



Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education
Département Education et Formation
Pédagogie théorique et expérimentale
Dominique Lafontaine, chargée de cours

Université de Liège

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

Avec le soutien du Ministère de la Communauté française

Rapport de l'année 2005-2006

**Bernadette GIOT
Valérie QUITTRE**

Remerciements

Au terme de ces trois années, nous tenons à remercier très vivement toutes les personnes qui ont contribué au bon déroulement de la recherche et plus particulièrement

- *les membres du Comité d'Accompagnement,*
- *les enseignants qui ont participé au groupe de recherche à l'un ou l'autre moment du projet : Mesdames et Messieurs R. Albert, D. Bricart, F. Buissin, M. Chantraine, V. Das, P. Dumont, M. Fouss, M. Lefin, G.Olivier, A. Paliwoda, J.L. Sarlet, M. Tixhon, N. Tomsen, A. Ruwet, C. Van Stratum,*
- *les enseignants qui ont accepté de porter un regard externe sur le document destiné à la diffusion dans les écoles,*
- *les enseignants qui nous ont accueillies pour une enquête auprès de leurs élèves,*
- *Madame M.Jaminon, responsable de la Maison de la Science et Monsieur Berty, responsable de l'Aquarium qui nous reçoivent pour des observations lors d'animations dans leurs locaux,*
- *A. Nicolas, pédagogue, qui est intervenue au début du projet,*

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

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	4
CH. 1. CADRE THÉORIQUE.....	5
1.1. LE CONCEPT DE STRUCTURATION DES ACQUIS ET L'ÉVOLUTION DES ORIENTATIONS THÉORIQUES DU PROJET	5
1.2. QUELQUES PISTES APPROFONDIES DURANT LA RECHERCHE	7
1.2.1. <i>Le questionnement scientifique</i>	7
1.2.2. <i>L'exploration et l'observation des phénomènes</i>	9
1.2.3. <i>Le dialogue entre élèves, entre enseignant et élèves</i>	10
1.2.4. <i>Le rôle de l'écrit</i>	11
CH.2. MÉTHODOLOGIE	19
2.1. LES TROIS DIMENSIONS DU PROJET : RECHERCHE, ACTION, FORMATION	19
2.2. CONSTITUTION DU GROUPE DE RECHERCHE	19
2.3. MÉTHODOLOGIE.....	20
2.3.1. <i>Dispositif général</i>	20
2.3.2. <i>Particularités de ces choix méthodologiques</i>	21
2.3.3. <i>Modalités d'observation dans les classes</i>	22
2.3.4. <i>Diversité des contenus abordés dans les classes</i>	22
CH. 3. PRINCIPAUX CONSTATS ET DÉBOUCHÉS.....	24
3.1. RICHESSES ET DIFFICULTÉS DES ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES AVEC LES JEUNES ÉLÈVES	24
3.2. RÉACTIONS DES ENSEIGNANTS DU GROUPE DE RECHERCHE AU COURS DU TRAVAIL	25
3.3. RÉACTIONS DES ÉLÈVES OBSERVÉS	26
3.4. DÉBOUCHÉS DE LA RECHERCHE POUR LA PRATIQUE SUR LE TERRAIN	27
3.4.1. <i>Un document à destination des enseignants</i>	27
3.4.2. <i>Des pistes pour la formation continuée</i>	28
CONCLUSION.....	34
BIBLIOGRAPHIE.....	35
ANNEXE.....	38

Introduction

Le projet avait pour objectif de **développer avec des enseignants réunis en groupe de travail, des dispositifs pédagogiques encourageant le développement cognitif des élèves et la construction de leurs compétences**. Dans cette perspective, il ne s'agissait pas de tourner le dos aux connaissances, mais d'en favoriser l'élaboration dans un contexte tel qu'elles soient mobilisables dans des situations nouvelles, que ces connaissances soient liées aux contenus ou aux démarches. Le domaine abordé est celui des apprentissages scientifiques, sans exclure *a priori* des liens avec les mathématiques, la lecture ou l'écriture. Les élèves concernés fréquentent le cycle 8-10 ans, c'est-à-dire un moment de la scolarité primaire où les compétences se construisent progressivement sans qu'aucune exigence certificative soit définie en matière d'éveil scientifique.

La première année du projet a permis d'approfondir la notion de structuration des acquis et de mettre au point des démarches méthodologiques de recherche-action. L'alternance d'essais sur le terrain et de moments réflexifs en groupe a permis d'enrichir et de nuancer la problématique.

Pour la seconde année, il était essentiel de limiter le champ exploratoire. Le problème de recherche auquel nous nous sommes attachées peut 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 ?

Les premiers mois de la troisième année ont été consacrés à traiter deux thèmes insuffisamment explorés lors des années précédentes :

- *l'utilisation des tableaux à double entrée* dans les documents scientifiques, ces tableaux étant très fréquents dans ce domaine notamment au moment du recueil et de l'organisation des données d'observation ;
- *la construction d'une synthèse ou d'un compte-rendu* au terme d'une activité scientifique, outil indispensable pour la structuration de l'acquis et référent pour la classe.

Le reste de la troisième année a été dévolu à l'élaboration et à la finalisation d'un document destiné aux enseignants et susceptible de servir de support aux actions de formation continuée.

Dans le présent rapport de synthèse, le lecteur trouvera :

- un rappel du cadre théorique du projet ;
- une description de la méthodologie adoptée ;
- une présentation succincte des principaux constats ainsi que les débouchés pratiques du projet.¹

¹ En annexe, figure la réflexion menée sur les tableaux à double entrée et sur le compte-rendu en fin d'activité.

Chapitre I

Cadre théorique

1.1. Le concept de structuration des acquis et l'évolution des orientations théoriques du projet

Durant la première année, nous avons tenté de préciser la **notion de structuration des acquis en sciences**. Cette notion s'est avérée particulièrement difficile à définir : quels liens entretient-elle avec des concepts tels que ceux de compétence, de conceptions des élèves, de démarche scientifique, de synthèse, etc. ? Au fil du travail avec les enseignants et des essais dans les classes, nous avons pu montrer **que la structuration des acquis ne constituait pas une étape finale dans les apprentissages, mais qu'elle s'élaborait tout au long de ceux-ci**. Un ensemble d'interventions sont indispensables au cours des découvertes et des expériences de l'enfant pour l'aider à construire sa pensée et à organiser ses acquis. **La synthèse en fin d'activité ou au terme d'une période d'apprentissage ne constitue qu'un maillon de cette chaîne complexe**. Des structurations plus larges peuvent aussi être élaborées sur base des activités menées au cours de plusieurs années (Astolfi *et al.*, 1998). Pour les enseignants, les approches sont donc multiples et complémentaires.

Le tableau suivant synthétise ce point de vue :

<i>Travailler sur ses conceptions</i> : noter ou dessiner ce qu'on sait déjà ou ce qu'on croit savoir, dresser une carte conceptuelle simple (individuellement ou en groupe)...	
<i>Se questionner</i> , (s')interroger : poser des questions tant sur le contenu que sur les procédures ou les attitudes, faire preuve d'esprit critique	<i>Formuler une ou des questions de départ</i> : adopter une question-guide, formuler un problème scientifique...
	<i>Prévoir, anticiper</i> : 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...
	<i>Noter ses observations, rassembler des données</i> : 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...
	<i>Dialoguer, argumenter</i> : communiquer, exprimer son point de vue, dire ses observations, tenter d'expliquer, argumenter ses idées...
	↓

	<p><i>Retracer l'itinéraire de ses apprentissages, tenir un journal de bord</i> : 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><i>Etablir des relations, synthétiser, coordonner</i> : 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 style="text-align: center;">↓</p>
	<p><i>Exposer et communiquer à la communauté</i> : faire une affiche ou un dépliant, rédiger un petit article pour une revue scolaire, faire une élocution, réaliser une expo-science...</p> <p><i>Rassembler des acquis mis en place à différents moments de l'année</i> : faire des rapprochements, des analogies, mettre en parallèle des activités, mettre en relation avec le vécu personnel, évaluer l'acquis...</p>

Au départ, le projet s'est situé dans une perspective constructiviste largement inspirée de la pensée de Piaget². Une attention particulière a été apportée à l'action et au conflit cognitif en tant que stimulations d'une réflexion individuelle. Cette orientation s'est enrichie d'une importante dimension sociale par l'observation des interactions entre élèves et avec l'enseignant. En même temps, il est apparu de plus en plus clairement que le langage n'est pas là pour exprimer de mieux en mieux quelque chose qui préexisterait à l'expérience de l'enfant, mais qu'il accompagne cette expérience et constitue en lui-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.

C'est ainsi que, lors de la seconde année, la recherche s'est orientée vers un approfondissement de la place de l'expression verbale écrite et du dessin dans l'organisation, par les élèves, de leurs apprentissages. Dans cette approche, il s'agissait de considérer le langage écrit comme un outil structurant la pensée et faisant appel à un ensemble de signes socialement élaborés dans un but à la fois général et spécifique : la recherche et la découverte scientifiques. En représentant leur pensée par de tels signes et en travaillant sur ceux-ci, les élèves transforment en retour cette pensée et construisent leurs savoirs. Le langage devient outil de communication avec les autres et avec soi-même. Dans cette deuxième étape du projet, les perspectives théoriques se sont donc largement inspirées de Vygotsky, sans pour autant abandonner le point de vue constructiviste de Piaget.

