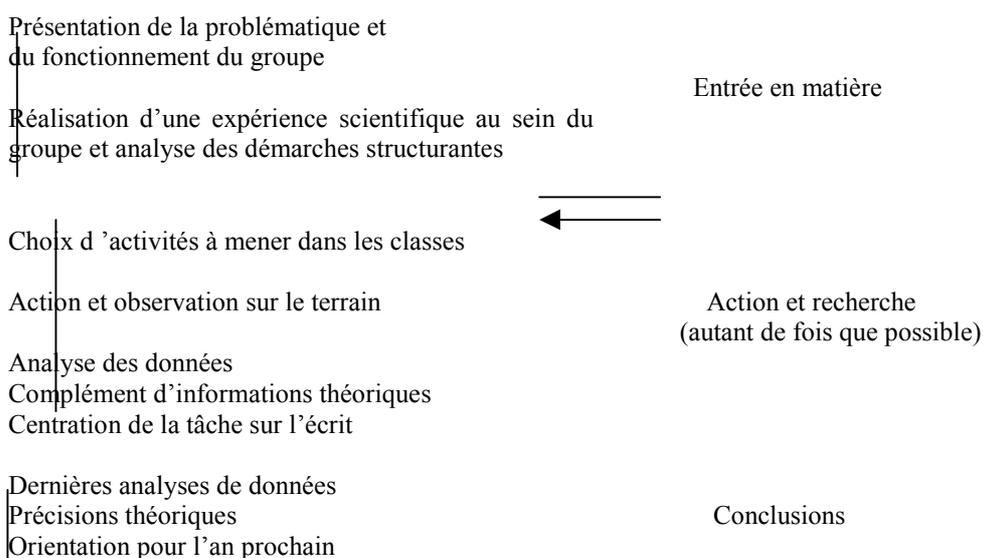
¹³ Ces nombres peuvent varier au moment des essais sur le terrain, certains enseignants choisissant de scinder leur classe pour l'activité ou, au contraire, de grouper deux classes.

- échanges d'expériences dans la nuance et le respect mutuel ;
- adaptation des méthodologies et des contenus en fonction des situations, ce qui permet une différenciation des dispositifs pédagogiques expérimentés ;
- enrichissement de l'analyse des observations par la possibilité de repérer les éléments communs à des situations contrastées (en particulier, les modes d'approche et de raisonnement des enfants ainsi que les interventions pédagogiques les plus porteuses), mais aussi de nuancer cette approche en fonction d'éléments spécifiques (comme la taille de la classe, l'habitude du travail en groupe ou le milieu socio-culturel des élèves par exemple).

Un constat s'impose : quelle que soit la situation, mener des activités scientifiques en classe est toujours possible, moyennant certaines adaptations méthodologiques et une conscience très vive tant des objectifs à poursuivre que de l'intérêt de l'éveil scientifique pour les élèves.

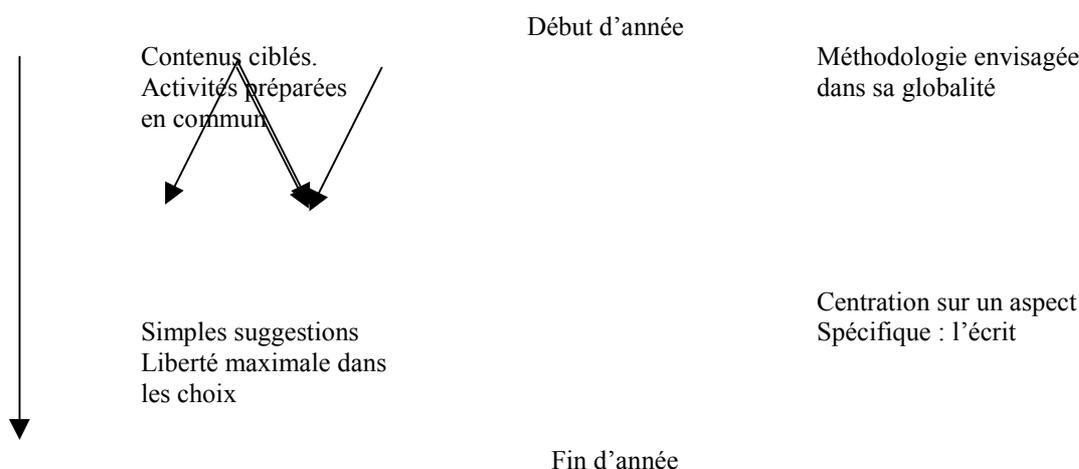
2.3. Méthodologie de travail avec les enseignants

Nous avons opté pour une méthodologie qui alterne les moments de réflexion et d'approche théorique, et les moments d'action et d'observation dans les classes.



Ce qui caractérise d'abord cette méthodologie, c'est la collaboration, à tous les moments du processus, des partenaires en présence. Mais alors que les trois premières activités menées en classe ont fait l'objet d'une préparation collective au sein du groupe de recherche, les activités suivantes ont été simplement suggérées par les chercheuses. Toute liberté était laissée aux enseignants de choisir parmi des propositions plus ou moins construites (ex. : l'ombre et la lumière, la main, les fruits, les mouvements du corps) ou de réaliser d'autres activités à leur meilleure convenance (ex. les boules de Frigolite, les papillons, le lapin). Par contre, au niveau des démarches didactiques à mettre en place à l'occasion de ces activités, les demandes des chercheuses ont été de plus en plus précises. Lors des premières activités, les démarches de structuration à promouvoir étaient laissées assez libres à l'intérieur d'un cadre défini. Puis elles ont été recentrées sur les différentes formes de productions écrites.

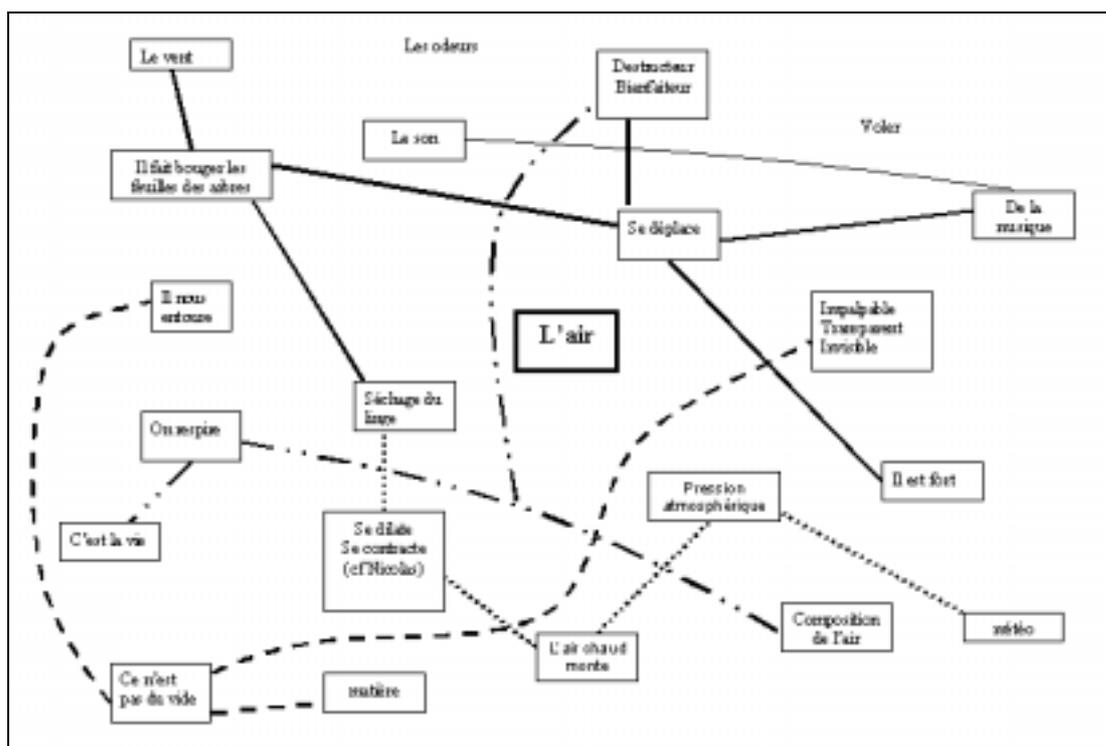
On pourrait schématiser cette approche de la manière suivante :



Pourquoi avoir choisi de construire les premières activités scientifiques avec les enseignants plutôt que de leur en proposer une toute faite dès le début? Pourquoi n'avoir pas mis immédiatement l'accent sur les aspects de la structuration privilégiés dans cette seconde phase de recherche ?

Tout d'abord, il nous a semblé très important que les enseignants puissent envisager avec nous toute la complexité de la construction d'une activité scientifique. En effet, un des problèmes cruciaux à résoudre dans la préparation d'une telle activité est la limitation et le choix des objectifs poursuivis ainsi que des notions abordées à l'intérieur d'un thème donné. En effet, la richesse et la complexité des sujets scientifiques sont telles que la tentation est grande de partir dans toutes les directions. Les élèves eux-mêmes évoquent de nombreuses expériences et observations vécues qui élargissent le thème exploré. Cependant la limitation du champ d'étude est indispensable ainsi que la formulation des notions qui seront prioritairement abordées. Ce travail préalable de l'enseignant est complexe mais indispensable à l'intégration de moments de structuration significatifs durant l'activité. Cette étape permet également à l'enseignant de cerner la connaissance et la compréhension qu'il a personnellement des phénomènes étudiés et ainsi de ses propres conceptions. A cette occasion, il peut expliciter les liens entre notions tels qu'il les perçoit mais aussi tels qu'ils peuvent apparaître au cours de l'activité. C'est également l'occasion d'accroître ses connaissances sur le sujet.

A titre d'exemple, voici la carte conceptuelle dressée par un des sous-groupes à propos de la mise en évidence de l'existence de l'air.



De cette carte, deux (trois) idées maîtresses ont été retenues, sur base desquelles chacun a modulé sa propre activité : « L'air n'est pas du vide. » « L'air est une matière. » (« L'air peut exercer une force. »). Nous avons pu observer que les enfants connaissent la présence de l'air et lui attribuent certaines fonctions (par exemple dans la respiration), mais ils ne considèrent pas, ou très confusément que l'air est une matière. Cette découverte est pourtant fondamentale pour l'approche et la compréhension de certains phénomènes physiques comme la pression, la masse ou la dilatation des corps. Il importe donc de choisir le mieux possible les concepts essentiels à installer dès la 3^e et la 4^e années pour permettre l'exploration ultérieure de phénomènes complexes.

A côté de ce travail analytique sur le contenu abordé, il était essentiel que les enseignants du groupe de travail se sentent réellement partie prenante dans la recherche. Dès lors, il était nécessaire de reconnaître dans les faits et dès le départ la part d'expertise liée à leur travail quotidien avec les élèves, et de préserver leur engagement personnel dans le projet. Pour cela, il ne semblait pas opportun de leur présenter d'emblée une activité toute faite. En effet, les savoirs d'action accumulés par les enseignants leur donnent souvent l'intuition de ce qu'il convient de faire en certaines circonstances et leur permettent de s'adapter à des situations de classe très diversifiées. C'est en étant à l'écoute de ces savoirs d'action que les chercheuses peuvent le mieux apporter leur propre expertise, qui est d'ordre plus théorique, et proposer des aménagements et des expériences nouvelles.

Les premières actions sur le terrain devaient également confirmer aux enseignants, si cela était nécessaire, qu'ils pouvaient préserver leur cadre habituel de travail. Cela leur donnait également la possibilité de mieux connaître les membres du groupe de recherche à l'occasion des échanges sur les expériences vécues. En outre, il était important que les enseignants ne perçoivent pas les chercheuses comme des évaluatrices, détentrices du seul savoir utile, mais bien comme de véritables partenaires dans une recherche commune.

C'est dans cette même perspective que nous avons introduit et développé progressivement les thématiques spécifiques au projet de recherche, tout en laissant les enseignants de plus en plus libres dans le choix des activités. De cette manière, ils pouvaient tenter d'intégrer à la vie de leur classe les éléments nouveaux qui leurs étaient suggérés, et en éprouver tant l'intérêt que les difficultés dans des activités scientifiques correspondant au programme spécifique de leur classe. Les débats dans le groupe de travail et avec les chercheuses se trouvaient ainsi enrichis d'expériences personnalisées, élaborées sur base d'un défi commun : favoriser la structuration des acquis scientifiques.

2.4. Méthodologie d'observation

Les modalités d'observation retenues par les chercheuses ont varié en fonction du moment de la recherche et des objectifs spécifiquement poursuivis, mais quatre approches ont été privilégiées :

- a) Une **observation du déroulement de l'activité** ainsi que la description analytique de quelques **séquences privilégiées** : dialogues entre enfants, entre enfants et enseignant, entre enfants et observatrice, hypothèses formulées en réponse aux questions de l'enseignant, comportements exploratoires.
- b) Le **recueil de détails relatifs au déroulement des activités via un questionnaire** aux enseignants : contexte de l'activité, consignes données aux élèves au moment des activités d'écriture, interventions de l'enseignant en cours de route, mise en commun éventuelle des productions d'élèves.
- c) Des **entretiens individuels avec les élèves** permettant de percevoir autant que possible ce que ceux-ci ont dégagé de l'activité et les relations qu'ils tentent d'établir entre les faits observés : quatre ou cinq élèves ont été interrogés dans chaque classe lors des premières activités. Ces élèves ont été désignés au hasard par les enseignants. Au total, 51 élèves ont été interrogés¹⁴.
- d) Le **recueil des documents écrits réalisés par les enfants** au cours ou au terme de l'activité, y compris les documents dits « brouillons » ou spontanés, ainsi que la copie des notes fixées au tableau par l'enseignant. Divers types de productions ont été sollicités notamment lors des dernières activités. Au total, près de 600 documents ont été récoltés.

Ces démarches méthodologiques présentent quelques difficultés : lourdeur des retranscriptions, maîtrise limitée du choix des élèves pour les entretiens, conditions parfois défavorables d'entretien, impossibilité d'observer l'activité de tous les sous-groupes, impossibilité de noter *in extenso* certaines interventions, consignes et conditions de production des documents écrits parfois peu claires. Toutefois, malgré ces limites, et moyennant un maximum de rigueur dans l'analyse et l'interprétation des données recueillies, cette méthodologie (qui n'est pas trop intrusive pour la vie de la classe) s'est avérée particulièrement riche pour l'approfondissement du thème de recherche, et surtout pour le travail avec les enseignants. Elle permet en effet de porter l'attention sur le

¹⁴ Plus 6 entretiens courts à propos de dessins.

raisonnement, les attitudes et les productions des élèves, et ainsi d'aborder de manière constructive les stratégies d'enseignement.

Les données recueillies ont été analysées par les chercheuses et débattues au sein du groupe de travail afin d'en dégager une meilleure compréhension de la pensée enfantine ainsi que des pistes méthodologiques intéressantes (Exemples: fiches d'observation ou d'expérience, amorces verbales pour les textes, consignes pour les dessins, compréhension des potentialités et des difficultés des élèves, pistes d'intervention pédagogiques, ...).

Ch. 3. Analyse des activités et des productions écrites

3.1. Diversité des activités scientifiques menées dans les classes

3.1.1. Présentation synthétique

La diversité des activités menées dans les classes a été voulue parce qu'elle caractérise

- le champ des études scientifiques (diversités des contenus abordés par les sciences) ;
- les méthodes d'étude privilégiées en sciences : observation, revue bibliographique, expérimentation, enquêtes, simulations, ... ;
- la vie dans les classes et les intérêts propres tant des enseignants que des élèves.

Mais, au-delà de cette diversité, il existe des points de convergence au niveau

- des démarches scientifiques ;
- des approches didactiques ;
- du développement des enfants.

Ce sont ces points de convergence qu'il convient de mettre en évidence si on veut dépasser le cadre spécifique de chaque activité et les clivages entre disciplines scientifiques.

Durant cette année 2004/2005, les contenus abordés sur le terrain dans le cadre de la recherche¹⁵ ont été les suivants¹⁶ :

Contenus	N classes concernées	N élèves concernés	Niveaux
Phase 1			
L'existence de l'air	4	90	3 ^e - 4 ^e
Le trajet de l'eau domestique : l'arrivée de l'eau dans les maisons	3	90	3 ^e - 4 ^e
La chaîne alimentaire	3	51	3 ^e - 4 ^e
Phase 2			
L'ombre et la lumière	5	132	3 ^e - 4 ^e
Les boules de Frigolite ¹⁷	2	28	3 ^e
Les fruits	2	49	3 ^e - 4 ^e
La main	1	25	4 ^e
Les mouvements du corps	1	24	4 ^e
Les papillons	1	14	3 ^e
Le lapin	1	27	4 ^e
Le trajet de l'eau domestique : l'arrivée de l'eau au château d'eau	1	24	3 ^e - 4 ^e

¹⁵ Certains enseignants mènent régulièrement des activités scientifiques dans leur classe, mais nous n'avons pas pu les prendre toutes en considération dans le cadre de la recherche.

¹⁶ On trouvera en annexe une description sommaire de chaque activité.

¹⁷ Il s'agit en fait de polystyrène expansé, Frigolite étant une marque déposée. Toutefois, pour plus de facilité, nous conserverons ce dernier terme dans l'ensemble du rapport puisque c'est le mot utilisé dans la classe.

Un grand nombre de ces activités ont fait l'objet d'une observation sur le terrain par les chercheuses. Les trois premières ont été accompagnées d'entretiens avec des élèves. Des documents de tous types, écrits par les élèves, ont été recueillis autant que possible. Lorsque les productions écrites ont été obtenues à l'occasion d'activités que nous n'avons pu observer, nous avons recueilli des informations sur les consignes et la situation de production.

3.1.2. Les deux phases de la démarche d'analyse

Les démarches menées durant cette année peuvent être subdivisées en deux phases bien distinctes, même si dans l'action elles se sont suivies sans transition marquée.

Lors de la première phase, l'observation et l'analyse ont porté sur la préparation, la gestion et le déroulement des activités. Celles-ci ont été mises au point au sein du groupe de recherche. Des élèves ont été interrogés dans toutes les classes sur ce qu'ils avaient vécu. L'ensemble des informations recueillies a donné lieu à un repérage et une définition des moments forts encourageant la structuration des acquis.

La deuxième phase a été centrée sur les productions écrites des élèves. Les échantillons recueillis lors de la première phase ont été complétés par un ensemble beaucoup plus diversifié, tant en ce qui concerne les contenus abordés que les moments d'écriture ou les types d'écrits. L'analyse a surtout porté sur la manière dont les écrits reflètent les conceptions et l'évolution des acquis des élèves, ainsi que sur la manière dont ils utilisent les ressources de la langue écrite et du dessin.

La complémentarité de ces deux phases d'analyse met en évidence le rôle essentiel de l'écrit dans la structuration des acquis en sciences, mais confirme également que l'écrit ne se suffit pas à lui-même : il suppose des élèves chercheurs, impliqués dans l'action et dans les échanges avec les pairs et l'enseignant.

3.2. Première phase : analyse transversale des trois premières activités : principaux constats communs

3.2.1. Aspects méthodologiques

Les thèmes traités ont été choisis par les enseignants du groupe de travail parmi un ensemble de propositions. Les activités ont été préparées en sous-groupes et finalisées par chaque enseignant pour sa classe. Les caractéristiques spécifiques de ces activités sont les suivantes¹⁸ :

- L'activité relative à *la chaîne alimentaire* porte sur les relations qui lient entre eux les êtres vivants et prépare la notion plus complexe de transformation de la matière. Il s'agit d'une recherche documentaire dans laquelle le travail de structuration porte

¹⁸ Nous reprenons en annexe le détails des comptes-rendus rédigés et transmis aux enseignants suite à ces premières activités. Ces documents figuraient dans notre rapport provisoire de février 2005.

entre autres sur la récolte des données utiles, ainsi que sur la construction et la définition d'un concept.

- L'activité relative à *l'existence de l'air* aborde un élément essentiel dans la compréhension de certains phénomènes physiques : l'existence d'une matière invisible appelée « air » et la mise en évidence de sa présence. Ici l'approche est expérimentale et suppose des manipulations. Le travail de structuration porte surtout sur la mise en relation des différentes observations pour en dégager des concepts fondamentaux à expliciter et illustrer sous différentes formes.
- Enfin, l'activité sur *le trajet de l'eau domestique* s'intéresse à la manière dont l'eau parvient dans nos maisons et permet d'approcher de façon fonctionnelle le phénomène des vases communicants. Sur le plan méthodologique, l'expression des conceptions et les échanges entre élèves sont privilégiés dans un premier temps. Ensuite, l'expérience et la manipulation trouvent leur place. Le travail de structuration commence donc par une mise en évidence des conceptions des enfants et par un débat sur celles-ci. Il se poursuit par une tentative de rapprochement des observations tirées des expériences, et de la situation-problème de départ.

Des observations ont été réalisées dans la plupart des classes participantes. 51 élèves répartis dans les différentes classes ont participé à des entretiens semi-dirigés. L'analyse des données recueillies et les pistes de réflexion qui s'en dégagent ont été débattues avec les enseignants. Trois thèmes prioritaires seront abordés ici :

- la nécessité de restreindre les champs d'étude abordés avec les élèves ;
- l'évolution progressive de leurs conceptions ;
- la structuration des acquis pendant et en fin d'activité, y compris les moments d'expression écrites.

3.2.2. Constats

3.2.2.1. La nécessaire restriction du champ abordé dans chaque activité

Le premier élément qui interpelle lorsqu'on relit l'ensemble des comptes-rendus d'observation et des entretiens individuels est la nécessité de limiter le champ d'étude abordé avec les élèves. Une telle limitation ne va pas de soi.

En effet, la complexité des contenus scientifiques met rapidement au premier plan l'interdépendance de nombreux concepts et de nombreuses informations, nous l'avons déjà souligné au chapitre 2. En outre, de l'observation d'un phénomène à son explication, il peut y avoir un fossé difficile à franchir par de jeunes élèves. Enfin, les enfants procédant souvent par analogies ou extrapolation, peuvent alimenter avec pertinence le débat, élargir le champ d'observation ou de recherche, mais aussi « parasiter » la situation par des éléments inadapés, faux, voire totalement incongrus.

Dès lors, une des premières étapes dans la préparation d'une activité scientifique est la définition des objectifs qui seront poursuivis et des concepts qui seront abordés prioritairement avec les élèves. Ce travail préalable de l'enseignant peut présenter des difficultés mais est indispensable à l'intégration de moments de structuration significatifs au cours de l'activité. L'élaboration d'une carte conceptuelle personnelle peut faciliter la

démarche. A ce sujet, nous avons proposé en exemple la carte conceptuelle construite sur le thème de l'existence de l'air¹⁹.

Un autre exemple peut être tiré de l'activité sur la chaîne alimentaire. Dans la recherche documentaire qui amorce l'activité, nombreuses sont les informations qui peuvent être recueillies à propos d'un animal. Quel qu'en soit l'intérêt, en réunir trop dans une synthèse ne peut que freiner la progression de l'activité et rendre complexe la poursuite d'un objectif précis. La proposition d'une « carte d'identité » exigeant seulement quelques notes essentielles est apparue comme un élément structurant particulièrement intéressant. Munis des informations essentielles les enfants ont tenté de découvrir qui sont les prédateurs et qui sont les proies, afin de construire une première chaîne alimentaire. Cette construction (qui demande une structuration importante des informations) peut présenter certaines difficultés et prendre du temps. La limitation préalable des éléments à rechercher est donc également intéressante au niveau de la gestion du temps.

Les apports des élèves sont parfois difficiles à gérer si on veut éviter la dispersion. Ils sont généralement nombreux et vont dans tous les sens. Certains permettent l'enrichissement du débat. Par exemple, un enfant fait remarquer qu'il est difficile qu'un animal mange le hérisson parce qu'il a des piquants. L'enseignante en profite pour évoquer la manière dont tous les animaux se défendent face à leurs prédateurs. Mais d'autres apports peuvent être des allusions à l'expérience vécue, parfois sans rapport direct avec l'activité. Cependant, ils peuvent impliquer fortement l'enfant sur le plan affectif et à ce titre doivent être pris en considération, au moins momentanément. Ainsi, un enfant raconte qu'un oiseau s'est tué en se précipitant vers une fenêtre fermée.

3.2.2.2. La transformation progressive et la persistance des conceptions des élèves

Les conceptions sont des idées, des cadres de référence, des modes de raisonnement propres à chaque apprenant. Elles se construisent au fil du temps sur les expériences vécues, les observations, les informations recueillies :

- par analogie avec le connu (ex. l'air contenu dans le verre retourné dans l'eau évoque un épisode d'un film où les hommes respirent sous une barque retournée) ;
- par surgénéralisation de règles observées (ex. ce sont les grosses bêtes qui mangent les petites) ;
- par inférence à partir d'observations (ex. l'eau coule toujours de haut en bas ; on ne peut la faire monter) ;
- sur base de confusions verbales liées à la polysémie des mots et/ou à leur usage dans différents contextes (quotidien, scientifique) (ex. courant d'eau et courant électrique dans les mêmes tuyaux).

L'évolution des conceptions varie d'un enfant à l'autre, d'une situation à l'autre. Certaines conceptions sont très résistantes au changement du fait de leur logique interne ou parce qu'elles contiennent une vérité partielle, et peuvent même réapparaître au terme de l'activité. Elles peuvent constituer de véritables obstacles à l'apprentissage. La persistance des conceptions peut se manifester à travers les questions qui subsistent au terme d'une activité. Ainsi, l'enfant persuadé que le hérisson se protège si bien qu'il ne peut être mangé

¹⁹ Voir § 2.3.

par un prédateur, accepte de nuancer son idée après un dialogue à ce sujet. Cependant, en fin d'entretien, il repose la question de savoir comment il est possible que le hérisson soit mangé par un autre animal.

Faire exprimer les conceptions avant d'entrer dans une activité est source d'informations pour l'enseignant et favorise les apprentissages, mais cela peut aussi amener des malentendus et des difficultés. Les élèves s'influencent réciproquement. Ainsi l'usine « à purifier l'eau » dont a parlé un élève se retrouve ensuite dans plusieurs dessins. On notera cependant que les conceptions se manifestent durant toute l'activité et se transforment tout au long de celle-ci et par celle-ci.

Induire des déséquilibres conceptuels appropriés peut aider la remise en cause et l'évolution des conceptions. Par exemple : l'eau coule du robinet ; l'eau tombe d'un verre retourné. Et pourtant... l'eau monte au deuxième étage des maisons et même plus haut ! Il est aussi important de permettre aux élèves de vérifier leurs idées chaque fois que c'est possible : venir montrer au tableau ce qu'implique des modifications dans la construction de la chaîne alimentaire, vérifier par soi-même les effets d'une expérience sur l'air et au besoin la reproduire, donner des consignes à l'enseignant sur la manière de positionner un tuyau pour y faire monter l'eau,... De même, donner aux élèves des occasions de décontextualiser leurs acquis favorise l'évolution des conceptions. Ainsi une chaîne alimentaire peut être construite à propos d'autres animaux ou dans d'autres contextes que celui de départ (la mare, la haie, la mer,...).

3.2.2.3. La structuration progressive des acquis

L'observation des activités confirme l'importance de ménager régulièrement des moments structurants. Dans la deuxième phase de l'analyse, on reviendra plus spécialement sur les productions écrites y compris les synthèses.

L'expression des conceptions est déjà une occasion de mettre ses idées au clair, de les organiser. Il faut noter cependant que certains enfants n'ont pas ou très peu de conceptions sur certains sujets (de par les circonstances de leur vie et leur parcours scolaire). Par ailleurs, lorsque les enfants mettent en commun leurs points de vue, il est toujours possible de voir les idées se « contaminer » les unes les autres dans le bon comme dans le mauvais sens. L'intervention de l'enseignant est fondamentale.

L'utilisation du tableau tout au cours de l'activité reste un mode de notation important : aide-mémoire, occasion de rassembler les idées, de les mettre en évidence, de réfléchir ensemble. Ainsi la liste des hypothèses sur le circuit de l'eau ou la réflexion sur la construction de la chaîne alimentaire.

Les communications au petit groupe ou à la classe offrent également de nombreuses occasions de formaliser et de structurer sa pensée en tenant compte des interlocuteurs. Ces communications peuvent prendre une forme plus élaborée lorsqu'il s'agit de s'adresser à une autre classe par exemple. Le passage par une préparation écrite individuelle peut aider la démarche : en permettant à chacun de clarifier pour lui-même sa propre pensée, on évite que les élèves ne s'influencent trop tôt l'un l'autre, et on permet aux élèves plus lents ou plus timides de formaliser quelque peu leurs idées.

La production individuelle d'écrits est essentielle, mais elle est souvent laissée pour compte, d'une part, parce qu'elle peut rompre la dynamique de l'action, d'autre part parce qu'elle demande du temps sans nécessairement aboutir à une production finalisée. C'est pourquoi sans doute, la tentation est très forte de suggérer aux élèves ce qu'il faut écrire, de les orienter trop tôt dans une direction donnée, de critiquer ou de commenter trop vite leurs productions. En effet, l'enseignant a souvent une idée précise de ce que devrait être l'aboutissement du travail. Cependant, si on souhaite que l'écrit devienne un outil de pensée en science, il est indispensable de laisser le temps à l'enfant de l'utiliser, et de l'aider à en découvrir l'intérêt.

Il s'agit donc de chercher comment « rentabiliser » ce temps d'écriture sans rigidifier la pensée de l'enfant ni rompre son enthousiasme pour l'action. Les écrits ne doivent pas être trop fréquents ; ils doivent être diversifiés et sollicités au moment le plus opportun. Certaines ouvertures méthodologiques ont été expérimentées spontanément par les membres du groupe de travail. D'autres sont suggérées dans la littérature. Par exemple, l'utilisation d'une fiche d'expérience qui aide l'élève à choisir et à limiter ses notes, la « carte d'identité » des animaux sur laquelle il ne mentionne que les informations utiles pour la suite du travail, ou encore le dessin du dispositif expérimental mis en place. Citons aussi l'utilisation d'amorces verbales telles que :

Ce que nous avons fait :	(description de l'expérience par exemple)
J'ai vu que...	(observations)
Je pense que c'est parce que ...	(hypothèses explicatives)
Je me demande ...	(questions en suspens)
Etc.	

Ces amorces verbales²⁰ peuvent encourager l'élève à dissocier progressivement certains moments du raisonnement scientifique, tout en recevant une aide pour la formulation de son écrit. Le texte peut, bien entendu, être accompagné de dessins ou leur céder complètement la place selon les circonstances. En outre, au fur et à mesure des progrès et du développement cognitif des élèves, des exigences et des notions nouvelles peuvent être introduites, comme par exemple, celle de variable :

Ce que nous avons maintenu semblable : ...	(cf. contrôle des variables)
Ce que nous avons modifié : ...	(cf. variable indépendante)
Ce que nous avons observé :	(cf. variable dépendante)

Au fil de la scolarité, ces exigences scientifiques pourront s'organiser en une démarche dont chaque étape sera significative pour l'élève.

La synthèse au terme d'une ou plusieurs activités occupe une place importante dans les classes : elle figure dans la farde ou le cahier ; elle se veut le témoin de l'apprentissage. Elle est souvent centrée sur le contenu et proposée par l'enseignant sous différentes formes : fiche synthétique, texte « à trous », extrait d'un document, ... Or, la construction par les élèves eux-mêmes d'une synthèse structurante en fin d'activité est un moment essentiel de l'apprentissage. Cette synthèse ne doit pas forcément être longue, mais les enfants doivent

²⁰ On notera que Warwick *et al.* (2003) propose le même type d'approche et signale leur apport significatif dans les apprentissages.

en comprendre la fonction et la construction, et y collaborer activement. Elle peut prendre différentes formes. Par exemple :

- la définition d'un concept ;
- la notation et l'illustration d'un principe scientifique ;
- la description d'un dispositif de la vie courante ;
- la construction d'un schéma, la présentation structurée d'un ensemble de données ;
- un compte-rendu d'activité ;
- etc.

La première rédaction de telles synthèses est rarement « la bonne ». En fait les « brouillons » qui se succèdent et s'améliorent pour construire la pensée, jouent un rôle fondamental. Avec l'aide de l'enseignant, chaque enfant individuellement ou le groupe d'élèves peut travailler sa production pour la rendre plus claire et lui permettre de jouer efficacement le rôle qui lui est attribué dans une situation donnée : garder une trace, communiquer à d'autres, etc. Dans ce but, l'élève peut apprendre progressivement à

- sélectionner les informations utiles ;
- choisir les mots, bien les utiliser ;
- noter les liens et les relations : mots pour dire les relations logiques, de temps, d'espace ;
- organiser la présentation : titres, paragraphes, sous-titres, caractères, ... ;
- inclure des « paratextes » : tableaux, exemples, illustrations, graphiques, ... ;
- prévoir un dessin, un schéma.

Selon les circonstances, les dessins et schémas peuvent prendre la place principale ou accompagner le texte. Ils ont l'avantage de permettre une visualisation immédiate. Mais un dessin seul suffit rarement. Il est souvent nécessaire de l'annoter pour qu'il soit compris.

3.3. Deuxième phase : analyse des productions écrites des élèves

3.3.1. Aspects méthodologiques

3.3.1.1. Les types d'écrits analysés

Ceux-ci peuvent être classés en trois catégories selon **le moment** où ils ont été demandés aux élèves et/ou selon leur degré de finalisation :

- **les écrits de début d'activité**, souvent individuels, et dont la fonction est fréquemment de recueillir les conceptions des enfants sur le thème abordé. La spontanéité des élèves y est maximale.
- **les écrits intermédiaires**, qui jalonnent les activités, et qui peuvent être produits individuellement ou en petits groupes. Leur fonction est de permettre aux élèves de noter leurs observations, de préciser un montage, de faire un premier compte-rendu d'expérience, de rassembler des informations recueillies dans une documentation, ... et ainsi de mieux comprendre les phénomènes étudiés. Ces

écrits intermédiaires prennent parfois la forme d'une première synthèse des acquis.

- **les écrits de synthèse finalisés** : qu'il s'agissent d'une définition, d'un schéma, d'un texte pour le cahier ou d'affiches, ils sont le plus souvent réalisés avec l'aide de l'enseignant soit collectivement soit en petits groupes. Ils font l'objet de choix au niveau des contenus à faire figurer et de corrections au niveau de la forme (structuration, vocabulaire, orthographe, syntaxe). L'influence de l'enseignant est plus ou moins présente selon les situations.

Alors que nous disposons de nombreux échantillons d'écrits pour les deux premières catégories, nous avons moins d'exemples de productions pour la troisième, soit parce que l'enseignant pensait ne pas disposer d'assez de temps, soit parce qu'il ne nous a pas fait parvenir les documents utiles, soit parce qu'il a proposé une synthèse toute faite aux élèves, soit enfin parce que ce n'est pas une habitude dans sa classe.

Les productions écrites peuvent aussi être abordées en fonction de l'**objectif** poursuivi au sein de l'activité scientifique :

- **Expression des conceptions** (voir les productions relatives aux fruits, à l'ombre et la lumière, au trajet de l'eau).
- **Rapports d'observation** (voir les écrits relatifs à la main, aux papillons, à la coupe dans le fruit, au lapin, aux mouvements du corps).
- **Comptes-rendus d'expériences** (voir les documents sur l'air, les boules de Frigolite, l'ombre et la lumière).
- **Description d'un dispositif expérimental** (voir l'expérience sur l'ombre et la lumière).
- **Construction d'une synthèse sur base d'une recherche documentaire** (voir l'étude de la chaîne alimentaire.)

A ces productions s'ajoutent une réflexion menée dans une classe sur les caractéristiques des schémas.

3.3.1.2. La lecture des productions enfantines

Cette lecture, indispensable au travail d'analyse, s'avère particulièrement complexe. Il s'agit en effet :

- d'identifier précisément ce que l'enfant a écrit ou dessiné ;
- d'interpréter son texte ou son dessin sans introduire d'éléments ni de liens qui ne sont pas réellement présents.

Ces deux tâches se heurtent à de nombreuses difficultés. L'enfant de 8-10 ans n'a pas encore acquis une maîtrise suffisante de l'orthographe ni de la syntaxe. Ses productions durant les activités scientifiques sont autant d'occasions fonctionnelles pour lui de tester et d'étendre ses compétences en matière d'expression écrite. Mais pour le lecteur, il s'agit de mettre en place des stratégies spécifiques pour comprendre ce que l'élève a écrit, pour dépasser la forme afin d'aller vers le contenu. Ainsi il peut s'avérer utile de lire les textes à haute voix, de les retranscrire intégralement, etc. (Fabre-Cols, 2000). Il est indispensable de se détacher des représentations négatives qui collent aux écrits scolaires pour adopter une

attitude « plus accueillante, plus curieuse et plus neutre ». Ainsi, Fabre-Cols suggère à l'adulte lecteur de textes d'enfants :

- de se confronter à des écrits bruts dans toute leur diversité ;
- de suspendre toute activité normative pour interroger le texte et non de repérer les manquements aux normes ;
- de s'entraîner à l'induction et à l'interprétation en prenant en compte des éléments spatiaux, phonographiques, syntaxiques, ... pour en dégager des hypothèses ;
- de tenir compte de la dynamique d'apprentissage à l'œuvre dans chaque production ;
- d'accepter de ne pas pouvoir traiter tous les problèmes des élèves.

Nous ajouterons à ces propositions la nécessité d'appréhender à travers les textes les conceptions des élèves à propos des contenus qu'ils abordent, les processus d'acquisition et de construction des connaissances, les tentatives d'argumentation, ainsi que la manière dont ils structurent progressivement le discours scientifique dans ses spécificités.

En ce qui concerne les dessins, le problème de l'interprétation est plus complexe encore, car ce type d'écrits renvoie à des normes beaucoup moins présentes, du moins explicitement, dans la vie scolaire des élèves. La part de la fantaisie, de la couleur, de l'expression du ressenti est très présente dans les productions enfantines, même si on observe certains choix fonctionnels en lien avec la tâche scientifique demandée.

L'activité sur l'ombre et la lumière nous fournit une illustration des problèmes d'interprétation. Il était demandé aux élèves de produire une ombre plus grande, puis plus petite qu'un objet visé par la lumière (un crayon visé par les rayons d'une lampe de poche) et de dessiner le montage réalisé. La comparaison des productions des élèves dans les deux situations permet de s'assurer qu'ils ont bien observé les phénomènes. Mais, concrètement, il est très difficile d'inférer de l'analyse le raisonnement de l'enfant : les élèves ayant produit une ombre plus grande que le crayon s'efforcent-ils ensuite de rapetisser cette ombre sans plus se préoccuper du crayon ou gardent-ils ce dernier comme point de référence ? En effet, les mouvements de l'ombre lorsqu'on manipule la lampe de poche fascinent les enfants. Ils la font bouger de gauche à droite, l'agrandissent et la rendent plus petite, la font trembler ou danser. Par conséquent, il n'est pas surprenant qu'ils constatent qu'en reculant la lampe de poche, ils rapetissent l'ombre. Mais deviendra-t-elle plus petite que le crayon ? 13% au moins des enfants ne s'interrogent pas sur ce point. A moins qu'ils ne raisonnent par analogie : pour que l'ombre soit plus grande que le crayon, il suffit de rapprocher la lampe de poche. Pour qu'elle soit plus petite, ... il suffit de l'éloigner ! En réalité si leur point de repère est bien le crayon et s'ils testent leur idée, ils devront constater qu'ils ne peuvent, en reculant la lampe de poche, rendre l'ombre plus petite que le crayon. Pour cela, il faut élever la lampe de poche. On voit que l'approche du raisonnement des enfants par leur seule production écrite est très difficile, voire impossible. Un dialogue avec eux est indispensable.