Les observations dans les classes ont confirmé l'importance de l'écrit (textes et dessins) dans la construction de savoirs scientifiques de tous ordres. Encourager les élèves à produire de l'écrit dans ses différentes formes et à différents moments est un défi didactique encore inhabituel. Cependant, ces phases d'expression écrite - appréciées d'ailleurs par les élèves à certaines conditions - sont indispensables au développement de la pensée. Dans cette perspective, l'écrit ne peut avoir une place artificielle : il doit être **intégré à une activité scientifique porteuse de sens et d'intérêt pour l'enfant**, et qui comprend aussi des moments d'action et des moments de dialogue entre élèves. La signification de l'écrit est alors étroitement liée à l'investissement de l'élève dans la découverte scientifique.

² Voir M.Crahay (1999).

1.2. Quelques pistes approfondies durant la recherche

1.2.1. Le questionnement scientifique

« 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. »³

Les jeunes enfants aiment comprendre le pourquoi et le comment des choses. Cependant, il arrive qu'ils posent de moins en moins de questions en classe au fur et à mesure de leur scolarité. On constate aussi que certains élèves n'en posent que rarement, même lorsqu'ils sont sollicités. Comment expliquer ces faits ?

La vie quotidienne dans la classe ne permet pas toujours l'expression des interrogations au fil des activités. Ainsi, la formulation de questions par les élèves peut être freinée par des exigences légitimes liées à la vie de groupe (ne pas prendre la parole à tout moment ; attendre son tour pour parler), par le sentiment que certaines questions seraient ridicules ou témoigneraient d'une ignorance mal venue, par l'influence de certains « meneurs »... Il arrive ainsi que se construisent, tant chez les adultes que chez les enfants, des conceptions erronées telles que : « *A l'école, c'est l'enseignant qui pose les questions et non les élèves.* », ou « *A toute question, il n'existe qu'une seule bonne réponse.* », ou encore « *Il existe de bonnes questions et de bonnes réponses.* ». Ces conceptions sont parfois tellement prégnantes qu'elles peuvent persister longtemps, malgré des expériences tendant à prouver le contraire.

A ces faits, s'ajoute la personnalité propre de chaque enfant : l'un est plus timide et réservé, l'autre plus entreprenant ; l'un réagit vite à une situation et s'exprime immédiatement, l'autre demande du temps et du recul. Certains élèves ont besoin de manipuler, de regarder et d'intégrer en partie leurs observations avant que s'éveillent les questions. D'autres doivent être sollicités et aidés pour arriver à exprimer leurs interrogations. Il peut encore arriver qu'un élève ne soit pas vraiment intéressé par le contenu abordé en classe ou qu'il pense en connaître suffisamment sur l'objet d'étude : il lui est alors plus difficile de s'engager dans un questionnement significatif. Pour certains élèves, se poser des questions peut aussi vouloir dire : « *Ai-je compris ce dont on m'a parlé, ce que j'ai vu ou ce qu'il fallait faire ?* ».

On constate en outre que les élèves tiennent parfois des propos - oraux ou écrits - révélant un questionnement implicite. Celui-ci peut prendre la forme de simples points d'interrogation qui disent la perplexité devant un phénomène, ou encore revêtir une forme qui n'a pas le statut évident de question. Par exemple, la réflexion « *Une tomate est un fruit mais un peu plus un légume.* » peut déboucher sur la question de la définition du fruit et du légume.

Dans cette perspective, énigmes, défis, situations-problèmes ou mobilisatrices peuvent se définir comme des mises en œuvre d'un état d'esprit qui inclut la nécessité de « faire naître un questionnement chez les élèves. »⁴. Le choix et la formulation des situations-problèmes sont donc fondamentaux puisqu'ils vont engendrer un étonnement, une remise en cause, un questionnement chez l'enfant. La question de départ ne peut être purement formelle. Elle doit correspondre à un objectif à poursuivre et à un intérêt à développer chez les élèves. Il arrive

³ Bachelard G. (1970).

⁴ De Vecchi G. et Carmona-Magnaldi N. (2002).

qu'un enfant amène en classe un objet, un animal qui suscite la curiosité de tous, ou encore qu'il raconte un fait qui interpelle ses condisciples. Mais il peut également s'avérer intéressant de confronter les élèves à une observation, un événement d'actualité, une expérience étonnante qui engendrent l'intérêt et remettent en cause les représentations.

Par ailleurs, les élèves doivent apprendre à s'écouter et à respecter la parole, même timide et bafouillante, de leurs condisciples. Encourager les plus timides est indispensable, de même que veiller à ce que chacun respecte les questions des autres : elles ne peuvent être objets de moqueries ni de la part des condisciples, ni *a fortiori* de la part de l'enseignant. Il arrive que certaines questions soient inattendues ou interpellent parce qu'elles pourraient faire penser que les élèves n'ont pas été attentifs à ce qui s'est dit ou passé durant une activité. Il est essentiel cependant que ces élèves puissent s'exprimer. D'une part, ces questions peuvent leur permettre de prendre le recul qu'ils n'avaient pu prendre pendant l'activité. D'autre part, elles peuvent être l'occasion d'aborder des aspects particuliers de la situation ou de reformuler et de préciser le problème pour tous.

Les questions encouragent aussi des analogies significatives favorisant la formulation d'hypothèses et le transfert des acquis. Ainsi, la question d'un élève « *Comment le renard peut-il manger le hérisson puisqu'il a des piquants ?* » peut conduire à s'interroger sur les moyens de défense des animaux vis-à-vis de leurs prédateurs.

Les questions des élèves, quel que soit le moment où elles apparaissent, constituent donc la base de leur activité scientifique. Toutefois, une formulation scientifique des questions ne va pas de soi. Cet apprentissage peut s'avérer difficile⁵. En effet, la science se veut la plus objective possible dans ses approches ; elle se centre sur les faits et tente des explications. Les impressions, les croyances, les sentiments ne sont pris en compte que dans la mesure où ils sont eux-mêmes objets d'étude ou qu'ils affectent les démarches entreprises. La science ne peut pas non plus se prononcer sur une question d'ordre idéologique ou éthique. Par contre, elle peut apporter des informations importantes qui permettront de mieux faire des choix citoyens ou de mieux prendre ses décisions. Ainsi, une problématique citoyenne (« *Faut-il interdire la cigarette ?* ») peut entraîner de nombreuses questions d'ordre scientifique (« *Que devient la fumée dans les poumons ?* » « *Qu'y a-t-il dans la fumée de cigarette ?* » « *Comment fonctionne la respiration ?* » Etc.). En outre, qu'il s'agisse de recherche documentaire, de mise au point d'un dispositif expérimental ou d'une enquête, les interrogations se précisent au fur et à mesure de l'avancement des démarches.

Lorsqu'une démarche consciente de questionnement se développe chez les enfants, des interrogations nombreuses et diversifiées peuvent surgir et s'avérer parfois difficiles à considérer. Dans ce cas, l'enseignant doit pouvoir tenir compte de ses propres limites et se donner le droit d'expliquer aux élèves qu'il va chercher la réponse dans un livre ou interroger un spécialiste. Il peut aussi associer ses élèves à une démarche précise. Cette attitude est indispensable pour contrer la conception très répandue chez les jeunes élèves selon laquelle l'enseignant serait dépositaire du « Savoir ». Dans ces démarches de recherche, on s'aperçoit vite que 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 aussi que la communauté scientifique n'ait pas encore de réponse à certains problèmes. Le reconnaître, c'est apprendre à l'enfant que la science se construit sur un perpétuel questionnement auquel il peut prendre

⁵ Astolfi et al. (1998, rééd. 2001).

part. Trop souvent, la science est envisagée comme un ensemble de certitudes sorties d'encyclopédies et qui ont en quelque sorte toujours existés.

1.2.2. L'exploration et l'observation des phénomènes

De nombreux auteurs⁶ dénoncent la rigidité de schémas simplifiés de la démarche scientifique tels que celui communément appelé « OHERIC »⁷. Ces schémas laissent entendre que les étapes du raisonnement scientifique se déroulent dans un ordre préétabli et immuable. De telles approches correspondent le plus souvent à une reconstruction *a posteriori* des étapes parcourues par le chercheur. La description de la méthode privilégiée dans une étude est en fait une « construction de l'esprit, une représentation, destinée à rendre compte des éléments qui paraissent les plus importants »⁸. Il s'en dégage souvent des conseils implicites ou explicites sur la marche à suivre pour atteindre de bons résultats. Mais la plupart du temps, il est très difficile d'entrer réellement dans une démarche aussi épurée. La confusion fréquente entre démarche « scientifique » et démarche « expérimentale » accentue encore les difficultés dans l'approche de cette question.

Les démarches scientifiques diffèrent selon les spécialités, et l'expérimentation est loin d'être présente dans toutes les recherches. D'autres méthodes comme l'observation *in vivo*, l'enquête, la compilation et la synthèse de données bibliographiques, l'interrogation de l'histoire, la simulation sur ordinateur... sont des approches qui prennent place dans l'activité du chercheur. Cela se comprend d'autant plus aisément que certains domaines du savoir sont inaccessibles à l'expérimentation parce que la distance spatiale ou temporelle rend impossible toute forme de manipulation (étude des fonds marins, des faits du passé), ou encore parce la nature de l'objet d'étude ne permet pas toujours le recours à l'expérimentation pour des raisons éthiques (êtres humains, animaux). D'autres approches sont donc indispensables.

Par ailleurs, la linéarité de la démarche scientifique telle qu'elle est parfois proposée pose également la question du statut de la loi qui apparaît en fin de parcours comme un aboutissement évident. En fait, il faut beaucoup de temps et beaucoup de démarches pour développer une loi, une théorie, un modèle complexe, et encore n'existent-ils que provisoirement, jusqu'au moment où ils seront réfutés. Tout au plus peut-on éprouver leur degré de fiabilité⁹. La science peut alors être vue comme un ensemble de démarches qui visent à remettre en cause plutôt qu'à démontrer une vérité ou des faits présentés comme tels.

Une idée importante à faire passer chez les élèves est sans doute que bien des erreurs et tentatives sont nécessaires, même dans le cas d'expérimentations rigoureuses, et qu'il faut oser tester, oser prendre des risques (... bien mesurés!). Faire un essai pour voir comment ça marche, pour formuler des questions et des hypothèses plus pertinentes est aussi une forme d'expérience scientifique.

Ce qui caractérise toutes les approches scientifiques, c'est le questionnement et le souci de rigueur dans l'argumentation. « L'objectivité scientifique n'est possible que si l'on a d'abord rompu avec l'objet immédiat, si l'on a refusé la séduction du premier choix, si l'on a arrêté et

⁶ Voir en particulier Giordan et Fourez, mais également les réponses données par les spécialistes de « La main à la pâte » aux enseignants qui les interrogent sur la démarche scientifique.

⁷ De la succession des étapes : Observation, Hypothèse, Expérience, Raisonnement, Interprétation, Conclusion.

⁸ Fourez et Englebert-Comte, 1999.

⁹ Idem.

contredit les pensées qui naissent de la première observation. » (Bachelard, 1965). De nombreux travaux (Warwick (2003), Flammang et Forget (2003), Thouin (1997), etc) soulignent que l'installation précoce d'une démarche scientifique complexe et figée paraît inadéquate. Elle est en tout cas hors de propos pour les enfants de 3^e et 4^e années primaires. L'approche progressive d'éléments constitutifs d'une attitude scientifique semble plus porteuse : par exemple, tenter des hypothèses explicatives, planifier une procédure, mesurer, vérifier, reproduire une expérience, chercher à mettre les faits en relation, etc. Cela suppose pour l'élève un regard métacognitif sur les actions entreprises et les savoirs engrangés au cours d'une ou plusieurs activités scientifiques.

1.2.3. Le débat entre élèves, entre enseignant et élèves

Différentes méthodologies actives peuvent être exploitées pour construire et structurer peu à peu savoirs et démarches. Mais quelles qu'elles soient, elles supposent le plus souvent un passage par l'expression verbale, au sein de petits groupes, en grand groupe ou individuellement, de manière autonome ou dans un dialogue avec l'enseignant. Les élèves peuvent travailler sur les procédures mises en place dans leurs expériences, sur les contenus scientifiques abordés, sur les attitudes face à certaines situations, sur les débouchés de leurs recherches...

Selon l'objectif poursuivi et l'âge des élèves, des questions peuvent être posées par l'enseignant aux différents moments de l'activité scientifique pour encourager les apprentissages. Ces questions peuvent être préalables à une expérience, l'accompagner, ou préparer une communication ou une synthèse. Elles peuvent être orales ou écrites, se présenter sous forme de plans, de fiches, de tableaux ou de phrases à compléter. Faire s'exprimer les élèves - en particulier les plus jeunes - sur ce qui s'est passé, se passe, ou se passera au cours de l'activité scientifique est une des démarches les plus simples favorisant un retour métacognitif sur le vécu¹⁰. Ce « dialogue pédagogique » est essentiel à tout apprentissage.

Quelques exemples de questions pour enrichir le dialogue pédagogique :

1. A propos des conceptions des élèves : Si tu devais expliquer ce qu'est..., que dirais-tu ? Que sais-tu déjà de telle chose ? Comment crois-tu que tel organe est fait ou fonctionne ? Pour toi,...à quoi ça sert ? Pour bien observer quelque chose, qu'est-ce qui est important, nécessaire ? Etc.

2. La compréhension des consignes et de la situation : Que vas-tu faire ? Que dois-tu faire ? Pourquoi ? Dans quel but ? Comment vas-tu t'organiser ? Que vas-tu noter ? Etc.

3. Les démarches (= ce que l'enfant met en place pour étudier la situation) :

3.1. Intervention, gestion de l'activité : Pendant l'activité : Que fais-tu ? Pourquoi ? Qu'est-ce que tu vas faire après ? Ou après l'activité : Qu'est-ce que tu as fait ? Pourquoi as-tu procédé comme cela ? Qu'est-ce que tu vas mettre en place pour vérifier tes observations ? Etc.

3.2. Prédications : Que va-t-il se produire maintenant ? Est-ce que tout le monde pense comme toi ? Etc.

3.3. Observations et acquis : Qu'as-tu observé ? Que s'est-il passé ? Qu'as-tu appris sur ... ? Est-ce différent de ce que tu avais prédit ? Etc.

3.4. Mises en relation, hypothèses explicatives : Quel(s) lien(s) as-tu observé(s) entre telle et telle chose ? Qu'est-ce qui a provoqué tel phénomène ? Comment le sais-tu ? Comment pourrais-tu vérifier ? Etc.

¹⁰ Thouin (2002).

4. Communication scientifique : Comment vas-tu raconter aux autres ce que tu as fait, observé, appris ? Quels sont les éléments importants à dire ? Comment bien se faire comprendre ? Etc.

5. Application, transfert : Quand as-tu déjà fait/observé cela ? Dans quel contexte ? Voici une autre situation, pourrais-tu fonctionner de la même manière ? Comment vas-tu aborder cette nouvelle situation ? Etc.

6. Evaluation de l'activité : Est-ce que tu es satisfait de ce que tu as fait ? Pourquoi ? Qu'est-ce qui était bien dans ton activité ? Qu'est-ce qui n'allait pas ? Si tu devais refaire ton activité, qu'est-ce que tu ferais ? Qu'est-ce que les autres t'ont appris ? Etc.

Ainsi, au fil de l'activité, l'enseignant peut s'assurer que l'élève comprend ce qui se passe. Il peut recueillir ses conceptions et observer leur évolution. Il peut encourager la recherche et les découvertes de cette manière, il favorise le développement d'attitudes et d'habitudes scientifiques tant au niveau individuel qu'au niveau des petits groupes.

1.2.4. Le rôle de l'écrit

S'exprimer par écrit pour transformer et structurer sa pensée

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. Le document peut être (ré)investi à tout moment et le travail peut ainsi s'inscrire dans le temps.

Les fonctions généralement attribuées aux productions écrites de tous ordres sont essentielles dans l'évolution de la pensée scientifique de l'apprenant¹¹ :

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

¹¹ Voir Denis, cité par Peraya (1995) ; Astolfi *et al.* (1997).

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 expressions « *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...). 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 savoirs en cours d'acquisition 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. 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.

Toutefois, les écrits n'adoptent pas une forme finalisée dès le départ. Il s'agit d'abord de brouillons, de notes diverses qui permettent de préparer une action, de collationner des données d'observation ou d'expérience, et 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'organisent¹².

L'écriture en science, un point de rencontre entre soi et les autres

Ecrire lors des activités scientifiques a une portée sociale dans le sens où l'enfant peut confronter sa réflexion avec celles des autres. 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). Il est nécessaire d'adapter les écrits aux interlocuteurs. Les élèves peuvent expérimenter les 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.

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).

Les différents types d'écrits se complètent l'un l'autre. 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 ou schématique. D'autres préféreront les textes suivis sans pour

¹² Jaubert et Rebière (2001).

autant exclure quelques éléments dessinés. Par ailleurs, beaucoup utilisent 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 « intermédiaires » permettent en particulier de capitaliser les acquis et de garantir la traçabilité des résultats de recherche.

Les exigences des écrits scientifiques

Malgré de nombreuses variantes dans la présentation, la plupart des documents scientifiques présentent les caractéristiques suivantes :

- Une recherche d'objectivité dans la description des faits et un effort de rigueur dans la formulation de la pensée. Ainsi, un compte-rendu scientifique ne mélange pas les réflexions d'ordre affectif et l'interprétation des faits ; il évite les formulations anthropomorphiques ; il choisit les données les plus utiles ; etc.
- Un caractère organisé et l'appel à des formes d'écriture complémentaires (textes, dessins, schémas ...). Par exemple, les données d'observation peuvent être présentées dans un texte suivi, dans un tableau ou encore dans un dessin annoté ; la description des faits et leur interprétation sont deux moments distincts de la rédaction ; le texte comporte un titre et des sous-titres ; des illustrations peuvent accompagner le texte ; la discussion peut proposer un schéma ; etc.
- Des tentatives pour expliquer et mettre en relation les phénomènes observés. Pour ce faire, les textes scientifiques font appel à des modes d'expression de type argumentatif qui demandent l'usage de connecteurs syntaxiques et de structures de phrases adéquats ainsi que des choix pertinents dans l'organisation du document.
- Un vocabulaire spécifique.