Qu'il s'agisse de textes ou de dessins, les enfants se trouvent confrontés à leurs propres limites. S'ils mettent parfois en place des stratégies efficaces pour compenser les lacunes, il leur arrive aussi de laisser inachevé un texte ou un dessin, faute de pouvoir y exprimer leurs idées. C'est pourquoi, les productions des enfants ne reflètent que partiellement leur raisonnement et leurs savoirs. Des entretiens individuels avec les élèves complèteraient

avantageusement les analyses et permettraient de valider les hypothèses interprétatives, mais ils demandent beaucoup de temps et sont rarement possibles dans la vie des classes, du moins de manière systématique.

3.3.1.3. Limites méthodologiques de nos analyses

Les données reprises dans les paragraphes suivants sont issues de diverses activités menées parfois dans des classes différentes. En outre, même s'il arrive que le contenu de l'activité et son déroulement général soient semblables, les enseignants n'ont pas mené l'activité exactement de la même manière partout. Un exemple flagrant est celui de l'activité sur l'ombre et la lumière, menée dans cinq classes : le seul point commun entre celles-ci est le relevé des conceptions individuelles en début d'activité. Cette disparité méthodologique est due aux différents contextes de classe et d'école, mais également à la manière dont l'enseignant envisage l'activité et son contenu, et, plus généralement, dont il conçoit l'enseignement des sciences. Par exemple, certains enseignants ont demandé aux élèves la production d'une ombre plus petite que le crayon, mais pas d'une ombre plus grande. Certains ont demandé de prévoir le montage (anticipation), alors que d'autres ont préféré faire dessiner un montage déjà réalisé. Certains ont encouragé les annotations, les couleurs, la présence d'un texte, ... d'autres ont laissé un maximum de liberté aux élèves. Certains se sont efforcés de respecter d'assez près les feuilles de consignes que nous avons proposées alors que d'autres ont raccourci l'activité ou changé les consignes. Pour certaines parties de l'activité les uns ont préféré le travail en petits groupes, d'autres le travail individuel. Etc.

Cette disparité permet d'envisager diverses situations et réactions d'élèves, et enrichit ainsi l'analyse sur le plan qualitatif. Mais le nombre et le type de données traitées peut varier selon le contenu envisagé, et la définition de critères d'analyse est délicate. Par ailleurs, le fait que les chercheuses n'aient pu observer toutes les activités rend parfois difficiles certaines interprétations. Même si des informations complémentaires nous ont été fournies par les enseignants, il reste difficile de savoir dans quelle mesure chacun d'eux est intervenu auprès des élèves pendant la rédaction du document.

Malgré ces limites méthodologiques, des hypothèses peuvent être formulées légitimement, car les analyses ont été menées de manière complémentaire et contradictoire :

- analyse de productions recueillies dans des classes ayant mené une même activité (Exemple : l'ombre et la lumière) ;
- analyse des productions relevant de types d'écrits spécifiques, à travers les différentes classes et les différentes activités (Exemple : comptes-rendus d'observation, définitions, comptes-rendus d'expériences,...) ;
- comparaison d'écrits de types différents issus d'une même classe (Exemple : une définition, un compte-rendu d'expérience, un compte-rendu d'observation issus d'une même classe) ;
- analyse de faits particuliers que la diversité des situations nous a permis d'observer (Exemple : comparaison du dessin d'un montage, avant ou après sa réalisation concrète).

Nous disposons pour ces analyses de plus de 500 productions individuelles et d'au moins 50 documents collectifs ou semi-collectifs. Les recoupements entre nos différentes approches, nous permettent de formuler quelques constats et hypothèses, qui mériteraient sans nul doute des analyses approfondies à l'intérieur de schémas expérimentaux rigoureux,

mais qui, tels quels, alimentent une réflexion déjà solide sur les productions écrites des élèves. Cette réflexion prendra ici quatre directions : la manière dont les élèves utilisent complémentirement le dessin et les textes, les observations relatives aux dessins et aux schémas, les observations relatives aux textes et enfin, les relations entre productions écrites et acquis scientifiques.

3.3.2. L'utilisation des textes et des dessins par les élèves

Idées clés : dans une première approche, il semble bien que le choix de dessins ou de textes par les élèves corresponde à des critères fonctionnels intuitifs en relation avec la tâche demandée. Textes et dessins semblent complémentaires, tous deux contribuant, de manière spécifique, à la compréhension du dispositif d'expérience, des interventions, des effets observés,

Dans le cadre de nos analyses, nous désignons par « texte » toutes les productions écrites faisant appel au langage verbal à l'exclusion des annotations qui accompagnent les dessins et qui leurs sont reliées par des traits, flèches ou autres signes explicites. Ces annotations sont traitées en même temps que les dessins.

Lorsque les enfants sont laissés libres de choisir entre texte et dessin (ex. activités sur la main, l'air, l'arrivée de l'eau au château d'eau, les papillons²¹), ils s'expriment le plus souvent à l'aide des deux modalités et les utilisent de manière complémentaire. Certains enfants donnent priorité au dessin, d'autres au texte. Cependant, dans certaines activités l'utilisation du dessin s'avère d'emblée plus pertinente ou plus pratique et prend la première place (exemple : observation de la main que les enfants dessinent en la contournant sur la feuille). Dans ce cas, les dessins peuvent être particulièrement explicites. Inversement, d'autres activités invitent à l'expression verbale sans guère de recours au dessin (exemple : définition d'un fruit). Il faut aussi tenir compte de la consigne donnée aux élèves. Même lorsque l'enseignant leur laisse une totale liberté dans le choix du type d'écrit, la simple formulation de la question peut induire des productions différentes. Ainsi, la question « *D'où vient l'eau qui arrive au château d'eau ?* » n'entraînerait pas les mêmes représentations écrites que la question « *Quel est le trajet de l'eau qui arrive au château d'eau ?* »

Qu'il y ait ou non un texte, les dessins peuvent être accompagnés d'annotations (notamment si une consigne explicite dans ce sens a été donnée par l'enseignant). Lorsqu'ils sont annotés spontanément, c'est le plus souvent pour donner le nom de ce qui est représenté (ex. le nom des doigts de la main, le nom des éléments d'un dispositif). Parfois, les annotations précisent certaines caractéristiques de l'objet représenté comme la taille (ex. « *grand* »), certaines observations (ex. « *il ne bouge pas* »), certaines relations (ex. « *plus loin* », « *plus près* »). Parfois encore, les annotations permettent de faire une place à ce qui ne se dessine pas facilement : une action (ex. « *il souffle* ») ou un effet (ex. « *elles se rapprochent* »).

Ainsi, sous réserve du contenu abordé et du degré de liberté accordé aux élèves dans le choix des formes écrites, le dessin semble privilégié pour décrire (de façon parfois très

²¹ On trouvera en annexe un tableau récapitulatif présentant les différents contenus et types de textes, ainsi qu'une présentation succincte des activités analysées.

détaillée) des situations ou des états, pour situer un objet dans un contexte topologique élargi, pour illustrer un texte. Dans ce dernier cas, il apporte presque toujours des éléments informatifs que le texte ne contient pas. Dans certaines situations, les dessins permettent de compenser le manque de vocabulaire en autorisant la désignation d'un ou plusieurs de ses éléments par une flèche (exemple (pl 38²²) : « *Je n'arrive pas à soulever celui-là →* »), ou encore en remplaçant un mot par un petit dessin dans une phrase (exemple (pl 1) : l'entonnoir).

Le texte, lui, est utilisé pour des observations plus dynamiques (une action, un mouvement)²³ ou non visuelles (un son, une texture), pour des évaluations de certaines observations (ex. facilité ou difficulté de faire certains gestes avec le pouce « bloqué »), ou pour tenter des explications ou des mises en relation. Le texte permet aussi de préciser des aspects qui ne se dessinent pas facilement comme, dans l'expérience sur l'air, le fait que le mouchoir soit resté sec ou encore, dans l'observation de la main, la mobilité ou la fragilité de la main ou des doigts, les craquements des doigts ou le fait que la paume est molle. Les possibilités d'abstraction offertes par le texte semblent plus importantes.

Un exemple de la « complémentarité/redondance » des textes et des dessins peut être extrait des productions relatives à l'existence de l'air. Dans cet exemple (pl 1), l'enfant relate l'expérience où deux gobelets sont attachés l'un à l'autre hermétiquement et plongés dans un aquarium rempli d'eau. Un trou est ensuite percé dans un des gobelets.

Le dessin apporte au moins deux informations non contenues dans le texte :

- on fait descendre les gobelets à l'aide des mains ;
- l'air sort sous forme de bulles.

Le texte précise certains éléments du dessin :

- « *les gobelets sont ensemble collés avec des papiers collants* » ;
- « *l'air est en train de sortir* ».

et décrit une action non représentée : « *si on fait un trou dans les gobelets,...* ».

Les autres informations du texte sont redondantes avec celles du dessin : « *Voici l'aquarium.* »

Lorsqu'elle est présente, l'expression du ressenti se fait tant par le texte (point d'exclamation, commentaires, onomatopées,...) que par le dessin (expression du visage, bulles permettant de faire parler les personnages, traits significatifs, ...) (pl 2).

L'espace réservé spécifiquement aux textes et aux dessins varie considérablement d'une production à l'autre. A ce sujet, nous prendrons comme exemple les affiches réalisées en groupes sur les papillons dans une classe de 3^e année (pl 42, 43, 44).

Selon les groupes, l'organisation générale de la feuille est structurée dès le départ, vaguement projetée, ou encore totalement improvisée. Souvent elle est ajustée en cours de route. Les dessins prennent une grande partie de la feuille. Le texte est souvent mis en valeur par un cadre plus ou moins fantaisiste. Des lignes peuvent être tracées d'avance pour accueillir un texte que les élèves n'auront peut-être pas le temps de rédiger !

²² Les planches sont reprises dans l'annexe 5. Elles sont classées par thème et numérotées en continu de la planche 1 à 49. Dans le texte, chaque référence à une planche sera notée pl + numéro correspondant.

²³ Certains enfants utilisent néanmoins des techniques de dessins particulières pour représenter le mouvement (voir § 3.3.5.4). Mais les mouvements précis restent difficiles à exprimer de cette manière.

Les élèves n'aiment pas laisser des espaces blancs. Ceux-ci sont meublés par des textes, des dessins complémentaires ou des enjolivures. Ainsi, dans le projet d'un des groupes, il était prévu d'occuper les places vides par des arbres « *pour garnir* ». Dans un autre groupe, l'espace disponible a été meublé par une question (« *où sont les yeux ?* ») et deux exclamations (« *cool les papillons !* » « *super les papillons !* »). Dans un troisième groupe, un des élèves se désolait d'avoir laissé une grande place blanche. Etc. Inversement, l'occupation de l'espace peut avoir été mal calibrée et les informations se bousculent alors l'une l'autre, nécessitant parfois l'ajout d'une annexe. Bien entendu, ces attitudes varient en fonction de la consigne donnée et du contenu abordé : par exemple, le montage sur l'ombre et la lumière se suffit le plus souvent à lui-même dans l'espace donné sur la feuille de réponse, alors que la définition du fruit, demandée sur feuille libre, est accompagnée de petits fruits décoratifs.

Par ailleurs, le titre qui couronne la production écrite est également une source d'information pour le lecteur, du moins lorsqu'il n'est pas imposé par l'enseignant. Un exemple peut être tiré des écrits sur les papillons. Deux groupes sur six n'indiquent aucun titre général. Dans les autres, les termes choisis sont : « *l'évolution* », « *le papillon* » (2 fois), « *l'évolution des papillons* ». Le plus souvent le titre est enjolivé de diverses façons (type d'écriture, couleur, décoration,...). Dans 3 cas sur les 4, le titre est écrit pour commencer, ce qui peut prendre beaucoup de temps. Un peu surprenante est la manière dont ont été choisis les deux titres mentionnant l'évolution : dans un des groupes (*pl 44*), ce terme a pris toute une ligne et a été fortement enjolivé. Puis les termes « *des papillons* » ont été ajoutés ensuite en petits caractères et en noir (oubli ? suggestion de l'enseignant?). L'autre groupe (*pl 42*) s'est inspiré au départ de ses voisins : le titre mentionnait « *l'évolution du pa* », mais les derniers mots ont été effacés. A la question de l'observatrice, les élèves répondent que ce n'était pas nécessaire de mentionner le papillon, sans autre commentaire.

Un autre exemple est relatif à l'observation de l'intérieur du fruit. 11 sur 30 élèves ont omis de choisir un titre malgré la consigne. Parmi les autres, 11 élèves proposent le nom du fruit dessiné, 6 élèves mentionnent qu'il s'agit du dessin de l'intérieur ou d'une coupe (« *la pomme et son intérieur* » (*pl 21*), « *la fraise coupée* »). 2 élèves donnent un titre plus général : « *les fruits* » et « *le fruit coupé* » (*pl 20*). Les enfants sont centrés sur le fruit qu'ils dessinent mais plusieurs tentent de préciser ce qu'il en dessine (l'intérieur). Les tentatives de généralisation à l'ensemble des fruits sont plus rares.

Ces exemples renvoient clairement aux questions : Qu'est-ce qu'un titre ? A quoi sert-il ? Que va-t-on y faire figurer ? Pour les élèves les réponses ne sont pas simples.

Enfin, il faut noter que l'expression écrite, si elle est bien amenée, plaît aux élèves. Il arrive qu'ils en oublient la récréation ! Ils sont fiers de leurs productions, de leurs idées. Même dans les milieux plus défavorisés, les enfants trouvent du plaisir à écrire. Ce mode d'expression joue un rôle fondamental dans la structuration des acquis parce qu'il oblige à préciser la pensée, à organiser des éléments épars, à utiliser un vocabulaire adéquat. Certes, les prestations des élèves sont entachées de nombreuses fautes de syntaxe et surtout d'orthographe, mais l'effort consenti pour mettre sa pensée en mots dans un contexte fonctionnel est essentiel dans la maîtrise des conventions propres au langage écrit, à condition cependant que les exigences de l'enseignant soient bien dosées.

3.3.3. Observations relatives aux dessins et schémas

Idées clés : les élèves ont peu l'habitude des dessins et schémas scientifiques. Ils doivent cependant découvrir et se réapproprier les caractéristiques de ces productions sans toutefois brusquer les étapes, car il faut tenir compte de leur développement psychomoteur et cognitif. Un apprentissage délicat est l'évolution vers plus d'objectivité dans la représentation graphique des faits observés ou des relations mises en évidence (réalisme visuel, limitation des détails inutiles, quelques réserves dans l'expression du vécu affectif). D'autres apprentissages à amorcer concernent l'échelle, la perspective et les annotations (comme les titres et les légendes par exemple). L'utilisation des conventions courantes (flèches, couleurs, ...) peuvent aussi aider à faire parler le dessin. Enfin, les enfants peuvent découvrir tout l'intérêt du langage plus abstrait des schémas.

3.3.3.1. Caractéristiques générales

A 8-10 ans, les fonctions généralement attribuées au dessin scientifique ne semblent pas clairement perçues. Cette situation est sans doute en lien avec les caractéristiques générales du développement cognitif et psychomoteur des élèves de cet âge, mais aussi et surtout à l'absence d'activités graphiques scientifiques dans les classes. Cela ne signifie pas que les enfants ne dessinent pas, mais bien que cette activité est considérée d'abord comme expressive et ludique et que son rôle dans la structuration des acquis scientifiques est sous-estimé pour ne pas dire totalement oublié.

On se rappellera que, dans l'évolution du dessin de l'enfant, la phase de réalisme intellectuel se caractérise en particulier par la transparence, la diversité des points de vue sur un même dessin, le doublement des organes pairs dans les vues de profil, le rabattement, l'usage de détails exemplaires, l'inscription de mots ou de légendes. Les élèves de 3e et 4e années sortent à peine de ce stade dont subsistent de nombreuses traces dans leurs dessins. Par ailleurs le réalisme visuel dont témoignent nombre de leurs productions peut être perturbé par la difficulté même de la tâche (dessins en perspective dans l'activité sur l'ombre par exemple). Il en résulte que des éléments peuvent être absents des dessins des enfants, simplement parce qu'ils n'arrivent pas à les dessiner. En aucun cas cela ne signifie que les enfants méconnaissent leur existence. Un exemple flagrant est le dessin de l'ombre du crayon dans la boîte : pourquoi la partie de l'ombre visible au sol n'est-elle que très rarement présente dans les dessins alors que la projection de l'ombre sur l'écran vertical est dessinée (pl 26, 27)? Différentes hypothèses peuvent être formulées : l'enfant ne l'a pas vue (sol trop sombre) ; l'enfant n'y prend pas garde, fasciné qu'il est par l'ombre projetée sur l'écran ; ou enfin, il a vu cette ombre mais n'arrive pas à la dessiner en tenant compte de la perspective qu'il a choisie (lampe de poche face à l'objet). Seul un dialogue avec l'enfant peut permettre de démêler ces hypothèses²⁴.

Les enfants peuvent avoir envie de mettre dans le dessin tout ce qu'ils savent ou ont observé (persistance du réalisme intellectuel), et cela en dépit de la situation réelle. Ainsi, lors de l'observation de la main (pl 39), un enfant contourne sa main et dessine les ongles, ce qui laisse penser qu'il représente la main vue de dos. Mais, sur le même dessin, il trace

²⁴ Une autre interprétation est développée au § 3.3.5.3. : dans la plupart des cas, les enfants ignorent que les rayons lumineux sont linéaires et que la lumière ne peut réapparaître derrière le crayon. Dès lors, comment imaginent-ils l'espace entre le crayon et l'ombre : sombre ou éclairé ?

également les lignes de la main qui correspondent à la paume. Autre exemple (pl 26), tiré de l'expérience sur l'ombre : lorsque l'enfant dessine la lampe de poche, il dessine à la fois la poignée vue de profil et le verre de la lampe vu d'en haut (léger rabattement). Autre exemple encore, dans l'expérience sur les boules de Frigolite, certains enfants s'efforcent d'intégrer à un même dessin deux moments de l'expérience. Ici ce ne sont plus les rapports spatiaux qui sont délaissés mais les rapports temporels. Inversement, les exigences du réalisme visuel peuvent empêcher de dessiner ce qui se passe et en conséquence de tenter une explication des faits. Ainsi, dans l'expérience sur l'ombre et la lumière (pl 27, 28, 29), la caisse et la lampe de poche peuvent être dessinées de profil. Dès lors on ne peut voir ce qu'il y a dans la caisse. Comment représenter le crayon, l'ombre, le rayon lumineux ? Les élèves font appel à de nombreuses astuces pour dessiner ce qui est à l'intérieur du carton, notamment en dessinant par transparence ou en positionnant tous les éléments utiles à l'entrée de la caisse, ce qui, finalement, ne correspond ni aux exigences de la perspective, ni à celles d'un dessin scientifique. Par contre, on y découvre le désir de l'enfant d'exprimer au mieux ce qu'il a vu et compris.

3.3.3.2. L'objectivité du dessin d'observation

Lorsqu'ils dessinent les enfants obéissent à certains impératifs qui peuvent échapper à la logique de l'adulte. Ainsi, ils tentent de représenter les choses telles qu'ils les vivent ou les comprennent. Ils embellissent leurs dessins par des couleurs ou diverses enluminures. Ils remplissent les espaces blancs, etc. Par exemple, ils peuvent dessiner du mobilier ou des personnages qui encombrant la page et limitent aussi l'espace laissé à la description de l'expérience proprement dite. Parfois l'attention portée au coloriage ou au dessin de détails entraîne une restriction du temps pour le nécessaire.

Il ne conviendrait pas ici d'épurer prématurément toute représentation dessinée. En effet, l'enfant de cet âge a besoin de ces détails pour garder le plaisir de l'expression. Par ailleurs, il peut juger très importants des éléments peu significatifs pour l'adulte (exemple (pl 2, 16): présence de personnages ou de détails de l'environnement). Ces éléments permettent en particulier de mettre les faits en scène dans leur cadre concret, de décrire précisément le contexte de l'expérience ou de l'observation. En outre, l'enfant n'a pas encore construit une représentation claire de ce qu'est un dessin scientifique par rapport à un dessin expressif par exemple. D'ailleurs, aucun rapport scientifique n'exige de supprimer toute forme d'humour, d'esthétique ou d'expression à condition que cela reste subordonné aux exigences de la pensée et de l'argumentation scientifiques.

L'enfant peut aussi introduire dans son dessin des formes ou des couleurs qui se distancient de l'objet observé, mais qui lui paraissent « *plus générales* », « *plus jolies* » ou « *plus drôles* », comme le montrent certains panneaux réalisés à propos des papillons (pl 42, 43, 44). Deux groupes seulement ont utilisé des couleurs relativement proches des couleurs réelles des papillons observés. Les autres ont utilisé diverses couleurs plus ou moins fantaisistes. Une élève nous a confié « *qu'elles avaient dessiné les papillons en général et non la Belle Dame telle qu'elles l'ont observée.* ». A ce niveau apparaît l'interférence entre l'observation d'un cas particulier (couleurs orange et noire du papillon « Belle-Dame »), ce que l'enfant croit savoir des papillons (ils seraient tous multicolores), et la fantaisie (couleurs et formes « *plus drôles* » comme l'exprime un enfant).

Dans la même perspective, l'élève peut avoir envie d'exprimer ce qu'il sait ou ce qu'il croit plutôt que ce qu'il voit : d'où un encombrement du dessin ou la présence d'erreurs, les

enfants mettant l'accent sur leurs explications ou leurs connaissances. Il peut exister des contradictions entre le réalisme visuel (un seul point de vue) et l'envie de montrer ce qui est caché (intérieur d'une boîte dessinée en 3D). En outre, l'enfant peut éprouver des difficultés à choisir et à représenter tous les éléments utiles pour décrire une expérience et ses résultats (exemple (*pl 5*) : position de l'eau les gobelets plongés dans l'aquarium, ...)

L'objectivité des représentations est souvent affectée par l'expression du ressenti via des annotations telles que « *waouw* », « *eeh oui !* », ... dans des bulles accompagnant les personnages, ou des éléments comme des sourires ou des petits traits expressifs partant des visages, ... On note clairement ici l'influence de la bande dessinée. Ces éléments ne doivent pas être systématiquement éliminés des productions : il s'agit plutôt de voir dans quelle mesure ils cachent l'essentiel.

Enfin, quelques enfants peuvent éprouver une grande difficulté à se centrer sur le dessin scientifique. A un certain moment leur esprit « s'évade » vers d'autres idées et leurs dessins peuvent s'éloigner considérablement de la demande initiale. Ainsi une élève (*pl 11*), voulant décrire le trajet de l'eau domestique, commence par dessiner une maison, puis les alentours, un hôtel, la tour Eiffel, un magasin, un cinéma, etc. !

3.3.3.3. Les couleurs

C'est un élément que nous aborderons peu dans ce rapport. Les couleurs ne sont pas présentes dans tous les dessins. Le dessin en noir et blanc semble privilégié. Mais, en la matière, il semble bien que des habitudes différentes caractérisent les classes plutôt que les choix des élèves.

Nous nous limiterons ici à un simple constat : dans toutes les productions envisagées, l'appartenance à une classe donnée influence l'utilisation des couleurs (crayons, marqueurs,...), comme elle influence d'ailleurs l'usage préférentiel du crayon, du bic ou du porte-plume dans l'écriture des textes.

3.3.3.4. Légendes et annotations diverses

Tous les dessins ne s'accompagnent pas nécessairement de légendes ou autres annotations, sauf si elles sont explicitement demandées par l'enseignant. C'est pourquoi, les analyses qui concernent ce point ont été faites exclusivement sur les productions pour lesquelles l'enfant était laissé libre de ses choix.

Dans les productions des enfants, les annotations peuvent jouer des rôles différents : le plus souvent elles permettent de désigner, de nommer des éléments du dessin, mais parfois aussi d'exprimer des relations voire de décrire un phénomène. Ici aussi il semble bien que ce soit la fonctionnalité qui prime ou encore le désir de valoriser un savoir.

Ainsi, dans l'observation de la main, les enfants précisent le nom de chaque doigt, avec parfois des approximations comme « *le major* » au lieu du majeur ou « *l'annuaire* » pour l'annulaire. Dans l'expérience avec des boules de Frigolite, certains décrivent le mouvement (« *Il souffle.* » « *Elles se rapprochent.* »). Dans l'expérience sur l'existence de l'air, chaque élément du montage peut être nommé : aquarium, gobelet, papier,... Il arrive que les termes choisis ne soient pas les plus adéquats comme dans l'observation des fruits (*pl 20*) : « *les petits pois* » ou « *les poids* » au lieu des graines.

La fonction de dénomination que les élèves attribuent volontiers aux annotations peut être une voie d'entrée vers le schéma ou le dessin scientifiques tels que présentés dans les encyclopédies ou les documents de référence. C'est aussi l'occasion de vérifier la justesse et la compréhension des mots utilisés qui correspondent à des concepts précis.

3.3.3.5. Représentation d'éléments dynamiques ou non visuels

Nous avons noté que les enfants utilisent volontiers le dessin pour rendre compte d'une situation, d'une observation visuelle. Mais ils arrivent qu'ils l'utilisent pour mettre en évidence un mouvement, une action ou des faits non visuels. Comment s'y prennent-ils ?

On constate qu'ils disposent déjà de quelques éléments conventionnels leur permettant de préciser leurs dessins. Il semble d'ailleurs y avoir une influence de la bande dessinée dans le choix de ces conventions (exemple (*pl 17, 18*) : succession d'images annotées, parfois encadrées, pour raconter une observation).

Voici un exemple observé dans les productions relatives à l'expérience avec les boules de Frigolite.

Représentation du rapprochement des boules (mouvement) :

- le plus souvent par des flèches (9 cas sur 16) ;
- souvent également en dessinant les deux boules proches l'une de l'autre (7 cas sur 16)²⁵ ; dans ce cas, les élèves contrastent parfois deux dessins : boules éloignées, puis boules rapprochées ;
- plus rarement par d'autres moyens comme une ligne de jonction entre les boules.

Représentation des différentes étapes de l'expérience (*pl 17, 18*) :

Dans 13/28 cas, les élèves dessinent 2 à 4 moments successifs de l'expérience. Un de ces moments peut être la simple représentation du matériel utilisé. Mais le plus souvent il s'agit de montrer les deux boules séparées, puis rapprochées tandis que le personnage souffle.

Représentation des actions (*pl 18, 19*) :

L'action de souffler est représentée par des lignes ou un nuage sortant de la bouche. Plus rarement le dessin est accompagné de quelques mots.

Les annotations permettent de préciser encore d'autres éléments comme le son. Ainsi, dans l'expérience sur l'existence de l'air (*pl 1*), un enfant ajoute les mots « *Tic Tac* » à côté du dessin représentant l'eau coulant goutte à goutte dans une bouteille. Il évoque ainsi le bruit de l'eau mais il renforce aussi son dessin qui montre les gouttes d'eau.

Enfin, certains signes permettent de marquer des relations ou des correspondances. En particulier les flèches peuvent jouer des rôles différenciés :

- renvoyer à la légende (désignation) ;
- confirmer la chronologie des événements dessinés ;

²⁵ Les élèves peuvent cumuler plusieurs types de représentations.

- marquer un mouvement (exemples : le gobelet est descendu : flèche vers le bas ; les boules se rapprochent : double flèche horizontale).

3.3.3.6. L'échelle et les proportions

Ces notions ne sont pas bien connues des enfants. Ils éprouvent donc de grandes difficultés à respecter les proportions des divers éléments de leurs dessins. A cela s'ajoutent l'envie de valoriser les détails auxquels ils accordent de l'importance et les limites imposées par le cadre de la feuille.

Ainsi, dans les comptes-rendus relatifs à l'existence de l'air, les gobelets peuvent être trop grands par rapport à l'aquarium, la paille trop grosse par rapport à l'entonnoir ou les bulles d'air peuvent prendre trop de place. Mais ce qui frappe surtout ce sont les personnages qui sont plus petits ou présentent la même taille que le matériel (*pl 3*). En effet, il serait impossible de dessiner les personnages à l'échelle du matériel : soit il manquerait de place sur la feuille, soit on ne verrait presque rien du matériel dont la présence est essentielle à la description de l'expérience. L'enfant est donc amené à adapter son dessin en réduisant fortement la taille des personnages ou en n'en dessinant qu'une partie (la tête, les mains, ...), tel que cela se pratique couramment dans les livres de vulgarisation à destination des enfants d'ailleurs.

La question est sans doute aussi de savoir si le personnage est indispensable au compte-rendu : peut-être ne l'est-il pas toujours pour l'adulte, mais pour l'enfant il concrétise le rôle de l'enseignant ou encore celui de l'élève dans lequel il se projette.

3.3.3.7. La perspective

Ce sont les productions relatives aux expériences sur l'ombre qui sont les plus représentatives à ce sujet. Qu'il s'agisse d'interpréter un dessin pour y ajouter les ombres appropriées ou de proposer une description d'un montage, la tâche est complexe.

Ainsi pour dessiner les ombres des arbres dans un paysage sommaire qui leur est proposé, les enfants devaient prendre en compte la perspective du dessin aussi bien que la nature et les caractéristiques des ombres. On ne peut donc s'étonner de trouver des ombres partiellement ou totalement mal orientées :

- 37% des élèves²⁶ orientent correctement les ombres des deux arbres représentés par rapport au soleil (*pl 32*);
- 48% orientent de la même manière les ombres des deux arbres mais interprètent faussement la perspective (le soleil est vu devant ou franchement derrière le dessin alors qu'il est derrière et sur le côté.) (*pl 33*) ;
- 16% des élèves positionnent les ombres de manière totalement erronée, sans rapport avec la position du soleil. Parfois même ils dessinent deux ombres différemment positionnées.

Plus tard dans l'activité, les élèves devront affronter le dessin d'un montage. Cette représentation est particulièrement complexe et près de la moitié des élèves échouent à dessiner les éléments en perspective. En effet, les positions des différents éléments

²⁶ Sur un total de 112 élèves à qui la question a été posée.

dépendent les unes des autres et si l'enfant veut préserver au mieux le réalisme visuel du dessin, il se trouve confronté à des difficultés quasi insurmontables. Certains élèves renoncent à toute perspective, laissent de côté des éléments de la situation ou tentent une présentation à peine compréhensible. Cependant quelles que soient les difficultés, beaucoup d'enfants font preuve de nombreuses astuces pour représenter la situation telle qu'ils la voient ou la comprennent, et de manière générale, l'ombre du crayon est correctement orientée et son contour respecté, même s'il s'agit presque uniquement de l'ombre portée sur le fond de la caisse, l'ombre au sol étant rarement dessinée (*pl 26 à 31*).

3.3.3.8. Les schémas

Entre le dessin d'observation et le schéma, la frontière n'est pas facile à délimiter. On considère généralement que le schéma quitte le domaine du figuratif pour entrer dans celui de l'abstraction et tendre ainsi vers une modélisation des situations étudiées. Cependant, de nombreuses nuances peuvent limiter cette définition.

Parmi les productions recueillies, celles relatives à l'arrivée de l'eau au château d'eau nous fournissent une belle illustration de la situation.

La question posée au départ « *D'où vient l'eau qui arrive au château d'eau ?* » appelle une tentative explicative qui requiert une certaine abstraction. Ainsi les compétences que l'enfant doit mobiliser pour exprimer sa réponse par le dessin sont différentes de celles d'un dessin d'observation ou de la représentation d'un montage. Outre le plan d'eau (rivière, lac,...) qu'il a sans doute souvent dessiné et le château d'eau qu'il a peut-être rencontré, la représentation d'une nappe souterraine, d'un système de pompage et dans une moindre mesure de canalisations souterraines demande une certaine modélisation.

Parmi les 4 élèves (4/21) qui ont choisi l'expression dessinée, deux dessins sont le résultat d'une réelle abstraction et peuvent être vus comme des petits modèles (*pl 12*). L'utilisation de flèches notamment pour représenter le trajet ou le sens de l'eau, la forme épurée du château d'eau, l'ajout d'annotations,... en sont autant d'éléments caractéristiques. Les deux autres dessins sont beaucoup plus proches d'un symbolisme figuratif (*pl 13*) : le château d'eau comporte des créneaux et le trajet de l'eau est très sinueux, telle celui d'une rivière. Ces deux dessins révèlent une conception beaucoup plus floue, une plus grande incompréhension de l'approvisionnement du château d'eau.

Après un travail documentaire, les élèves ont été à nouveau invités à préciser comment l'eau arrive dans le château d'eau. 4 sur 6 groupes ont alors réalisé des productions dessinées. Les documents de référence (différents suivant les groupes) proposaient tous une schématisation plus ou moins complexe du phénomène étudié. Il est difficile de savoir si le choix de s'exprimer alors par le dessin découle de la facilité (proximité du document) ou si les élèves ont perçu certains atouts et caractéristiques de la modélisation. Deux des productions sont néanmoins relativement différentes du document de référence (suppression d'informations inutiles, représentation graphique d'éléments développés uniquement dans le texte du document de référence,...).

3.3.4. Observations relatives aux textes

Idées clés : écrire lors des activités scientifiques présente des difficultés liées entre autres à la connaissance du vocabulaire approprié, à l'expression des relations et à la structuration générale du discours argumentatif. C'est pour l'élève une occasion particulièrement fonctionnelle de mettre en action ce qu'il sait du langage écrit et de le différencier du langage oral. Cet apprentissage est complexe, mais si on laisse provisoirement de côté les exigences orthographiques, les élèves s'attachent avec beaucoup de plaisir aux tâches d'écriture. On s'aperçoit alors que nombre d'entre eux utilisent des connecteurs grammaticaux différenciés et qu'ils choisissent une organisation du discours en relation avec la tâche. Ces faits semblent se vérifier même dans des milieux plus défavorisés sur le plan socio-culturel. Le lexique spécifique mérite certainement d'être étendu, mais à condition qu'il corresponde à des concepts significatifs pour l'élève.

Remarque : sauf mention contraire, toutes les productions analysées dans ces paragraphes sont individuelles et rédigées librement.

3.3.4.1. Caractéristiques générales

Les textes scientifiques présentent des difficultés spécifiques parmi lesquelles la connaissance et le choix du lexique approprié, l'expression des relations par des connecteurs adéquats ainsi que la structuration générale du discours. Chez l'élève, les ratures, hésitations, interruptions du texte écrit, ... sont autant d'indices de la distance qui sépare ce qu'il sait faire (et qu'il fait en continuant d'écrire) et ce qu'il projette de faire mais qui est juste au-dessus de ses moyens et le fait hésiter (Fabre-cols, 2000).

L'influence de l'oral n'est pas négligeable. Des expressions propres au discours direct peuvent être incluses dans des phrases en discours indirect. Ainsi, des expressions comme « bien » ou « bon » pour introduire le discours ou encore la place accordée à des onomatopées expressives telles que « Waouw », « fiouuuuu » (pl 40),...

Les observations et analyses qui suivent montrent clairement les tentatives des élèves pour mettre en action le langage écrit dans leurs productions scientifiques. Ce faisant, ils laissent des erreurs ou des imprécisions car ils n'ont pas encore une maîtrise précise de ce langage. Toutefois, beaucoup d'enfants de 3^e et 4^e années ont acquis des savoir-faire non négligeables en la matière, notamment en ce qui concerne la structure des phrases et l'usage des connecteurs. Ces savoir-faire sont souvent cachés derrière une orthographe très approximative. Il semble bien que les règles et les conventions qui caractérisent l'orthographe soient plus abstraites et d'un abord plus complexe que la structuration du discours et le choix de connecteurs qui s'inspirent directement du langage oral. Dans de nombreux cas, seul le passage par une retranscription lisible et expurgée des fautes d'orthographe permet au lecteur adulte de découvrir une observation fine, une mise en relation pertinente des faits et des choix syntaxiques adéquats.

3.3.4.2. Le lexique

Les erreurs de lexique peuvent correspondre tant à des difficultés d'expression (méconnaissance des termes adéquats) qu'à des confusions au niveau des concepts. On ne

peut donc faire usage d'un mot sans envisager le concept qui se cache derrière, sinon on crée des savoirs sans signification. Or en science, il est tentant de penser qu'on connaît les choses parce qu'on peut les nommer. Cette tentation est très fréquente à tous les âges.

Un exemple est celui de l'explication donnée pour expliquer le rapprochement des boules de Frigolite entre lesquelles on souffle. Les élèves utilisent souvent le terme « vent » à la place du mot « air » (8 cas sur 28). Il est très difficile de savoir s'il s'agit pour eux d'un simple synonyme ou si, dans leur tête, le mot « vent » contient en lui-même un élément explicatif.

Autre exemple (*pl 14*) encore : le terme « égouts » est quelquefois employé pour désigner les tuyaux acheminant l'eau au château d'eau ou aux maisons. Dans un premier temps, il est tentant de penser que les enfants confondent les circuits d'eau potable et d'eaux usées ou les relie directement. Cependant il peut s'agir d'une utilisation imprécise du terme « égouts » pour désigner tout tuyau qui transporte de l'eau.

Les enfants mémorisent parfois des termes ou des expressions très complexes qui les fascinent ou qui ont eu pour eux une signification importante à un moment donné. Ils peuvent alors tenter de vérifier le sens et l'utilité de ces mots (et peut-être du concept sous-jacent) dans un autre contexte. En sciences ces transferts peuvent s'avérer délicats car le sens précis des mots n'est pas toujours compris. Ils sont toutefois source d'apprentissage avec l'aide de l'enseignant. Ainsi l'enfant qui tente d'expliquer le rapprochement des boules de Frigolite par « l'électricité statique ». Ou encore la confusion des termes « chaîne alimentaire » et « pyramide des aliments »

Dans les textes scientifiques, il n'y a pas que le lexique spécifique qui importe. Il faut aussi se réapproprier, diversifier, et utiliser à bon escient le vocabulaire courant. Ainsi, les élèves tentent d'utiliser les termes les plus adéquats pour décrire les empreintes digitales : elles forment des tourbillons, des spirales, des courbes, ... ou pour désigner le mouvement des boules de Frigolite : elles se rejoignent, se collent, se rapprochent, se touchent, se rencontrent. Les verbes choisis pour exprimer les mouvements du corps sont parfois très précis « *j'ai tendu le bras, je l'ai dirigé vers mon plumier, j'ai saisi mon crayon,...* ». La présence de vitamines dans les fruits est exprimée de diverses façons : « *un fruit a des vitamines et c'est vital* » « *un fruit, ça peut contenir...* ».