Rédiger un compte-rendu scientifique est donc une performance complexe, qui exige beaucoup de rigueur. Comme telle, elle n'est pas accessible aux élèves avant l'enseignement secondaire. Mais des jalons peuvent être posés dès l'école primaire. Car si le langage scientifique présente des particularités, 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 comptes-rendus. 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. [...] 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 paraissent importants à approfondir avec les enfants de 8-10 ans pour les aider à percevoir progressivement les exigences de ces écrits :

a) 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 fictif¹³. 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, 1991). Cela entraîne le choix de formes langagières diversifiées et complémentaires. Intuitivement, les élèves choisissent de manière fonctionnelle certaines présentations de leurs observations et expériences, mais ces choix méritent d'être clarifiés, débattus et élargis.

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*... »¹⁴. 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 aussi 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 en fin d'activité.

b) L'effort de rigueur dans la formulation de la pensée

Dans les écrits des jeunes élèves en sciences, de nombreux éléments pertinents 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 syncrétique de sa pensée à cet âge¹⁵.

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 choisis 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 des éléments explicatifs ou des sentiments personnels. L'objectivité de l'observation s'en trouve appauvrie et les conceptions prennent le pas sur la description des faits.

¹³ Nous ne prenons évidemment pas en considération ici les écrits de sciences-fiction qui présentent des caractéristiques propres.

¹⁴ Astolfi et al 2001, p.135.

¹⁵ « Le syncrétisme est une « synthèse subjective », tandis que la synthèse objective suppose l'analyse. » (Piaget, 1966).

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 comptes-rendus. 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 matière¹⁶.

c) 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 pourraient, avec l'aide de l'enseignant, s'enrichir progressivement à ce niveau. 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 rapport les uns avec les autres, d'argumenter sa réflexion.

L'implication des élèves dans les écrits 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). Il est vrai que le travail de mise en oeuvre du langage écrit n'est pas simple pour les élèves. Deux éléments au moins compliquent leur 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,

¹⁶ 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 !

la maîtrise de ce code est parcellaire. C'est sans doute pourquoi, dès qu'on avertit les jeunes élèves de ne pas s'inquiéter des fautes d'orthographe, qu'on y reviendra plus tard, 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. Certains schémas syntaxiques propres à l'écrit ne sont pas encore bien maîtrisés. Par exemple, la ponctuation est relativement peu présente chez les enfants et les clés morphologiques comme le nombre, le genre ou certaines formes verbales sont loin d'être toutes acquises.

On ne peut imaginer d'écriture en sciences sans l'implication de l'élève. Or 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 acquises et non de les construire. L'élève doit pouvoir participer activement à la découverte du sens de l'écrit dans les activités scientifiques, afin de percevoir cette démarche comme un outil de pensée susceptible de l'aider dans ses apprentissages scientifiques.

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 une littérature scientifique accessible c'est-à-dire à des référents dont il pourra découvrir intuitivement d'abord, de manière plus organisée et systématique ensuite, les caractéristiques particulières. De même, lorsque les élèves sont invités à finaliser ensemble un compte-rendu d'activité, ils pourront être sensibilisés à certains aspects de la rédaction scientifique. Ainsi la rencontre de « modèles » à leur niveau et la contribution réfléchie à la rédaction d'un document collectif contribuent à préciser le sens de l'écriture en science.

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 observées¹⁷. Dans cette perspective, il est important non seulement de limiter le nombre de termes scientifiques nouveaux proposés aux élèves, mais également de les faire employer dans des situations diversifiées afin que l'élève puisse en élaborer activement la signification.

Dans cette ligne, l'écriture permet à l'élève de mobiliser le vocabulaire scientifique appris et d'en éprouver le fonctionnement, non seulement pour décrire les faits mais aussi pour exprimer des relations entre eux.

¹⁷ 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 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.

Utiliser les ressources du langage graphique : images, dessins, schémas

En éveil scientifique, les représentations graphiques¹⁸ occupent une place de choix¹⁹, qu'il s'agisse de littérature de recherche, de vulgarisation ou de didactique. 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 modélisation et de communication de la pensée.

Cette forme d'expression de la pensée ne va 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'information qui leurs sont fournies. Pour cela, ils doivent mettre en jeu leur connaissance des règles propres aux systèmes considérés, leurs connaissances préalables sur le domaine dans lequel s'inscrit l'activité de lecture ainsi que leur compréhension de l'objectif poursuivi par l'auteur.

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. Cette approche ne peut se faire sans référence au développement du graphisme chez l'enfant et à l'orientation progressive de ce graphisme

¹⁸ On désigne sous le vocable général « représentations graphiques scientifiques » les dessins, images et schémas qui sont présents dans de nombreux documents scientifiques. Le terme « image » est 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 mot « dessin » évoque 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). Le « schéma » est 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.

¹⁹ 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).

vers plus de réalisme (Piaget et Inhelder, 1972 ; Deldime et Vermeulen, 1997 ; Oliverio Ferraris, 1980). Dans cette évolution, il peut intégrer progressivement les caractéristiques « socialisées » des images, dessins et schémas propres aux sciences. Pour cela, 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. Mais il devra aussi 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, une structuration progressive de ses productions en outils de pensée et la découverte de certaines caractéristiques essentielles des représentations graphiques scientifiques pourraient être introduites peu à peu dans les activités : l'utilisation de titres et de légendes, l'abandon de détails inutiles, la précision des observations, etc. Il ne s'agit certainement pas de critiquer systématiquement le travail des élèves mais plutôt d'en valoriser les aspects positifs, et de les aider à s'améliorer tout en tenant compte de leurs possibilités cognitives. En outre, il n'est pas utile à cet âge de supprimer d'emblée les enjolivures que les enfants éprouvent tant de plaisir à intégrer à leurs productions. A cet âge les enfants confondent souvent « beau » et « clair » et sacrifient à l'esthétique de la présentation des éléments d'information. Progressivement mais toujours en veillant à ce que l'élève en comprenne le sens, seront introduites les exigences d'objectivité et de fonctionnalité qu'on demande à ce type de document. 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.

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 l'expression artistique. 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.

Chapitre II Méthodologie

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

Le projet intègre 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, formulations des questions de recherche, formulation d'hypothèses et de méthodes de travail) qu'expérimentaux (essais sur le terrain). Il permet aussi la mise en place 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 les interventions auprès des élèves sont valorisées. 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.
- 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.

2.2. Constitution du groupe de recherche

Le projet s'est déroulé en étroite synergie avec des enseignants de 3^e et 4^e années de l'enseignement primaire des différents réseaux. Ils ont été impliqués dans le processus d'analyse et de développement des compétences des élèves ainsi que dans l'expérimentation de démarches pédagogiques.

Le groupe d'enseignants, assez réduit la première année (5 puis 3 participants), s'est étoffé les années suivantes (respectivement 12 et 7 participants). Le nombre d'élèves dans les classes, les milieux socio-économiques, l'organisation des classes, les habitudes en matière d'enseignement des sciences, la localisation géographique, les ressources matérielles... variaient considérablement d'une situation à l'autre. La présence au sein d'un même groupe de travail d'une telle diversité s'est avérée d'un apport considérable à tous égards :

- prise en considération de la grande variabilité des conditions de travail de chacun ;
- 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 propres à chaque contexte.

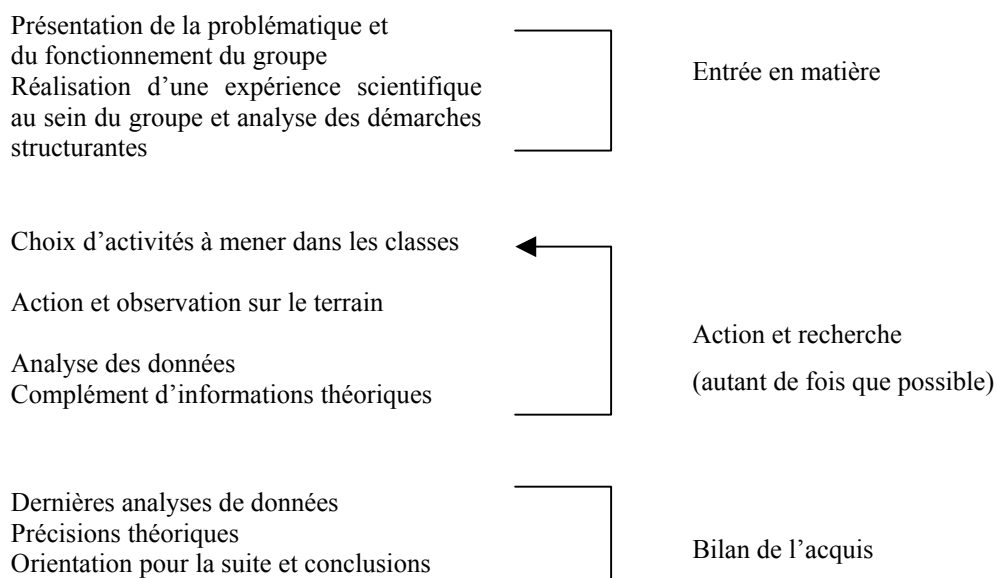
Un constat s'impose : **quelle que soit la situation, mener des activités scientifiques en classe est toujours possible moyennant certaines adaptations méthodologiques et une conscience très vive tant des objectifs à poursuivre que de l'intérêt de l'éveil scientifique pour les élèves.**

2.3. Méthodologie

2.3.1. Dispositif général

Le dispositif général de fonctionnement est caractérisé par une alternance entre des journées de réflexion communes à tous les participants et des moments d'observation et d'échanges dans les classes. Cinq journées de rencontre ont été planifiées les deux premières années, trois la dernière année. Les observations dans les classes ont eu lieu entre les journées de rencontre.