De même, dans les documents destinés aux enfants, certains concepts scientifiques sont désignés par des termes du langage courant. Cette pratique facilite l'accessibilité du contenu mais risque parfois de développer des conceptions fausses chez les élèves qui restent attachés à la définition commune de l'expression employée. Ainsi, le processus de potabilisation de l'eau est parfois énoncé en termes de « nettoyage de l'eau » dans les documents. Les productions écrites des enfants montrent que beaucoup d'entre eux transforment cette expression en « lavage de l'eau ». Cette formule, proche de celle proposée au départ, s'éloigne nettement du processus scientifique évoqué. Derrière l'expression « lavage de l'eau » se cache la conception d'un nettoyage de l'eau... avec de l'eau ! C'est ainsi qu'un enfant constatant que le document faisait référence à deux étapes pour le nettoyage de l'eau a interprété celles-ci en une première étape pour le lavage et une seconde pour le rinçage de l'eau ! Si l'utilisation du langage courant peut aider grandement à la compréhension de phénomènes complexes, il est cependant important de faire remarquer aux élèves leur caractère imprécis et d'introduire peu à peu les termes scientifiques adéquats pour autant qu'ils soient porteurs de sens.

Par ailleurs, un vocabulaire enfantin, populaire, voire argotique, peut exprimer clairement certains concepts, mais il est nécessaire d'apprendre progressivement à choisir des termes plus appropriés. Ainsi dans l'observation du lapin (*pl* 35, 36), des termes comme « *pipi* », « *caca* » ou « *puer* », qui traduisent des faits importants peuvent être remplacés par des termes plus adultes et/ou plus scientifiques. Néanmoins ce passage ne peut se faire que si les concepts sous-jacents sont bien compris. La fonction d'excrétion chez les êtres vivants est essentielle à leur survie et se manifeste de différentes façons selon les espèces. Les faits doivent être observés avec rigueur et replacés dans leur cadre conceptuel (ce n'est ni « sale », ni risible d'en parler !). A ce moment seulement, des mots plus adéquats peuvent être proposés. Un autre exemple est celui du sexe de l'animal : les enfants disent volontiers « *c'est une fille* » plutôt que « *c'est une femelle* ». Même lorsque les termes sont présentés en contexte significatif, leur sens peut être oublié dans le feu de l'action. Ainsi cette petite fille qui demande « *c'est quoi encore le physique ?* » au moment d'écrire ce qu'elle sait du lapin à ce sujet, alors même que le terme a été expliqué et illustré peu avant.

3.3.4.3. Connecteurs et structures de phrases dans les écrits scientifiques des élèves

On observe que les élèves, dès la 3^e année, font référence à un cadre grammatical relativement différencié. Ainsi, selon qu'il s'agit de décrire des faits, de donner une définition, de tenter une explication, ... les élèves utilisent des structures de phrases et des connecteurs différents.

Il faut cependant noter que le connecteur « et » est utilisé en de multiples circonstances. Ainsi, il peut coordonner des actions ou des faits concomitants ou successifs, mais il peut aussi exprimer un lien de cause à effet ou de conséquence. Il peut jouer un rôle dans l'expression d'un ressenti. Il peut être employé seul ou avec un adverbe, une autre conjonction, ... Voici quelques exemples :

Actions ou faits successifs :

« *On met deux boules de Frigolite et on souffle entre les deux.* »

« *Puis Mme l'a remonté et le mouchoir n'était pas mouillé.* »

« *J'ai pris la fermeture et j'ai poussé et j'ai relevé mes mains et je les ai pliées* »

Faits concomitants

« *Il mange des graines et il mange de tout.* »

« *Le soleil tape sur la chose et fait une ombre* »

Lien de cause à effet :

« *On a soufflé entre les deux et ça s'est touché.* »

« *Une personne souffle et les deux boules se collent.* »

« *Alors il a essayé et c'était le même résultat.* »

Soutien de l'expression :

« *Et le mouchoir comment il était... ? Il était tout sec !* »

Simple lien de coordination

« *Le fruit est rempli de vitamines et d'énergie* »

La virgule joue également un rôle dans la structuration d'une partie des textes. Elle peut être employée seule ou renforcer l'utilisation d'autres connecteurs, à bon ou à mauvais escient d'ailleurs : « *J'ai dû déplier mon bras, puis je l'ai tendu* », « *les fruits sont sucrés, et poussent sur des buissons...* ».

Par ailleurs, à l'intérieur même de comptes-rendus d'observations, des nuances apparaissent clairement selon qu'il s'agit de décrire une évolution, un être vivant, un fait ponctuel, ... Même si certains connecteurs, plus que d'autres, se retrouvent en différentes circonstances (ex. : *et, puis, quand,..*) et pas toujours à juste titre, une différenciation du discours trouve clairement place dans les textes enfantins en relation avec l'objectif poursuivi et le contenu abordé. Il faut aussi noter que des connecteurs qui, en principe, devraient faire suite à une idée, un raisonnement (ex. *parce que*), peuvent être employés pour eux-mêmes en début de phrase ou de texte : soit le raisonnement qui précède est implicite, soit l'enfant utilise maladroitement le mot. Ou encore, la fréquence des « *parce que* » d'ordre pseudo-causal pourrait témoigner du besoin de justification à tout prix qui caractérise le raisonnement de l'enfant à cet âge (Piaget, 1966).

Enfin, quelques enfants ne structurent pas encore leurs écrits individuels par l'emploi de connecteurs. Ils se contentent de juxtaposer les unités informatives les unes à côté des autres : « *Il prend le verre il s'abaisse il plie ses doigts sur la bouteille...* ». Parfois, c'est le passage à la ligne qui marque alors la succession des idées :

*« elle vient d'une rivière on la nettoie
elle va au château d'eau ».*

a) Comptes-rendus d'observation et d'étude documentaire

En dehors de phrases énonciatives simples (sujet, verbe, complément) qui décrivent directement le fait observé, on remarque de nombreuses productions utilisant une entrée en matière telle que : « *quand je regarde, je vois ...* » « *Je sens que ...* » « *J'ai remarqué que...* » « *Il y a ...* » « *Et si on regarde bien, on voit ...* » « *On a vu que* » « *On dirait que ...* ». Ces entrées en matière sont exprimées à la première personne du singulier ou de manière plus générale et indéfinie. Elles peuvent cependant être ambiguës car elles peuvent introduire des faits d'observation aussi bien que des savoirs d'apprentissage : « *on a vu qu'il saute partout* » mais aussi « *on a vu qu'il crie une fois dans sa vie quand il meurt.* ». Il arrive aussi que l'objet d'observation soit systématiquement repris comme sujet d'un ensemble de phrases : « *ma main a...qui...* » « *le lapin ...* ». Quelques textes précisent les circonstances de l'observation ou encore le lieu concerné : « *Quand ... (action) , on voit qu'il y a ...* » « *A l'intérieur, c'est ...* ».

Enfin les écrits peuvent présenter des structures relativement complexes, signe d'une prise de distance plus nette par rapport à l'expression orale « *La plupart des gens mange les fruits à 16H tandis que les légumes on les mange le soir.* » (pl 25).

Cas particulier : description d'une évolution, d'une temporalité

Dans ce contexte, le mot « *puis* » est le plus utilisé pour décrire la succession des événements ou les étapes d'un processus. Il peut se combiner avec d'autres connecteurs « *et puis* » « *puis quand...* » « *puis après* » (pl 45).

En début de phrase et de texte on trouve des expressions telles que : « *Tout d'abord...* » « *En premier...* » « *Au début...* » et à l'intérieur du texte des mots tels que « *Ensuite,...* ». Parfois encore, les étapes sont numérotées, comme dans le trajet de l'eau.

b) Essai de définition

Trois essais de définitions ont fait l'objet de l'analyse ci-dessous : celle du fruit et celle de la chaîne alimentaire pour lesquelles l'enfant choisissait lui-même sa formulation, et celle de l'ombre pour laquelle une amorce était proposée : « *Pour moi, une ombre c'est ...* ». Dans ce dernier cas, de nombreux enfants n'ont pas poursuivi la phrase mais ont reformulé à leur manière la définition.

Les contenus à définir dans les trois situations sont évidemment très différents et ont engendré des réponses assez diverses mais dans lesquelles certaines structures de phrases se retrouvent préférentiellement.

Dans un grand nombre de phrases, le mot à définir arrive en tête. Il est suivi directement par un verbe d'état (ex. : *être, se trouver*) ou plus rarement d'action (ex. : *pousser*). Il peut être accompagné d'expressions dont les plus fréquentes utilisent le verbe être à la forme affirmative ou négative, suivi ou non d'une subordonnée :

« *Un fruit c'est ...* »

« *Un fruit c'est pas...* »

« *Un fruit est quelque chose qui/que ...* »

Le verbe peut être escamoté au profit d'une relative : « *un fruit qui ...* »

On trouve aussi des définitions qui insistent sur les éléments indispensables : « *Ca doit avoir ...* » « *Il faut que ...* », ou encore sur le caractère personnel de la définition : « *pour moi, un fruit c'est ...* ».

Un nombre non négligeable de définitions commencent par l'expression « *parce que* » pour énoncer un exemple particulier ou une observation : « *parce que, chez moi, pour quatre heures, on mange toujours un fruit.* » « *parce que quand on est encore au printemps, ça se fait sur les arbres...* » (pl 24, 25) « *parce qu'il y a des vitamines* » comme si la première partie de l'énoncé était sous-entendue « *c'est un fruit parce que ...* », à moins qu'il ne s'agisse ici encore de ce que Piaget (1966) appelle « le besoin de justification à tout prix ».

Pour décrire un phénomène physique plus abstrait comme l'ombre, les définitions commencent volontiers par l'expression « *c'est quand* » ou « *c'est comme* ». Ainsi, « *une ombre, c'est quand le soleil tape sur nous...* » « *une ombre c'est comme une sorte de reflet* ». Dans cette situation particulière, certaines définitions contiennent déjà une tentative d'explication. Par exemple: « *puisque le soleil fait de la lumière, l'arbre cache la lumière alors l'ombre se met derrière l'arbre.* » « *C'est grâce au soleil qu'il y a de l'ombre* »

D'autres définitions proposent une comparaison. Dans le cas des fruits, avec un autre végétal : « *ça se fait sur les arbres, que si c'est des légumes ça pousse dans la terre.* » « *C'est comme un légume mais c'est plus bon* ». Dans le cas de l'ombre avec le reflet : « *L'ombre c'est un peu comme mon reflet dans l'eau sauf que là c'est le soleil qui fait presque le même système.* »

Des définitions reposent sur des exemples : « *L'ombre d'un arbre par exemple, c'est comme...* » « *Par exemple, c'est un arbre qui cache l'endroit où le soleil doit être* » (pl 34), tandis que d'autres atteignent une forme généralisation : « *Une ombre c'est un endroit sombre* ». Pour la chaîne alimentaire : « *c'est une espèce de circuit ...* » (pl 10) « *C'est un ensemble d'animaux* »

La formulation d'une définition peut entraîner quelque glissement de la pensée : ex. : « *le mot fruit est sucré* ». Parti d'un essai de définition d'un mot, l'enfant revient à l'objet concret de la définition.

Parfois, les définitions incluent leurs propres limites soit par des quantifiants indéterminés (« *la plupart...* » « *des fois...* » « *beaucoup* »), soit par des structures de phrases plus complexes incluant le mot « *mais* » (« *le mot fruit veut dire que c'est comme ... mais ...* »

c) Comptes-rendus d'expériences

Ce qui prime dans ces comptes-rendus de forme assez libre, c'est la volonté du scripteur de rendre explicite les actions accomplies et leurs effets, la situation expérimentale étant le plus souvent décrite dans un dessin. De manière générale, les structures de phrases et les connecteurs adoptés doivent permettre de rendre compte de ces faits. Les enfants utilisent donc volontiers des structures de phrases en deux parties : « *Quand on l'a lâché (action), le gobelet est remonté à la surface (effet)* » ou encore « *On souffle entre les deux boules (action) et elles se touchaient (effet)* », le « *et* » traduisant à la fois un lien de succession chronologique et de conséquence. Cette formulation peut se complexifier quand plusieurs actions s'enchaînent : « *Nous avons mis les deux boules de Frigolite entre un écart de deux bancs (action) et nous avons écarté les deux boules (action). Ensuite nous avons soufflé entre (action) et les boules se sont rapprochées (effet).* » « *On met le papier de toilette dans le gobelet (action) et après on met le gobelet à l'envers (action) et on le met dans l'eau (action) et après on le retire (action) et le papier n'est pas mouillé (effet).* »

Comme déjà signalé, la conjonction « *et* » est très souvent employée tant pour marquer la succession des faits (notamment les actions de l'expérimentateur) que les conséquences (effets) : « *Tu mets un bol avec de l'eau et un gobelet avec un papier et tu trempe et le papier n'est pas mouillé.* ». Certaines observations peuvent être introduites par des expressions telles que « *Nous avons vu que ...* ». D'autres observations contrastent deux situations et mettent en évidence les différences dans les effets observés : « *On a remarqué que quand on met le doigt sur la paille l'air ne s'échappe pas, mais quand on enlève le doigt l'air s'échappe.* »

Il ne faudrait pas cependant conclure trop vite que les enfants analysent les différentes étapes de la situations. Il se pourrait que leur pensée, encore très syncrétique, se manifeste par la formation de « blocs, schémas d'ensemble, qui lient les propositions les unes aux autres, qui créent des implications sans qu'il y ait analyse. » (Piaget, 1966). Toutefois, les connecteurs choisis pourraient être considérés comme des outils linguistiques qui permettent à la fois d'exprimer une pensée et d'encourager sa construction et son analyse. Ainsi, langage et pensée se développent l'un par l'autre, et inversement, de manière indissociable.

Enfin, comme dans les comptes-rendus d'observations, le sujet est tantôt le scripteur (« *je...* »), le groupe (« *nous* ») ou un sujet indéterminé (« *on* »). A ceux-ci s'ajoute l'enseignant qui a fait l'expérience (« *Madame* » « *Monsieur* »), parfois la 2^e personne du singulier « *tu...* » ou encore, dans des cas plus rares, la seconde personne du pluriel (« *vous* »), ceci caractérisant les expériences présentées comme des recettes.

Cas particulier : tentatives explicatives

Ici l'enfant tente de mettre des faits en relation ou de découvrir, de nommer la cause présumée des effets observés. Dans ces tentatives, le terme « *quand* » est très souvent employé, de même que les expressions « *parce que* », plus rarement « *car* » ou « *grâce à* ». Même si la structuration des phrases reste parfois approximative, on sent que se met en place une dissociation progressive des faits et un « volonté » d'expliquer ce qui se passe.

En voici quelques exemples ²⁷ :

« *Quand tu souffles (action), l'air va tout droit (élément explicatif) et l'air les fait rapprocher (effet).* »

« *Quand on souffle entre les deux boules (action), l'air fait ce geste (petit dessin) (élément explicatif). Alors l'air pousse sur les deux boules de Frigolite (élément explicatif) et elles se rapprochent (effet).* »

« *Parce que c'est l'air qui fait bouger les deux boules (élément explicatif).* »

« *Parce que quand on souffle (action), il y a de l'air qui pousse les boules ... (élément explicatif).* »

« *Le papier ne va pas se mouiller parce que si on retourne le verre le verre va protéger le papier... (élément explicatif)* »

« *Le papier n'est pas mouillé (effet). Monsieur a enfoncé le gobelet (action) parce qu'il y a de l'air dans le gobelet (élément explicatif)* »

« *L'eau n'a pas su mouiller le mouchoir (effet) parce qu'il y a l'air qui a bloqué l'eau. (élément explicatif)* »

« *Le gobelet était avec de l'air (élément explicatif) donc le mouchoir est resté sec (effet) car l'air ne s'est pas remplacé par l'eau (élément explicatif)* ».

Certaines situations sont parfois contrastées : « *Parce que quand on souffle il y a de l'air qui pousse les boules et quand on arrête, les boules arrêtent de bouger.* »

« *Quand on souffle sur les deux boules l'air s'étire et quand on arrête elles reviennent au milieu.* »

Enfin des enfants rappellent parfois qu'il s'agit de leur point de vue personnel : « *moi je dis qu'avec... ça fait...* » « *Je pense que c'est ... qui ...* » « *j'ai constaté que ...* »

3.3.4.4. La structuration du texte

Comme nous l'avons signalé déjà, les textes sont le plus souvent composés de courtes phrases énonciatives de type « sujet, verbe, complément. ». Cette structure de départ peut se complexifier par l'usage de connecteurs appropriés. Elle peut aussi s'intégrer dans un ensemble plus large. Cet ensemble peut être plus ou moins complexe (nombre et structure interne des phrases) et peut se présenter sous différentes formes plus ou moins organisées.

²⁷ Dans une des classe la question « pourquoi le mouchoir n'est-il pas mouillé ? » a été posée. Beaucoup de réponses commencent dès lors par « parce que ». Ici, nous ne prenons pas en considération ces réponses, mais uniquement les formulations spontanées qui sont essentiellement issues de l'activité sur les boules de Frigolite.

Il semble qu'ici encore des élèves recherchent les formes de texte les plus fonctionnelles pour leur propos. Leurs choix ne sont pas forcément pertinents mais pourraient correspondre à des tentatives pour « tester » différentes formes de langage écrit.

Voici quelques exemples.

A la consigne « *Notez tout ce que vous avez observé chez le lapin.* », quelques élèves répondent par un texte suivi (5/24 élèves), enchaînant les différents faits d'observation. Si les idées sont parfois clairement séparées par des points ou des virgules, il arrive qu'elles soient simplement juxtaposées sans aucune marque de séparation ou avec des marques incohérentes (virgules ou points mal placés, points d'interrogation sans fonction, majuscules inappropriées). Par exemple : « *il est gentil il est doux il saute de sa cage et de la cage à la table il n'a plus peur ses poils sont doux [...]* »

Dans l'exemple de l'observation du lapin toujours, près de la moitié des élèves présentent leur texte sous forme d'une liste d'idées. Celles-ci portent souvent des numéros :

- « 1 : *il saute de haut*
- 2 : *c'est un gros lapin nain*
- 3 : *il a une grosse faim*
- 4 : *il sait rechercher de la nourriture*
- 5 : *il a pas peur de nous*
- 6 : *il sait courir*
- 7 : *il aime les ballons en mousse*
- 8 : *il aime les grands espaces* »

Il arrive aussi que les alinéas correspondent simplement à des phrases successives. De manière générale, chaque idée est bien isolée, même s'il peut arriver que la subdivision pose problème :

- « 1 : *il est un lapin très spécial il mange*
- 2 : *des ballons, des ficelles...* »

Enfin, un élève a groupé plusieurs idées sous un même numéro, mais la logique de ce groupement n'est pas liée au contenu . Il s'agit plutôt d'un sujet et/ou une structure de phrase identique chaque fois (pl 36) :

- « 1. *le lapin se cache dans un coin*
le lapin mange de tout
le lapin fait pipi sur les tables
- 2. *on a vu qu'il sautait haut*
on a vu qu'il n'aimait pas le bruit
on a vu qu'il était un peu blond et gris
- 3. *on sent que son pipi pue au maximum*
on sent que sont caca ne pue pas
on sent qu'il adore la couleur orange. »

Dans la classe réalisant une observation des mouvements du corps, la grande majorité des écrits ont une forme de texte continu, les observations successives étant parfois séparées par des virgules ou par des connecteurs « *je décroise les bras, je me penche, je baisse le bras,...* » « *...j'ai pris la fermeture et j'ai poussé et j'ai relevé mes mains et je les ai pliées.* » (pl 46).

Quelques enfants utilisent la numérotation et/ou l'alinéa pour séparer les idées :

*« 1 j'ai enlevé mon poignet 2 écarte les doigts
3 ouvert mon plumier 4 j'ai pris mon crayon. »*

Dans l'observation du lapin comme dans l'observation des mouvements du corps, la consigne donnée spécifie de « noter ce qu'on a observé ». On peut formuler l'hypothèse que les mouvements du corps étant successifs encouragent les enfants à s'exprimer préférentiellement par un texte continu tandis que, les observations sur le lapin étant indépendantes les unes des autres, les enfants expriment cette autonomie par une liste²⁸.

D'autres exemples peuvent être tirés de l'activité sur « l'arrivée de l'eau au château d'eau ». Quelques productions sont à la frontière entre texte continu et énumération :

*« 1) ça part d'un point d'eau
2) puis ça va dans des usines qui nettoient l'eau
3) puis ça va dans le château d'eau »*

Manifestement, le scripteur s'essaye à la liste numérative (caractéristique de certains écrits scientifiques) par l'utilisation de la numérotation, par un découpage des idées par ligne. Sa production est cependant encore empreinte de termes propres au texte continu tel l'utilisation du connecteur « puis ».

Dans l'exemples suivant, la numération est appuyée par l'utilisation de numéros en début mais également en fin de ligne. Le caractère indépendant des structures est marqué par l'utilisation de la majuscule à chaque ligne :

*« 1 On prend de l'eau 1
2 On la lave lave 2 » (sic)
Etc.*

Dans la description des expériences sur l'existence de l'air, les élèves choisissent le plus souvent le mode « texte suivi » où les actions de l'expérimentateur, les effets observés et parfois les éléments explicatifs se succèdent dans des phrases plus ou moins complexes. Néanmoins, certains enfants préfèrent une présentation en phrases successives, illustrées chacune par un dessin, un peu comme dans une bande dessinée. Plus rarement, la présentation prend la forme d'une recette :

*« Vous plongez le verre.
Vous mettez le verre au fond de l'eau puis vous verrez l'air du verre.
Ensuite vous remontez le verre.
Ensuite vous verrez que le mouchoir est sec. »*

La « recette » peut débiter par la présentation du matériel utile : *« Il nous faut :
Un morceau de plasticine, une petite bouteille vide et une bouteille remplie d'eau, un entonnoir. »*. Ensuite, vient le détail des actions et des effets avec le sujet à la première personne du pluriel.

²⁸ A moins qu'il n'existe des habitudes de classes que nos observations ne permettent pas de repérer.

3.3.5. Productions écrites et acquis scientifiques

Idées clés : les productions écrites contribuent à aider les élèves dans la construction et la structuration des savoirs et des démarches scientifiques. Qu'il s'agisse d'organiser les idées, de gagner en précision ou en objectivité, le travail sur et par l'écrit favorise la rencontre progressive des exigences liées aux démarches et aux discours scientifiques. Le questionnement qui en découle permet un autre regard sur la science et une dynamique renouvelée dans la recherche d'une meilleure compréhension des phénomènes. Les conceptions peuvent se transformer, les idées gagnent en nuance, en généralisation et en structuration. L'expression du ressenti, très présente dans les écrits spontanés met en évidence l'implication des enfants dans l'action et offre l'occasion de travailler la place de l'affectif dans les productions scientifiques. Le rôle de l'enseignant dans le choix et la gestion des activités est essentiel mais souvent complexe.

3.3.5.1. Le discours scientifique et son organisation

Structuration générale du contenu

En science, la forme donnée au texte est fortement dépendante du contenu. Cependant, un écrit scientifique nécessite une certaine organisation. Comment les enfants organisent-ils spontanément leurs écrits ? Suivant les activités, leurs textes incluent, dans le désordre, le récit de ce qu'ils ont vu, la description de la situation, les résultats, les effets, des tentatives explicatives, des réactions affectives, des conclusions, l'expression de leurs conceptions,...

Dans une classe qui a mené l'activité sur l'existence de l'air, la consigne donnée après la première expérience était : « Explique avec tes mots ce qui s'est passé. ». Les enfants rendent principalement compte des actions ainsi que des effets observés : « On l'a versé dans l'eau. On a retiré le gobelet et le mouchoir était sec ». Mais d'autres éléments peuvent s'adjoindre, comme :

- L'expression du ressenti : « Ça m'a étonné. » « Il s'est passé quelque chose d'extraordinaire. » (pl 4) « Et le mouchoir il était comment ? Il était tout sec ! ».
- Une tentative explicative : « Le gobelet était avec de l'air donc le mouchoir est resté sec car l'air ne s'est pas remplacé par l'eau. »
- Un contre-exemple : « Quand Madame a mis le verre dans l'eau puis l'a lâché, le mouchoir a été mouillé. »

Il arrive encore que l'élève passe directement des actions à l'explication sans décrire les effets observés ou encore qu'il se limite au simple récit des actions sans évoquer les résultats.

Ainsi, spontanément, les enfants évoquent ce qui les a principalement marqués et mélangent dispositif, observation des faits, interprétation et même parfois émotion ressentie. Comment les aider à organiser progressivement leurs écrits ? Dans l'expérience sur les boules de Frigolite, les enfants ont utilisé une fiche d'expérience subdivisée en plusieurs parties (pl 16, 17, 18). Les consignes appellent à la description des *actions et observations* dans les premiers encadrés ; les *tentatives explicatives* viennent ensuite. Cette fiche aide les élèves à structurer leur réflexion : on observe sur les documents que les enfants scindent bien les actions/observations de l'explication même si tous ne s'engagent pas dans cette deuxième opération. A côté des élèves qui cherchent à expliquer (17/28), d'autres (4) manifestent

clairement par des points d'interrogation leur ignorance (*pl 18*); deux autres reviennent sur la description des faits ; un autre exprime son étonnement. Grâce aux fiches, il semble que les enfants s'engagent davantage dans une tentative explicative que lors d'écrits plus libres²⁹. La dissociation des aspects abordés dans l'écrit contribue à la construction progressive de la pensée scientifique.

Dans l'expérience sur l'ombre, les élèves ont également été invités à scinder les temps de l'expérience mais ici ce sont les actions (en ce y compris les dispositifs mis en place) et les observations qui sont dissociées. A nouveau, ces consignes simples favorisent la différenciation des moments d'une expérience scientifique, ce qui sera d'un grand apport au moment où les élèves apprendront à rédiger un compte-rendu scientifique plus conséquent. Voici deux exemples de productions d'élèves :

« Nous avons fait une expérience sur l'ombre. Nous avons appris à placer la lampe de poche pour faire différentes ombres. Ce que nous avons vu, c'est que l'ombre peut être plus petite ou plus grande. »

« 1. Nous avons mis le crayon dans la plasticine, puis mis une boîte en carton et allumé nos lampes de poche. 2. L'ombre est plus grande quand on rapproche la lampe de poche. Et quand on la recule elle devient plus petite. »

Dans une autre classe travaillant également sur l'ombre, le travail s'est fait en groupes, et un de ceux-ci est arrivé à préciser actions et observations :

« Nous avons planté le crayon dans la plasticine, puis nous avons mis le crayon avec la plasticine au milieu de la boîte. Nous avons éclairé le crayon et on a tracé l'ombre. Quand on met la source de lumière à gauche, l'ombre se trouve à droite et même chose dans l'autre sens. »

Ces données ne signifient pas pour autant que tout écrit doit être systématiquement dirigé. Utiliser des fiches d'expérience, s'exprimer dans un texte ou un dessin libre, répondre à des questions successives, ... permet de ne pas figer les activités scientifiques dans une démarche d'écriture répétitive bloquant la pensée créatrice et l'intérêt de l'enfant. Ainsi, lors d'écrits spontanés, quelques enfants proposent une phrase de conclusion : *« Maintenant nous savons qu'il y a de l'air dans le verre, il n'y a pas rien, il y a de l'air »* (activité sur l'existence de l'air). *« Le pouce est très important (c'est ce qui différencie l'homme de l'animal) »* (observation de la main (*pl 41*)). Ce genre de phrase ne trouverait peut-être pas sa place dans un écrit plus cadré. Les enfants qui les expriment font pourtant un travail de mise à distance considérable.

La précision du discours scientifique

L'utilisation de données chiffrées, la précision des informations rapportées, le choix des contenus abordés, le souci de vérification font partie des exigences d'un écrit scientifique. Quelles caractéristiques rencontre-t-on dans les productions spontanées des enfants de 8-10 ans ?

Lors de l'observation du lapin, des élèves proposent spontanément quelques données chiffrées : *« Fenouil a mangé en une minute un quart de carotte. »* ou encore *« Il a sauté de 60 cm. »*. De même dans l'observation de la main, à côté de descriptions vagues telles que

²⁹ Nos observations ayant été faites dans des classes différentes, vivant des activités scientifiques différentes, la comparaison reste difficile.

« *Sur la main, il y a les doigts.* », on trouve des descriptions précises : « *Ma main est composée de cinq doigts et ces cinq doigts ils sont composés de 3 parties sauf le pouce !* ».

La précision des informations rapportées peut se manifester par exemple dans la description des étapes d'un phénomène ou dans les détails choisis. Ainsi, dans l'observation du papillon (pl 42, 43, 44), les étapes de sa transformation figurent sur toutes les productions et y prennent plus ou moins d'espace. Toutefois le nombre d'étapes représentées varie de 3 à 7, selon la place laissée à la croissance de la chenille. Mais on retrouve les 4 éléments suivants : l'œuf (sauf dans un cas), la chenille, la chrysalide, le papillon. Trois groupes sur six ont numéroté les étapes. 4 groupes sur 6 ont mis un titre à chaque étape ; un groupe s'est limité à quelques annotations. La chenille est la phase la plus complexe. Sauf dans un groupe, les enfants ont montré la croissance de la chenille en faisant figurer cette dernière sous plusieurs tailles, avec des titres comme « *petite chenille, grande chenille* » ou encore « *bébé, enfant, adulte* », ces derniers correspondant à une vision quelque peu anthropomorphique de la situation. Les chenilles sont présentées avec plus ou moins de précisions : elles sont coloriées en vert ou en brun ; elles ont le plus souvent une forme ovale allongée, mais cet ovale peut-être boursoufflé ou constitué de petites boules juxtaposées. Quelques éléments (justes ou faux) sont ajoutés : des antennes, des pattes. Les « *pattes* » de la chenille ont été source de nombreuses questions : les chenilles ont-elles des pattes ? Et si oui combien ? les uns ont opté pour un nombre déterminé de pattes (8 par exemple, d'autres pour une infinité de petites pattes, d'autres enfin se sont abstenus)³⁰.

La sélection de l'information à faire figurer dans les rapports et comptes-rendus est indispensable. Par exemple, suite à l'étude documentaire sur l'arrivée de l'eau au château d'eau, 5 sur 6 groupes ont éliminé des données superflues en vue de cibler uniquement le problème posé : « *D'où vient l'eau qui arrive au château d'eau ?* ». La sélection peut être encouragée par l'enseignant qui propose des fiches de notations comme dans la rédaction d'une « *carte d'identité* » des animaux sélectionnés pour la construction d'une chaîne alimentaire.

Enfin, dans certains cas, les élèves montrent dans leurs écrits qu'ils ont eu la possibilité de vérifier par un essai personnel les phénomènes observés : « *Alors il a essayé et c'était le même résultat.* ». L'esprit critique voire le scepticisme de l'élève, accompagné d'un souci de vérification sont des attitudes fondamentales à développer.

L' « objectivité » dans l'observation

Même si tout observateur oriente inévitablement son étude³¹, l'observation en science doit tendre vers une objectivité maximale. Scinder observation, interprétation et connaissance de l'objet étudié est essentiel. Cette démarche n'est pas naturelle pour les élèves de 8-10 ans, mais peut cependant être entraînée favorablement.

Ainsi, lors de l'observation du lapin, les élèves ont bien suivi la consigne de l'enseignant et se sont fortement limités aux faits d'observation. Toutefois des jugements de valeur et l'expression de certains affects émaillent parfois les notes : « *C'est un lapin très spécial* » « *Il est trop gros* » « *Il est gentil* » « *Il nous aime bien* » « *On l'adore* ». Au moment de la

³⁰ La question n'est pas simple, puisque selon les cas, les chenilles ont des pseudo pattes ventouses en nombre variable en plus des 6 vraies pattes qui préfigurent déjà celles du papillon. De plus, les chenilles possèdent parfois des poils rigides qui peuvent être perçus comme des pattes par les enfants.

³¹ Voir Fourez et Englebert-Comte (1999).

mise en commun, l'enseignant aide les élèves à préciser l'observation « neutre » à l'origine des jugements qu'ils ont parfois exprimés. Ainsi, face à l'expression : « *Elle est folle, elle pète les plombs* », l'enseignant demande aux élèves pourquoi ils proposent ces affirmations et ce qu'ils ont observé chez le lapin qui les justifie. L'enseignant centre ainsi l'attention sur la nécessité de viser l'objectivité des observations avant toute interprétation.

La limite entre l'observation et l'interprétation peut être difficile à saisir. Lorsqu'ils observent les mouvements de leur propre corps au repos (ou celui d'un copain), certains enfants s'en tiennent à une observation stricte des mouvements du corps (*pl 46*) : « *Mes yeux ont clignoté, j'ai respiré, mon cœur battait, le sens de mon ventre a bougé, j'avale ma salive, j'ai reniflé, mes doigts de pieds ont bougé.* ». Mais d'autres élèves dépassent l'observation « *Je sens mon cœur qui bat* », pour aller vers des interprétations du mouvement et de ses conséquences : « *Mon sang circule dans mon corps* », la perception du pouls étant considérée comme l'observation du sang qui circule. Les connaissances qu'ils ont du sujet étudié peuvent également compléter leurs productions même si ces connaissances ne sont pas observables directement : « *Mon cerveau travaille* » ou encore « *Les cheveux poussent* ».

L'organisation des observations

Une simple activité d'observation peut permettre une approche de l'organisation des données scientifiques. Lors de l'observation du lapin, un enseignant a invité les élèves à proposer quelques critères de groupement de leurs notes. Chaque titre, suggéré le plus souvent par les enfants, est précisé par l'enseignant qui, tout en stimulant l'utilisation d'un vocabulaire plus scientifique, s'efforce de respecter le point de vue des élèves : « *habitat, alimentation, comportement, physique, besoins* » (*pl 37*). Les élèves vont ensuite produire par groupe des tableaux de synthèse où sont organisées les caractéristiques observées chez le lapin.

Dans les travaux de groupes sur les papillons, les observations sont spontanément classées, scindant les différents stades d'évolution de l'insecte.

Dans l'activité sur les mouvements du corps, les enfants distinguent dans la synthèse finale, les mouvements volontaires et les mouvements involontaires (« *muscles qui fonctionnent tout seuls* ») (*pl 47*).

Il existe bien d'autres formes d'organisation et de description des observations, comme par exemple les présentations schématiques. Les élèves peuvent amorcer un travail réflexif sur ces différentes modalités d'expression. Un exemple est la réflexion menée sur ce qu'est un schéma à l'occasion de l'activité sur l'ombre et la lumière. Dans une des classes en effet, l'enseignant a profité de ce moment pour travailler avec les élèves la notion de schéma. Même si certaines confusions subsistent entre le schéma et le dessin d'observation (la frontière n'est pas toujours claire d'ailleurs), le regard métacognitif porté sur ce type de production a clarifié certaines démarches et orienté les élèves vers plus de rigueur et d'organisation de leurs notes.

Les travaux de groupe, puis la synthèse en grand groupe ont mis en évidence les points suivants :

« *Un bon schéma, c'est ...*

- *bien dessiné*

- *lisible*
- *on doit comprendre tout de suite*
- *une légende*
- *les dimensions* »

Les élèves franchissent ainsi un premier pas vers une production écrite réfléchie en sciences. Bien entendu, en 3^e et 4^e années, le degré d'exigence doit rester proportionné aux capacités des élèves mais cette réflexion amorce un travail intéressant sur l'écrit.

3.3.5.2. Les questions en suspens

Spontanément les enfants mentionnent rarement dans leurs écrits les questions qu'ils se posent. Les productions sont pourtant, ci et là, parsemées de propos révélant le questionnement implicite de l'enfant, mais comme il n'a pas la forme ni le statut évidents d'une question, il pourrait être perdu : « *Une tomate est un fruit mais un peu plus un légume* ». Par contre lorsque l'enseignant les y invite, et lorsque le climat de classe incite au respect, la démarche consciente de questionnement se développe chez les enfants et les questions peuvent être nombreuses et diversifiées, voire même difficiles à considérer.

Dans l'activité sur les papillons, les élèves pouvaient écrire sur un panneau les questions qui restaient en suspens. Ces questions faisaient suite à l'observation de l'évolution de l'insecte mais certaines ne se sont posées qu'au moment de réaliser l'affiche, certaines informations étant manquantes comme le nombre de pattes de la chenille, la zone d'attache des pattes du papillon,...

- *La belle dame qu'est ce qu'elle mangeait et ses feuilles préférées à part les chardons ?*
- *Comment sentir avec leurs antennes ?*
- *Pourquoi les papillons sont de couleurs différentes ?*
- *Comment les papillons font leur cocon ?*
- *Comment les chenilles se forment ?*
- *Est-ce que les papillons dansent ?*
- *Quelle couleur ont les yeux des papillons ?*
- *Combien de pattes ont les chenilles ?*
- *Où se trouvent leurs yeux ?*

On pourrait grouper ces questions en quatre catégories. La première concerne le besoin d'un complément d'information sur un aspect précis de la vie des papillons (deux premières questions). Les trois interrogations suivantes s'attachent à comprendre un processus qui a été observé mais dont certains éléments échappent complètement. On pourrait traduire cela par la question : comment cela se passe-t-il exactement ? La question sur la « danse » des papillons concerne en fait la manière dont mâles et femelles pourraient se comporter. Enfin, les trois dernières questions se sont posées au moment de réaliser un dessin, certaines informations étant imprécises ou manquantes.

L'observation des mouvements du corps a débouché, lors de la synthèse finale (pl 47), sur une liste de questions qui dépassent la simple observation et ouvrent de nouvelles perspectives de travail : « *Les poumons sont-ils des muscles ?* », « *Quand on dort, est-on évanoui ?* », etc.

Toutes les questions ne sont pas du même niveau. Certaines peuvent trouver réponse rapidement, d'autres appellent des activités complémentaires, d'autres encore ne seront accessibles aux enfants que des années plus tard. Il peut arriver enfin que la communauté scientifique n'ait pas encore de réponse pour certaines d'entre elles. Le reconnaître, c'est apprendre à l'enfant que la science se construit par un éternel questionnement auquel il peut prendre part. Trop souvent, la science est envisagée comme un ensemble de certitudes sorties d'encyclopédies et qui ont en quelque sorte toujours existés.

De plus, la réflexion de l'enfant ne s'arrête pas aux portes de la classe. Les questions exprimées et consignées par écrit marquent parfois les enfants qui vont alors à la recherche de la réponse par eux-mêmes. Ainsi, une activité sur le toucher réalisée l'année dernière avait montré combien une question laissée en suspens (et posée par deux enfants) avait éveillé l'attention de l'ensemble de la classe. Cette question pourrait être résumée comme suit : le cerveau dirige-t-il uniquement les mouvements ou a-t-il aussi un rôle à jouer dans la perception ? Au début de l'activité suivante, la majorité des enfants avait sa propre idée sur le sujet.

3.3.5.3. Les conceptions des enfants dans les écrits

Les conceptions des enfants et l'évolution de celles-ci jalonnent les différentes productions écrites, qu'elles soient initiales et réservées à l'expression des conceptions à part entière ou qu'elles fassent suite à une expérience, observation, recherche documentaire ou autre.

Fortement liées au contenu abordé, les conceptions les plus explicites sont analysées ici pour quelques thèmes. Cependant, leur interprétation nécessite une mise en garde : seul un entretien avec l'élève au sujet de son écrit permet de confirmer le fondement de sa conception. Une analyse a posteriori ne permet que d'émettre des hypothèses quant au modèle explicatif sous-jacent responsable de la conception exprimée.

L'air

La plupart des enfants conçoivent l'omniprésence de l'air mais ne lui attribuent pas toujours d'existence matérielle. L'air comme tout gaz est compressible mais dans une certaine mesure seulement, mesure que l'enfant ne perçoit pas : « *L'air est écrasé par l'eau au fond du verre.* ».