Schéma de la procédure :



Les possibilités d'expérimenter les activités dans les classes ont fortement variés d'une école à l'autre. Il fallait tenir compte, en effet, d'un certain nombre d'impératifs plus ou moins prévisibles tels que le déroulement de classes vertes, la nécessité de remplacer un collègue absent, les activités scientifiques éventuellement en cours, etc.

2.3.2. Particularités de ces choix méthodologiques

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 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 ou de réaliser d'autres activités à leur meilleure convenance. Par contre, en ce qui concerne les démarches didactiques à mettre en place à l'occasion des activités, les demandes des chercheuses ont été de plus en plus précises. En particulier lors de la deuxième année du projet, elles ont été recentrées sur les différentes formes de productions écrites.

Pourquoi avoir choisi de construire les premières activités scientifiques avec les enseignants plutôt que de leur proposer des situations déjà construites ? Pourquoi n'avoir pas mis immédiatement l'accent sur les aspects de la structuration privilégiés dans la 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 les 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 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.

2.3.3. Modalités d'observation dans les classes

Les modalités principales d'observation retenues par les chercheuses ont été modulées en fonction des objectifs et des conditions de travail propres à chaque année :

- a) Une observation globale du déroulement de l'activité ainsi que la description analytique de séquences privilégiées : dialogues entre enfants, entre enfants et enseignant, entre enfants et observatrices, hypothèses formulées par les élèves en réponse aux questions de l'enseignant, comportements exploratoires.
- b) Le recueil des documents écrits réalisés par les enfants au cours ou au terme de l'activité ainsi que la copie des notes fixées au tableau par l'enseignant.
- c) Chaque fois que possible, des interviews d'élèves permettant de percevoir ce que ceux-ci ont dégagé de l'activité et les relations qu'ils tentent d'établir entre les faits observés.
- d) Bref questionnaire de clarification aux enseignants sur les modalités d'organisation de l'activité et de réalisation de documents écrits par les élèves, quand nous n'avions pas la possibilité d'assister à l'activité.

Cette méthodologie de recueil de données a présenté quelques difficultés : lourdeur des retranscriptions, impossibilité d'observer l'activité de tous les sous-groupes, impossibilité de noter *in extenso* certaines interventions, etc. Toutefois, malgré ces limites, 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 raisonnement et les attitudes des élèves, et ainsi d'aborder de manière constructive les stratégies d'enseignement.

2.3.4. Diversité des contenus abordés dans les classes

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

- a) le champ des études scientifiques (diversité des contenus abordés par les sciences) ;
- b) les méthodes d'étude privilégiées en sciences : observation, revue bibliographique, expérimentation, enquêtes, simulations...
- c) 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 cognitif et affectif des enfants.

Ce sont ces points de convergence qu'il convenait de mettre en évidence afin de dépasser le cadre spécifique de chaque activité et le risque de clivage entre disciplines scientifiques.

Les contenus abordés sur le terrain dans le cadre de la recherche²⁰ ont été les suivants :

Contenus	Nombre de classes concernées	Nombre d'élèves concernés	Niveaux
<i>Activités construites avec les enseignants</i>			
Le toucher	2	48	4 ^e
L'existence de l'air	4	90	3 ^e - 4e
Le trajet de l'eau domestique : l'arrivée de l'eau dans les maisons	3	90	3 ^e - 4e
La chaîne alimentaire	3	51	3 ^e - 4e
<i>Activités libres ou suggérées</i>			
L'ombre et la lumière	5	132	3 ^e - 4e
Les boules de Frigolite ²¹	2	28	3e
Les fruits	2	49	3 ^e - 4e
La main	1	25	4e
Les mouvements du corps	1	24	4e
Les papillons	1	14	3e
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
Le son	3	55	3 ^e - 4e
La résistance de colonnes en papier	2	36	3 ^e - 4e

Un grand nombre de ces activités ont fait l'objet d'une observation sur le terrain par les chercheuses. Les quatre premières ont été accompagnées d'entretiens avec des élèves. Des documents de tous types, écrits par les élèves, ont été recueillis chaque fois que possible.

²⁰ 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.

²¹ 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.

Chapitre III

Principaux constats et débouchés

3.1. Richesses et difficultés des activités scientifiques avec les jeunes élèves

Les activités scientifiques constituent pour les élèves de 3^e et 4^e années primaires une **réelle source d'apprentissage et de plaisir**. Sur le plan scientifique, ils ont l'occasion de découvrir des aspects insoupçonnés de leur environnement, d'expérimenter, d'observer, de partager et de débattre des savoirs nouveaux... Ils apprennent des démarches propres aux sciences et enrichissent ainsi leurs modes de pensée.

En outre, **les sciences ouvrent des perspectives intéressantes et fonctionnelles** pour la mise en oeuvre d'autres apprentissages de base. **Ainsi, l'expression verbale orale ou écrite** est mise au service de la réflexion scientifique ; les fonctions descriptives et argumentatives du langage écrit trouvent un débouché pratique, le vocabulaire s'enrichit et se spécialise, le travail sur la grammaire et la structure des textes se concrétise à propos de thématiques précises. **Des savoirs mathématiques** sont également exploités, comme par exemple la construction de tableaux logiques où rassembler les données, les différents types de mesures, les calculs de fréquences et plus tard de moyennes...

L'immense diversité des sujets abordables dès 8 ans et les nombreuses ouvertures didactiques dans l'organisation des activités permettent de **rencontrer au fil de l'année les intérêts et la curiosité de la plupart des élèves**. Comme nous l'avons souligné déjà, la disparité des contextes de travail des membres du groupe de recherche a permis de vérifier que les activités scientifiques sont possibles dans toutes les classes moyennant des aménagements de la méthodologie et un dosage équilibré des exigences attendues des élèves.

Malgré ces avantages, il faut bien constater que les activités scientifiques n'occupent guère une place prioritaire dans les classes. Pourquoi ? Quatre hypothèses au moins peuvent être avancées :

- 1) **Les enseignants hésitent face à des contenus qu'ils maîtrisent mal.** Les expériences de physique en particulier entraînent des réticences car la compréhension des principes scientifiques qui les sous-tendent est parfois difficile. En outre la formation initiale des enseignants s'avère souvent insuffisante pour rendre plus clairs et plus concrets certains aspects de la démarche scientifique.
- 2) **Moins le sujet est connu, plus le temps de préparation de l'activité est important :** dresser une carte conceptuelle, pointer les concepts essentiels, trouver des expériences et des observations attractives, rassembler le matériel, confronter les sources d'informations, etc. Si l'enseignant s'efforce en outre de partir du questionnement des élèves, il peut se sentir mal à l'aise devant la

diversité des chemins possibles, tant au niveau des contenus que des démarches.

- 3) **Le matériel à réunir**, surtout s'il doit être démultiplié pour permettre des activités en petits groupes, est aussi une source de préoccupation. Le sentiment qu'il est le plus souvent coûteux, voire sophistiqué, peut limiter l'enthousiasme de même que son stockage dans une classe où l'espace est parfois insuffisant. Il est cependant possible de réaliser des activités très scientifiques avec un matériel simple voire inexistant. Mais ces pistes sont moins connues et parfois elles sont porteuses d'une image négative : elles seraient moins « motivantes », moins « sérieuses ».
- 4) **La gestion de la classe** soulève de nombreuses questions : comment fonctionner en petits groupes de manière efficace et pratique ? Comment gérer le nombre d'élèves, le suivi de leur travail ? Comment limiter le bruit et le désordre souvent engendrés par ce type d'activité ? Comment gérer les interventions pour permettre à tous de s'exprimer ? Comment organiser les manipulations pour que chacun puisse y prendre part ? Etc. En outre, les élèves sont parfois de niveaux très différents dans une même classe : comment tenir compte de ces différences ?

Ces hésitations et questions sont légitimes mais peuvent être dépassées en grande partie à l'occasion d'échanges entre enseignants d'une même école ou de sessions de formation continuée. Des suggestions, des pistes concrètes peuvent être partagées et un dynamisme nouveau peut naître de ces rencontres.

3.2. Réactions des enseignants du groupe de recherche au cours du travail

La question centrale de la recherche « Comment structurer les acquis scientifiques ? » est apparue comme très importante aux yeux des enseignants malgré quelques réserves liées notamment à la crainte de voir une activité faite de découvertes et d'expériences envahie par des tâches trop formelles. Le rôle de l'écriture en particulier a suscité de nombreux débats, et certaines nuances ont été apportées, entre autres en ce qui concerne la synthèse en fin d'activité, qui doit garder un caractère provisoire car c'est une étape dans l'élaboration des savoirs, non une fin.

La construction commune d'activités a fortement intéressé les enseignants et a permis de clarifier le débat. C'était pour chacun l'occasion d'échanger des expériences mais également d'exprimer les difficultés rencontrées sur le terrain comme celles liées au rassemblement du matériel utile, à la gestion des groupes d'intérêt et de niveaux différents, à l'encadrement d'enfants plus « turbulents »... C'était encore la possibilité de partager des suggestions concrètes.

Les enseignants ont aussi marqué un grand intérêt pour les moments d'analyse des observations. Ces analyses constituent une lecture spécifique et positive de ce qui s'est passé dans la classe. Notamment, certaines stratégies mises en place par les enseignants, parfois de façon intuitive, révèlent à travers l'analyse leur impact positif sur l'apprentissage des élèves.

Cette prise de recul est enrichissante car les débats sont alors basés sur des faits concrets en lien immédiat avec une théorie. Ainsi chercheurs et enseignants ont avancé en partenariat.

Cependant, il s'est avéré difficile de maintenir la stabilité du groupe de recherche, les enseignants ayant de nombreux engagements et impératifs liés à la vie scolaire. Ces contingences ont parfois retardé ou empêché l'expérimentation dans les classes, ce qui a créé quelques décalages au sein du groupe, complexifiant par moments les échanges. L'organisation des observations était aussi tributaire de ce fonctionnement.

Malgré tout l'intérêt porté à certaines thématiques (rôle de l'écrit, place des dessins et schémas, importance du compte-rendu...), des questions subsistent quant à leur mise en application sur le terrain. En effet, il n'est pas question de « formaliser » avant la lettre les activités scientifiques ni de remplacer l'investissement des élèves dans les expériences et observations concrètes par de longs moments d'écriture ou de débats. La solution est à trouver dans un équilibre - souvent instable - entre les différentes démarches proposées à l'enfant pour une construction significative de ses apprentissages. A ce point de vue, il subsiste certaines interrogations au sein du groupe de recherche.

3.3. Réactions des élèves observés

Un premier constat est l'investissement des élèves dans les tâches qui leurs sont proposées. Ils agissent, s'interrogent, expriment leur enthousiasme ou leur intérêt. 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. 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 les aident à dépasser certains 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 accrue 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. Il faut cependant noter que dans certains milieux socio-culturels, il est difficile, parfois même impossible,

d'aborder certains sujets considérés comme tabous. Quelques jalons peuvent être posés avec un maximum de nuances et de respect des familles.

Un autre constat important se dégage des réflexions que font les élèves au fil des activités : **leurs conceptions peuvent évoluer rapidement (surtout lorsqu'ils connaissent peu le sujet abordé) ou au contraire résister malgré des expériences et observations contradictoires.** Cela peut dérouter l'enseignant car l'activité et les échanges pendant celle-ci laissaient entrevoir des transformations dans les idées et les modes de pensée. Ainsi les enfants ont observé que les sons traversent les murs. Le lendemain, au moment de mettre par écrit leurs découvertes, certains hésitent car les murs sont épais, solides. Est-on vraiment sûr que le son passe à travers eux ? Il est alors indispensable de les aider à verbaliser ce qu'ils ont observé, à confronter ces faits à leurs réserves, et si nécessaire à les encourager à refaire une expérience.

On observe également que, dans une ambiance d'ouverture et de tolérance, beaucoup de questions sont soulevées par les élèves avant, pendant et en fin d'activité. En sciences, il n'y a pas de « bon moment » pour poser les questions : elles apparaissent au fil des activités, se précisent, sont reformulées. Une question en fait naître d'autres. Une tâche à accomplir soulève des problèmes inattendus. Ainsi au moment de dessiner un papillon, l'élève ne sait plus où sont ses yeux, ni où s'accrochent les pattes. Une question n'est pas finalisée une fois pour toute. Elle poursuit son chemin, surtout si l'enfant est intéressé. Il peut arriver que certains thèmes n'interpellent pas tous les élèves au même titre, mais la curiosité peut être contagieuse au moment des dialogues entre élèves.

Enfin, on a pu observer que les habitudes de classe influencent considérablement le travail des élèves, notamment lorsque des tâches en petits groupes sont prévues. S'ils y sont habitués, les élèves entrent plus directement dans l'activité, s'organisent plus rapidement entre eux, s'entraident et partagent davantage les points de vue.

3.4. Débouchés de la recherche pour la pratique sur le terrain

3.4.1. Un document à destination des enseignants

Actuellement, de nombreuses publications proposent aux enseignants des activités amusantes et passionnantes à mener en éveil scientifique. Mais dans de nombreux cas, les aspects psychopédagogiques de ces activités et notamment la manière de travailler avec les élèves l'organisation et la structuration de leurs découvertes est passée sous silence, comme si elle allait de soi. Or, si l'enseignant qui se lance dans les sciences trouve beaucoup de plaisir à vivre avec ses élèves des expériences et à observer des phénomènes très divers, il s'interroge souvent sur l'objectif final de toutes ces activités et sur la manière de rassembler les acquis. Y a-t-il des démarches communes à toutes les activités ? Quelles traces garder au cahier ? Quels points communs entre ces activités ? Que demander aux élèves une fois l'action menée à son terme ?

C'est dans l'espoir d'apporter quelques réponses à ces questions et de tracer des pistes méthodologiques applicables en diverses circonstances qu'un document a été rédigé²². Il est

²² Le document sera accessible sur le site Respel de la Communauté française.

évidemment impossible d'aborder tous les problèmes, mais on peut formuler quelques orientations pour structurer le travail en classe. L'objectif est aussi d'aider l'enseignant qui souhaite mener une activité originale (par exemple en réponse à une question d'élève) à y insérer un ensemble d'éléments favorables à la construction des savoirs.

Après une introduction qui précise pour le lecteur les objectifs du document ainsi que la manière de l'utiliser, une première partie présente une activité analysée dans sa totalité. Cette activité sert en quelque sorte de référent concret pour mieux comprendre les différents points abordés dans la suite.

Une deuxième partie, part principale du document, est consacrée à des thèmes estimés prioritaires par le groupe de recherche pour l'organisation d'activités scientifiques :

- Concevoir une activité scientifique.
- Les chemins de la structuration.
- Le débat entre élèves, tremplin pour la réflexion scientifique.
- Ecrire et dessiner pour réfléchir.
- Des écrits « brouillons » au compte-rendu scientifique.
- Lire les représentations graphiques scientifiques : dessins, images, schémas.
- Oser poser des questions : une clé indispensable pour l'apprentissage scientifique.
- Esprit critique et rigueur en sciences.
- Le vécu affectif des enfants durant les activités scientifiques.

La troisième partie propose quelques descriptions d'activités simples demandant relativement peu de matériel. Enfin, une bibliographie clôture le tout. Le dossier inclut de nombreuses illustrations tirées de la vie de la classe : extraits de comptes-rendus d'observation, d'entretiens avec les élèves, de productions écrites enfantines...

Chaque partie du dossier a d'abord été construite par les chercheuses sur base des expériences et observations menées dans les classes ainsi que sur les réflexions rassemblées lors des débats au sein du groupe de recherche. Une première version des chapitres ainsi rédigés a été proposée aux enseignants du groupe pour relecture et commentaires. Elle a également été proposée à quelques enseignants volontaires externes au groupe de recherche. Les remarques ont été intégrées au document et une nouvelle version a été rédigée. Enfin, une fois la rédaction des différentes parties terminée, un travail portant sur la cohérence de l'ensemble et la présentation générale a été effectué.

3.4.2. Des pistes pour la formation continuée

Durant la recherche, des pistes de plus en plus précises se sont dessinées pour la formation continuée des enseignants. Ces orientations concernent aussi bien les approches méthodologiques à privilégier que les contenus à aborder durant les sessions de formation.

a) Aspects méthodologiques à privilégier

Une première piste est certainement de **confronter rapidement 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 adoptées par les enseignants 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. A ce point de vue, une ouverture méthodologique intéressante est de travailler sur base d'un document commun, qui ouvre des pistes à explorer et favorise les échanges, voire les conflits socio-cognitifs. Ce mode de fonctionnement présente l'avantage de permettre l'accompagnement des enseignants dans la lecture du document en clarifiant les points obscurs et en resituant dans leur contexte les suggestions spécifiques. C'est aussi l'occasion d'enrichir et de dynamiser la lecture en allant à la rencontre de l'expérience propre à chacun, de ses réussites, de ses inquiétudes, de ses difficultés. Chaque thème envisagé peut ainsi être illustré par des exemples issus de la pratique quotidienne. Certaines activités peuvent être expérimentées au sein du groupe en formation et des essais peuvent être menés dans les classes entre deux journées de formation.

b) Les contenus à aborder en formation continuée en matière d'éveil scientifique

S'il est intéressant de débattre avec les enseignants d'un certain nombre de questions relatives à l'enseignement des sciences, il est essentiel que cette réflexion soit replacée dans un **cadre didactique global et cohérent**, incluant l'activité des élèves. Il s'agit de se situer dans une **approche active et fonctionnelle de l'éveil scientifique** et non de développer des savoirs ou des démarches isolés et peu significatifs pour l'enfant. Sur cette base, l'enseignant peut aider chaque élève à faire un pas en avant sans rigidifier sa pensée ni dépasser ses capacités cognitives et affectives. L'intervention de l'enseignant se situe ainsi clairement dans une « zone proximale de développement »²³. Elle ne vise pas un savoir tout fait que l'enfant devrait assimiler à tout prix, mais une construction progressive des compétences permettant aux élèves de s'investir davantage dans la découverte scientifique.