Certains enfants conçoivent que l'air est présent autour de nous, dans les grands espaces mais pas nécessairement au sein même des objets, il faut donc en remplir le récipient pour le bon déroulement de l'expérience : « *On a mis un mouchoir dans un gobelet tout vide. On a mis de l'air aussi.* » « *On a mis de l'air dans la bouteille.* ».

Quelques productions révèlent la confusion qui peut être faite entre air et oxygène. Cette conception fortement enracinée se manifeste aussi chez nombre d'élèves plus âgés : « *Un gobelet donne de l'oxygène à l'autre gobelet.* ». L'amalgame est d'autant plus persistant chez les jeunes que par notre expérience quotidienne, nous percevons l'air qui entre dans nos poumons et c'est pourtant d'oxygène dont notre corps a besoin. L'inspiration d'air lors de la respiration pulmonaire est assimilée à la consommation d'oxygène lors de la respiration cellulaire.

Il arrive enfin que les enfants attribuent leurs incompréhensions à la magie. Ceci est fréquent dans le cas d'expériences en physique (d'ailleurs amplement exploitée par les magiciens professionnels) : « *Florian croyait que c'était un tour de magie* ».

Le circuit de l'eau domestique

La difficulté la plus fréquente qu'ont les élèves est de situer le cycle de l'eau domestique par rapport au cycle naturel de l'eau (souvent étudié dans les écoles). A quel endroit se greffe-t-il ? Quel lien y a-t-il entre les deux ? Les conceptions exprimées révèlent souvent cette incompréhension sous-jacente.

La conception selon laquelle l'eau viendrait directement de la mer est très fréquente : « *L'eau des maisons vient de la mer.* » « *De la rivière puis dans la mer puis dans un centre d'épuration après dans le château d'eau.* ». Pour l'enfant, la mer a un rôle prépondérant dans le cycle de l'eau, elle est de plus la réserve d'eau la plus visible. Il est donc logique pour lui que l'eau de nos maisons vienne de là. Cycle naturel et cycle domestique de l'eau sont dans ces exemples superposés.

L'enfant peut aussi tenter d'inclure directement le château d'eau dans le cycle naturel de l'eau : « *Le château d'eau est rempli par la pluie.* ».

Plusieurs enfants évoquent les égouts de manière particulière : « *L'eau des maisons vient des égouts.* ». Pour certains d'entre eux, il peut s'agir d'une faiblesse de vocabulaire le terme « égouts » étant employé pour désigner de façon générale tout tuyau acheminant de l'eau. Mais d'autres envisagent certainement le circuit domestique de l'eau comme circuit fermé totalement isolé du cycle naturel de l'eau. Les eaux usées seraient traitées puis à nouveau acheminées vers les habitations via les égouts.

Les fruits

Pour définir le fruit, les descriptions font majoritairement appel à l'expérience quotidienne, faisant notamment une large place aux caractéristiques organoleptiques des fruits : « *C'est sucré* », « *C'est juteux* ».

Les vertus des fruits dans l'alimentation font également partie des représentations fréquentes (24/51 cas). Les « messages d'intérêt général » diffusés par la radio et la télévision, l'éducation à la santé dans les écoles ou l'éducation parentale développent bien sûr cette conception tout à fait justifiée : « *C'est bon pour le corps* », « *Ca apporte des vitamines* ». Parfois les élèves expriment des savoirs relatifs au fruit : « *Ils poussent sur des arbres ou des buissons.* » « *Certains poussent en été, d'autres en automne* ». Quelques définitions seulement mentionnent les caractéristiques scientifiques du fruit à savoir la transformation d'une fleur fécondée et la présence de graine(s). Un élève précise que le fruit est une fleur (pl 22) tandis que 5 mentionnent les graines : « *Les fruits ont des pépins* ».

Une difficulté doit être soulignée ici : qu'est-ce que définir un fruit ? Pour certains, il s'agit de dire tout ce qu'on connaît à ce sujet, pour d'autres c'est en donner les caractéristiques, pour d'autres encore c'est le décrire,... Définir en sciences, est-ce la même chose que définir en français, ou encore en mathématique ? La construction de définitions individuelles et collectives couplée avec une approche de définitions de référence en science peut aider les élèves à en cerner les caractéristiques.

Une définition de groupe met en évidence le conflit cognitif que peut engendrer la double signification, scientifique et culinaire, du mot fruit : « *La tomate est un fruit mais un peu plus un légume.* ». Le classement de la tomate dans les fruits est une notion culturellement répandue mais son fondement est peu compris. Ainsi, ces enfants, dans leur définition tentent de joindre deux informations contradictoires : leur savoir concernant la tomate (c'est un fruit) et leur conception du fruit (c'est sucré, ça pousse sur des arbres). Ils sortent de cette impasse par une pirouette et donnent un double statut de fruit et de légume à la tomate, mettant ainsi en évidence leur questionnement sous-jacent.

Bien sûr, lors d'une activité scientifique, ce sont les caractéristiques scientifiques du fruit que l'enseignant envisage de faire acquérir à ses élèves. Néanmoins, les considérations culinaires sur les fruits, tellement fortes et tellement utiles, ne peuvent être évincées ou négligées sous peine de faire écran aux propos scientifiques visés. Il est dès lors important d'envisager la double signification du mot fruit et de ménager une place à la fois à la définition culinaire et à la définition scientifique.

L'ombre

La moitié des enfants font allusion à une source lumineuse pour produire une ombre : « *Quand le soleil tape sur nous, l'ombre apparaît sur le mur.* ». Mais l'ombre est définie par le terme « reflet » chez 30% des élèves³². « *Une ombre c'est un reflet qui montre quelque chose.* », « *C'est quelque chose qui nous reflète.* » (pl 32). En effet, pour beaucoup d'enfants : ombre = reflet. Or, l'ombre se produit lorsque la lumière est arrêtée par un objet. Une zone sombre se forme derrière cet objet. Cette zone présente la silhouette de l'objet. Dans le cas d'un reflet, la lumière est renvoyée par une surface réfléchissante (polie) telle un miroir et donne une image inversée (symétrique) en 3D dans ce miroir. Lorsque les enfants utilisent le mot « reflet » pour parler de l'ombre, c'est peut-être parce que...

- ils ne connaissent pas d'autre mot et celui-là leur paraît proche de ce qu'ils veulent exprimer ;
- ils confondent les deux situations et donc les deux concepts. En effet, dans le cas de l'ombre comme dans celui du reflet, l'image est inversée (symétrique).

Cette deuxième hypothèse correspond probablement au cas le plus fréquent. C'est pourquoi il est intéressant de mener des activités sur l'ombre et la lumière, et des activités sur les miroirs de manière assez rapprochée, afin de permettre aux enfants de vivre, d'expérimenter et de comparer les deux concepts. On ne peut utiliser un mot sans envisager le concept qui se cache derrière lui, sinon on crée des savoirs sans signification.

Au travers des dessins d'enfants, on observe que l'ombre n'est pas toujours vue comme accolée à l'objet, certains enfants dessinant l'ombre distante de l'objet. Nous avons noté au paragraphe 3.3.3.1. que l'enfant peut négliger l'ombre au sol parce qu'il ne la voit pas ou parce que l'ombre projetée sur l'écran le fascine davantage. Mais on peut penser également que les conceptions des enfants sont très parcellaires au sujet de l'ombre. Ainsi, bien qu'établissant des liens entre la source lumineuse, l'objet et son ombre, il est probable que la plupart des jeunes élèves n'aient aucune idée de ce qui se passe entre l'objet et son ombre : cet espace est-il sombre ou éclairé ? En d'autres termes, les enfants pourraient concevoir une lumière interrompue par l'objet (y compris au niveau du sol) et réapparaissant derrière lui, juste avant l'ombre. Dans ce cas, c'est le principe de linéarité

³² Sur les 97 qui ont fourni une définition de l'ombre.

des rayons lumineux qui ne serait ni perçu ni connu des élèves et qui demanderait des activités et observations complémentaires.

Le lapin et le papillon

L'observation d'animaux est souvent entachée de conceptions anthropomorphiques (*pl 35*) : « *Il fait caca et pipi là où il est, quand il le veut, là où il sait qu'on peut pas faire.* ». Mais certains élèves prennent une distance par rapport à cela : « *Il faisait rire parce que quand il jouait on a cru qu'il jouait comme un être humain* ».

Après observation du papillon, un des groupes d'élèves le dessine vu d'en haut, mais deux yeux et une bouche sont représentés donnant l'impression d'un visage humanisé.

L'influence des documents de référence sur les conceptions

Les documents de la littérature scientifique pour la jeunesse peuvent parfois induire des conceptions erronées. Pour permettre une meilleure accessibilité à des concepts scientifiques parfois très complexes, cette littérature utilise un vocabulaire imagé, des métaphores, des schémas simplifiés,...

Ainsi, un document compare la nappe phréatique au sable sur la plage³³ : « Une nappe souterraine, c'est l'eau de pluie et des rivières qui s'est infiltrée sous la terre. Elle est prisonnière dans de petits trous de la roche ou dans le sable. C'est le même phénomène que lorsque tu marches sur le sable mouillé à la plage : tu peux voir l'eau prisonnière dans le sable remonter dans tes traces de pas. ». Suite à la lecture documentaire, un élève a représenté le château d'eau dans la mer (à faible profondeur), un tuyau passant sous l'eau et alimentant le château d'eau³⁴ (*pl 14*). Il est possible que l'analogie faite dans le document ait amené l'enfant à en développer une autre, inattendue.

Cette observation pourrait être rapprochée des analyses menées par Piaget (1966) lorsqu'il aborde le syncrétisme de la compréhension et du raisonnement chez les enfants de 9 à 11 ans. Dans notre exemple, l'analogie entre deux situations différentes suggérée dans la littérature est reprise par l'enfant en fonction de ses propres schémas de compréhension. L'enfant relie les deux situations entre elles non pas à la suite d'une analyse détaillée mais en fonction d'un schéma d'ensemble à la fois riche et confus construit par son imagination et son raisonnement.

La simplification des schémas dans les documents peut également être à l'origine de conceptions erronées. Or, comme montré dans l'enquête exploratoire réalisée sur les représentations graphiques en sciences (Giot et Quittre, 2004), il ne suffit pas de simplifier un schéma pour le rendre plus compréhensible. Dans l'activité sur le château d'eau, des documents présentaient sur un seul schéma, les différentes origines possibles de l'eau approvisionnant les châteaux d'eau. Quelques dessins ou schémas réalisés ensuite par les d'élèves représentent la nappe phréatique sous la rivière, comme si celle-ci approvisionnait directement la nappe phréatique sous-elle.

Ces difficultés, liées à l'interprétation et à la compréhension des documents par les enfants ne doivent certainement pas conduire au rejet de ces références. Mais l'enseignant doit être

³³ Document internet utilisé en classe mais dont les références ne sont pas mentionnées.

³⁴ Il faut noter que cet élève ne parlait pas de ma mer dans son écrit initial.

averti de l'existence de tels obstacles afin d'éviter le développement de certaines conceptions erronées sans pour cela prétendre ou espérer les éviter toutes.

3.3.5.4. L'expression des émotions

L'enthousiasme des élèves et leurs émotions se manifestent également dans les textes : « *Il s'est passé quelque chose d'extraordinaire.* » (pl 4) « *C'était vraiment bien.* » « *Je suis étonnée.* », sans compter les multiples points d'exclamation qui accompagnent certaines phrases.

Les petites « ratés » d'expériences (ou certains contre-exemples) déclenchent souvent les rires de la classe et sont rapportés parfois dans les écrits des élèves : le mouchoir mal fixé au fond du gobelet et qui tombe dans l'aquarium ; le gobelet posé au fond de l'aquarium et qui est relâché trop brusquement par distraction, ... Ces faits anecdotiques amusent tellement des élèves que c'est parfois cela qu'ils racontent et en oublient l'expérience principale.

Certains thèmes atteignent davantage les élèves dans leur affectivité et leurs écrits sont manifestement plus empreints d'émotion. L'observation du lapin entraîne des expressions comme « *Il nous aime bien.* » ou « *On l'adore.* ». Le thème des fruits, comme tout sujet lié à l'alimentation, engendre aussi un grand nombre d'expressions liées au vécu : « *C'est comme un légume mais c'est plus bon.* ».

L'expression des émotions est importante pour les enfants ; la bannir reviendrait à rigidifier l'approche scientifique. L'émotion va de pair avec l'intérêt, le questionnement. Par souci de rigueur scientifique, il faut néanmoins apprendre à lui donner une place différente de celle accordée à l'argumentation. On verra que lors de la construction de la synthèse finale, la prise de distance s'accompagne de la disparition de la plupart des marques d'émotion.

3.3.5.5. La succession des écrits et l'évolution de la pensée

La succession d'écrits peut permettre différentes évolutions : transformation de l'objectif d'écriture, augmentation de la prise de distance, amélioration de la structuration des idées, développement des connaissances,...

Le passage d'écrits individuels à un écrit de groupe se solde presque inévitablement par une perte d'informations plus ou moins importante. Les données sont écartées soit parce qu'elles sont estimées inappropriées par le groupe lors d'un débat, soit parce que l'auteur ne peut imposer son point de vue, soit encore parce qu'elles sont simplement oubliées.

Souvent les descriptions d'exemples sont abandonnées au profit d'expressions plus généralisantes, traduisant une plus grande mise à distance dans l'expression. Le texte gagne également en structuration. Examinons deux exemples tirés de l'activité sur les fruits.

Écrit individuel : « *Le fruit, on ne le cuit pas car ça se mange froid et on passe le fruit sous l'eau froide.* »

Dans l'écrit de groupe, cette idée devient « *Les légumes on doit les réchauffer tandis que les fruits non.* »

La transformation est essentiellement marquée par l'élimination d'une idée jugée inutile et par la mise en parallèle des fruits et des légumes.

Écrit individuel : « *Parce que chez moi, pour quatre heures on mange toujours un fruit, par contre pour le soir on mange des légumes.* »

Dans l'écrit de groupe, on peut lire « *La plupart des gens mange les fruits à 16H tandis que les légumes on les mange le soir.* »

Dans ce deuxième exemple (pl 25), on mesure le souci de sortir du cas particulier et de la référence à l'expérience personnelle pour exprimer une idée plus générale tout en nuancant l'affirmation par l'utilisation du quantifiant « la plupart ». L'effort d'expression écrite s'est accompagné d'une réflexion sur le savoir à communiquer.

Dans les écrits individuels successifs on trouve également de telles tentatives de généralisation avec appauvrissement possible du contenu. L'exemple suivant est extrait de l'expérience sur l'ombre, le premier écrit de l'élève étant antérieur à la réalisation d'une ombre tandis que le second y fait suite :

Avant l'activité : Une ombre c'est ... « *Par exemple, c'est un arbre qui cache l'endroit où le soleil doit être mais l'arbre cache donc c'est noir. Le noir c'est l'ombre.* »

Après l'activité, pour ce même élève, une ombre c'est... : « *Une lumière qui tape sur quelque chose et ça fait une ombre.* »

On observe également que certains élèves passent d'une définition plutôt affective, à une définition plus proche de l'observation des faits.

Avant l'activité : Une ombre c'est ... « *Moi en double. C'est moi avec une amie.* »

Après l'activité : Une ombre c'est ... « *La silhouette produite par la lumière.* »

L'analyse des différentes productions d'un même enfant révèle que les écrits se structurent en même temps que la pensée se clarifie, que la compréhension s'organise.

Dans un premier écrit, l'élève explique : « *Je crois que l'eau vient de la pluie et qu'on enlève les crasses qui dedans ?(sic) Puisque le château d'eau ne sera jamais rempli parce que tout le monde en utilise tout le temps. Une rivière ? Un lac plus haut que le château d'eau ?* »

Dans l'écrit individuel suivant, il prend en compte la succession des faits et le questionnement disparaît :

- « 1 On prend l'eau 1
2 On la lave lave 2 (sic)
3 On la pompe pour la faire monter 3
4 On la transporte 4
5 On la stocke 5
6 on la distribue »

Dans la classe travaillant sur l'existence de l'air, c'est l'objectif d'écriture qui a essentiellement changé au fil des productions. Les différents écrits successifs sont les suivants (pl 6) :

Écrit	Fonctionnement	Consigne
1 ^{er} écrit	Individuel	Redire avec ses mots ce qu'on a fait. Expliquer ce qui s'est passé.
2 ^{ème} écrit	Individuel	Dessiner, représenter une ou plusieurs expériences qu'on a bien aimées, en essayant d'expliquer ce qui s'est passé.
3 ^{ème} écrit	Collectif	Concevoir des affiches en vue de présenter à la classe

		<i>voisine les expériences réalisées.</i>
<i>4^{ème} écrit</i>	<i>Par groupe</i>	<i>Construire les affiches sur base des écrits collectifs.</i>

Ainsi, au départ d'un récit pour soi les élèves ont progressivement orienté leur écrit vers un interlocuteur extérieur et construit des affiches pour présenter leurs expériences à d'autres enfants du même âge. Cette évolution de l'objectif d'écriture s'est accompagnée notamment d'une transformation du discours et d'une plus grande structuration du contenu. Il est également intéressant de relever que chaque enfant a progressé à son rythme dans ses écrits, certains se détachant d'expressions affectives, d'autres parvenant peu à peu à proposer une explication aux phénomènes observés. Un enfant apporte même spontanément une conclusion à son second écrit individuel « *Maintenant, nous savons qu'il y a de l'air dans le verre, il n'y a pas rien, il y a de l'air.* ».

Une activité sur le toucher réalisée l'année dernière avait également donné lieu à plusieurs écrits successifs (pl 48). L'analyse de ces productions avait montré un enrichissement du contenu ainsi qu'une modification de l'organisation du texte. Mais ces progressions ne sont pas simultanées. L'élargissement du contenu s'accompagne dans un premier temps d'une apparente perte de structuration. C'est ensuite, lors d'un retour sur les productions, que le texte se structure davantage. Dans l'activité sur le toucher, les différents écrits peuvent se résumer comme suit :

- Les conceptions individuelles des enfants sont diversifiées et parfois confuses. La mise en commun des conceptions en groupes conduit à une structuration mais limitée : la recherche de consensus entre les élèves nécessite une certaine organisation mais avec perte d'information.
- Suite à la recherche documentaire, les productions du groupe s'enrichissent de concepts neufs mais sont à nouveau plus embrouillées. Les informations sont cumulées avec un début d'organisation.
- C'est lors de la synthèse collective qu'un dernier bond est réalisé permettant de construire une synthèse organisée avec le soutien de l'enseignant.

Néanmoins, les écrits successifs peuvent parfois lasser les élèves si l'objectif d'écriture et de réécriture n'est pas compris ou si les consignes paraissent répétitives. Dans l'activité sur l'arrivée d'eau au château d'eau, les différentes productions (conceptions individuelles, production de groupe après travail documentaire, production individuelle et enfin synthèse collective) avaient toutes pour objectif de répondre à la question guide « D'où vient l'eau qui arrive au château d'eau ? ». L'implication des élèves dans l'activité et dans l'effort d'écriture était très élevée dans l'expression de leurs conceptions et dans le travail de groupe. Par la suite, quelques élèves ont marqué un certain désintérêt pour le second écrit individuel. Celui-ci leur paraissait redondant par rapport au travail de groupe précédent. Leurs productions s'en sont ressenties : reproduction confuse de l'affiche de groupe, petit texte peu investi³⁵.

Ainsi, les pratiques d'écriture gagnent à être variées et comprises des élèves pour maintenir intérêt et implication. L'écriture doit avant tout rester au service de l'apprentissage scientifique qui lui donne sens.

³⁵ Il faut noter que ce troisième écrit faisait l'objet d'une demande des chercheuses dans le cadre spécifique de la recherche.

3.3.6. La synthèse collective ou semi-collective finalisée

Idées clés : la synthèse clôturant de nombreuses activités est une source d'apprentissage essentielle pour les élèves à condition d'être construite avec eux. La gestion de cette démarche est très complexe pour l'enseignant car il doit prendre en considération de nombreux éléments : conceptions des élèves, erreurs de contenus à corriger, orthographe et syntaxe, organisation du discours écrit, place des dessins et schémas, phénomènes de leadership dans la classe, marge de liberté laissée aux élèves et cohérence de la synthèse,... Le recours à des écrits de référence proposés par la littérature scientifique de vulgarisation peut dans certains cas constituer une aide tant pour l'enseignant que pour les élèves, mais cela ne peut se substituer systématiquement à un document construit par les apprenants.

Au cours de cette année, les demandes des chercheuses se sont peu à peu centrées sur la production d'écrits et par là, sur la construction collective de la synthèse clôturant de nombreuses activités. Cette construction collective présente un certain nombre de difficultés :

- Elle doit émaner le plus possible des élèves eux-mêmes, l'enseignant étant présent pour aider, corriger les erreurs, faciliter une structuration des données. Mais la limite entre les suggestions et l'imposition est très difficile à maintenir.
- Il existe très souvent des effets de leadership au sein des classes, qui ont pour conséquence le fait que les idées de certains élèves sont plus souvent reprises que d'autres. Ici encore, une gestion du groupe classe permettant de prendre un maximum d'avis n'est pas simple, même lorsque la synthèse a été préparée par des écrits individuels.
- Enfin, plus les conceptions des élèves sont éloignées au départ des concepts à découvrir, plus il faut pouvoir se fier à l'activité pour engendrer des changements. Or les conceptions peuvent être résistantes et l'activité, si intéressante soit-elle, s'avérer impuissante à les modifier dans l'immédiat. A ce moment il peut exister une contradiction entre les concepts que l'enseignant souhaite voir figurer dans la synthèse et ceux que la plupart des élèves sont prêts à accepter.

Au vu de ces difficultés, pourquoi envisager malgré tout la construction collective de la synthèse finale ?

La synthèse se veut le témoin de l'apprentissage, la mémoire de l'activité. Dans notre perspective, elle constitue un aboutissement et donne tout leur sens aux écrits intermédiaires, valorisant l'effort d'expression fourni. La synthèse construite, parce qu'elle colle aux apprentissages et à l'activité réalisée est fortement porteuse de signification pour les élèves.

Rédiger collectivement la synthèse permet également de rendre leur juste place à l'orthographe, à la syntaxe et aux règles de structuration du discours écrit. Rappelons que pour permettre aux enfants de se concentrer au maximum sur l'expression de leurs idées, l'orthographe est souvent délaissée provisoirement dans les écrits intermédiaires. La rédaction de la synthèse permet d'y revenir. L'introduction d'une synthèse toute faite, sans

réflexion sur la langue écrite, risquerait d'entretenir chez les enfants l'idée que leurs productions écrites sont définitivement exemptées des règles et conventions d'usage. Un autre écueil serait que l'enseignant soit alors tenté de travailler trop systématiquement la langue dans les écrits intermédiaires freinant ainsi l'expression de la pensée scientifique.

Enfin, la construction d'une synthèse avec l'aide de l'enseignant donne sans doute des pistes à l'élève pour la construction de ses écrits individuels futurs, pistes d'autant plus significatives qu'elles émanent de la classe et lui sont accessibles. Cependant, cette hypothèse n'a pas pu être éprouvée dans le cadre de notre recherche.

Dans le groupe de recherche, les synthèses ont été rédigées à diverses fins³⁶. Le plus souvent il s'agit d'un document consigné dans le cahier de science (par exemple lors des activités sur les mouvements du corps, les fruits, le château d'eau). Parfois elle est réalisée sous forme d'affiches exposées dans la classe (par exemple pour la chaîne alimentaire) tandis que d'autres affiches sont destinées à présenter les expériences à une autre classe (par exemple dans la mise en évidence de l'existence de l'air). Dans deux classes (où les élèves ont observé soit le lapin, soit le papillon), ce sont des synthèses semi-collectives sur affiches qui ont été rédigées. Elles n'ont pas été totalement finalisées.

Dans l'activité sur l'approvisionnement du château d'eau, la synthèse est rédigée, sous forme de schéma d'abord, sous forme de texte ensuite (*pl 15*). Cette approche permet de valoriser les deux modes d'expression et d'entreprendre un travail réflexif sur les complémentarités ainsi que les spécificités des deux modes d'expression. Le schéma comporte d'importantes caractéristiques de modélisation dont certaines étaient déjà présentes dans des productions de groupes : la succession des étapes est exprimée au moyen de flèches, le schéma est annoté par les termes appropriés tels potabilisation, filtrage, décantation, château d'eau, ... Dans la synthèse texte, la succession des étapes est présentée sous forme de liste numérative développant plus ou moins fidèlement les étapes schématisées précédemment. L'étape « on nettoie l'eau » est explicitée par les termes filtrage, décantation, potabilisation. Ces termes, à ce moment, sont peut-être peu porteurs de sens pour les élèves. Néanmoins, l'expression « nettoyer l'eau » est maintenant associée à ces étapes et l'ambiguïté entre nettoyage et lavage de l'eau sans doute levée : l'eau est nettoyée par filtrage, décantation et potabilisation et non par lavage (« avec de l'eau »). Le processus (et les concepts qui y sont liés) devrait être approfondi plus tard, à l'occasion de nouvelles activités. Le schéma montre en outre que les enfants ont construit un lien entre cette activité et la précédente relative à l'approvisionnement en eau des maisons.

Le souci de l'enseignant d'orienter le moins possible les enfants dans la construction de la synthèse finale pose le problème du statut de l'erreur et des imprécisions dans les synthèses. Ainsi, pour répondre à la question « d'où vient l'eau qui arrive au château d'eau ? », les enfants sont tentés de remonter dans le cycle de l'eau et de mentionner dans la synthèse, les nappes souterraines, les rivières, les lacs, mais également la pluie, les montagnes, les sources. Comme dans les écrits intermédiaires, réapparaît ainsi la confusion entre le cycle naturel de l'eau et le cycle de l'eau domestique. La recherche documentaire n'a pas ou peu éclairci la confusion. Or, le cycle de l'eau doit être envisagé et clairement distingué du circuit de l'eau domestique. Alors seulement, les relations entre les deux pourront être

³⁶ L'activité de construction de la synthèse n'a pu être observée que dans quelques classes, les autres synthèses nous ayant été données par les enseignants avec ou sans explications relatives à sa conception. Ainsi, il s'avère difficile de rendre compte des points forts et des difficultés rencontrées lors du processus de construction des synthèses.

établies. L'imbrication des deux concepts n'est pas simple à analyser et à comprendre, et le souci d'exhaustivité dont font preuve beaucoup d'élèves complique la tâche de l'enseignant. Pris dans l'activité, il n'a pas toujours le recul suffisant pour mettre directement le doigt sur la conception persistante qui freine de nombreux enfants.

Un autre exemple peut être repris de l'activité sur les fruits. Celle-ci s'est clôturée par la construction de la synthèse collective suivante :

« Les fruits

Ils poussent sur un arbre, un buisson, un arbuste, une plante. A l'intérieur, il y a des graines (noyaux, pépins) qui feront pousser une nouvelle plante, un arbre.

Le fruit est d'abord une fleur. »

En comparant cette synthèse aux écrits intermédiaires des élèves, on a pu constater de nombreux rapprochements, mais aussi des éléments nouveaux. Ainsi, dans leur écrit individuel, seuls quelques élèves faisaient mention du noyau ou des pépins tandis qu'un seul évoquait l'idée de fleur et encore de façon assez confuse.

Cet exemple illustre la complexité de la démarche. Pour assurer une cohérence interne à la synthèse construite et éviter de laisser apparaître une erreur scientifique, l'enseignant est amené à sélectionner les données fournies par les élèves. Il court alors le risque de laisser la majorité des élèves avec une conception forte, ici celle du fruit en tant qu'aliment sucré, conception qu'ils ne peuvent rattacher à rien et qui ne trouve pas sa place dans la synthèse³⁷.

Dans l'observation des mouvements du corps, la synthèse collective (*pl 47*) permet de dépasser la simple observation en proposant un début de généralisation et une interprétation de celle-ci, illustrée par un exemple. Ainsi, les enfants ont classé les mouvements en deux catégories relatives aux mouvements volontaires et involontaires.

En sciences, la référence aux écrits proposés par la communauté scientifique est fondamentale. A la synthèse de clôture d'une activité pourrait être joint un document scientifique. Mais l'introduction de celui-ci ne doit absolument pas donner une place secondaire à la synthèse construite. Au contraire, ce peut être l'occasion de les comparer, de relever les caractéristiques de l'un et de l'autre et de corriger éventuellement certaines erreurs sans en profiter pour introduire artificiellement un contenu nouveau. La synthèse construite est et doit rester un réel écrit scientifique, mais adapté à la classe et auquel les élèves peuvent faire référence ultérieurement.

Il peut arriver malgré tout qu'une telle construction ne soit pas envisageable à certains moments (l'enseignant ne se sent pas prêt à une telle démarche, la gestion de la classe ne le permet pas, le temps manque,...). L'enseignant pourrait alors rédiger seul la synthèse après l'activité, en veillant à se rapprocher au maximum des apprentissages réalisés et non sur base des objectifs qu'il s'était lui-même préalablement fixés. Cette synthèse pourrait être soumise à la classe et amendée si nécessaire.

³⁷ Une manière de résoudre cette difficulté serait de contraster les définitions du fruit en termes culinaires et en termes scientifiques, afin que les élèves perçoivent davantage les caractéristiques particulières de la définition d'un fruit dans le domaine des sciences, mais qu'ils puissent aussi travailler le sens exact de leurs conceptions les plus prégnantes.

Il faut insister encore sur la nécessaire diversification des approches afin d'éviter de figer l'enfant dans une démarche systématique qui peut lasser. Ainsi, malgré l'importance que nous reconnaissons à la construction d'une synthèse finale, le seul recours à une synthèse issue de la littérature scientifique peut se justifier dans certains cas, à condition qu'elle ne dépasse pas trop le cadre de la situation vécue et que les élèves aient en d'autres temps l'occasion de construire eux-mêmes des synthèses.

Ch.4. Perspectives pour la formation continuée des enseignants

Au terme de cette seconde année de recherche, des pistes de plus en plus précises se dessinent pour la formation continuée des enseignants. Ces orientations concernent aussi bien les contenus à aborder, que les approches méthodologiques à privilégier.

Nous avons soumis aux enseignants du groupe de recherche une liste de 24 thèmes³⁸ susceptibles d'être approfondis en formation continuée. Bien que nous ne disposions que de peu de réponses (5 questionnaires sur les 12 espérés), les intérêts prioritaires méritent d'être soulignés. Les thèmes jugés les plus importants et qui, aux yeux des personnes interrogées, devraient certainement être abordés en formation continuée, sont les trois suivants :

- « Ecrire et dessiner pour réfléchir. Importance des écrits intermédiaires. »
- « Un écrit final : pourquoi ? Comment ? »
- « Développer l'esprit critique et la rigueur en sciences. »

Sont également considérés comme prioritaires mais avec l'une ou l'autre nuance :

- « Les conceptions des élèves : leur impact sur l'apprentissage, leur évolution, leur résistance. »
- « Les chemins de la structuration : diversité et importance. »
- « L'illustration, le dessin d'observation : représenter le réel (les faits, les phénomènes) »
- « Oser poser des questions : une clé indispensable pour l'apprentissage scientifique. »
- « Dans le travail de groupe : exprimer son point de vue et entendre celui des autres (écouter, verbaliser, argumenter, confronter). »
- « Développer des comportements et des attitudes scientifiques pour préparer la structuration de démarches scientifiques. »

Il faut noter qu'aucun des autres thèmes proposés n'a été rejeté, ni même considéré comme peu important. Simplement les avis sont un peu plus partagés.

Ces opinions, ainsi que la réflexion menée durant ces deux années, nous permettent de définir quelques contenus prioritaires pour la formation continuée des enseignants en matière d'éveil scientifique en 3^e et 4^e années primaires. Nous y ajoutons quelques perspectives méthodologiques pour le travail avec les enseignants.

³⁸ Voir liste en annexe.

4.1. Les contenus à aborder en formation continuée en matière d'éveil scientifique

4.1.1. Encourager les élèves à adopter des comportements et des attitudes scientifiques

En sciences, les questions que se pose l'élève à l'occasion d'activités diversifiées constituent la clé de l'apprentissage. « Pour un esprit scientifique, écrivait Bachelard, toute connaissance est une réponse à une question. S'il n'y a pas eu de question, il ne peut y avoir connaissance scientifique. »³⁹

Le choix et la formulation de la situation de départ sont donc fondamentaux puis qu'ils vont engendrer un étonnement, une remise en cause, un questionnement chez l'enfant. Le problème peut être proposé d'emblée par l'enseignant ou suggéré par un élève ; il peut aussi naître d'une observation, d'une expérience surprenante. Le mode de fonctionnement choisi pour l'aborder, l'analyser et le résoudre provisoirement⁴⁰ est essentiel. Les savoirs sur lesquels portent les démarches constituent également un objectif d'apprentissage à condition d'être construits activement par les élèves. Du reste, dans une activité scientifique, rigueur des démarches et élaboration de savoirs nouveaux vont de paire⁴¹.

Parmi les nombreuses habitudes à mettre en place chez les élèves de 8-10 ans en matière d'éveil scientifique, on peut citer :

- (re)formuler des problèmes et des questions de manière de plus en plus précise et scientifique ;
- tenter des analogies, des mises en relations et des hypothèses explicatives ;
- élaborer des plans et des protocoles de recherche (choisir ce qu'on va observer, établir un protocole simple d'expérience, d'enquête ou d'observation, ...) ;
- comprendre ce que sont les variables et pourquoi en contrôler certaines⁴² ;
- reconnaître l'importance de la mesure et choisir des modalités adaptées (ne pas se fier seulement à ce qu'on perçoit) ;
- vérifier les faits (se montrer critique, reproduire une expérience, confirmer une observation, ...) ;
- prendre des notes et organiser les données recueillies (listes de faits, tableaux, organigrammes, ...) ;
- viser l'objectivité dans les observations ;
- découvrir et mettre en action le texte argumentatif ;
- choisir et réaliser des représentations graphiques adaptées (images, dessins, schémas, ...) ; les annoter ;
- communiquer ses idées, ses données, ses résultats à d'autres personnes ;

³⁹ G.Bachelard (1970).

⁴⁰ En sciences aucun problème n'est définitivement résolu. Les faits et les explications ne doivent pas être proposés aux enfants comme la vérité absolue mais plutôt comme un savoir accumulé au fil du temps par les scientifiques et dont ils ont éprouvé le degré de fiabilité.

⁴¹ Voir Geurden *et al.* (2002) ou Szterenbarg et Vérin (1999).

⁴² Avec les jeunes élèves, il n'est pas opportun de multiplier le nombre de variables à contrôler car leur développement cognitif ne permet pas une telle maîtrise. Il est donc rare, si pas impossible, de pouvoir mettre en place une expérimentation complète. Ce qui importe c'est de sensibiliser progressivement les élèves au nécessaire contrôle des variables.

- rechercher la documentation utile et sélectionner les informations ;
- comparer ses résultats avec ceux de la littérature scientifique ;
- construire une synthèse ;
- etc.

En 3e et 4e années primaires, l'approche progressive des éléments constitutifs d'une attitude scientifique nous semble plus porteuse que l'installation prématurée d'une démarche figée. En effet, ce qui caractérise toutes les approches scientifiques, ce n'est pas tant la succession d'étapes prédéfinies, que le questionnement et le souci de rigueur dans l'argumentation. Les élèves pourront construire plus tard une démarche scientifique structurée sur base des éléments préalablement acquis de manière significative. Cela suppose que les enfants soient dès le départ impliqués dans le travail scientifique, portant au fil du temps un regard métacognitif sur les actions entreprises et les savoirs engrangés.

4.1.2. Les chemins de la structuration : diversité et importance

La structuration des acquis en sciences ne se situe pas seulement au terme de l'activité, au moment de la synthèse finale. Au contraire, un ensemble d'interventions sont indispensables tout au long des découvertes et des expériences pour aider l'enfant à construire sa pensée et à organiser ses acquis. La synthèse en fin d'activité ne constitue qu'un maillon de cette chaîne complexe. En outre, des structurations plus larges peuvent être élaborées au cours de l'année scolaire voire sur plusieurs années.

Les approches structurantes sont multiples et complémentaires, et parmi elles, l'expression écrite joue un rôle fondamental. Ecrire est indispensable au développement de la pensée scientifique. C'est aussi une occasion fonctionnelle de mettre en action le langage écrit comme d'ailleurs d'autres formes symboliques permettant d'exprimer sa pensée (dessins, schémas,...). C'est enfin l'occasion de découvrir et de vivre la fonction argumentative du discours en sciences.

4.1.3. Intégrer l'écrit dans les activités scientifiques

4.1.3.1. Intérêt des élèves pour l'écrit

Nous avons pu observer lors de nombreuses activités que beaucoup de jeunes élèves éprouvent une réelle satisfaction à mettre leurs idées par écrit. Toutefois, ce plaisir est limité par la difficulté face aux règles du discours écrit et particulièrement l'orthographe. Nous avons noté que lorsqu'on les dispense provisoirement d'une orthographe correcte, il devient possible pour eux de se recentrer sur le sens du texte scientifique et de mettre en action d'autres compétences linguistiques, comme l'utilisation de connecteurs appropriés ou la structuration d'un discours argumentatif.

Cela ne signifie pas l'abandon de l'orthographe en sciences car elle aussi contribue à donner du sens au texte, mais une limitation provisoire des exigences dans ce domaine particulièrement complexe pour les jeunes élèves. A l'occasion de la synthèse finale, ou de certains écrits ciblés, les contraintes orthographiques seront envisagées avec l'aide de l'enseignant.

La tolérance de l'enseignant aux niveaux de langage de ses élèves et aux difficultés qu'ils rencontrent dans l'expression écrite, leur permet d'exprimer sans trop de contrainte leurs idées et leurs questions. C'est particulièrement important dans les milieux socio-culturels plus pauvres. On pourra, au fil du temps, revenir sur la manière de dire les choses et sur le choix de termes plus adéquats.

Par ailleurs, la possibilité de faire appel au dessin accentue le plaisir de l'écrit scientifique, du moins si, là encore, les exigences ne sont pas excessives, et si la part de fantaisie et d'expression qui caractérise les dessins d'enfants est acceptée telle quelle au départ. Un travail bien dosé sur les productions dessinées encouragera peu à peu certaines conventions et exigences de rigueur⁴³. Du reste, certaines productions d'élèves témoignent déjà d'un savoir faire limité mais bien réel à ce sujet.

On ne peut trop insister sur la nécessité d'encourager les élèves à écrire et de donner un sens aux écrits dans les apprentissages. Si on veut que les élèves intègrent progressivement les caractéristiques du discours scientifique, il est essentiel de préserver leur intérêt pour l'écrit en dosant soigneusement les exigences au fil du temps et en expliquant le sens.

4.1.3.2. Construire sur les productions des élèves

Les écrits des élèves méritent d'être valorisés car ils représentent un réel effort : exprimer son point de vue, organiser ses idées, mettre en action la langue écrite. C'est pourquoi il est important de ne pas appauvrir les textes des enfants en les épurant prématurément de tout élément inutile. L'enfant doit pouvoir s'approprier progressivement les règles des écrits scientifiques dans leur contexte fonctionnel. Les documents intermédiaires jouent un rôle essentiel dans ce sens.