Dans cette perspective, quels thèmes pourraient être abordés en formation continuée d'enseignants ? Les pistes développées ici ne constituent pas un ensemble fermé. Au contraire, beaucoup d'autres aspects pourraient être approfondis en relation avec les socles de compétences et les programmes propres aux différents réseaux.

²³ Vygotsky in M. Crahay (1999).

Thème 1 : Pourquoi 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. Le choix et la formulation de la situation de départ sont donc fondamentaux puisqu'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. 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 paire²⁴.

En 3e et 4e années primaires, l'accent pourrait être mis sur l'approche progressive des éléments constitutifs d'une démarche scientifique. Les élèves pourront construire plus tard une démarche scientifique structurée sur base des éléments préalablement acquis de manière significative. 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. 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.

Thème 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 du compte-rendu. 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. Les approches structurantes sont multiples et complémentaires, et parmi elles, l'expression écrite joue un rôle fondamental.

Thème 3 : La place de l'écrit dans les activités scientifiques

Ecrire est indispensable au développement de la pensée scientifique et inversement, c'est une occasion fonctionnelle de mettre en action le langage écrit comme d'ailleurs d'autres formes symboliques permettant d'exprimer sa pensée (dessins, schémas...). Nous avons pu observer lors de nombreuses activités que beaucoup de jeunes élèves éprouvent une réelle satisfaction à mettre leurs idées sur papier. Toutefois, ce plaisir est limité par la difficulté face aux règles du discours écrit et particulièrement l'orthographe. Si on allège provisoirement les exigences à ce niveau, il devient possible pour les élèves 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. La tolérance de l'enseignant aux niveaux de langage de ses élèves et aux difficultés qu'ils rencontrent dans l'expression écrite, permet à ces derniers d'exprimer sans trop de contrainte leurs idées et leurs questions. C'est particulièrement important dans les milieux socio-culturels plus défavorisés. On pourra, au fil du temps, revenir sur la manière de dire les choses et sur le choix de termes plus adéquats.

²⁴ Voir Geurden *et al.* (2002) ou Sztterenbarg et Vérin (1999).

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 rigueur²⁵. Du reste, certaines productions d'élèves témoignent déjà d'un savoir-faire limité mais bien réel à ce sujet.

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 ou fantaisiste. L'enfant doit pouvoir s'approprier progressivement les règles des écrits scientifiques dans leur contexte fonctionnel.** En la matière, les documents intermédiaires (appelés souvent à tort « brouillons ») jouent un rôle essentiel. A côté des écrits en cours d'activité, un compte-rendu de clôture peut être construit et finalisé avec les élèves. Il est ainsi porteur de signification pour eux et constitue un réel document scientifique auquel ils peuvent se référer dans la suite tant au niveau des contenus abordés qu'au niveau des modalités de construction.

Thème 4 : La préparation et la gestion des activités

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 ou 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. Il est aussi 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. Ils doivent accepter que l'enseignant ne peut tout connaître et qu'il apprend lui aussi en consultant des ressources documentaires diversifiées.

Une autre question 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

²⁵ Il est aussi important de ménager des moments pour d'autres types de dessin que le dessin scientifique afin que l'élève puisse découvrir plus clairement les particularités de ce dernier.

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 légèrement rugueux, 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 importantes²⁶. Par ailleurs, les enfants doivent aussi vivre et 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.

Thème 5 : La gestion des groupes

La répartition des élèves en petits groupes et la gestion de ceux-ci lors des travaux scientifiques posent des problèmes spécifiques souvent relevés par les enseignants. Nous en retiendrons 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 les élèves sont nombreux, constitue un frein important à l'organisation d'expériences en petits groupes. C'est pourquoi les enseignants préfèrent les activités qui demandent un matériel facilement démultipliable à peu de frais. Bien sûr, les enfants peuvent apporter certaines choses : par exemple, chacun apporte un fruit, une lampe de poche, 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.

²⁶ L'histoire de ces découvertes peut être racontée aux élèves.

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 ? Cela 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 se font rarement 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, indispensable pour le travail en équipe et la collaboration, nécessite un apprentissage dont les premiers jalons doivent être posés le plus tôt possible dans la scolarité pour être développés au fil du temps.

Conclusion

Au terme de cette recherche, nous pensons avoir défini quelques pistes pour une meilleure compréhension de ce que pourrait être la structuration des acquis scientifiques au fil des apprentissages.

Le sujet était vaste et complexe et nous avons dû limiter nos investigations. Toutefois, celles-ci témoignent d'une volonté d'intégrer les uns aux autres les aspects pratiques et théoriques de l'étude. La collaboration étroite avec des enseignants (méthodologie de recherche-action) a favorisé cette approche intégrée.

Le rôle du langage, notamment écrit, dans les apprentissages scientifiques a constitué une part importante du travail. Cet « arrêt » sur un point spécifique du problème s'explique en particulier par la place trop souvent limitée de l'écrit dans les activités scientifiques en classe. Cette analyse de l'importance de l'écrit doit cependant être replacée dans le cadre plus large d'un vécu scientifique significatif pour les élèves, dans lequel ils peuvent s'investir activement.

Enfin, la recherche débouche sur des perspectives pratiques pour la formation des enseignants : document pédagogique et pistes pour les sessions de formation continuée.

Nous espérons ainsi avoir contribué à mettre en valeur quelques-unes des nombreuses richesses de l'enseignement des sciences à l'école fondamentale.

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.
- Bachelard G. (1965 (1948)) *La psychanalyse du feu*. Paris : Gallimard.
- Bachelard G. (1970 (1948)). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris: Vrin.
- 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.
- Duval R. (2003). Comment analyser le fonctionnement représentationnel des tableaux et leur diversité ? *Spirale*, n°32, pp 8-31.
- Fabre M.(1999) *Situations - problèmes et savoir scolaire*. Paris : PUF.
- 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.
- Giordan (s.d.) *Qu'est-ce que la démarche expérimentale ?* <http://www.library.unesco-iicba.org/french/sciences>
- Giot B., Quittre V. (2004 et 2005). *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. Rapports de recherche à diffusion restreinte.
- Giot B., Quittre V. (à paraître) Intervenir de façon formative dans la structuration des acquis et la construction des compétence en sciences. *Le point sur la recherche en Education*.
- Giot B., Quittre V. (à paraître) Structurer ses acquis en sciences : le rôle de l'écrit. *Le point sur la recherche en Education*.
- 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 Univerty Press.
- Kheoh B. and Naylor S (1999). Concepts cartoons, teaching and learning in science: an evaluation. *International Journal of Sciences Education*. Vol. 21, n°4, pp 431-446.
- Leclercq D. (1999) *Psychologie éducationnelle. Agrégation*. Liège : Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education de l'Université.

- Lecointre G. (2004). Préface in Giordan A., *Comprendre et enseigner la classification du vivant*. Paris : Belin.
- 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.
- Pine K., Messer D. et St John K (2001). Children's Misconceptions in Primary Science : a survey of teachers views. *Research in Sciences and Technological Education*, Vol. 19, n° 1, pp79-96.
- Richard (1995) *Les activités mentales*. Paris : PUF.
- Roegiers X. (2001) *Une pédagogie de l'intégration. Compétences et intégration des acquis dans l'enseignement*. Bruxelles : De Boeck.
- 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.
- Stengers, I. & Bensaude-Vincent, B. (2003). 100 mots pour commencer à penser les sciences. Paris : Seuil (collection – Les empêcheurs de tourner en rond).
- Szterenbarg M. et Vérin A. (1999). Une mare, deux mares, des écrits. *Les Cahiers pédagogiques*, n° 373, 35-37.
- Thouin M. (1997 et 1999). *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.
- Vergnoux A. (2003). *L'explication dans les sciences*. Bruxelles : De Boeck.
- 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).

Annexes

Nous reprenons ici la description des deux thèmes spécifiquement abordés au début de la troisième année de recherche.