L'enseignant se trouve ainsi confronté à une tâche délicate : corriger ce qui doit l'être et aider à améliorer les écrits, mais sans altérer la fierté et le plaisir nés des productions individuelles ou collectives. Une autre tâche est de permettre aux élèves de comprendre et d'éprouver le rôle spécifique des écrits en science. Pour cela, il est nécessaire que leurs productions trouvent un aboutissement : mise en commun des idées, création d'une affiche sur base des notes, recours aux aides-mémoire, organisation des données, réalisation d'écrits de synthèse, etc.

En outre, une comparaison des avantages et inconvénients des différents types d'écrits, le choix des écrits les plus pertinents à faire figurer dans un compte-rendu ou une affiche, l'explicitation de ce qu'est un schéma, une légende ou un titre, l'établissement des différences entre un récit et un compte-rendu, ... sont autant de démarches métacognitives qui peuvent encourager l'amélioration des écrits en aidant les élèves à mieux comprendre leurs fonctions et leurs caractéristiques propres.

En ce qui concerne la structuration du discours scientifique une aide peut être proposée sous forme d'amorces verbales ou dessinées : des questions guides, des phrases à compléter, des tableaux à remplir, un dessin à annoter, ... sans que jamais ces éléments ne deviennent des chemins systématiques et artificiels.

⁴³ Il est aussi important de ménager des moments pour d'autres types de dessins que le dessin scientifique afin que l'élève puisse en découvrir plus clairement les particularités.

Enfin, une attention particulière doit être accordée aux erreurs de contenu qui se glissent dans les comptes-rendus, les explications, les observations ou les synthèses. L'erreur fait partie intégrante de la réflexion qui se construit. Mais est-il possible d'aborder toutes les erreurs individuelles et à tout moment ? La situation est également difficile lorsque les élèves élaborent ensemble une synthèse et souhaitent qu'y figure une idée « fausse » ou encore lorsque les groupes affichent les résultats de leur travail et qu'une erreur s'est glissée dans leur document.

Il est évident que les erreurs de contenu doivent être corrigées mais il est parfois difficile de préciser quand et comment. Parmi les stratégies les plus porteuses, on trouve les questions de clarification ou de justification : « Es-tu certain que... ? » « As-tu réellement vu que... ? » « Qu'est-ce qui te permet de dire que ... ? » « Pourrais-tu reformuler autrement cette affirmation ? » Etc. Certaines erreurs peuvent faire l'objet d'une correction immédiate, comme certaines maladresses ou confusion de mots (ex. annuaire au lieu d'annulaire), bien que, dans certains cas, une erreur apparemment anodine peut correspondre à des conceptions fausses (Exemple : « vent » ou « oxygène » pour « air »). D'autres erreurs méritent un débat, surtout lorsqu'un conflit socio-cognitif se fait jour à ce propos. Parfois, il ne s'agit pas vraiment d'erreurs mais d'éléments trop ambigus pour être laissés tels quels. Dans les écrits terminaux finalisés, les erreurs doivent avoir été corrigées et la correction comprise par tous, d'autant plus que ces écrits sont susceptibles d'être communiqués à d'autres ou de figurer dans la farde de sciences comme documents de référence.

Par contre, certaines imprécisions peuvent être laissées : on pourra y revenir et les clarifier à l'occasion d'autres activités. On peut aussi proposer, à côté de l'écrit de synthèse des élèves, un document scientifique apportant un complément d'informations.

4.1.3.3. Complémentarité des textes et des dessins

Dans les écrits peuvent figurer des textes et des dessins dont la fonction est complémentaire. Nous avons montré que les enfants pressentent les complémentarités de ces deux formes d'écrits. Les apports de chacune, leurs difficultés, les conventions qui les accompagnent, ... sont autant de thèmes à débattre pour encourager un usage plus conscient des différents types d'écrits.

En particulier en ce qui concerne les productions dessinées en sciences, des souhaits de plus en plus explicites peuvent être formulés. Tout d'abord, on peut aider les élèves à évoluer vers plus de réalisme et d'objectivité en leur apprenant à bien regarder ce qu'ils dessinent. Il est aussi nécessaire de prendre une distance par rapport aux objets dessinés : tout ne peut être montré dans un dessin. Il faut choisir ce qu'on va représenter et le point de vue auquel on va se placer. Il faut aussi éviter les détails inutiles s'ils cachent l'essentiel.

Apprendre à annoter ses dessins est aussi important et la complémentarité des mots et des représentations graphiques est particulièrement travaillée dans ce cas : titres, légendes, petits commentaires qui aident le lecteur à comprendre, utilisation de signes conventionnels comme les flèches, les accolades, ...

Bien entendu, l'enfant doit comprendre dans quel but il dessine : s'agit-il d'une simple illustration ? De la description d'une expérience ou de ses résultats ? S'agit-il de remplir une fiche de synthèse ? De préparer une communication à d'autres personnes ? De noter ses observations en cours de route ? Etc.

Enfin, les élèves peuvent commencer à construire des schémas simples et à découvrir leur usage en sciences et leurs particularités. D'ailleurs, certaines productions scientifiques enfantines sont déjà à mi-chemin entre le dessin (concret, figuratif) et le schéma (abstrait, modélisant).

Ainsi, textes et productions graphiques peuvent se compléter mutuellement et servir la structuration des acquis et la construction des savoirs. Mais il arrive que des enfants n'aient pas dessiné ou éprouvent de grandes difficultés à le faire. Ils préfèrent alors le texte. Même s'il leur faut apprendre peu à peu à utiliser le langage graphique indispensable en science, la possibilité de faire une place plus grande au texte ne doit pas être négligée. En 3^e et 4^e années, l'expression et la structuration des idées doivent être privilégiées.

4.1.3.4. Les écrits intermédiaires

Il s'agit surtout de faire une place réelle à ces écrits, c'est-à-dire leur restituer une fonction dans l'élaboration de la pensée. Il ne s'agit pas de « brouillons » qui précèdent une mise au net comme dans le cas d'un texte préparé pour une affiche. Mais il s'agit d'éléments sur lesquels on peut revenir pour progresser. Même si elles sont peu finalisées, ces notes intermédiaires offrent l'avantage d'être détaillées, contextualisées et de s'attacher à des exemples précis.

Elles méritent donc une place dans les fardes de sciences mais à titres divers qui peuvent être signalés par l'usage de feuilles de couleur, par exemple. Un cahier d'expériences ou d'observation peut être également utile dans ce but.

4.1.3.5. Construction de l'écrit final

Cet écrit est certainement le plus complexe à travailler. Si chacun s'accorde à lui donner une fonction et une importance primordiales, la manière de l'aborder et de le construire avec les élèves est loin d'être définie.

Tout d'abord, sa fonction doit être clarifiée aux yeux des élèves : document qui figurera dans le classeur, communication à d'autres élèves, aide-mémoire à afficher en classe, récolte de données à conserver, etc. Selon l'objectif, il s'agira de déterminer quelles idées seront retenues. Il est rare qu'on puisse tout garder. Une sélection s'impose avec l'aide de l'enseignant.

Les idées retenues doivent alors être organisées en un ensemble cohérent : titres et sous-titres, présence de dessins, de tableaux de données, listes d'observations ou texte suivi, ... Ici les exigences du langage écrit, en particulier la syntaxe et l'orthographe, seront respectées. Un vocabulaire adéquat peut être introduit au besoin.

Ainsi, la synthèse construite et finalisée avec les élèves est porteuse de signification pour eux et constitue un réel écrit scientifique auquel ils peuvent se référer dans la suite tant au niveau des contenus abordés qu'au niveau des modalités de construction. Ce document peut être accompagné dans certains cas d'un extrait tiré d'un ouvrage scientifique afin de préciser des points restés ambigus.

Il peut arriver parfois que la synthèse collective ne puisse être réalisée avec les élèves. A ce moment l'enseignant pourrait proposer lui-même un court document rédigé sur base du travail fait en classe, et ne comportant pas d'informations introduites artificiellement. Cet écrit de l'enseignant serait soumis aux élèves et amendé le cas échéant.

Enfin, les activités de synthèse peuvent engendrer de nouvelles questions. La liste de celles-ci, conservée au tableau ou dans les fardes, constituera un aide-mémoire utile pour l'approfondissement de l'un ou l'autre sujet.

4.1.4. Préparer et gérer les activités

4.1.4.1. Limiter les champs de recherche

La plupart des enseignants ont une longue habitude des préparations de leçons et connaissent toute l'importance de ces démarches. En sciences cependant il est parfois bien difficile de savoir comment être le plus efficace.

Trois questions au moins restent souvent préoccupantes :

- « Que dois-je savoir au départ sur l'objet d'étude ? Jusqu'à quel point faut-il m'informer ? »
- « Comment ne pas partir dans toutes les directions ? Quels aspects de la situation, du sujet, retenir en priorité ? »
- « La ou les expérience(s) prévues vont-elles « marcher » ? Obtiendrais-je les résultats escomptés ? »

Il est évident que les enseignants ne peuvent se transformer en encyclopédie vivante. Néanmoins, il n'est pas possible de prévoir une activité scientifique sans s'être informé préalablement des caractéristiques de l'objet ou des faits étudiés. Emporter avec soi quelques ouvrages de référence peut s'avérer utile. Mais il est nécessaire que les enfants comprennent qu'en sciences, les recherches documentaires sont indispensables, qu'il s'agisse d'un simple dictionnaire, d'une encyclopédie ou d'un ouvrage spécialisé. A l'occasion d'une interview sur une activité de recherche documentaire, le dialogue suivant a été enregistré :

- *Comment as-tu fait pour trouver ?*
- Ben euh... J'ai attendu au tableau ... J'ai réfléchi en attendant.
- *Tu as réfléchi... Tu peux expliquer un peu à quoi tu as pensé ?*
- Ben elle (L'enseignante) nous a mis des fiches devant nous. On a regardé et on devait regarder qui la mangeait (la mésange bleue) mais c'était pas écrit.
- *Tu a regardé dans quelles fiches pour voir qui mangeait la mésange ?*
- Euh... toutes celles de ma table.
- *Et il n'était pas écrit ?*
- Non
- *Et comment Madame le sait-elle, elle ?*
- Ben parce que c'est une Madame ! (rire)
- *Ah alors elle sait tout comme cela, elle ?*
- Ben non. Mais parce que c'est le professeur, c'est elle qui nous l'enseigne. Donc c'est elle qui le sait.
- *Oui, mais où a-t-elle trouvé l'information ?*
- Euh... Ben dans les fiches ?

On le voit, il est indispensable que les élèves acceptent que l'enseignant ne peut tout connaître et qu'il apprend lui aussi en consultant des ressources documentaires diversifiées.

Une autre question qui se pose fréquemment en science est liée à la complexité et à l'interdépendance de nombreux contenus abordés. Les enfants, procédant par analogies ou extrapolations, peuvent élargir le champ étudié de manière parfois inattendue. C'est pourquoi dans la préparation des activités scientifiques, il est grandement souhaitable pour l'enseignant de réaliser une revue rapide de ce qu'il connaît et des questions qu'il se pose à propos du thème choisi. Une manière simple de procéder est de réaliser une carte conceptuelle du sujet étudié, de s'informer des points obscurs et de sélectionner les points à traiter en priorité en classe.

Enfin, une des craintes souvent formulées par les enseignants est le risque de voir échouer une expérience. Tout d'abord, il faut considérer que dans les activités scientifiques, il est rare, même dans les conditions optimales, de pouvoir maîtriser toutes les variables en jeu dans une situation : les graines qu'on espère voir germer ne sont pas toutes de même qualité, le plan incliné qui doit servir à étudier la chute des corps s'avère trop lisse, trop souple ou trop large, les thermomètres utilisés ne présentent pas un même degré de précision, les lampes de poche rassemblées pour étudier l'ombre et la lumière ne donnent pas toutes le même faisceau lumineux, etc.. Toutes ces mésaventures peuvent dérouter les enseignants parce que l'expérience « ne marche pas » comme ils le souhaitaient, parce qu'elle donne des résultats inattendus qu'on ne sait comment expliquer, parce les groupes d'élèves n'arrivent pas au même résultat, etc. C'est sans doute une des raisons pour lesquelles on retrouve souvent dans les classes le même type d'expériences : « celles qui marchent ». Il est pourtant essentiel que les enfants comprennent qu'en sciences, même les résultats inattendus méritent attention et analyse. Dans l'histoire des sciences, ce sont souvent de tels faits qui ont conduit à des découvertes importantes⁴⁴. Par ailleurs, les enfants doivent aussi comprendre que la rigueur et la précision s'imposent dans les manipulations. Cet apprentissage n'est pas toujours facile pour les jeunes élèves centrés sur l'action et les effets immédiats. Enfin, la comparaison de résultats différents entre groupes offre des opportunités d'analyse particulièrement riches tant au niveau du contrôle des variables que du soin apporté aux recherches et manipulations.

Néanmoins, il est plus que souhaitable que l'enseignant essaie lui-même toutes les expériences utiles à l'activité, afin de prévoir le matériel le plus pertinent (d'autant que, le plus souvent, celui-ci doit être constitué avec les moyens du bord), d'être attentif à l'un ou l'autre petit détail qui peut faciliter les démarches, de réfléchir aux difficultés qui peuvent se présenter ou à la manière d'interpréter certains résultats. Il en va de même pour l'observation : s'être renseigné sur tel animal, tel végétal ou tel milieu de vie peut faciliter grandement le dialogue avec les élèves.

Cette préparation demande du temps et rebute souvent les enseignants. L'appel à une documentation précise, à l'expérience d'un collègue, aux compétences d'un expert, aux ressources d'Internet, ... peuvent les aider. Certains documents de référence pour l'enseignement proposent des exemples ainsi qu'une information de base sur les thèmes traités. En outre, au fur et à mesure que l'enseignant travaille les sujets scientifiques, ses connaissances s'accroissent, sa documentation s'accumule et constitue un acquis pour les années suivantes.

⁴⁴ L'histoire de ces découvertes peut aussi être racontée aux élèves.

4.1.4.2. Gérer les groupes

La gestion des petits groupes d'élèves lors des travaux scientifiques pose des problèmes spécifiques souvent relevés par les enseignants. Nous en retiendront trois qui se sont posés à titres divers lors de la présente recherche :

- la nécessité de démultiplier le matériel ;
- les tâches attendues des groupes : semblables ou complémentaires ;
- le fonctionnement interne des petits groupes.

La nécessité de démultiplier le matériel, surtout si la classe est nombreuse, constitue un frein important à l'organisation d'expériences en petits groupes. C'est pourquoi les enseignants préfèrent les activités qui demandent peu de matériel ou un matériel facilement démultipliable à peu de frais. Bien sûr, les enfants peuvent apporter certaines choses : par exemple, chacun un fruit, une lampe de poche par groupe, une fleur, de la documentation. Mais dans ces cas, l'enseignant doit se préparer à gérer la diversité des apports et une standardisation des expériences est quasi impossible.

Une autre source de préoccupation est la gestion des activités entre les groupes : chaque groupe fera-t-il la même expérience avec confrontation des résultats dans la suite ? Les expériences menées dans les groupes seront-elles différentes, ce qui permet d'utiliser un matériel totalement ou partiellement différent, mais pose la question de la mise en commun ? Chez les élèves, les « passerelles » entre des expériences différentes, les mises en relation ne se font pas souvent spontanément. Elles doivent être sollicitées par les enseignants. En outre, chez les jeunes élèves, l'envie de voir ce qui se passe chez les voisins peut engendrer une certaine dissipation. Une « tournante » des activités entre les groupes ou la possibilité d'essayer ce que les autres ont fait peut éviter ce désagrément.

Enfin, les petits groupes peuvent fonctionner de manière très différente. Si certains font preuve d'une maturité et d'une efficacité étonnantes, d'autres passent beaucoup de temps à partager les tâches, à se disputer sur un détail, à contester les leaderships qui se font jour, à refuser le prêt d'un matériel personnel, à vouloir accomplir une tâche jugée plus « valorisante », etc. Des consignes claires, un petit dossier à remplir, ... peuvent limiter en partie ces phénomènes. La capacité de s'exprimer et d'écouter les autres, indispensables pour le travail en équipe et la collaboration, nécessitent un apprentissage dont les premiers jalons doivent être posés le plus tôt possible dans la scolarité, pour être développés progressivement au fil du temps.

4.1.5. Les élèves en difficulté

Tous les élèves, quelles que soient leurs capacités et leur origine socio-culturelle, peuvent s'impliquer - souvent avec intérêt - dans les activités scientifiques. Néanmoins, tous n'en dégagent pas les mêmes apprentissages.

En particulier, dès qu'on passe à l'expression écrite, des difficultés peuvent surgir. Nous avons souligné déjà que les exigences peuvent et doivent être dosées en fonction du niveau général de la classe et des capacités propres de chaque élève. L'orthographe et la syntaxe doivent être subordonnées à l'expression de la pensée, afin que chacun ose entrer dans

l'écrit en oubliant provisoirement une part des contraintes propres à ce langage. Mais parfois, des élèves ont besoin de plus de temps pour s'aventurer dans l'écrit ou se sentent rebutés par certains sujets. Respecter les hésitations, soutenir les premiers pas, orienter les élèves vers le dessin, peuvent les aider à dépasser les premiers blocages. De même, les travaux de groupe peuvent encourager les plus démunis à s'investir dans les activités d'écriture.

Malgré tout, il peut arriver que quelques élèves se montrent rapidement découragés par l'écrit : ils ne savent ce qu'il faut écrire ou dessiner ni comment le faire. Parfois, ils s'essaient à quelques crayonnages ininterprétables, attendent pensivement en suçant leur crayon, lorgnent sur la feuille du voisin, ou distraient leurs condisciples de multiples façons. Ces élèves sont souvent plus à l'aise dans l'action que dans la symbolisation écrite. Il est toutefois important de trouver pour eux des chemins appropriés : limitation des exigences dans l'écriture, réduction du temps à y consacrer, liberté dans le choix de dessins ou de textes, encouragement des réalisations et des efforts, valorisation des idées, suivi plus important pendant les activités individuelles, intégration à des groupes susceptibles de les soutenir, ... Les solutions toutes faites n'existent pas et chaque cas mérite d'être envisagé dans ses particularités. Ces élèves, malgré leurs difficultés, peuvent vivre les sciences de manière positive surtout si on aborde des thèmes qui les interpellent personnellement.

Enfin, il faut noter que dans certains milieux socio-culturels, il est difficile, parfois même impossible, d'aborder certains sujets considérés comme tabous. Quelques jalons peuvent cependant être posés avec un maximum de nuances et de respect des familles.

4.2. Aspects méthodologiques à privilégier en formation continuée

Les démarches mises en place dans le travail commun avec les enseignants au sein du groupe de recherche offrent des perspectives intéressantes pour la gestion des activités en formation continuée.

Une première piste est certainement l'importance de confronter d'emblée les enseignants à une activité scientifique de niveau adulte, mais facilement transférable en classe. Ils peuvent ainsi vivre puis analyser chaque étape et appréhender plus finement ce que sont les attitudes et les comportements qui caractérisent une démarche scientifique. Cette expérience vécue peut alors conduire à l'approche de dispositifs méthodologiques appropriés aux jeunes élèves.

Un second élément particulièrement porteur est la mise en commun d'activités menées dans les classes et leur analyse, non pas pour en faire la critique mais pour tenter de comprendre les faits vécus ou observés, d'en dégager des pistes d'action positives et de rapprocher les considérations théoriques et pratiques. La préparation commune d'activités est aussi très appréciée parce qu'elle permet la mise en commun d'idées, de documentation voire de matériel. En outre, la mise en évidence des stratégies positives que les enseignants adoptent souvent intuitivement est une source de valorisation et de reconnaissance du savoir-faire professionnel des participants.

Une troisième approche, riche d'informations et très appréciée, est la confrontation avec la pensée de l'enfant telle qu'elle se manifeste lors d'observations, d'interviews, de

productions écrites diverses. L'approfondissement d'un thème comme celui de la structuration progressive des acquis peut fournir une grille de lecture particulièrement fructueuse.

Enfin, la proposition de référents écrits est indispensable tant en ce qui concerne la réflexion théorique que des exemples concrets d'activités.

Conclusion

Au cours de la première année de la recherche, nous avons montré que la structuration des acquis en sciences se prépare tout au long des activités. La réalisation de synthèses finales et le transfert des acquis constituent des chaînons essentiels de la démarche mais seraient impossibles sans un travail préalable avec les élèves. Ce travail se doit d'être riche et varié et de faire appel à l'action, aux échanges avec les pairs ainsi qu'à l'écriture.

Durant la deuxième année du projet, nous avons mis l'accent sur les productions écrites des élèves. Ainsi, nous avons pu montrer qu'en la matière, les élèves font déjà preuve de savoir-faire intuitifs, si on les place dans des conditions appropriées. Toutefois, ces savoir-faire doivent être élargis, clarifiés, approfondis, tant en ce qui concerne les productions graphiques que les textes. Nous avons mis également en évidence le fait que ces tâches d'écriture ne rebutent pas les élèves, mais au contraire, qu'elles les motivent et les valorisent si les contraintes imposées sont bien dosées.

Enfin, nous avons dégagés de ces deux années de recherche un ensemble de thèmes susceptibles d'être abordés dans le cadre de la formation continuée des enseignants. Nous avons aussi suggéré quelques pistes méthodologiques intéressantes.

Ainsi, au cours de ces deux années, la recherche a réuni un ensemble d'expériences, de données, d'analyses et de réflexions qu'il s'agit maintenant de compléter d'une part, et de concrétiser dans un document à destination des enseignants d'autre part.

Bien que nous ayons abordé dans notre étude de nombreux aspects de la structuration des acquis en sciences, nous n'avons pu consacrer suffisamment de temps aux tableaux, graphiques, organigrammes et autres modes de classement et de présentation des données scientifiques. Il est vrai que ces productions sont peu fréquentes en 3^e et 4^e années. Néanmoins des jalons peuvent être posés et le sont d'ailleurs déjà dans certaines classes. Une part de l'année prochaine pourrait être consacrée à ce sujet ainsi qu'à un approfondissement des activités de synthèse.

Le reste de l'année devrait permettre la rédaction d'une brochure reprenant de manière pratique et illustrée les thèmes principaux envisagés durant l'étude. La recherche déboucherait ainsi sur des pistes concrètes à exploiter tant dans la vie des classes que dans la formation continuée des enseignants.

Bibliographie

- Allal L. (1988). Vers un élargissement de la pédagogie de maîtrise : processus de régularisation interactive, rétroactive et proactive. In M. Huberman (Ed.) *Assurer la réussite des apprentissages scolaires ? Les propositions de la pédagogie de maîtrise*. pp. 86-126. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.
- Astolfi J.P., Darot E, Ginsburger-Vogel Y., Toussaint J. (1997). *Mots clés de la didactique des sciences*. Paris-Bruxelles : De Boeck Université.
- Astolfi J.P., Darot E., Ginsburger-Vogel Y., Toussaint J. (1997). *Pratiques de formation en didactique des sciences*. Paris-Bruxelles : De Boeck
- Astolfi J.P., Perterfalvi B., Vérin A. (1998, rééd. 2001). *Comment les enfants apprennent les sciences*. Paris : Retz.
- Balpe, Cl.(1991). *Les sciences physiques à l'école élémentaire*. Paris : A.Colin.
- Bernasconi L. et al (2003.). *Recherche – Action – Formation*.
<http://tecfa.unige.ch:8888/riat140/59>
- Boulloire B. (1996). *Styles cognitifs et utilisation différenciée des schémas. Quelques éléments de réflexion*. <http://www.urfist.cict.fr/styles.html>
- Brown J.S., Collins A. et Duguid P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 181 (1), 32-42.
- Callon M. (1986). *Eléments pour une sociologie de la traduction*. L'année sociologique, 36, pp 169-208.
- Cappeau P. (2000). Ce que nous apprend la morphosyntaxe. In Fabre-Cols Cl. (dir.) : *Apprendre à lire des textes d'enfants*. Bruxelles : De Boeck
- Catel L. (2001). Ecrire pour apprendre ? Ecrire pour comprendre ? Etat de la question. *Aster*, n° 33, 3-16.
- Chabanne J-C., Bucheton D. (2001). *Les écrits intermédiaires*, DFLM n°26 « Ecrire pour apprendre », Villeneuve d'Ascq.
- Charlier E et Charlier B. (1998). *La formation au cœur de la pratique*. Bruxelles : De Boeck.
- Cohen L., Manion L., Morrison K. (2000). *Research methods in education* (5^{ème} édition). London ; NY : Routledge/falmer.
- Crahay M. (1999). *Psychologie de l'éducation*. Paris : P.U.F.
- Cros F. (dir) (2000). *Le transfert des innovations scolaires : une question de traduction*, Paris : INRP

Delcambre I., Dolz J., Simard C. (2001). *Ecrire pour apprendre : une activité complexe aux sens multiples*, DFLM n°26 « Ecrire pour apprendre », Villeneuve d'Ascq.

Deldime R. et Vermeulen S. (1997). *Le développement psychologique de l'enfant*. Bruxelles : De Boeck et Belin, 7^{ème} éd.

Demonty, I., Fagnant A., Straeten MH. (2002). Quelques résultats d'une épreuve externe en Eveil-Initiation scientifique soumise aux élèves de 5^{ème} année primaire en octobre 2001. *Les Cahiers du Service de Pédagogie expérimentale*. N° 9-10.

De Vecchi G. (1992). *Aider les élèves à apprendre*. Paris : Hachette.

De Vecchi G. et Carmona-Magnaldi N. (2002). *Faire vivre de véritables situations-problèmes*. Paris : Hachette.

Dove J.E., Everett L.A. and Preece P.F.W. (1999). Exploring a hydrological concept through children's drawings. *International Journal of Scientific Education*. Vol.21, n°5, pp. 485-497.

Ducrot A. et Schaeffer J-M. (1995). *Nouveau dictionnaire encyclopédique des sciences du langage*. Paris : Seuil.

Fabre-Cols Cl. (2000). Avant-propos. In Fabre-Cols (dir.) : *Apprendre à lire des textes d'enfants*. Bruxelles : De Boeck.

Fabre-Cols Cl. (2000). De la situation de production à l'interprétation du texte : contexte, matériau, lisibilité.. In Fabre-Cols (dir.) : *Apprendre à lire des textes d'enfants*. Bruxelles : De Boeck.

Fourez G. et Englebert-Lecomte V. (1999). Enseigner les démarches scientifiques. *Probio-revue*, n°1, 3-15.

Garcia-Debanc, C. (1995) Interaction et construction des apprentissages dans le cadre d'une démarche scientifique. *Repères*, n°12.

Gauthier C., Desbiens J-F., Martineau St. (2003). *Mots de passe pour mieux enseigner*. Laval : Presses de l'Université.

Gemenne L., Lesjeune M., Leroy A., Romainville M. (2001). *Ecrire pour apprendre les sciences*, DFLM n°26 « Ecrire pour apprendre », Villeneuve d'Ascq.

Geurden C., Hanck M., Giot B., Bouxin G. (2002). Initiation à une pédagogie active de l'éveil scientifique. Analyse d'une démarche d'observation en formation continuée d'enseignants. *Cahiers du Service de Pédagogie expérimentale de l'Université de Liège*, n°9-10, pp.201-217.

Giordan A. (1998). Les conceptions de l'apprenant. Un tremplin pour l'apprentissage. J.Cl.Ruano-Borbolan (Dir.) *Eduquer et former*. Auxerre : Ed . Sciences humaines.

- Giordan A. (1999). *Une didactique pour les sciences expérimentales*. Paris : Belin.
- Giordan A., Guichard F., Guichard J. (2001). *Des idées pour apprendre*. Nice : Z-Editions. Delagrave.
- Giot B., Quittre V. (2004). *Développer avec les enseignants des dispositifs pédagogiques qui permettent d'intervenir de façon formative dans la construction des compétences des élèves en sciences*. Service de Pédagogie expérimentale de l'Université de Liège. Rapport de recherche à diffusion restreinte.
- Groupe de Pilotage départemental 80 pour l'Enseignement scientifique (s.d.) *Le compte rendu en sciences*. <http://www.ac-amiens.fr/amiens5/sciences/>
- Jaubert M. et Rebiere M. (2001). Pratiques de reformulation et construction de savoirs, *Aster*, n° 33, pp 81-110
- Kemmis S. (1997). Action Research. In J.P. Keeves (ed), *Educational Research, Methodology and Measurement : International Handbook* (second edition). Oxford : Elsevier Science Ltd., 173-9.
- Kemmis S. and Mc Taggart R. (eds) (1992). *The Action Research Planner* (third edition). Geelong, Victoria, Australia : Deaking Univertity Press.
- Legault JP.(2004). *Former des enseignants réflexifs*. Québec : Les Editions Logiques.
- LIEU (sd). *Cahier de laboratoire*. Région wallonne de Belgique.
- Liu M. (1997). *Fondements et pratiques de la recherche-action*, Paris : L'Harmattan
- Marcel J.F. (1999). La démarche de recherche-formation. Propositions pour un trait d'union entre la recherche et la formation dans le cadre de la formation continue des enseignants. *Recherche et formation*, n° 32, 89-100.
- Ministère de l'Education de la Communauté française (1999). *Socles de compétences*. Bruxelles.
- Ministère de l'Education de la Communauté française (1997). *Mon école comme je la veux ! Ses missions. Mes droits et mes devoirs*. Bruxelles : décret du 24/7/1997.
- Oliverio Ferraris A. (1980) *Les dessins d'enfants et leur signification*. Verviers : Marabout.
- Peraya D., Nyssen M.C. (1995). *Les paratextes dans les manuels scolaires de biologie et d'économie. Une étude comparative*. Université de Genève : Cahier n° 78.
- Peraya D. (1995). Vers une théorie des paratextes : images mentales et images matérielles. *Recherches en communication*, n°4, 1-38.
- Piaget J. (1966). *Le langage et la pensée chez l'enfant*. Paris : Delachaux et Niestlé.

Piaget J. et Inhelder B. (1^{ère} édition 1972). *La représentation de l'espace chez l'enfant*. Paris : PUF.

Richard (1995) *Les activités mentales*. Paris : PUF.

Sanchez E., Prieur M., Devallois D. (2003). *Formation initiale et continue des enseignants en Sciences de la terre. Quels besoins pour quelle évolution des pratiques ?* Lyon : INRP. (<http://www.inrp.fr/acces/biotic/enquete-ST/index.htm>.)

Simard C. (2001). *Aperçu des études anglo-saxonnes sur le rôle de l'écriture dans l'apprentissage*, DFLM n°26 « Ecrire pour apprendre », Villeneuve d'Ascq.

Szterenbarg M. et Vérin A. (1999). Une mare, deux mares, des écrits. *Les Cahiers pédagogiques*, n° 373, 35-37.

Thouin M. (1997). *La didactique des sciences de la nature au primaire*. Sainte-Foy (Québec) : MultiMondes.

Tiberghien A. (2002). *Des connaissances naïves au savoir scientifique*. Lyon : Université Lunière Lyon 2.

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

Van der Maren (1999). *La recherche appliquée en pédagogie (Des modèles pour l'enseignement)*. Bruxelles : De Boeck

Warwick P., Stephenson Ph., Webster J. (2003). Developing pupils' written expression of procedural understanding through the use of writing frames in science: findings from a case study approach. *International Journal of Science Education*. Vol.25, n°2, pp.173-192.

Zahouani K. (2004). Le dessin d'observation. *Magarts*: la question du dessin (2).

**Développer avec des enseignants des dispositifs
pédagogiques qui permettent d'intervenir de façon
formative dans la construction des compétences des
élèves en sciences**

Projet subsidié par l'AGERS

ANNEXES

Août 2005

*Bernadette GIOT
Valérie QUITTRE*

SOMMAIRE

<u>ANNEXE 1 : DESCRIPTION DES ACTIVITÉS MENÉES DANS LES CLASSES</u>	3
<u>1.1. L'EXISTENCE DE L'AIR</u>	3
<u>1.2. LA CHAÎNE ALIMENTAIRE</u>	3
<u>1.3. L'ARRIVÉE DE L'EAU DANS LES MAISONS</u>	3
<u>1.4. L'ARRIVÉE DE L'EAU AU CHÂTEAU D'EAU</u>	4
<u>1.5. L'OMBRE ET LA LUMIÈRE</u>	4
<u>1.6. LES BOULES DE FRIGOLITE</u>	4
<u>1.7. LES FRUITS</u>	4
<u>1.8. LA MAIN</u>	5
<u>1.9. LES MOUVEMENTS DU CORPS</u>	5
<u>1.10. LES PAILLONS</u>	6
<u>1.11. LE LAPIN</u>	6
<u>ANNEXE 2 : TABLEAU RÉCAPITULATIF DES ACTIVITÉS MENÉES DANS LES CLASSES</u>	7
<u>ANNEXE 3 : ANALYSE DÉTAILLÉE DES TROIS PREMIÈRES ACTIVITÉS (CF. RAPPORT PROVISOIRE DE FÉVRIER 2005)</u>	8
<u>3.1. LA CHAÎNE ALIMENTAIRE</u>	8
<u>3.2. LA MISE EN ÉVIDENCE DE L'AIR</u>	14
<u>3.3. LE TRAJET DE L'EAU DOMESTIQUE</u>	20
<u>ANNEXE 4 : LISTE DES THÈMES PROPOSÉS AUX ENSEIGNANTS DU GROUPE DE RECHERCHE EN VUE DE PRÉPARER LE DOCUMENT À DIFFUSER</u>	26
<u>ANNEXE 5 : PRODUCTIONS DES ÉLÈVES</u>	27

Annexe 1 : Description succincte des activités menées dans les classes

1.1. L'existence de l'air

Nombre de classes concernées :4

Nombre d'élèves concernés : 90

Niveaux: 3^e - 4^e

Une expérience est réalisée par l'enseignant : un mouchoir en papier est placé au fond d'un gobelet en plastique transparent. Celui-ci est renversé et plongé verticalement dans un aquarium rempli d'eau : « Que va-t-il se passer ? ». Les prédictions sont exprimées oralement ou par écrit. Après réalisation de l'expérience par l'enseignant devant la classe, les enfants sont amenés à décrire et/ou tenter d'expliquer, oralement ou par écrit, le phénomène observé. Ensuite, et suivant les classes,

- soit les enfants se sont attachés à vérifier et mettre en évidence la présence de l'air dans le gobelet ;
- soit au travers de nouvelles expériences, ils ont approfondi le concept « l'air est une matière, il occupe de la place » et/ou ont tenté d'aborder d'autres propriétés de l'air.

1.2. La chaîne alimentaire

Nombre de classes concernées :3

Nombre d'élèves concernés : 51

Niveaux: 3^e - 4^e

Après une évocation de la forêt, les élèves ont été amenés à faire une recherche documentaire sur un certain nombre d'animaux choisis par l'enseignant. Selon les classes, la documentation a été ou non présélectionnée. La recherche est guidée par une « carte d'identité » à remplir, celle-ci abordant essentiellement l'alimentation des animaux. Sur cette base une chaîne alimentaire est construite et commentée. Une définition de la chaîne alimentaire est construite.

1.3. L'arrivée de l'eau dans les maisons

Nombre de classes concernées :3

Nombre d'élèves concernés : 90

Niveaux : 3^e - 4^e

Le point de départ est la question de l'arrivée de l'eau dans les maisons : d'où vient-elle ? Comment arrive-t-elle ? A l'occasion d'un premier relevé (individuel ou collectif) des conceptions, des hypothèses descriptives et explicatives sont formulées par les enfants. Un passage par une expérimentation directe avec des tuyaux et de l'eau est ensuite proposé. Un rapprochement entre les questions de départ et l'expérimentation est alors tenté. Quelques idées clés sont mises en évidence.

1.4. L'arrivée de l'eau au château d'eau

Nombre de classes concernées : 1

N d'élèves concernés : 24

Niveaux : 3^e - 4^e

Cette activité fait suite à la précédente. Mais il s'agit cette fois de découvrir d'où vient l'eau du château d'eau. Après expression des conceptions par écrit, les enfants consultent en groupe des documents sur le sujet. Ils sont ensuite invités à reformuler leur point de vue sur la question. Enfin, une synthèse collective est réalisée (schéma et texte).

1.5. L'ombre et la lumière

Nombre de classes concernées : 5

Nombre d'élèves concernés : 114

Niveaux : 3^e - 4^e

Les élèves complètent d'abord individuellement un dessin en ajoutant les ombres adéquates et tentent une définition de l'ombre. Ensuite, avec un matériel donné ils essaient de produire une ombre et décrivent le dispositif mis en place individuellement ou en petits groupes (possibilité de passer par une étape d'anticipation du dispositif). Ils tentent alors de faire une ombre plus grande ou plus petite que l'objet et décrivent les dispositifs. Puis, en grand groupe, ils réalisent une synthèse des acquis sur le plan du contenu (ce qu'est une ombre ; quels sont les éléments essentiels des montages) et sur le plan des démarches (ce que nous avons fait ; ce que nous avons vu ; éventuellement, comment nous expliquons les faits observés.).

1.6. Les boules de Frigolite

Nombre de classes concernées : 2

Nombre d'élèves concernés : 28

Niveau : 3^e

Deux boules de Frigolite sont placées à courte distance l'une de l'autre, sur une rainure (constituée de la séparation entre deux tables). L'enseignant annonce aux élèves qu'il va souffler entre les deux boules. Que va-t-il arriver à celles-ci ?

Après les prédictions, on passe à l'observation : les balles se rapprochent l'une de l'autre. Les élèves vérifient ensuite ce qu'ils ont vu en reproduisant l'expérience autant de fois que nécessaire, et parfois avec des variantes (souffler de l'autre côté, ou par en-dessous, etc.). Sur des fiches préorganisées, ils rapportent l'expérience et tentent une explication. Les réponses sont ensuite débattues en grand groupe et commentées par l'enseignant.

1.7. Les fruits

Nombre de classes concernées : 2

Nombre d'élèves concernés : 49

Niveaux : 3^e - 4^e

Dans le domaine des sciences, le terme « légume » n'a guère de place. Par contre celui de « fruit » correspond à une réalité bien précise. Pour les élèves il s'agit de préciser cette réalité. Tout d'abord un relevé des conceptions et des connaissances est effectué (reconnaître la partie

mangée dans divers végétaux, formuler une première définition du fruit). Ensuite les conceptions sont confrontées entre elles en petits groupes (Repérer les contradictions. Tenter de formuler une définition commune du fruit. Ecrire la définition sur un panneau.). La définition est alors confrontée à l'observation de vrais végétaux. Une mise en commun et un débat en grand groupe sont organisés (affichage des panneaux des groupes et commentaires). Les définitions sont comparées. Les questions en suspens et les problèmes sont listés. Une synthèse est réalisée. Des dessins de coupe dans un fruit sont demandés (coupes verticales et transversale ; désignation des graines ; choix d'un titre.).

1.8. La main

Nombre de classes concernées : 1

Nombre d'élèves concernés : 25

Niveau : 4^e

L'activité est centrée sur l'observation de la main. Quelques tests surprenants sont proposés. Les élèves sont invités à noter leurs observations :

- Observation libre de la main. Notations individuelles libres.
- Le pouce opposable : avec du ruban adhésif, immobiliser les pouces contre les paumes. Essayer ensuite d'accomplir différentes actions comme écrire, manger, enfiler un manteau,.... Notations individuelles libres.
- Le doigt collé : poser la paume de la main sur le banc. Ecarter un peu les doigts. Plier le majeur de façon que la phalange centrale soit en contact avec la surface du banc. Soulever un doigt à la fois en laissant tous les autres appuyés contre la surface. L'annulaire refuse de bouger ! Notations individuelles libres.
- Caractères particuliers : essayer de faire un V avec les doigts du milieu. Certains arrivent d'autres pas. Il s'agit d'un caractère génétique. Notations individuelles libres.
- Mes empreintes : rouler le bout du doigt sur un tampon encreur. Poser (sans glisser) le bout du doigt sur une feuille blanche sans trop appuyer. Observer, comparer différents doigts, comparer avec le voisin,... Notations individuelles libres.
- Pour s'amuser : dessiner un animal (choisi librement) avec ses empreintes digitales.

1.9. Les mouvements du corps

Nombre de classes concernées : 1

Nombre d'élèves concernés : 24

Niveau : 4^e

Les élèves ont été invités à effectuer différentes actions (ouvrir son plumier et en sortir un crayon, se baisser et fermer sa mallette) et à noter individuellement tous les mouvements du corps nécessaires chaque fois. Les impressions personnelles ont été comparées et les réponses mises en commun. Ensuite, trois enfants ont effectué successivement des actions (verser un verre d'eau, boire un verre d'eau, lacer ses chaussures) devant les autres. Ceux-ci notaient leurs observations. Un quatrième élève est alors venu refaire les actions, et ensemble, les enfants ont tenté de mettre des mots sur tout ce qu'ils voyaient. Enfin, la moitié des élèves sont restés immobiles et les autres ont noté tout ce qu'ils ont observé. Après inversion des rôles, une mise en commun a été réalisée et une synthèse rédigée.

1.10. Les papillons

Nombre de classes concernées : 1

Nombre d'élèves concernés : 14

Niveau : 3^e

Un matériel d'observation a été commandé par la classe auprès d'un organisme spécialisé. Les élèves ont pu ainsi observer le développement du papillon « Belle Dame » depuis l'œuf.

- 1) Les enfants disposent d'un bocal adéquat et des œufs de papillon. Une documentation permet de prendre les dispositions utiles au développement de ces œufs. Une feuille d'observation individuelle, sous forme de calendrier est prévue pour les élèves. Ils y notent tous les deux ou trois jours les transformations observées.
- 2) Le moment venu, les cocons sont transférés dans une sorte de panier. Les élèves observent les dernières transformations et les papillons sont relâchés.
- 3) Des synthèses sont réalisées en petits groupes sur des panneaux. Un panneau est prévu au tableau pour noter au fur et à mesure les questions qui restent en suspens.

1.11. Le lapin

Nombre de classes concernées : 1

Nombre d'élèves concernés : 27

Niveau : 4^e

Un lapin nain est amené en classe à plusieurs reprises et observé. Dans une activité de synthèse, les élèves ont été invités à noter individuellement tout ce qu'ils ont observé. Le nombre des réponses invite à un premier classement. Des catégories sont définies avec l'aide de l'enseignant (alimentation, comportement, etc.). En petits groupes, les élèves classent leurs différentes notes d'observation et réalisent un panneau récapitulatif. Les panneaux sont présentés à la classe.

Annexe 2 : Tableau récapitulatif des activités menées dans les classes

La dernière colonne repose sur les définitions du chapitre 3.3., paragraphe 3.3.1.1.

Contenus	N classes concernées	N élèves concernés	Niveaux	Types d'écrits analysés ¹
Phase 1				
L'existence de l'air	4	90	3 ^e - 4e	Comptes-rendus d'expériences avec parfois tentatives explicatives (prod. indiv.) Synthèse finalisée sur panneaux (prod. groupes)
L'arrivée de l'eau dans les maisons	3	90	3 ^e - 4e	Expression des conceptions (prod. indiv.) Description d'étapes et tentatives explicatives (prod. de groupes ou indiv.)
La chaîne alimentaire	3	51	3 ^e - 4e	Synthèse de recherche documentaire sur fiche (prod. groupes) Essai de définition (prod. indiv. ou de groupes) Synthèse collective finalisée
Phase 2				
L'ombre et la lumière	5	114	3 ^e - 4e	Expression des conceptions avec essai de définition (prod. indiv.) Compte-rendu d'expériences (prod. indiv. ou de groupes) Description de dispositifs (prod. indiv. ou de groupes) Nouvel essai de définition (prod. indiv. ou de groupes)
Les boules de Frigolite	2	28	3e	Comptes-rendus d'expérience sur fiches (prod. indiv.) Tentatives explicatives (prod. indiv.)
Les fruits	2	49	3 ^e - 4e	Expression des conceptions avec essai de définition (prod. indiv. et de groupes) Compte-rendu d'observation (prod. indiv. et de groupes) Synthèse collective finalisée
La main	1	25	4e	Comptes-rendus d'observation (prod. indiv.)
Les mouvements du corps	1	24	4e	Comptes-rendus d'observation (prod. indiv.) Synthèse collective finalisée.
Les papillons	1	14	3e	Compte-rendu d'observation sous forme de panneaux de synthèse (prod. de groupes)
Le lapin	1	27	4 ^e	Compte-rendu d'observation (prod. indiv.) Classement des observations (prod. de groupes)
L'arrivée de l'eau au château d'eau	1	24	3 ^e - 4e	Expression des conceptions (prod. indiv.) Synthèse de recherche documentaire (prod. de groupe) Synthèse collective finalisée.

¹ Comme nous l'avons noté par ailleurs, la forme des écrits peut varier selon les classes. Nous donnons ici un simple aperçu général afin de guider le lecteur.

Annexe 3 : Analyse détaillée des trois premières activités (cf. rapport provisoire de février 2005)

3.1. La chaîne alimentaire

a) Informations générales

Nombre d'activités réalisées et observées : 3

Nombres d'élèves concernés : 51 au total, soit 15 (partie de classe) + 12 + 24.

Niveaux scolaires : 1 groupe d'élèves de 3e et 4e années mélangées ;
2 groupes d'élèves de 4e année.

Nombre d'élèves interrogés en fin d'activité : 16 (9 garçons, 7 filles)

b) Description sommaire de l'activité

Après une évocation des animaux de la forêt, les élèves sont amenés à faire une recherche documentaire sur un certain nombre d'animaux choisis par l'enseignant. Selon les classes, la documentation a été ou non présélectionnée. La recherche est guidée par une « carte d'identité » à remplir, celle-ci abordant en particulier l'alimentation des animaux. Sur cette base une chaîne alimentaire est construite et commentée.

c) Analyse des observations en classe et des entretiens avec les élèves

1. L'évocation de départ et le choix des animaux à étudier

La contextualisation du travail est précise et la vie des animaux passionne la plupart des élèves. Cependant, certains d'entre eux s'interrogent sur les raisons qui ont poussé l'enseignant à choisir ou à éliminer tel ou tel animal. (Ex. : Pourquoi n'a-t-on pas gardé l'écureuil?)

2. La recherche documentaire

La limitation des données à rechercher pour la carte d'identité (pl 8) est certainement un facteur de réussite du travail documentaire, de même que l'habitude des élèves observés de travailler en petits groupes sur de la documentation.

De manière générale, ils sélectionnent correctement les données pertinentes. Le repérage et le choix de la documentation et des extraits utiles pour répondre aux questions ne pose pas de problème majeur. Mais dans les classes observées, les élèves ont l'habitude de ce travail et utilisent des méthodes appropriées.

Extrait d'interview :

Comment faisiez-vous pour faire le choix des documents ?

D'abord on mémorisait les animaux qu'on devait faire. Puis on allait voir dans la documentation qui restait, vu que les autres en avait pris. Par exemple, moi j'ai trouvé renard, grenouille, livre sur les animaux de la nuit, les chouettes, pleins de livres comme ça.

D'accord, mais on pouvait trouver plusieurs livres qui traitent du même animal, de la chouette par exemple. Comment faisais-tu ton choix ?

Je prenais les deux. Si on ne disait pas quelque chose dans un et qu'on le disait dans l'autre et bien on avait les deux livres, à la place de tout le temps se déplacer.

Et dans ce livre, comment faisais-tu pour trouver les informations sur la chouette par exemple ?

D'abord je regarde. Quand je vois l'image d'une chouette, je lis le paragraphe et si ça parle de ce que je voulais et bien je note sur le papier.

Il y avait des livres dans lesquels il y avait beaucoup d'informations sur la chouette !

Très très beaucoup. Mais il y avait des informations qu'on ne nous demandait pas sur la carte d'identité.

Alors, tu ne lisais pas tout ou tu lisais tout ?

Je lisais. Quand je lisais quelque chose je le notais. Je mettais mon doigt et si je trouvais une autre chose dans le même paragraphe, je remettais mon doigt puis je notais.
Alors, tu n'as pas lu toutes les informations sur l'animal ?
Non pas tout. Quand j'ai trouvé tout, je stoppe et je passais à une autre.

Cependant, quelques difficultés subsistent que nous allons tenter de décrire. Dans chaque situation, l'intervention de l'enseignant s'est avérée essentielle. Une première difficulté est directement liée au vocabulaire propre aux documents scientifiques, qu'il s'agisse de les comprendre ou de les utiliser. Par exemple, la carte d'identité demande de mentionner où l'animal s'abrite. La plupart des élèves se réfèrent à l'habitat décrit dans la documentation. Toutefois, derrière cette notion, ils vont trouver aussi bien le biotope de l'animal que le lieu précis où il s'abrite. Cette ambiguïté du terme habitat peut leur poser problème.

Observation :
« M., l'habitat, c'est l'Europe ? (E montre dans le livre.) Je mets quoi : dans la terre ou en Europe ? »

L'utilisation par les élèves des termes relevés dans la documentation soulève une autre question, de nombreux enfants recopiant intégralement ce qu'ils lisent, avec pour conséquence l'utilisation de mots incompris ou de confusions.

Observation :
E : La chouette mange des reptiles.
M : *Qu'est-ce qu'un reptile ?*
E ne sait pas
M : *Vous avez écrit ce que vous ne saviez pas ! Qui peut expliquer ?*
E : Des serpents, des crocodiles, des tortues.
M : *La chouette pourrait-elle manger un crocodile ?*
Es : Non !

Observation :
E : La coccinelle mange des cochenilles.
M : *Qu'est-ce que c'est ?*
E : Je crois que ce sont des petits insectes.
Deux élèves vérifient au dictionnaire. Cependant la définition n'est pas très claire sauf sur le fait qu'il s'agit d'un petit insecte. M. propose de se limiter à cela pour l'instant et de faire une recherche approfondie plus tard.

Malgré l'efficacité des stratégies de nombreux enfants, il arrive que la lecture reste parcellaire, non par sélection volontaire des informations mais plutôt par abandon du texte en cours de route pour des raisons diverses telles que lassitude, souci d'aller plus vite, sentiment prématuré de satisfaction, ... La conséquence peut être une information tronquée ou complètement fautive comme le montrent l'exemple suivant:

Observation :
E : Le chevreuil vit dans un gros trou dans un arbre.
M : *Il faut déjà un fameux trou !*
E : Dans la forêt
[...]
E lit dans un livre « son nid, il l'a installé bien haut dans un trou d'arbre ».
M va lire l'extrait puis demande à l'E de relire toute la phrase à haute voix pour savoir de qui on parle.

E relit et s'aperçoit qu'il s'agit du pigeon colombin. (On parle de cet animal sur la page du chevreuil !)
M insiste sur le fait de bien lire.

Dans la même perspective, les photos et dessins qui accompagnent les textes peuvent être choisis comme seuls points de repère avec une confusion des animaux concernés (ex. le crapaud et la grenouille). Par ailleurs, que faire lorsque l'information recherchée n'est pas dans la documentation ?

Observation :
Les élèves doivent indiquer sur la carte d'identité ce que boit l'animal. Or cette information est rarement présente dans la documentation dont ils disposent. Il leur faut donc tenter de dégager l'information de ce qu'ils savent à propos du milieu de vie : la forêt. A partir de ce moment l'eau apparaît comme la seule réponse possible dans la plupart des cas. Certains élèves prennent cependant en considération d'autres éléments comme « les petits qui boivent le lait ». Parfois ils hésitent : les pucerons mangent-ils ou boivent-ils la sève des arbres ?

Un autre élément qui complique parfois la tâche des élèves est la manière dont ils recourent rapidement à ce qu'ils connaissent déjà sans souci de vérification ni de vraisemblance. Par exemple, ils sont convaincus que l'ours mange le loup. Ou encore qu'un éléphant ou un dinosaure pourraient manger un loup. On note ici une conception fréquente de laquelle découlent les réponses citées : « Les grosses bêtes mangent les petites, et non l'inverse. », ce qui d'ailleurs est vrai dans un certain nombre de cas. Cela rend la conception particulièrement résistante. Dans l'exemple de l'ours qui mange le loup, il s'agit de vérifier quelle est l'alimentation de l'ours, mais aussi de distinguer sa capacité à se défendre (il pourrait sans doute tuer un loup !) et son alimentation. De plus il faudrait envisager dans quelle mesure ces deux animaux pourraient se retrouver dans un même biotope. Ceci nous amène au second exemple, un éléphant ne vit pas au même endroit qu'un loup, et un dinosaure ne vit pas à la même époque, quoi que laissent entendre les films de fiction! Ainsi, d'autres chaînes alimentaires pourraient être construites avec profit en fonction d'autres biotopes : la savane, la mer, la forêt vierge, la mare, la haie, ... et pourquoi pas un biotope du passé ? Ainsi les élèves pourraient intégrer peu à peu le côté relatif des chaînes alimentaires découvertes.

Les enfants peuvent introduire de nombreuses informations personnelles liées ou non à la recherche. C'est pour eux un moyen privilégié de rapprocher leurs acquis et de confronter les informations : les qualités à rechercher dans l'alimentation humaine, ce qu'on a dit des reptiles dans l'émission "C'est pas sorcier", etc. Ce mode d'approche des informations nouvelles est très important pour l'enfant, mais il doit souvent être canalisé et commenté par l'enseignant pour éviter non seulement la dispersion dans le travail de recherche, mais également les erreurs dues à des interprétations ou des informations fausses, ou encore à des analogies inadaptées.

Observation :
E : La souris mange des grains, des insectes, du chocolat, du fromage et tout ce qu'il y a dans les greniers.
M : *Va-t-elle trouver du chocolat ou du fromage dans la forêt ?*
E : Oui si on laisse tomber un petit morceau (rires).

3. La formulation de la question à la voix passive

Un problème particulier à la découverte de la chaîne alimentaire est l'obligation d'arriver progressivement à la formulation scientifique qui utilise la voix passive : « tel animal est

mangé par tel animal ». Cette formulation répond à la nécessité de rendre compte de la transformation de la matière vivante. Pour les élèves, c'est une difficulté importante, même si on présente la phrase sous une forme plus accessible comme « tel animal est le dîner de ... ».

Extrait d'interview :

E : Il faut savoir que la chouette, elle mange le mulot et la souris, mais elle se fait aussi manger par quelqu'un d'autre. Et c'est ça qui est plus dur. On a dû chercher plus longtemps.

Où chercher la réponse à la question posée sous cette forme ? Elle se trouve rarement exprimée telle quelle dans la documentation propre à un animal donné. Par exemple, si on veut savoir par qui le hérisson est mangé, il faudra probablement passer en revue la documentation relative aux autres animaux. Il semble bien que le fait de limiter le nombre d'animaux d'une part, et de commencer par rechercher ce que chacun mange d'autre part, peut aider les élèves. En effet, ils disposent au terme de cette première recherche d'un ensemble limité d'informations dans lesquelles ils peuvent trouver la réponse à leur question. Que la démarche soit subdivisée ou non, elle demande de nombreux rappels et explications de la part de l'enseignant.

Observation :

M : Où va-t-on trouver l'information ?

Es : Dans ma tête. On le sait. Dans un livre. Dans le cerveau. Ici sur les fiches. Les cartes d'identité.

M : Par exemple si je cherche la grenouille, où vais-je regarder ?

E : Sur la fiche de la grenouille ?

M : Sur les fiches des autres animaux. Il faut bien montrer les liens entre les fiches, relier celui qui mange et celui qui est mangé. Relier l'animal qui peut dire « je suis le dîner de... » à celui qui le mange.

Les formulations différentes signifient-elles la même chose? Et pourquoi privilégier l'une par rapport à l'autre? Les élèves s'interrogent peu sur ce point. C'est plutôt la formulation elle-même qui les préoccupe. Il leur arrive de mélanger les deux formules mais semblent rapidement conscients de leur erreur et s'en amusent.

Observation :

En parlant de la grenouille, un élève dit « je suis le dîner de l'araignée. » L'enseignant lui demande de qui il parle et l'enfant reformule correctement en riant.

Plus tard lors de l'interview d'un autre élève :

Parfois, il y avait R qui mettait quelque chose que c'était pas ça alors...

Quoi par exemple ? Tu peux donner un exemple ?

Ben je ne sais pas. Par exemple au lieu de dire que c'était la grenouille qui mangeait l'araignée, il disait que c'était l'araignée qui mangeait la grenouille.

Oui, je me rappelle. Et tu avais entendu tout de suite qu'il s'était trompé ?

Non pas tout de suite tout de suite.

C'est quand il l'a répété ?

Oui.

Extrait d'interview :

Est-ce que c'est la même chose de dire « Je suis le dîner de » ou bien « je mange » ?

Non parce que quand je dis « je mange », c'est pour moi. Et quand je dis « Je suis le dîner de », c'est pour quelqu'un d'autre.

Si je suis le mulot et que j'utilise la phrase « je mange » qu'est-ce que je dirai ?

Je mange des graines.

Et si je dis la phrase : « je suis le dîner de », qu'est-ce que je dirai ?
Je suis le dîner de la chouette par exemple ; la chouette : je suis le dîner du renard.

Extrait d'interview :

La grenouille mange les insectes. Le serpent mange la grenouille.

Oui, d'accord. Essaie un peu de commencer par l'insecte.

L'insecte est le prédateur de la grenouille. Non je me trompe.

Essaie un peu en utilisant « est le dîner de » ou « est mangé par ».

L'insecte est le dîner de la grenouille, la grenouille est le dîner du serpent, le serpent est le dîner d'un rapace que je ne me souviens plus le nom et voilà.

Et le rapace alors ?

Le rapace est mangé par ... je crois qu'on les tue pour le plaisir vu que personne ne mange les rapaces à part les hommes qui les tuent pour le plaisir.

On se rappellera cependant que les observations ont été menées essentiellement en 4e année.

Enfin, dans la construction d'une chaîne alimentaire, on se trouve tôt ou tard confronté aux animaux dits « superprédateurs » qui ne se font pas manger directement et marquent ainsi la fin de la chaîne considérée. Que faire quand il n'y a pas de réponse à la question (pas de prédateur connu) ? Certains élèves veulent parfois remplacer la question par son inverse, c'est-à-dire passer de la question « par qui est mangé tel animal », à "que mange cet animal?", afin de ne pas avoir une case vide, une question sans réponse. Une autre stratégie pour ne pas laisser la case vide est de faire appel à d'autres animaux connus sans tenir compte de leurs caractéristiques propres, sauf le plus souvent la taille, comme l'ont montré les exemples cités plus haut. Une dernière ressource est aussi de faire appel au chasseur, qui lui, tue de nombreux animaux, même les plus gros et les plus dangereux !

4. La structuration des acquis au terme de la recherche documentaire (construction et définition d'une chaîne alimentaire)

A cette étape du travail, quelques éléments attirent l'attention. Nous en retiendrons deux : la représentation de la chaîne alimentaire et sa définition.

Représentation de la chaîne alimentaire

Selon l'approche choisie par l'élève ou par l'enseignant, celle-ci peut se faire en pyramide, en "arbre", en "cercle", etc. Dès que les élèves ont pris conscience de ce que les animaux sont liés entre eux par une relation alimentaire, ils tentent de l'exprimer d'abord de manière linéaire. Ils sont vite confrontés aux animaux qui ont plusieurs prédateurs et à ceux qui n'en n'ont pas. Comment structurer le schéma? La difficulté s'accroît lorsqu'il s'agit de diriger les flèches dans la bonne direction et de préciser leur signification en fonction de la formulation "un tel est mangé par un tel" ou "un tel mange un tel" (pl 7).

Observation : tentative d'organisation par les élèves (les photos des animaux étudiés sont fixées pêle-mêle au tableau).

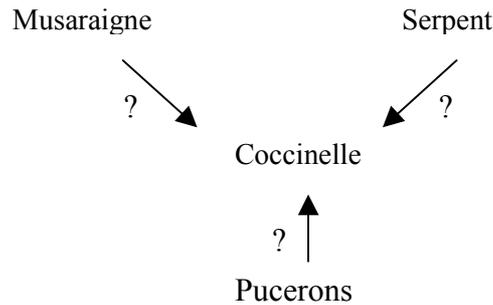
E : Si vous mettez les images, on peut faire un grand rond.

M : Viens montrer.

E : On peut faire une sorte d'arbre avec des flèches. Par exemple, on met les pucerons là...

M : Viens le faire.

E met les pucerons puis quelques animaux et met les flèches. Puis elle hésite et met les flèches dans l'autre sens.



M : On peut mettre les flèches dans l'un ou l'autre sens, mais attention, qu'est-ce qui change ?

E : La formulation

M fait exprimer la différence

M demande à E de continuer son organisation, E s'embrouille dans les deux formulations et met des flèches parfois dans un sens, parfois dans l'autre.

M l'aide à s'en sortir.

E : J'ai fait une sorte de tableau

Autre E : Un arbre « géologique »

M demande à E de préciser ce que veut dire la flèche.

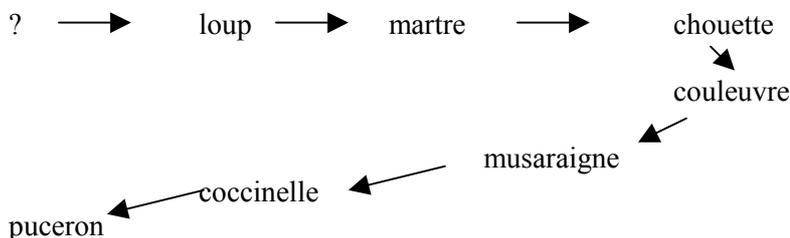
E : La flèche veut dire « mange la martre ou la chouette »

M : C'est un arbre qui montre ce que chacun mange.

Observation :

E : ce que je voulais, c'est faire un cercle.

M dessine des flèches en arc de cercle et propose de mettre une seule image par emplacement en disant « est le dîner de »



Mais E veut mettre la musaraigne au milieu car elle est mangée par plusieurs animaux.

Une des difficultés est que le terme « chaîne » évoque une suite linéaire alors qu'il s'agit en fait d'un « réseau alimentaire » ; la réalité est plus complexe. Pour la saisir progressivement, il est possible de montrer deux chaînes alimentaires qui ont un animal commun. On peut alors croiser les deux chaînes. Ou encore on peut tenter de montrer comment un animal est mangé par plusieurs prédateurs ou recherche lui-même différents types de proies.

Définition de la chaîne alimentaire

Lorsque les élèves sont invités à définir ce qu'est une chaîne alimentaire, ils éprouvent des difficultés à passer directement à une définition abstraite et générale. Ils se servent plutôt d'exemples. « Tu prends le serpent, le serpent mange la musaraigne. Que mange la musaraigne ? » (pl 9) ou « Le loup mange quelque chose, ce quelque chose mange quelque chose et encore et encore. » Progressivement cependant des tentatives généralisantes apparaissent : « La chaîne alimentaire, c'est un ensemble d'animaux pour savoir qui mange qui » « C'est une espèce de circuit qui mange qui. » (pl 10) « C'est un arbre pour dire ce qu'ils mangent ». Ces éléments constituent une base à partir de laquelle l'enseignant peut aider

l'enfant à construire le concept de chaîne alimentaire et à le dissocier clairement d'autres concepts proches comme ceux de régime alimentaire ou de pyramide des aliments.

d) Conclusion

Cette activité mobilise fortement l'attention des enfants, surtout la recherche d'informations sur les animaux. L'intérêt de construire une chaîne alimentaire est pressentie par certains d'entre eux.

Extrait d'interview :

Tu sais m'expliquer un peu ce que veut dire cette pyramide-là?

Ben c'est que... Par exemple, tout en bas, il y a les plantes et tout ça. Au-dessus il y a les herbivores et tout au-dessus il y a les carnivores. S'il n'y avait pas les plantes et tout ça, il n'y aurait pas de carnivores, il n'y aurait pas de rapaces. S'il y avait les plantes et s'il n'y avait pas de ... d'herbivores, il n'y aurait pas de rapaces. Il y aurait juste les plantes et s'il y avait les plantes et les herbivores et il n'y avait pas les carnivores, et bien, euh, il y aurait beaucoup trop d'herbivores. Après il n'y aurait plus de plantes et tout ça.

L'utilisation du concept dans un autre contexte (ex. la mare ou la haie) pourrait aider les enfants à l'enrichir et à le stabiliser.

3.2. La mise en évidence de l'air

a) Informations générales

Nombre d'activités réalisées et observées : 4

Nombres d'élèves concernés : 90 au total, soit 15 (partie de classe) + 21 + 27 + 27.

Niveaux scolaires : 1 groupe d'élèves de 3e et 4e années mélangées;
3 groupes d'élèves de 4e année.

Nombre d'élèves interrogés en fin d'activité : 21 (12 filles et 9 garçons).

b) Description sommaire de l'activité

Le point de départ de l'activité est une petite expérience (*pl 4*) qui est réalisée par l'enseignant : un mouchoir en papier est placé au fond d'un gobelet en plastique transparent ; celui-ci est renversé et plongé verticalement dans un aquarium rempli d'eau. La question de départ, posée par l'enseignant est : « Que va-t-il se passer ? ». Les réponses, fruit des conceptions des enfants, sont exprimées oralement ou par écrit. Après réalisation de l'expérience par l'enseignant devant la classe, les enfants sont amenés à décrire et/ou tenter d'expliquer, oralement ou par écrit, le phénomène observé. Ensuite, suivant les classes,

- soit les enfants se sont attachés à vérifier et mettre en évidence la présence de l'air dans le gobelet ;
- soit au travers de nouvelles petites expériences (en groupes ou collectivement), ils ont approfondi le concept « l'air est une matière, il occupe de la place » et/ou ont tenté d'aborder d'autres propriétés de l'air.

c) Analyse des observations en classe et des entretiens avec les élèves

1. La question de départ et les conceptions des élèves

« Que va-t-il se passer lorsque j'enfoncerai le gobelet dans l'eau ? ». La question de départ fait apparaître 3 grands types de conceptions :

- L'air n'est pas mentionné
Le mouchoir va tomber dans l'eau.
Le mouchoir va être mouillé.

L'eau va aller dans le gobelet.

L'eau va monter dans l'aquarium.

Le papier va absorber l'eau.

Le mouchoir est sec parce que l'eau ne sait pas entrer, elle pousse de haut en bas. Si on retourne le verre, l'eau va pousser et rentrer comme elle veut.

Le mouchoir est sec parce qu'il y a l'attraction terrestre.

- L'air est présent mais « ne peut s'opposer à l'eau »

Le mouchoir va être écrasé par l'air.

Le mouchoir ne va pas être mouillé parce que l'air va monter.

Si on entre le gobelet dans l'eau en allant très vite, le papier sera mouillé.(NB : le contexte montre l'enfant considère qu'en procédant de cette manière, l'air ne pourra « agir ».)

- L'air est présent dans le verre et empêche l'eau d'entrer

Le mouchoir va être sec à cause de l'air dans le verre

L'air va rester dans le verre.

Une petite moitié des enfants pensent que le mouchoir restera sec et certains justifient par la présence de l'air dans le verre. Cependant, on verra par la suite que pour la plupart d'entre eux, l'air n'est pas clairement perçu comme une matière à part entière.

2. L'expérimentation

Quel que soit le bagage antérieur de l'enfant, on constate l'importance de faire exprimer oralement mais surtout par écrit, le concept de base envisagé ici, à savoir « l'air occupe de la place » c'est-à-dire « l'air est une matière ».

Pour les enfants « éveillés », la présence de l'air partout autour de nous n'est pas une découverte, le rôle de l'air dans quantités de phénomènes physiques quotidiens est souvent perçu intuitivement mais ces connaissances se juxtaposent à la conception de l'air sans consistance propre. La formulation du concept « l'air occupe de la place, c'est une matière » est essentielle. Cela constituera la fondation sur laquelle ils pourront ensuite construire d'autres concepts comme ceux de masse, de dilatation ou encore de pression de l'air. Sans passer par cette étape, certains enfants éprouvent des difficultés à utiliser ces connaissances, qui restent implicites voire ambiguës, dans des situations plus complexes.

L'extrait suivant illustre le raisonnement d'un enfant qui paraissait avoir perçu le rôle de l'air dans l'expérience de départ. On constate que dans une expérience utilisant le même principe, il ne parvient pas à réutiliser ce qui semblait acquis.

Observation (pl 49, exp2):

M : Pourquoi arrive-t-on à gonfler le ballon quand la bouteille est percée ?

E : parce qu'il y a de l'air dans la bouteille et on a besoin d'air pour gonfler le ballon.

Dans l'exemple suivant, l'élève, de prime abord, semble maîtriser le concept de pression de l'air, une question légèrement plus approfondie permet de se rendre compte qu'il n'en n'est rien.

Extrait d'interview :

Qu'est-ce qu'il y a eu d'autre comme expérience ?

L'expérience (pl 49, exp 4) où on mettait en-dessous d'un bocal où il y avait de l'eau dedans, un carton. On l'a retourné et le carton n'est pas tombé.
Tu as une idée pour expliquer ça ?
Parce que la pression retient le carton.
Quelle pression ?
La pression de l'air.
Qui est où, cet air ?
Je ne sais pas ça on n'a pas expliqué.

Dans l'interview retranscrite ci-dessous, on peut relever la progression de l'enfant dans ses explications après qu'il ait dit « ça apprend que l'air prend de la place ».

Extrait d'interview :
De quoi parlait chacune des expériences ?
Par exemple notre expérience (pl 49, exp3) voulait dire que l'eau a besoin de l'air pour couler plus vite.
Qu'est-ce que tu veux dire par là ?
Parce que l'air la pousse un peu pour couler. L'expérience (pl 49, exp 2) où ils mettaient le ballon dans la bouteille moi je dirais que c'est pour montrer que le ballon pour se gonfler a quand même besoin d'air, parce que l'air de la bouteille doit sortir pour laisser de la place au ballon.
Qu'est-ce que cela donne comme information sur l'air ?
L'air, on en a besoin.
Imaginons qu'au départ, il n'y ait pas eu d'air dans la bouteille, même si ce n'est pas vraiment possible, penses-tu qu'on aurait réussi à gonfler le ballon ?
Oui, je crois parce que ...s'il n'y aurait pas eu d'air dedans, le ballon aurait pu se gonfler parce qu'il aurait eu de la place.
Et alors qu'est-ce que cela nous apprend sur l'air ?
Ça apprend que l'air prend de la place.
Tu te souviens de l'expérience avec le ballon accroché à l'extérieur de la bouteille qu'on écrase (pl 49, exp 1). Qu'est-ce qu'elle nous montre cette expérience ?
En fait, l'air qui est dans la bouteille ne sait pas rester quand on écrase, donc elle va dans le ballon.
Et elle montre quoi alors cette expérience ?
Que l'air a besoin aussi de place.

Dans certaines classes, le concept « l'air prend de la place » est une réelle découverte pour la plupart des enfants, d'où la nécessité dans ce cas de s'arrêter à cette première notion. Ce concept pourra ensuite être décontextualisé à d'autres situations que la situation de départ.

Quelques enfants n'ont pas conscience de l'omniprésence de l'air. Pour ces élèves, un autre énoncé, « l'air est partout », aurait nécessité une formulation distincte. En effet, l'interview suivante illustre la difficulté que rencontre une petite fille à ce propos.

Extrait d'interview :
Est-ce qu'il y a des questions que tu te poses encore toi, sur l'air ?
Oui, comment elle vient l'air en fait dans le verre ?
Tu te poses la question, comment l'air est-il arrivé dans le verre, c'est ça ?
Oui. Pourtant M., il n'a pas fait comme ça (elle fait le geste de remplir le verre d'air par un mouvement rotatif), il a seulement fait comme ça (elle montre : juste retourner le verre).
Oui, M. n'a pas essayé d'attraper de l'air, c'est ça que tu veux dire ?
Oui, c'est ça.
Par exemple, imagine qu'il y ait un verre devant nous sur la table, tu crois qu'il y aurait de l'air dedans ou pas ?

Moi je crois qu'il faut le retourner pour qu'il y ait de l'air, comme si on prenait un petit peu d'air et qu'on le mettait dedans.

[...]

Là-bas, on voit un bocal vide, ouvert. Là tu penses que pour le moment, il n'y a pas d'air dans ce bocal, c'est ça ?

Oui, peut-être qu'il y en a qui passe, mais elle ne reste pas dedans.

Qu'est-ce que tu as appris aujourd'hui ?

Que l'air existe, que quand on prend comme ça dans l'eau et bien l'air reste dans le gobelet. J'ai appris plein de choses. Que quand on le penche, elle monte à la surface. Et j'ai appris aussi que quand on met de l'encre dedans, on le voit plus facilement sur le mouchoir.

Enfin, le fait d'énoncer clairement le principe abordé aide également l'enfant à mettre un cadre à sa recherche. A défaut, il saisit parfois plus difficilement l'objectif poursuivi.

Extrait d'interview :

Qu'est-ce que tu retiens de ce que tu as appris aujourd'hui sur l'air ?

Que l'air est vraiment utile, si on n'avait pas d'air sur terre, on ne saurait pas vivre, on ne saurait pas respirer.

Est-ce que dans les expériences que vous avez faites aujourd'hui, tu as pu remarquer ce que tu me dis là, est-ce que les expériences te montraient ça ?

Oui. L'air elle sert en fait à beaucoup de choses, elle sert à respirer mais pas seulement. Il n'y a pas que le vent qui peut donner de l'air, il y a les arbres, il a d'autres choses.

Quelle est la chose la plus importante que tu retiens aujourd'hui sur l'air ?

Pour moi, c'est qu'il y a tout qui est important. L'air est important, tous les trucs qui font de l'air sont importants aussi.

Lors des expérimentations, les enfants tentent directement d'expliquer le phénomène en se basant souvent sur leurs conceptions. Ils n'ont que rarement conscience des distinctions entre *observation* et *tentative explicative*. L'enseignant peut, par ses consignes et interventions, aider les élèves à dissocier ces deux moments d'une démarche scientifique.

Un apprentissage important également dans la démarche scientifique est le souci de vérification et plus précisément l'objectivation maximale de ses observations. Les enfants sont parfois très subjectifs dans leurs observations, donnant une primauté à la perception, colorée de leurs conceptions. Le rôle de l'enseignant est également important à ce niveau, en particulier pour encourager les élèves à utiliser des outils de mesure et de vérification. Les extraits suivants présentent des interventions d'enseignants dans ce sens :

Observation (*pl 49, exp 5*) :

M : Qu'est ce qu'on voit maintenant ?

E : Que un est plus lourd que l'autre

E : Mais c'est parce que un fil est plus long que l'autre

M : Pourquoi dis-tu que un est plus lourd ?

E : Parce qu'il est plus gros

M : Est-ce qu'on le voit à la balance ?

E : Non

M : Est-ce que le cintre est horizontal, oui ou non ?

Es : Oui

Es : Non

M : Comment est-ce qu'on peut savoir ? Comment peut-on vérifier ? Quel outil ?

E : Je sais mais je ne sais pas son nom. C'est une barre avec des bulles dedans

E : C'est un niveau d'eau

Observation (pl 4) :

M : Pourquoi l'eau ne rentrait-elle pas ?

E : Parce qu'il y avait de l'air dedans.

M : Comment a-t-on su montrer qu'il y avait de l'air ? Comment a-t-on pu vérifier que c'était de l'air qui empêchait l'eau de rentrer ?

E : On a percé un trou, on mettait sa main au-dessus.

M : Est-ce qu'on a pu observer encore autrement qu'il y avait de l'air dans le gobelet ?

E : On voyait l'eau monter.

E : On voyait des bulles qui sortaient.

Lorsque l'expérience est réalisée par l'enseignant, on constate combien l'enfant attache d'importance à refaire lui-même l'expérience, ou à défaut un pair, comme pour s'assurer d'un fait *a priori* inacceptable (« il doit y avoir un truc »). Lors des interviews, certains enfants disent aussi souhaiter refaire l'expérience à la maison, pour eux-mêmes d'abord et pour leur famille ensuite. De même, lorsque des expériences différentes sont réalisées en petits groupes, les enfants apprécient fortement de pouvoir essayer chaque expérience par la suite, par jeu sans doute mais également par souci de vérification ou de meilleure compréhension. Une concrétisation maximale est primordiale pour eux.

Extrait d'interview :

Et toi, lorsque les autres groupes ont raconté et expliqué leur expérience, est-ce que tu as bien compris ?

Oui j'avais compris.

Et aimais-tu bien de refaire les expériences des autres ?

Oui, j'aimais bien mais j'ai en fait compris plus vite, parce que je l'ai fait moi-même et quand je le fais moi-même, je comprends mieux.

c) La structuration

Lors du travail par petits groupes sur diverses expériences, l'étape de présentation par le groupe devant le reste de la classe permet une prise de recul nécessaire dans la structuration des acquis. Le récit oral est déjà une première mise à distance, le débat qui s'ensuit au sein de la classe permet la confrontation des conceptions et leur évolution dans une certaine mesure.

Pendant ces échanges, nous avons constaté plusieurs attitudes à encourager, attitudes établies sur le respect de la démarche de recherche de chaque enfant :

- laisser du temps à chaque enfant : « *on se tait, on laisse d'abord chacun réfléchir* » ;
- permettre aux enfants d'expérimenter leurs propositions.

Observation (pl 49, exp 6) :

M : Qu'est-ce qui s'est passé ? On laisse réfléchir tout le monde.

E : Quand on brûle, c'est la chaleur sur l'œuf.

E : Avec la chaleur, avec l'ouverture de la bouteille, ça rétrécit l'œuf.

M : Tu dis que si on chauffe l'œuf, il rétrécit et peut entrer dans la bouteille. Et si on met la bouteille à l'envers et qu'on chauffe, tu penses que l'œuf va ressortir ?

Es : Oui

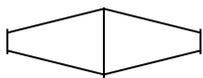
L'enseignant fait l'expérience.

Observation (pl 4) :

Les Es veulent essayer avec deux gobelets l'un contre l'autre.

L'air sort et les gobelets se remplissent d'eau. Des bulles s'échappent.

E demande pour que les deux gobelets soient attachés l'un à l'autre par du papier collant.



M fixe les gobelets et demande à un E d'essayer. « C'est dur ».

E : C'est parce qu'il y a de l'air dedans.

E : Et si vous les laissez sans les toucher ?

M s'exécute.

E : Ca flotte.

E : Il y a plus d'air.

Plusieurs élèves viennent tour à tour pousser sur les gobelets pour les faire entrer dans l'eau, et constatent que c'est dur. (NB : Les enfants pensaient que c'était M qui provoquait l'effet. D'où l'importance d'essayer eux-mêmes.)

M : *Pourquoi est-ce dur ?*

Es : Il y a de l'air.

Observation :

Deux enfants disent connaître une autre expérience sur l'air. M. leur propose de la réaliser chacun si le matériel est disponible dans la classe.

Expérience du premier enfant : un ballon est fixé au goulot d'une bouteille en plastique dont le fond est coupé. La bouteille est enfoncée lentement dans un seau rempli d'eau. Résultat : le ballon se gonfle très légèrement (le ballon étant nouveau et un peu rigide, l'air a tendance à ressortir par le bas plutôt que de gonfler le ballon de baudruche).

L'enfant explique ce qui se passe.

Expérience du second enfant : il réalise un petit modèle du système respiratoire à l'aide d'une bouteille (la cage thoracique) dont il a coupé le fond, deux pailles passées dans le goulot et auxquelles il a fixé deux petits ballons représentant les deux poumons.

Il explique son modèle aux autres :

E : ça c'est les poumons et quand je souffle dans les pailles, les poumons se gonflent. C'est comme quand on respire.

Dans les classes observées, nous avons recueilli des écrits à divers moments de la démarche :

- Production d'écrits pour consigner par groupe les observations faites en cours de route.
- Ecrits servant au récit de l'expérience avec production ou non d'explication suivant l'évolution de réflexion personnelle de l'enfant. Formuler par écrit le récit de l'expérience contribue à consolider son résultat et est donc à ce titre, structurant.
- Utilisation d'amorces verbales pour guider la pensée de l'enfant :
Nous observons que...
Nous avons
- Elaboration collective d'une première synthèse qui pourra être retravaillée par la suite.

<u>L'air</u> Il est léger Il a un poids Il essaye de sortir en poussant l'eau Il y a de l'oxygène	<u>On croit</u> Il attire
---	------------------------------

- Création de dessins et écrits concomitants. Suivant l'enfant, le dessin sera l'élément principal, illustratif du texte, ou contiendra des éléments explicatifs.

d) Conclusion

L'expérience de départ - le « jeu » de la prédiction et l'étonnement suite à l'observation - éveille fortement l'intérêt des enfants. Leur désir de comprendre est présent. L'idée maîtresse à dégager concernant cette activité sur l'air est sans doute la suivante : l'enfant reconnaît souvent la présence de l'air et lui attribue un rôle dans plusieurs situations, mais il ne considère pas, ou seulement confusément, l'air comme de la matière. D'où l'importance de limiter le ou les concepts abordés lors d'une même séquence et de s'assurer de la formulation explicite du concept « l'air occupe de la place, l'air est une matière ».

3.3. Le trajet de l'eau domestique

a) Informations générales

Nombre d'activités réalisées et observées : 3

Nombres d'élèves concernés : 90 au total, soit 22 + 41 (2 classes groupées) + 27 (2 classes groupées).

Niveaux scolaires : 2 groupes d'élèves de 3e et 4e années mélangées ;
1 groupe d'élèves de 3e année.

Nombre d'élèves interrogés en fin d'activité : 14 (8 garçons, 6 filles)

A ce nombre s'ajoutent des entretiens très courts avec 6 autres élèves sur un de leurs dessins (3 filles, 3 garçons).

b) Description sommaire de l'activité

Le point de départ est la question de l'arrivée de l'eau dans les maisons : d'où vient-elle ? Comment arrive-t-elle ?

A l'occasion d'un premier relevé (individuel ou collectif) des connaissances et des conceptions, des hypothèses descriptives et explicatives sont formulées par les enfants.

Un passage par une expérimentation directe avec des tuyaux et de l'eau est proposé.

Un rapprochement entre les questions de départ et l'expérimentation est alors tenté.

Quelques idées clés sont mises en évidence. On notera que cette activité appelle une suite.

c) Analyse des observations en classe et des entretiens avec les élèves

1. Les interrogations soulevées par le sujet

Le problème de départ, bien que proposé par l'enseignant, s'est avéré très proche de la vie des enfants et les a interpellés, comme en témoignent les nombreuses questions formulées pendant et après l'activité. On est bien dans une dynamique de recherche.

Exemples de questions :

- D'où vient l'eau dans le château d'eau ?
- Comment est rempli le château d'eau ?
- Que se passe-t-il dans le château d'eau ?
- Comment l'eau en sort-elle ?
- A quoi sert un château d'eau ?
- Comment est le château d'eau ?

- Pourquoi l'eau ne vient-elle pas d'une citerne ou d'un centre d'épuration ?
- Pourquoi on a mis l'eau dans un château d'eau et pourquoi elle ne vient pas de la pluie ?
- Pourquoi on ne s'est pas servi de la gouttière pendant la leçon ?

- Comment l'eau se lave-t-elle ?
- Comment ils font pour nettoyer l'eau qui arrive dans le château d'eau ?
- Où et comment se fait l'épuration ?

- Par où pourrait-elle passer du château d'eau à la maison ?
- Comment l'eau du centre d'épuration peut-elle arriver jusqu'à nous ?
- Comment l'eau arrive-t-elle aux tuyaux de la maison parce que sur la route on ne voit pas les tuyaux qui vont à la maison ?
- Comment l'eau vient-elle de la nappe phréatique ? (Et qu'est-ce que c'est ?)

- Comment est-elle poussée ?
- Comment l'eau peut-elle monter quand on lève le tuyau ?
- Comment l'eau est-elle propulsée partout dans les tuyaux ?
- Si la maison est plus haute que le château d'eau comment l'eau arrive-t-elle à l'étage qui est plus haut que le château d'eau ?

- Comment l'eau est-elle apparue sur la terre ?
- D'où vient la pluie ?

Extrait d'interview :

E : Moi je ne m'intéressait pas trop à l'eau mais maintenant je suis plus intéressée qu'avant. Je pourrai faire des expériences chez moi et je pourrai expliquer ce qui se passe. J'aime bien.

2. Les conceptions des élèves

Formulée généralement sous la forme « D'où vient l'eau qui arrive dans nos maisons ? », la première question posée aux élèves suscite deux types de réponse en fonction de leurs bagages respectifs. Soit ils possèdent quelques connaissances factuelles (existence de châteaux d'eau, présence de tuyaux sous la terre, etc. ...) et les mettent en évidence. Soit ils savent peu de choses et tentent des hypothèses intégrant ce peu de connaissances préalables à des observations tirées de la vie quotidienne. Par un raisonnement le plus souvent analogique, ils tentent également d'exploiter des acquis réalisés dans d'autres contextes (*pl 11'*).

Quelles conceptions émergent le plus fréquemment de cette première étape de l'activité ?

a) Les enfants confondent fréquemment l'origine de l'eau et le moyen de transport. Dès lors, les tuyaux vont jouer un rôle fondamental dans leur raisonnement. Pour certains c'est une véritable découverte.

Observation :

E : « L'eau ne passe pas dans la terre, car sinon elle n'arriverait jamais. C'est des tuyaux. S'il n'y a pas de tuyaux dans la terre, c'est impossible. »

b) En fonction de ses connaissances et de sa maturité, l'enfant peut s'éloigner progressivement d'une observation immédiate quotidienne : « l'eau vient du robinet ». Il peut alors évoquer les tuyaux, les égouts, le réservoir, le château d'eau, la mer, etc.

c) Beaucoup d'enfants confondent arrivée et sortie d'eau, d'où le rôle ambigu assigné aux égouts. Quelques-uns signalent cependant l'existence d'un double système de tuyauterie : un pour l'arrivée de l'eau, un autre pour son évacuation.

d) Beaucoup d'enfants incluent dans leur réflexion la nécessité de « nettoyer » l'eau, de la « laver », de la « recycler », de la « purifier », ce qui semble correspondre à une notion et à des obligations citoyennes et sanitaires actuellement très répandues.

e) Certains enfants considèrent que l'eau et l'électricité passent dans les mêmes tuyaux et que d'ailleurs, l'électricité joue un rôle dans la progression de l'eau dans ces tuyaux.

f) Les enfants n'expriment pas d'emblée la fonction du robinet comme un bouchon empêchant l'eau de sortir, mais son rôle ressort indirectement de certaines descriptions et hypothèses.

La seconde question posée aux élèves et complémentaire de la première, porte sur le mécanisme qui permet à l'eau d'arriver jusque dans les étages des maisons. Dans un premier temps, la plupart des élèves répondent en parlant plutôt du moyen de transport de l'eau, c'est-à-dire essentiellement des tuyaux. Ils jouent un rôle essentiel dans les explications, comme s'ils déterraient en eux-mêmes l'explication des mécanismes en jeu. D'autres moyens de transport sont parfois évoqués dans lesquels intervient davantage l'être humain : camion, bouteilles,...

Invités par les enseignants à dépasser cette première approche, les enfants tentent alors d'expliquer de manières très diverses comment l'eau circule dans les tuyaux :

- On a mis du courant dans le tuyau pour que ça monte.
- Il y a quelque chose qui aspire l'eau.
- Il y a quelque chose qui pousse l'eau.
- Il y a beaucoup d'eau.
- L'eau vient d'en haut et descend par la gouttière.
- Avec une chaudière car l'eau chauffe et monte.
- Avec la pression (mais ce terme n'est pas expliqué).
- Avec le gaz.
- De l'air éjecte l'eau.
- Ca se transforme en gaz. Ca monte et puis ça devient de l'eau.
- Avec une propulsion d'air.
- Il faut un petit ventilateur en bas pour que l'eau vienne à la douche.
- L'homme peut intervenir à divers moments pour transvaser, récolter, transporter, ... l'eau.

Ces conceptions, présentes à des degrés divers dans les trois groupes observés, constituent la base avec laquelle ou contre laquelle (pour reprendre l'idée de Giordan²) vont se construire les nouvelles connaissances.

3. Le passage par l'expérimentation

Ce passage marque une rupture momentanée dans la réflexion. Il s'agit d'une tentative pour trouver des éléments d'explication dans une situation expérimentale à rapprocher de la situation réelle. Ce changement de cadre rendra nécessaire le transfert des acquis d'un contexte (expérimental) dans un autre (vie quotidienne). L'élève sera donc amené à limiter et à structurer les acquis d'expérimentation pour les rendre utilisables à bon escient. Ce transfert s'est avéré délicat à gérer et difficile pour les enfants. En effet, l'attention est momentanément focalisée sur l'action et sur des faits d'observation dont certains n'ont pas de rapport direct, voire aucun rapport, avec la situation de départ. Il faut donc que les élèves sélectionnent ce qui leur sera utile. Même avec l'aide de l'enseignant, cette démarche s'est avérée complexe, surtout pour les plus jeunes.

² Giordan (1998).

Essayons de préciser quels sont les éléments minimum à intégrer pour revenir, plus riche de connaissances, vers l'alimentation des maisons en eau. Dans un tuyau en U, l'eau versée d'un côté tend à se stabiliser de telle sorte que la hauteur de l'eau dans les deux branches du tuyau est semblable. Si une des branches est plus élevée que l'autre, l'eau va inmanquablement sortir de la branche la plus courte dès qu'elle dépassera de l'autre côté la hauteur de cette branche plus courte. Dès lors, si l'endroit d'où vient l'eau (entonnoir, bouteille dans l'expérience; réservoir, château d'eau dans la vie quotidienne) est mis en hauteur, l'eau sortira de l'autre branche par le « bout du tuyau », à savoir le robinet dans les maisons. Si le tuyau est bouché à son extrémité (le robinet fermé), l'eau reste « sous pression » jusqu'au moment où on la libère en enlevant le bouchon (en ouvrant le robinet). Ce phénomène se produit quelle que soit la taille du tuyau et sa forme, ou ses subdivisions.

Que constate-t-on ?

Tout d'abord, il faut garder en mémoire que nous sommes dans la description d'un phénomène physique (comment cela se passe) et non dans son explication (pourquoi cela se passe ainsi). Du reste, cette explication serait sans doute prématurée pour les enfants de cet âge. La question à poser dans un premier temps est bien "comment" et non "pourquoi".

Le jeu expérimental apparaît comme une simulation partielle de la situation réelle. Pour que l'élève puisse passer de l'une à l'autre, une aide dans le choix des observations utiles est indispensable, ainsi que des indices verbaux ou non verbaux facilitant le transfert. Par exemple : attirer l'attention ou faire découvrir que le doigt peut jouer un rôle de bouchon, ce qui correspond dans les maisons au robinet. Autre exemple, dessiner au tableau la maison et le château d'eau, et fixer un tuyau entre les deux, tuyau dont on découvrira par raisonnement ou manipulation la forme et la place. Ou encore, dans une maison « Barbie », munie de tuyaux, choisir l'endroit le plus approprié pour placer un "réservoir" qui alimentera la cuisine et la salle de bain.

Malgré de nombreux indices de ce type, le retour de l'expérimentation à la situation de départ, reste difficile pour de nombreux élèves. Soit ils dissocient les deux moments de l'activité sans se soucier des rapprochements possibles. Soit ils tentent d'intégrer à leur raisonnement un ensemble d'éléments mis en évidence dans l'expérimentation, mais n'arrivent pas à sélectionner les plus pertinents ni à les utiliser correctement. Soit encore ils restent dans l'expérimentation, ne prêtant qu'un regard distrait à la suite de l'activité.

Extrait d'interview :

On a le tuyau avec de l'eau, on monte et l'autre ça sort.

Pourquoi ?

Parce que c'est plus haut.

Et dans les tuyaux d'une maison ?

On sait les mettre plus haut mais on ne sait pas les descendre et les monter. Ils sont bloqués.

On ne sait pas les arrêter tandis que si tu lèves tout le temps hein...

Alors, comment est-ce que ça marche dans une maison ?

C'est ça qu'on est en train de chercher pour le moment.

Observation :

Dans la maison Barbie, l'eau doit arriver aussi bien à l'étage (baignoire) qu'au rez-de-chaussée (bassin). Un enfant prend la bouteille qui symbolise le réservoir et cherche à produire un effet en tournant autour de la maison, alors que tous les exemples vécus montrent que le réservoir doit être mis en hauteur.

Extrait d'interview :

E : C'était un peu différent. Quand on a fait avec les tuyaux, il fallait colorier, c'était juste pour voir où ça montait. Et quand on a fait avec la maison, c'était pour voir comment l'eau montait, descendait et tout ça, comment l'eau montait dans les robinets.

Bien entendu, certains élèves comprennent et intègrent l'ensemble du processus. On peut formuler l'hypothèse qu'ils possédaient déjà quelques notions (même éparses) sur le sujet. L'activité leur permet alors une organisation, un élargissement et une meilleure compréhension de ces notions.

Extrait d'interview :

Tu savais où il fallait mettre le réservoir ?

Ben oui, avant j'avais compris. Il fallait le mettre plus haut pour que l'eau descende.

Et puis où allait-elle ?

Elle allait dans la baignoire et dans le bassin. La baignoire était à l'étage et le bassin, c'était dans la cuisine. Ca représentait l'évier, le bassin. [...] L'eau elle montait ; en fait il y avait un tuyau.

Extrait d'interview :

E : Ben quand on était en classe et qu'on faisait rien et qu'on dessinait, j'y comprenais pas beaucoup. Mais quand on a été en bas et qu'on a joué avec les tuyaux, là j'ai mieux compris parce qu'on avait fait en bas avec les tuyaux.

4. Hypothèses sur l'origine des difficultés des élèves

Il est évident que la complexité de la matière ne peut être écartée de ces hypothèses. Toutefois, d'autres éléments sont à prendre en considération et notamment la primauté de l'action immédiate sur le raisonnement abstrait. Mis en présence du matériel (même volontairement limité par l'enseignant), les enfants testent de nombreuses actions : ils soufflent, font vibrer les tuyaux, les compriment, les font balancer, montent et descendent l'une ou l'autre branche, bouchent et débouchent le tuyau, etc. Le rôle du mouvement est prégnant. Les effets de l'action immédiate vont ainsi dans de multiples directions, les unes plus amusantes que les autres (lorsqu'on souffle par exemple). L'enfant s'amuse et se perd dans l'observation des liens action-réaction. Ce qu'il voit et expérimente l'emporte sur le raisonnement de départ et même souvent sur les consignes de l'enseignant.

Extrait d'interview :

E : C'était bien ce qu'on faisait, des petits jeux avec des tuyaux très fins et on s'amusait à les faire monter et descendre, les croiser, les mettre ensemble.

Invité à se rappeler la question d'origine, l'enfant peut aussi éprouver des difficultés à sélectionner ce qui est plausible pour la situation réelle. Ainsi, en secouant le tuyau, il arrive à faire sortir de l'eau : cela pourrait-il se passer dans le réel ? Dans certains cas, les arguments de l'enseignant suffisent à lui faire abandonner au moins en partie son idée. Dans d'autres cas, il persiste dans sa conception (ex. existence d'un "ventilateur" dans les tuyaux, qui ferait avancer l'eau).

Observation :

Un élève fait monter l'eau en agitant le tuyau. M. rappelle qu'on ne peut pas faire bouger les gros tuyaux qui vont vers les maisons. Mais l'élève insiste en disant qu'on les fait vibrer un petit peu.

Interview de l'élève :

Toi, tu as essayé quelque chose avec le tuyau dans les mains?

Oui j'ai essayé de faire sortir l'eau en vibrant, en faisant vibrer le tuyau.

Et cela marchait?

Oui quand on faisait vibrer assez fort, il y a un peu d'eau qui coulait.

Et alors tu t'es demandé si c'était possible que pour arriver dans la douche on fasse vibrer les tuyaux comme cela aussi?

Oui et ...

Tu as posé la question à M., il me semble hein oui?

Oui et alors il a dit que ce n'était pas possible parce que les tuyaux étaient trop gros et en fer et que si ça vibrait, les murs vibraient aussi et toute la maison et tout le bâtiment vibrerait.

Ah oui. Donc il fallait trouver un autre système pour faire monter l'eau?

Oui

d) Conclusion

Deux centres d'intérêt se dégagent de l'ensemble de l'activité : d'une part le trajet de l'eau à reconstituer depuis le château d'eau jusqu'aux différents étages d'une maison ; d'autre part, la manière dont l'eau se comporte dans des vases communicants.

C'est la combinaison de ces deux acquis qui permet la formulation de quelques hypothèses pertinentes sur l'arrivée de l'eau dans les maisons. Il faut néanmoins garder en mémoire que d'autres facteurs, dont l'un ou l'autre élève pourrait avoir connaissance, peuvent intervenir dans le trajet de l'eau, comme l'usage de pompes dans certaines situations ou la récupération de l'eau de pluie dans une citerne domestique.

Peut-être la première étape serait-elle plus facilement approchée par une enquête, une recherche documentaire ou une visite. La place de l'expérimentation resterait prépondérante dans la seconde.

Annexe 4 : Liste des thèmes proposés aux enseignants du groupe de recherche en vue de préparer le document à diffuser

1. Une carte conceptuelle pour préparer des activités en sciences : pourquoi ? comment ?
2. Pourquoi essayer les expériences avant de les proposer en classe ?
3. Les conceptions des élèves : leur impact sur l'apprentissage, leur évolution, leur résistance.
4. Les chemins de la structuration : diversité et importance.
5. L'illustration, le dessin d'observation : représenter le réel (les faits, les phénomènes).
6. Les schémas : interpréter le réel (les faits, les phénomènes).
7. Ecrire et dessiner pour réfléchir : l'importance des écrits intermédiaires (« brouillons »).
8. Complémentarité des textes (mots, phrases) et des dessins dans les productions d'élèves.
9. Un écrit final : pourquoi ? comment ?
10. Le compte-rendu scientifique : quelques caractéristiques à travailler avec les élèves.
11. Les amorces pour aider les élèves à écrire : débuts de phrases, tableaux de données à compléter, fiches, dessin à annoter, etc.
12. Réaliser un travail métacognitif sur l'écrit (comparer, caractériser, enrichir les comptes-rendus et les synthèses).
13. Oser poser des questions : une clé indispensable pour l'apprentissage scientifique.
14. Mener une réflexion individuelle : verbaliser ; argumenter, écrire.
15. Développer l'esprit critique et la rigueur en science.
16. Exprimer son vécu affectif et pouvoir s'en détacher.
17. Complémentarité des écrits individuels et de groupe.
18. Ecrire pour rencontrer les autres : préparer le travail de groupe, communiquer des informations.
19. Dans le travail de groupe : exprimer son point de vue et entendre celui des autres (écouter, verbaliser, argumenter, confronter).
20. Lire des productions graphiques scientifiques : quelques difficultés rencontrées par les élèves à travailler en classe de science.
21. Développer des comportements et attitudes scientifiques pour préparer la structuration de démarches scientifiques. Les questions qui font progresser.
22. Rigueur ne veut pas dire rigidité : ne pas figer la pensée.
23. L'évolution du dessin de l'enfant et les liens avec les productions scientifiques.
24. La diversité des modes de gestion du groupe classe en science : expérience menée devant la classe, travaux de groupe, activités individuelles, ...

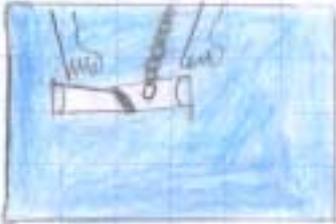
Annexe 5 : Productions des élèves

L'existence de l'air

Planche 1

L'air, ce n'est pas du vide...
Il occupe de la place!

① Les goblets.



Voici l'acrobate. Les goblets sont ensemble collés avec des papiers collés. Si on fait un trou dans les goblets qui sont ensemble et l'air est entrainé de sortir.

②



La paille on la glisse dans le ^{trou à l'air} et il est dans la bouteille si on bouche la paille il n'y a que quelques petites gouttes d'eau qui coulent et ça fait "tic tac tic tac" si on débouche la paille y a plus d'eau qui coule.

Planche 2

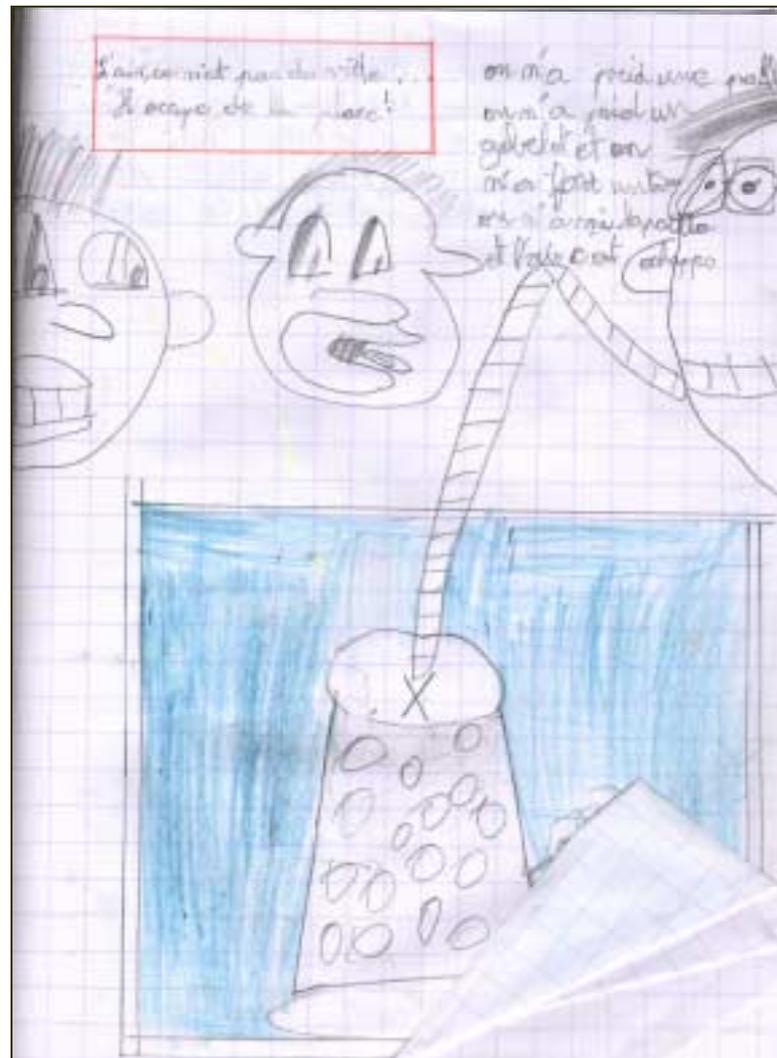


Planche 3



Planche 4

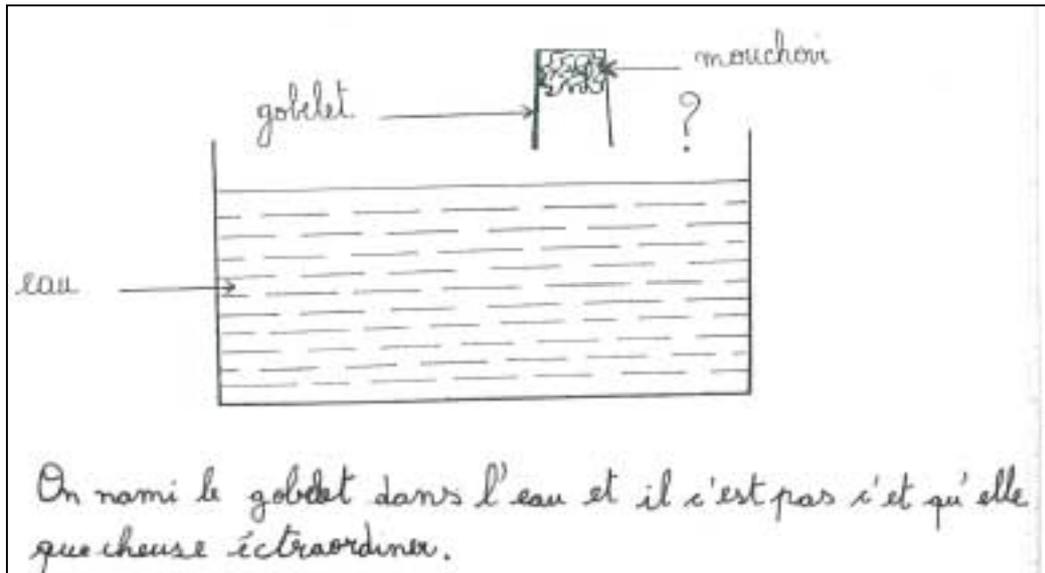


Planche 5

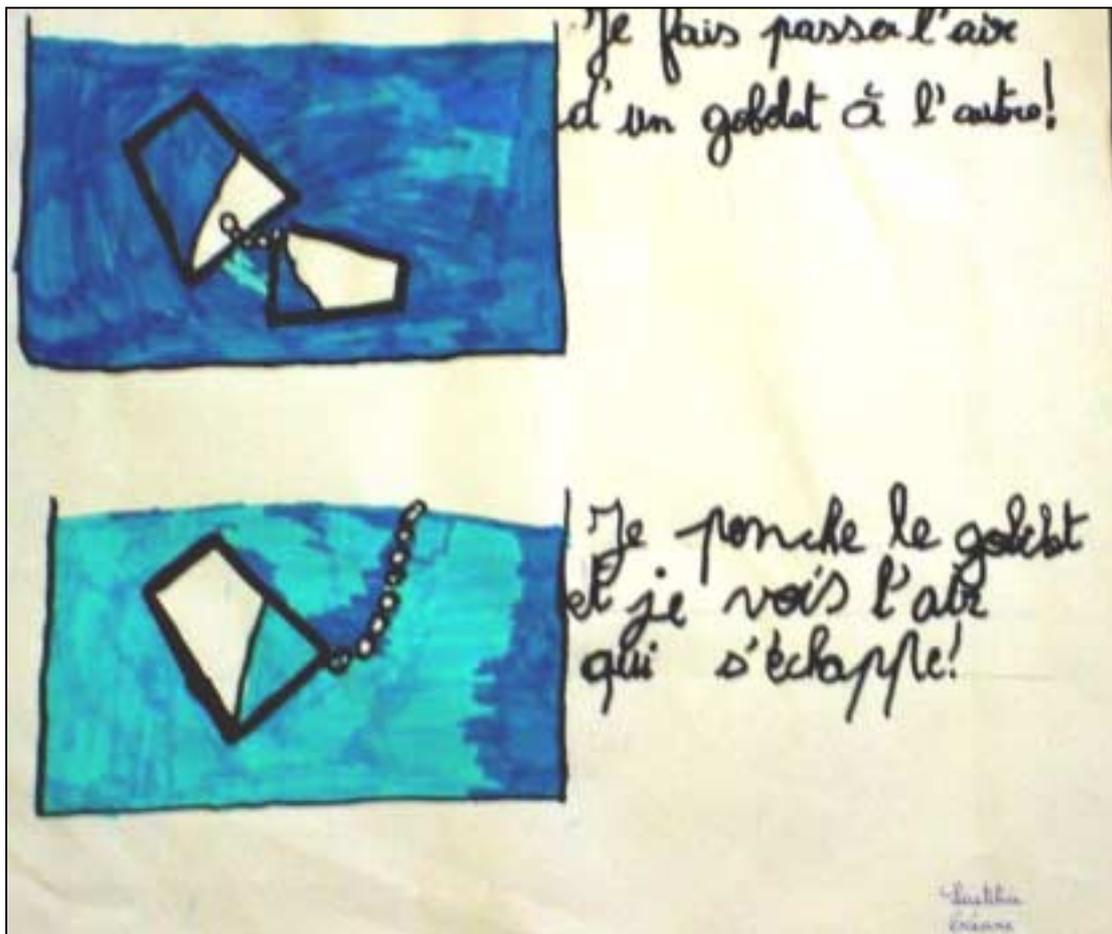
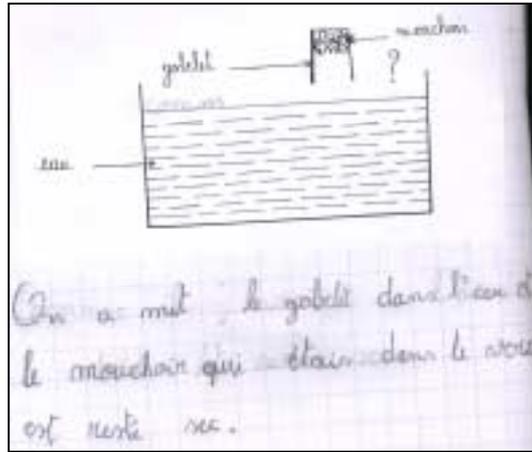
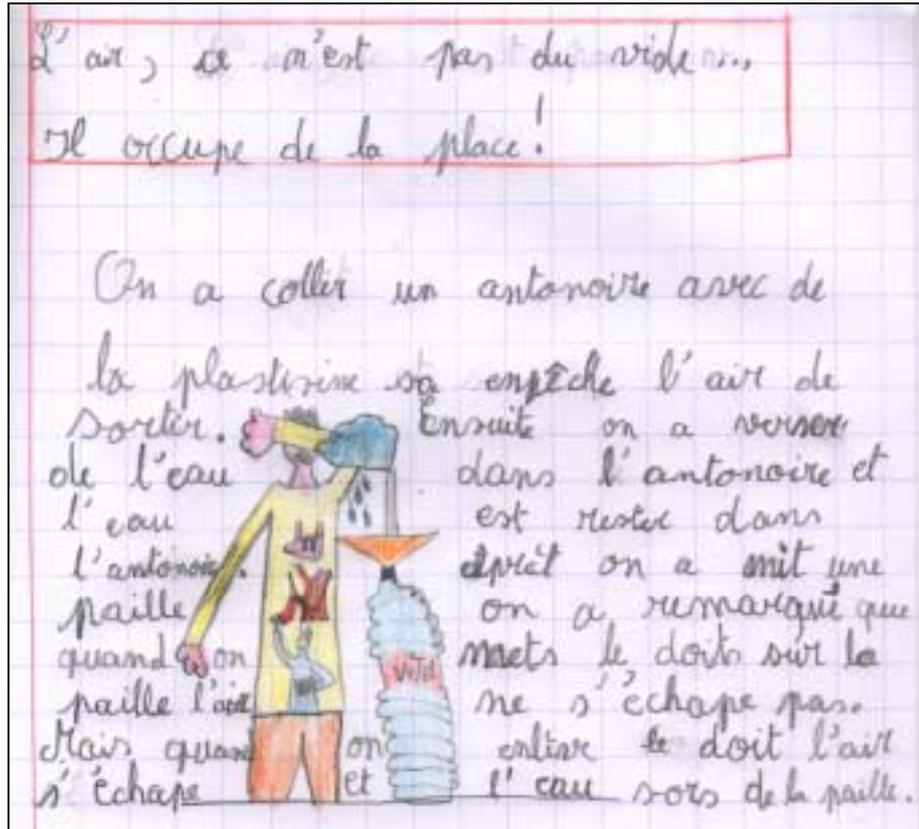


Planche 6

1^{er} écrit
individuel

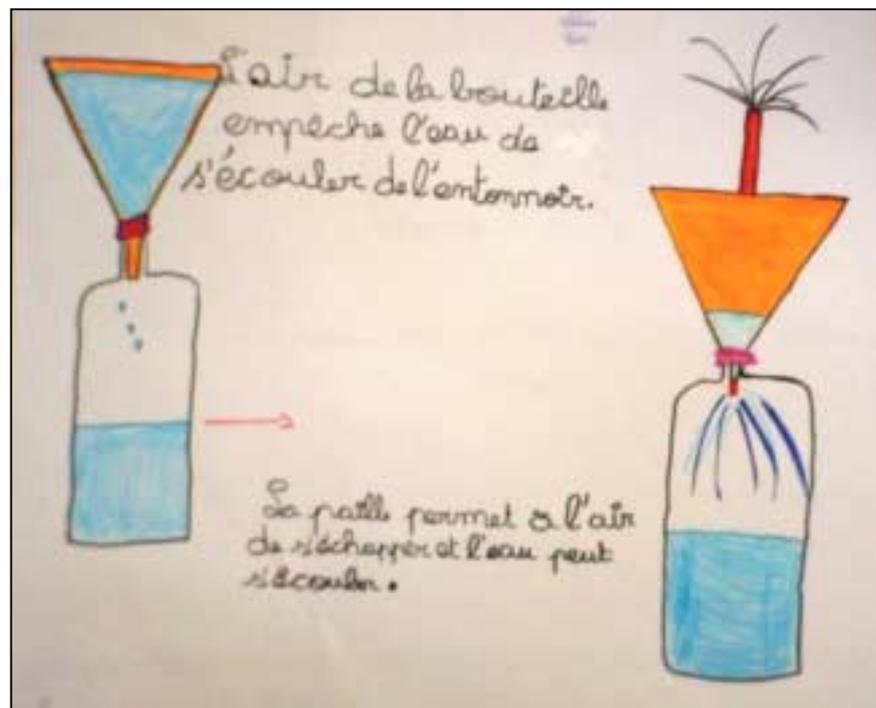


2^{er} écrit
individuel



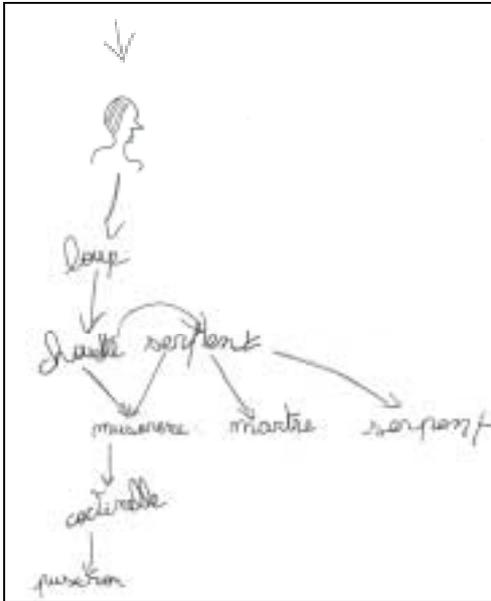
(3^{ème} écrit collectif non disponible)

4^{er} écrit
de groupe



Une chaîne alimentaire

Planche 7



Écrit individuel spontané

Planche 8

NOM DE L'ANIMAL l'araignée	Je m'abrite dans les toiles.....
	Je mange des Mouche des moustique
	je ser de diner de: la grenouille les oiseau.
	FIN

Planche 9

tu prend le serpent le serpent mange
la musaraigne que mange la musaraigne

Planche 10

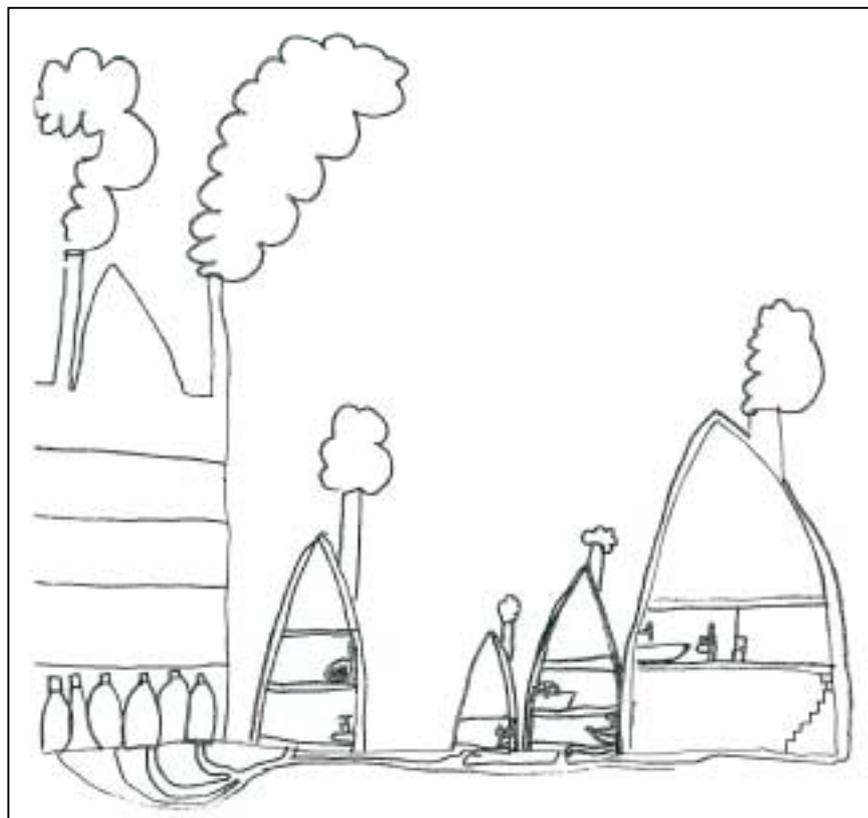
C'est un espèce de circuit qui mange qui.
EX: Le loup mange la chouette. La chouette
mange la coccinelle.....

L'arrivée d'eau dans les maisons

Planche 11



Planche 11'



L'arrivée d'eau au château d'eau

Planche 12

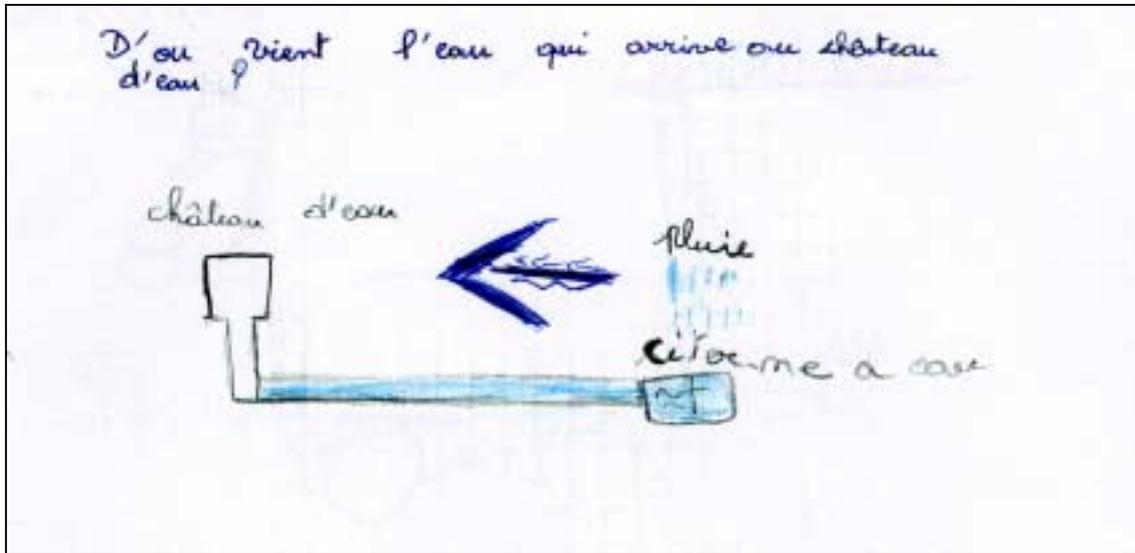


Planche 13

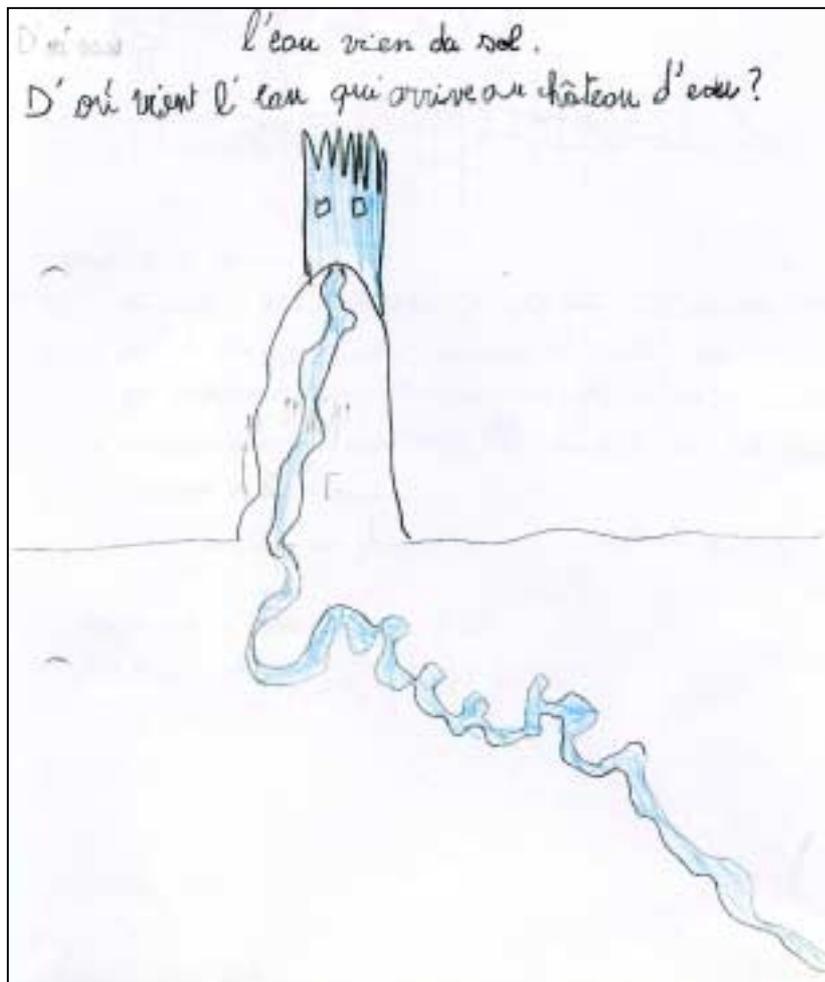


Planche 14

1^{er} écrit individuel

l'eau vien des égouts, puis il y a
des machine pour m'etoier l'eau
puis elle vas aux châteaux d'eau
et les gent peux la boire

2^{er} écrit individuel

D'où vient l'eau qui arrive au château d'eau ?

1 le tuieau de qui est dans la
mer donne de l'eau

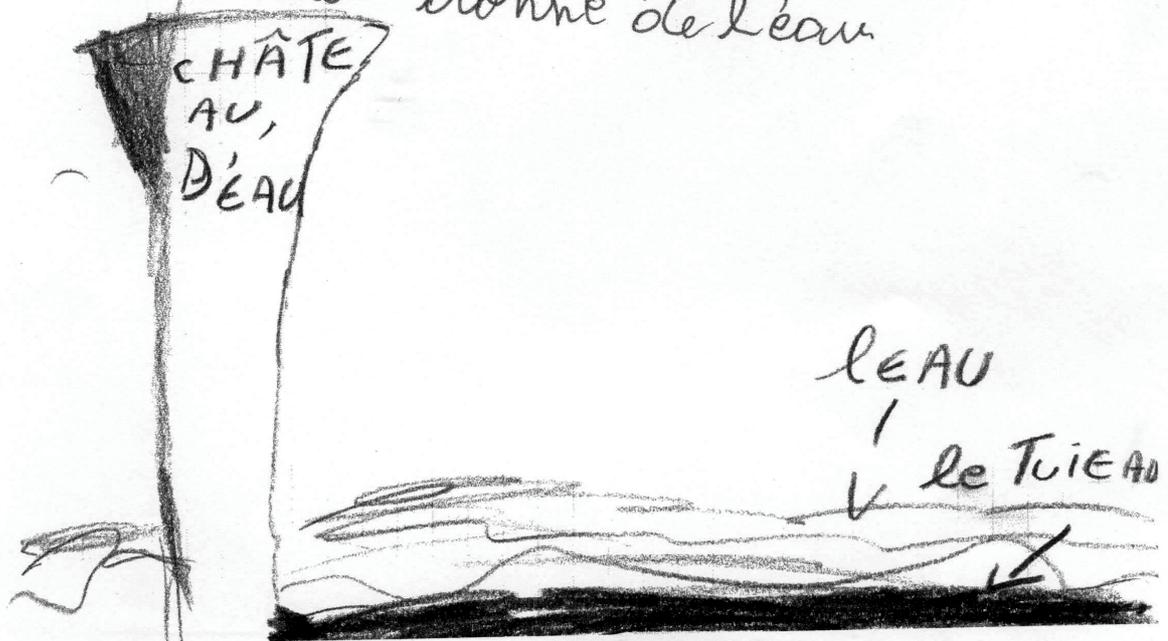
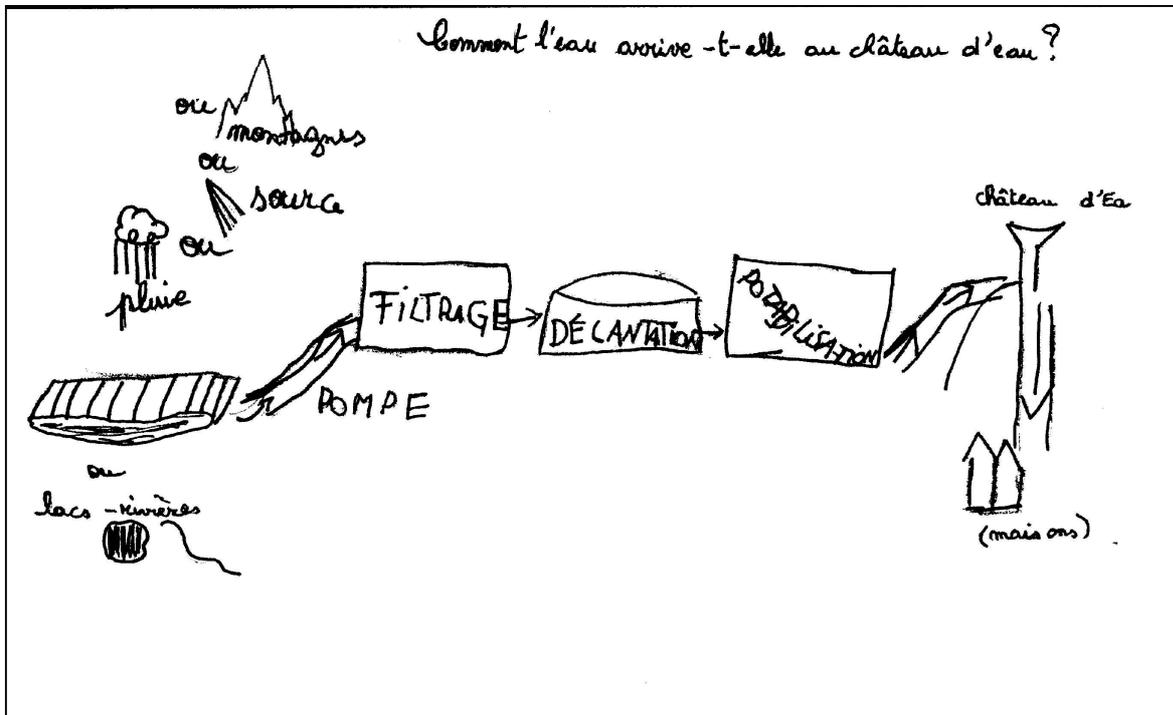


Planche 15



Synthèse collective : schéma

1. On va chercher l'eau à différents endroits : montagnes, pluie, sources, rivières, lacs, nappes souterraines...
2. On nettoie l'eau : filtrage, décantation, potabilisation
3. On vérifie si l'eau est potable.
4. On l'envoie au château d'eau.

Synthèse collective : texte

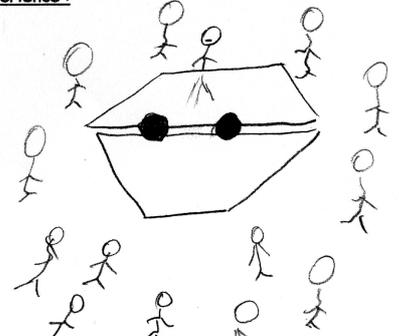
Les boules de Frigo-lite

Planche 16

NOM: Celine

Expérience: Les 2 boules de frigo-lite

EVEIL SCIENTIFIQUE

<p>Illustration de l'expérience :</p> 	<p>Matériel nécessaire :</p> <p><u>2 boules de frigo-lite</u></p>	
<p>Déroulement :</p> <p><u>on devait souffler sur les 2 boules de frigo-lite et elle se rapprochaient.</u></p>	<p>Constatations :</p> <p><u>les 2 boules de frigo-lite</u> <u>l'air passe a gauche et a droite des boules l'air au milieu est plus petit que gauche et droite alors se les rapproche une toupe de l'autre.</u></p>	<p>Explications scientifiques :</p>

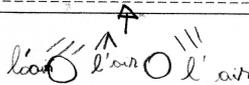


Planche 17

NOM: Amélie

Expérience: Les 2 boules de frigo-lite

EVEIL SCIENTIFIQUE

<p>Illustration de l'expérience :</p> 		<p>Matériel nécessaire :</p> <p><u>deux boules de frigo-lite, une paille.</u></p>
<p>Déroulement :</p> <p><u>On met deux boules de frigo-lite et on souffle entre les deux.</u></p>	<p>Constatations :</p> <p><u>les deux boules se rapproche se touche et s'éloigne.</u></p>	<p>Explications scientifiques :</p>

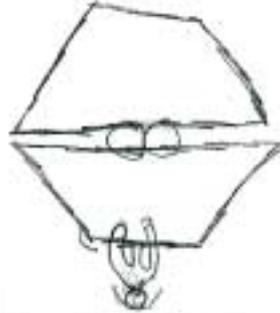
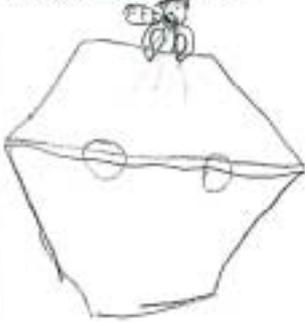
Planche 18

NOM: _____

Expérience: *par deux branches de figolette*

EVEIL SCIENTIFIQUE

Illustration de l'expérience :



Matériel nécessaire :

*2 boules de figolette
- du soufflé.*

Déroulement :

Une personne souffle et les deux boules se collent.

Constatations :



Explications scientifiques :

Planche 19

Illustration de l'expérience :



Les fruits

Planche 20

Coupez les fruits en deux le premier horizontalement (coupe transversale), le second verticalement (coupe longitudinale).

Observez puis dessinez le demi-fruit dans chacune des deux situations.

Mettez un titre. Le fruit coupé.

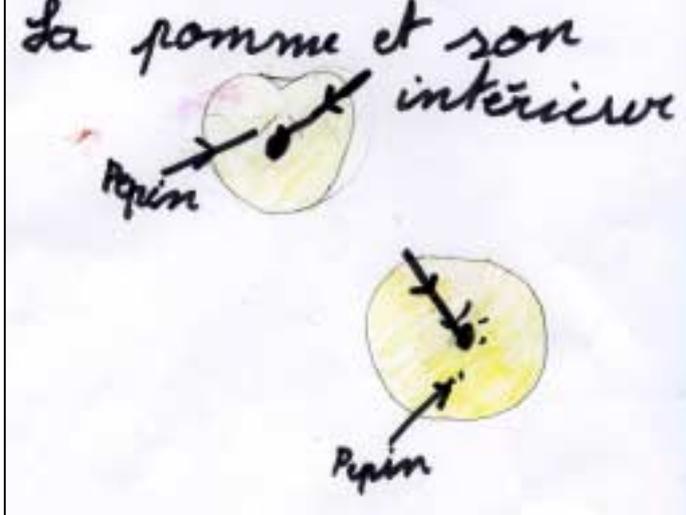
Indiquez par une flèche et une légende où se trouvent les graines.



The image shows two hand-drawn diagrams of a strawberry. The left diagram is a horizontal cross-section, showing the internal structure with a central core and seeds. The right diagram is a vertical longitudinal section, showing the depth of the fruit and the distribution of seeds. Both diagrams have arrows pointing to the seeds and the word 'poid' written next to them. The title 'Le fruit coupé.' is written in the center.

Planche 21

La pomme et son intérieure.



The image shows two hand-drawn diagrams of an apple cross-section. The top diagram is a horizontal cross-section, showing the core and seeds. The bottom diagram is a vertical longitudinal section, showing the depth of the fruit and the distribution of seeds. Both diagrams have arrows pointing to the seeds and the word 'Pipin' written next to them. The title 'La pomme et son intérieure.' is written at the top.

Planche 22

Explique de façon précise ce que veut dire le mot "fruit".

Un fruit est une fleur qui pousse sur un arbre mais pas sur une petite plante. Un fruit est sec mais pas le légume.

Un

Planche 23

Explique de façon précise ce que veut dire le mot
" fruit..

Le mot fruit est sucré et amer qu'il doit

être pour qu'on le mange. Et que c'est fort

juste à part les fruits secs et les bananes.

aussi que sa pousse sur les arbres mais les gros fruits

comme la pastèque et les melons, et les fraises sauvages.

Planche 24

Par ce que quand on m'est encoi au printemp
sa le fait sur les arbre que si s est des
légume sa pousse sur la terre.

Planche 25

Robin 4ème
Explique de façon précise ce que veut dire le mot
" fruit.."
Parce que chez moi, pour quatre heure on
mange toujours un fruit, par contre pour le soir on
mange des légumes.

Premier écrit individuel

Le fruit est un aliment sucré. Les légumes on doit
les réchauffer tandis que les fruits non. La plupart
des gens mange les fruits à 16H tandis que les
légumes on les manges le soir.

Production de groupe : mise en commun des écrits individuels

L'ombre et la lumière

Planche 26

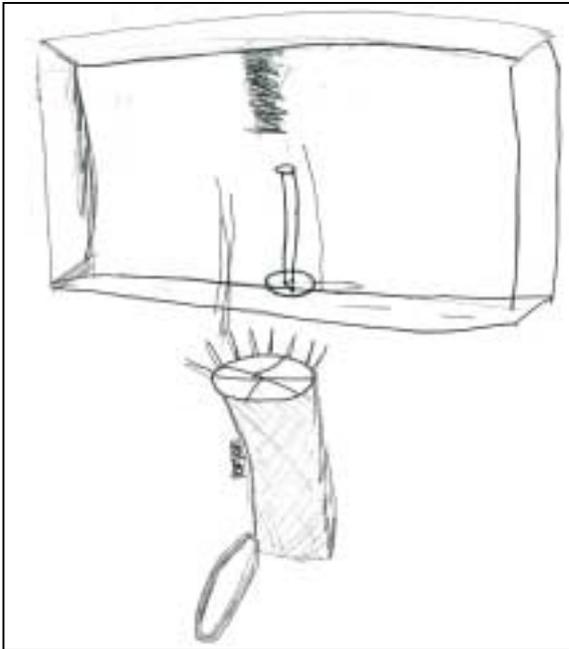


Planche 27

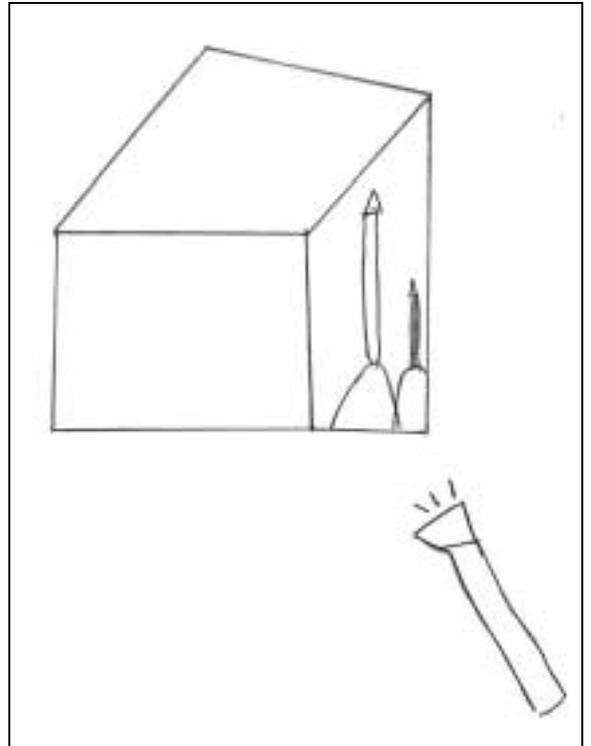


Planche 28

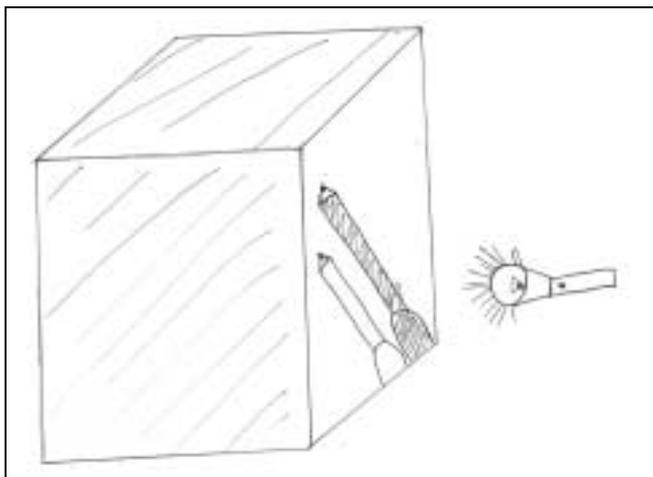


Planche 29

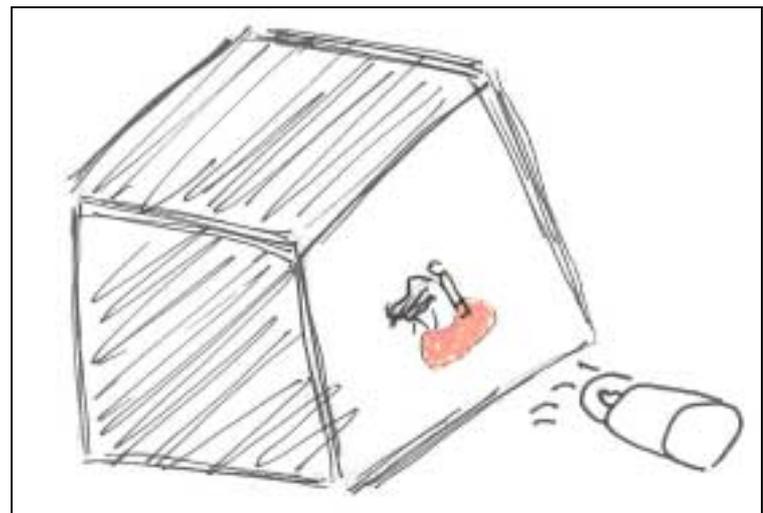


Planche 30

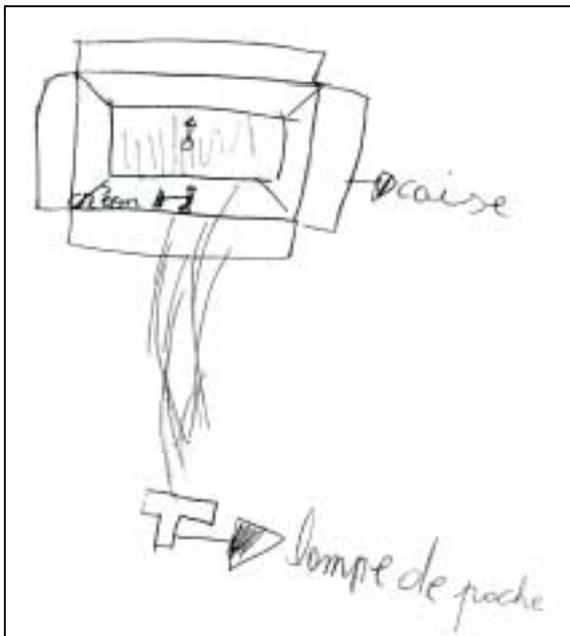


Planche 31

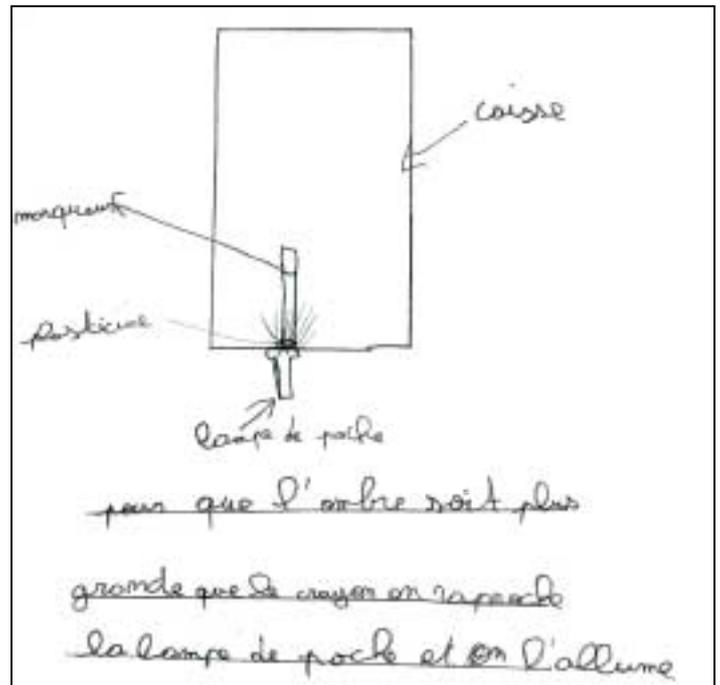
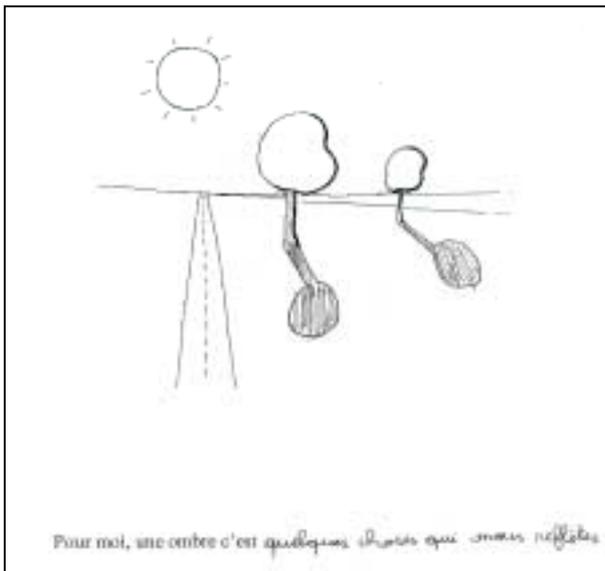
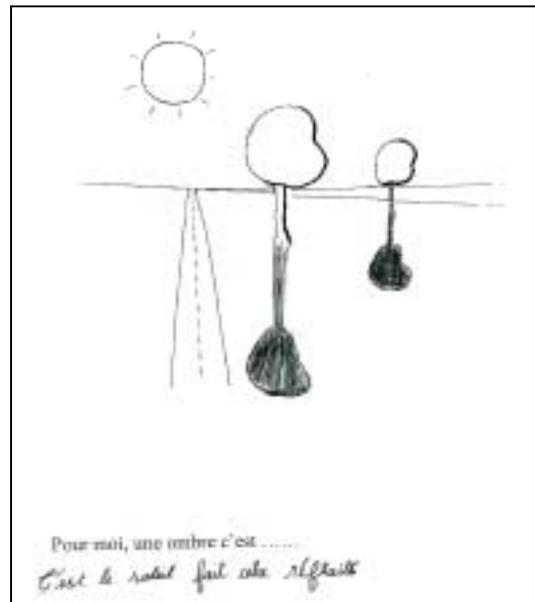


Planche 32



Pour moi, une ombre c'est quelques choses qui nous reflète

Planche 33



Pour moi, une ombre c'est.....
C'est le soleil fait une reflet

Planche 34

Pour moi, une ombre c'est par exemple : c'est un
 orbre qui cache l'endroit ou le soleil doit être
 mais l'orbre cache donc c'est noir de noir
 c'est l'ombre.

Observation du lapin

Planche 35

Observations du lapin	
	1) Il mange tout ce qui il voit
	2) Il ne aime être en liberté
	3) Il piquet des excès quand on le peur ou on le prend mal.
	4) Il perd s'est poil quand il saute de nos jambes ou de sa cage
hamster	5) Elle s'ent tous pour voir si il à amangé
	6) Il a des longues oreilles
	7) Quand il regarde le haut il se met sur s'est à pater
2	8) il fait parler pipi est caca par quand il s'enerve il
	9) il fait caca est pipi la où il est quand il le veut la ou il s'est qu'on peut pa faire
	10) des quant lui il est un petit de mauvais il mange tout en minimum 3-4 par minute

Planche 36

<u>Observation</u> <u>du lapin</u>	
1.	le lapin se cache dans un coin le lapin mange de tout le lapin fait pipi sur les tables.
2.	on ^à a ont vu que il sautais haut ont a vu que il n'aimait pas le bruit ont a vu que il était un peu blond et gris.
3.	on sent que son pipi pu au maximum on sent que son kaka ne pu pas on sent que il adore la la couleur oranges

Planche 37

<p><u>HABITAT:</u> EN CLASSE. CHEZ MONSIEUR DANS SA CACHE</p> <p><u>ALIMENTATION:</u> DES GRAINES. DES CAROTTES. DES CHICONS. DE LA PAILLE.</p> <p><u>COMPORTEMENT:</u> DROLE DE MARCHE. CHEZ VANESSA. ELLE FAIT PIPÌ DANT UN PETIT COÏN DANT SA CAGE</p>	<p><u>PHYSIQUE</u> - elle EST GRISSE ET BLANCHE - C'EST UNE FILLE - ELLE A LES EX YEUX BRUN - ELLE A DES LONGUE OREILLE ET ELLE SON DOUSE - C'EST DEUX DENT SONT BLAN</p> <p><u>BESOINS:</u> ELLE FAIT DES CROTES RODE ET BRONES - NOTR - ELLE FAIT PIPÌ JAUNE.</p>
---	---

Observation de la main

Planche 38

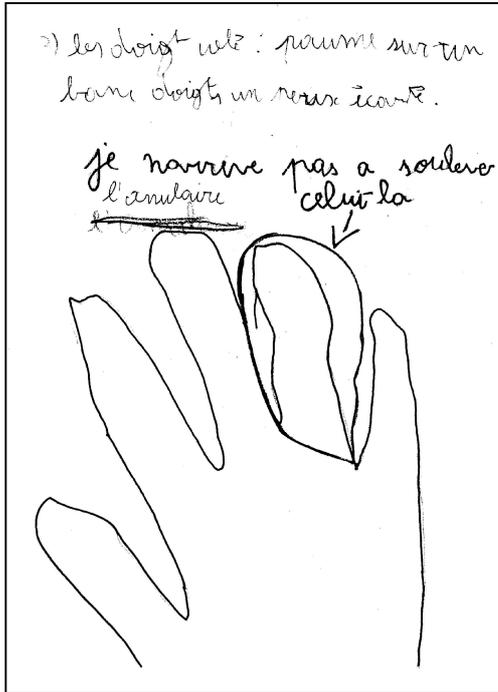


Planche 39

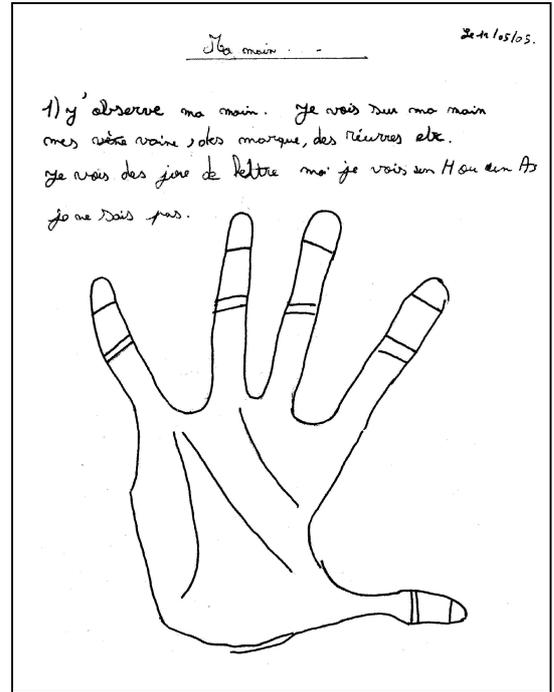


Planche 40

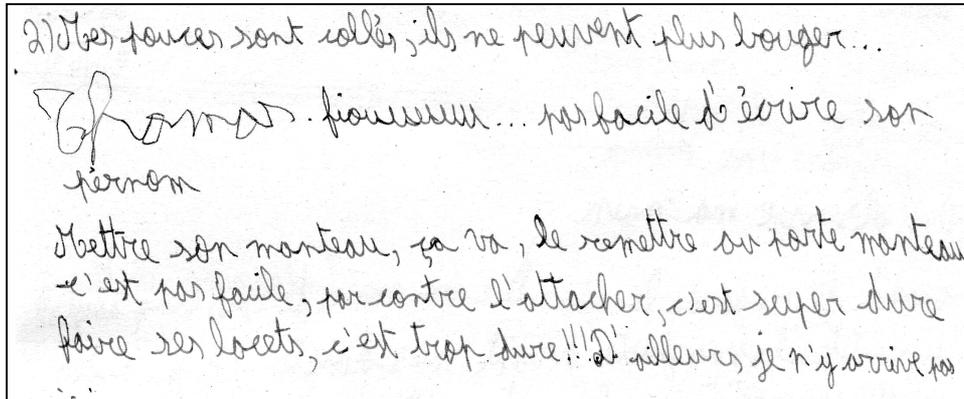
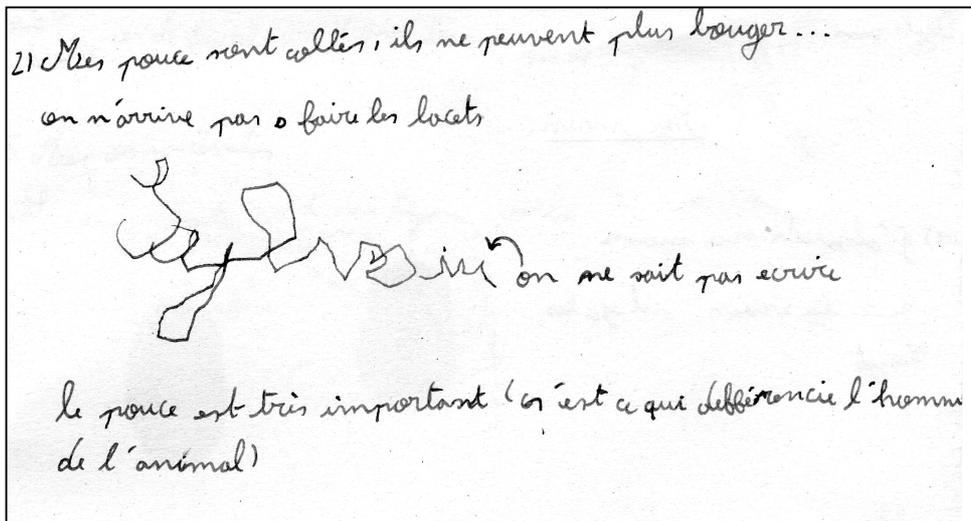


Planche 41



Observation du papillon

Planche 42



Planche 43



Planche 44



Planche 45

(PAPILLON 1E JOUR)
En premier le papillon est un œuf
puis il devient une chenille puis
il grandit, 3 fois ils évolue puis
ils construisent une nymphe puis ce
sont des papillons.

Les mouvements du corps

Planche 46

J'ai déplié mon bras, puis je l'ai mis tout droit et je l'ai bésé. Et j'ai plié mais droit et j'ai poigné dedans pour le trouver une fois trouvé je remais mon bras. J'ai déplié mon bras, je l'ai tourné vers ma malette et je l'ai bésé j'ai pris mon autre main j'ai plié mais droit sur les fermeture et j'ai poussé sur la fermeture j'ai déplié mon bras je l'ai tourné vers l'autre fermeture j'ai pris les fermeture et j'ai poussé et j'ai relevé mes mains et je les et pliées. Mes yeux on cligné j'ai respiré mon cœur bat le sang dans mon ventre a bougé j'avale ma salive j'ai rempli mes doigts de pied en bouge.

Planche 47

Les mouvements de mon corps

On ne se rend pas compte de tous les muscles et parties de notre corps qui participent à nos mouvements.

Par exemple : Quand je bois un verre d'eau.

- J'étends mon bras vers le verre en le posant mes yeux dessus.
- J'ouvre ma main pour saisir le verre.
- Je referme ma main pour le prendre.
- Je soulève le verre et ramène le verre vers ma bouche.
- Je baisse un peu la tête et ouvre la bouche.
- Je courbe le verre et relève la tête.
- Je ferme la bouche et avale l'eau.
- Je ramène ma tête en position normale.
- Je tends le bras, pose le verre en ouvrant la main.
- Je ramène mon bras vers le corps.

Certains muscles fonctionnent tout seuls : le cœur qui bat, les muscles des paupières qui clignent.

Le sang coule dans nos veines sans s'arrêter.

Je continue à respirer sans même y penser.

L'ouïe fonctionne même quand je ne fais rien : le tympan réagit aux bruits extérieurs.

Questions que nous nous posons encore.

- Les poumons sont-ils des muscles ?
- Quelqu'un dit : « Moi, je sais avaler sans fermer la bouche. » Est-ce possible ?
- Certains disent : « L'eau du verre, il passe dans le tube digestif et sera aussi éliminé. » Cela fait-il partie des mouvements ?
- Quand on dort, est-on « évanoui » ?

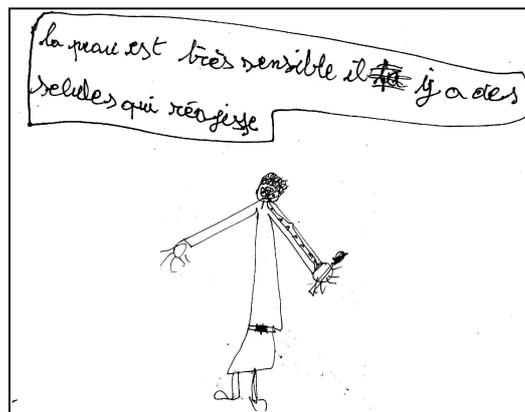
Synthèse collective

Le toucher (activité juin 2004)

Planche 48



Conception individuelle (enfant 1)



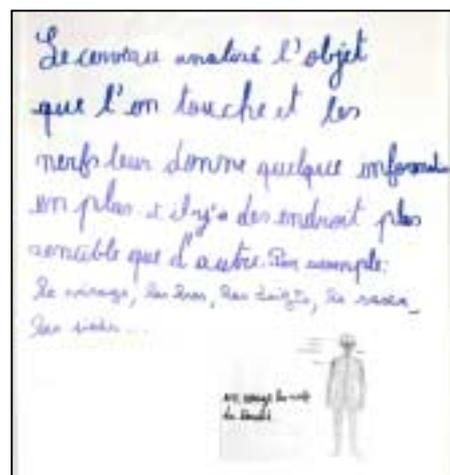
Conception individuelle (enfant 2)

La peau est très sensible et on peut avoir des renseignements sur les chose, que l'on touche et son envoit transmi au cerveau.

Conception individuelle (enfant 3)



Première mise en commun en groupe de base



Production du groupe de base après recherche documentaire

LE SENS DU TOUCHER

ON TOUCHE AVEC LA PEAU

La peau nous sert à ...

Dans la peau, il y a 3 couches : l'épiderme, le derme et la graisse.

Il y a aussi des nerfs sensitifs qui transmettent les informations (la forme, la matière, la température de l'objet) au cerveau.

Peut-on se fier à ses sens ?

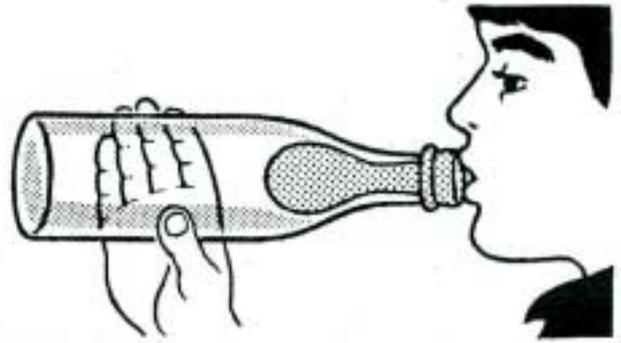
Non  on ne peut pas nous fier à un seul sens car il peut nous tromper.

Ex : On ressent une piqûre alors qu'il y a deux épingles l'une à côté de l'autre.

Planche 49



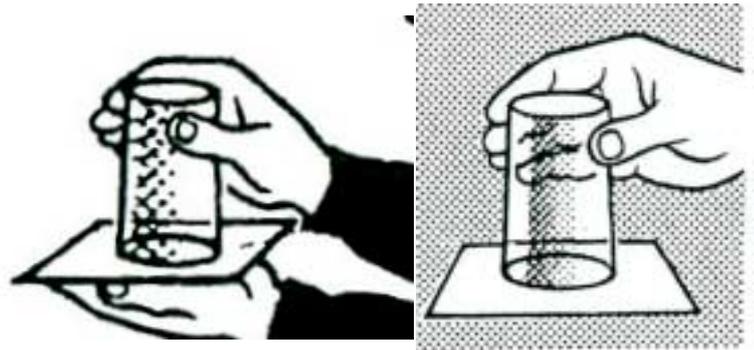
Expérience 2



Expérience 3



Expérience 4



Expérience 5

Expérience 6