1. L'utilisation des tableaux dans les documents scientifiques

1.1. Qu'est-ce qu'un tableau ?

1.1.2. Définition

Un tableau peut être défini selon la manière dont il se présente (notamment la présence de lignes et de colonnes) et/ou selon sa fonction principale (faciliter l'information). Ainsi, le « Petit Robert » mentionne une « Série de données, de renseignements disposés d'une manière claire et ordonnée, parfois figurée, pour faciliter la consultation. *Tableaux de prix, tableaux de conjugaisons,....* ». R Duval (2003) évoque la définition du Shorter Oxford Dictionnary : « Toute disposition en lignes et en colonnes occupant une seule page ou une seule feuille » mais il précise en outre la définition : « Moyen le plus simple d'organisation et de communication de l'information. [...] Dans un tableau chaque case présente une unité d'information indépendante des autres cases. ». Enfin l'organisme canadien « Ressources humaines et développement des compétences » parle d'une « Série ou combinaison de mots, de nombres ou de panneaux disposés en lignes et en colonnes pour illustrer un ensemble de faits ou de relations. Le tableau peut comporter ou non des lignes de quadrillage. »

Les tableaux peuvent jouer différentes fonctions. Duval (2003) en distingue trois :

- Une fonction d'information rapide, correspondant à une question que l'on se pose. Par exemple : quelles sont les heures de départ d'un train ?
- Une fonction de comparaison synoptique. Par exemple, suivre les caractéristiques d'un phénomène dans des champs d'observation différents.
- Une fonction de traitement de l'information comme c'est le cas en mathématique ou en statistique par exemple.

1.1.2. Conception et organisation des tableaux

On peut dire que tous les tableaux séparent visuellement les données de telle sorte que le repérage de l'information soit facilité. Cependant, leur simplicité d'accès n'est qu'apparente. De nombreux problèmes peuvent se poser au lecteur selon la complexité des tableaux considérés et la manière dont il convient de les lire et de les interpréter.

De manière générale, on peut prendre en considération cinq éléments dans les tableaux :

- 1) Les lignes.
- 2) Les colonnes.
- 3) Les marges qui structurent le tableau et précisent le contenu des cases intérieures.
- 4) Les listes de données à l'intérieur du tableau, qui sont informatives.
- 5) La case externe qui peut être vide ou remplie.

Légende :

	Case externe		Marge 2
	Marge 1		Listes internes

Les règles de base de constitution d'un tableau exigent que les listes composant le tableau soient constituées d'unités disjointes, de telle manière que la séparation visuelle corresponde à la séparation conceptuelle des données ou des informations présentées (Duval, 2003). Cela exclut toute relation d'inclusion entre les listes intérieures du tableau. En outre, il faut qu'il soit possible de mettre en correspondance les colonnes et les lignes.

Nous retiendrons trois types de tableaux pour notre propos²⁷ :

1. Les tableaux qui sont une simple mise en forme d'un texte²⁸, pour clarifier, pour gagner de la place, etc. Ces tableaux offrent parfois un réel intérêt, mais il arrive souvent que la présentation choisie n'apporte rien de plus que le texte suivi. Seule la disposition en lignes et en colonnes évoque le tableau.

Exemple 1 : Extrait de Zoom 8/10. Cahier de démarches. Van In.

Tous les végétaux et les animaux contiennent de l'eau.

.../... des élèves de la classe sont d'accord avec l'affirmation	.../... des élèves de la classe ne sont pas d'accord avec l'affirmation
Parce que	Parce que
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Ce tableau correspond en fait à deux paragraphes d'un texte. Malgré la disposition, il ne permet ni repérage ni comparaison rapides des éléments décrits.

Parfois le passage à la forme « tableau » entraîne une suppression de certaines phrases, parties de phrases ou connecteurs logiques. Ou bien encore, ce passage engendre une décomposition

²⁷ Duval (2003), lui, a relevé au moins cinq types de tableaux.

²⁸ Duval ne considère pas ceux-ci comme de véritables tableaux. Nous proposons cependant cette catégorie étant donné la fréquence de tels tableaux dans l'enseignement.

en unités qui ne sont pas isolables les unes des autres. Cette manière de faire complexifie inutilement la lecture.

2. Des tableaux qui rassemblent des données, des informations pour en faciliter le repérage ou la lecture. Ces tableaux sont composés de listes en relation les unes avec les autres et s'avèrent particulièrement utiles pour réunir les observations lors d'expériences par exemple. Ces tableaux jouent ainsi une fonction d'information rapide, « d'adressage », correspondant à une question que l'on se pose. Ils peuvent aussi favoriser une comparaison synoptique. Ils peuvent présenter des niveaux de complexité très différents.

Exemple 2 : Extrait de Tournesol. Sciences et technologie. CM1. Hatier.

Variations de durée des journées

Jour	Heure de lever	Heure de coucher	Durée de la journée
7 janvier	8h45	17h09	8h24
21 janvier	8h36	17h28	8h52
7 février	8h15	17h56	9h41
21 février	8h51	18h19

La première liste (intitulée « Jour ») correspond en fait à une marge qui structure le tableau. La dernière colonne constitue un traitement partiel de l'information puisque les données peuvent se déduire de la comparaison des deux colonnes précédentes. Remplir la dernière case est une tâche qui suppose une bonne appréhension du tableau.

Exemple 3: Extrait de Tavernier. Cahier d'activités. Physique et technologie. CE1.

Superposition des liquides. Ordre dans lequel ils sont versés.

Premier liquide versé	eau	huile	alcool	pétrole	sirop
Second liquide versé					
eau		Non miscible			Miscible
huile	Non miscible				
alcool					
pétrole					
sirop	Miscible				

Deux marges structurent le tableau. Même si elles sont composées d'éléments identiques, l'accent est mis sur l'ordre dans lequel les liquides sont versés (voir case externe dédoublée).

Exemple 4 : Extrait de Duval (2003)

Tableau du nombre de réussites et d'échecs à un test passé avant et après un cours.

1^{ère} version du tableau :

	Après	Réussite	Echec
Avant			
Réussite		40	10
Echec		30	20

2^{ème} version du tableau :

		Après	
		Réussite	Echec
Avant	Réussite	40	10
	Echec	30	20

Dans cet exemple, on voit bien que la case externe du premier tableau correspond en quelque sorte à une « supermarge » qui peut couvrir chacune des autres marges.

3. Les tableaux qui mettent en relation étroite tous les éléments qu'ils contiennent et dont l'organisation interne est particulièrement stricte, comme les tableaux mathématiques. Ces tableaux permettent le traitement mathématique des données.

Exemple 5 : Tableau mathématique

X	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5
2	2	4	6	8	10
3	3	6	9	12	15
4	4	8	12	16	20
5	5	10	15	20	25

Dans un tel tableau, les produits se présentent symétriquement par rapport à la diagonale et les cases en diagonale donnent les carrés des nombres en marge. Toutes les informations contenues dans le tableau sont étroitement liées entre elles par des liens logiques.

1.1.3. Démarches de lecture nécessaires à l'interprétation des tableaux

Visuellement, tous les tableaux se ressemblent. Mais ils ne fonctionnent pas tous de la même manière. En conséquence, ils ne se lisent pas non plus de la même manière.

La démarche élémentaire de lecture d'un tableau est simple au départ : il s'agit de balayer le tableau horizontalement puis verticalement (ou inversement) ou d'avoir un critère d'arrêt sur une case. Où les choses se compliquent c'est lorsqu'il faut absolument prendre en compte simultanément les marges et l'intérieur du tableau, et assurer un balayage non seulement vertical ou horizontal mais aussi en diagonale. Dès lors, on peut distinguer deux niveaux d'appréhension d'un tableau :

1. une démarche de pointage ;
2. une démarche d'interprétation globale.

Le premier niveau suffit pour exploiter un des grands avantages des tableaux : le repérage et la lecture rapide d'informations. Le second niveau est indispensable pour des tableaux plus complexes permettant le traitement de données.

1.2. Les enfants et les tableaux

Les tableaux sont utilisés dans de nombreuses situations de classe. Fréquemment, un terme générique est employé pour les désigner : « tableaux à double entrée ». Duval (2003) conteste ce terme qui, pour lui, escamote la complexité relative des différents tableaux. Dans l'enseignement l'usage de tableaux est souvent considéré comme une manière simple d'aborder certains contenus ou de rechercher certaines informations, sans référence au travail cognitif que doivent fournir les élèves.

Trois niveaux d'utilisation peuvent être cependant observés :

1. lire un tableau pour en tirer une information précise, par exemple dans une recherche documentaire ;
2. remplir un tableau préparé par l'enseignant, pour y rassembler des données d'observation ;
3. construire un tableau en vue d'un objectif précis, par exemple comparer deux milieux naturels.

Les deux premières utilisations sont assez fréquentes, bien qu'elles présentent parfois des difficultés qui peuvent freiner ou arrêter les élèves du fait du fonctionnement différent des tableaux. En outre, les consignes de lecture et d'interprétation des tableaux sont le plus souvent implicites.

Par contre, la construction d'un tableau est très difficile : il s'agit non seulement de concevoir la mise en forme globale du tableau mais aussi de comprendre pourquoi il est plus utile qu'un texte ou toute autre forme de présentation²⁹.

Exemple 6 : Quelle forme de présentation choisir pour comparer les gouttes formées sur un papier par différents liquides ?

Présentation 1 : Observation de gouttes d'eau, de vinaigre et d'huile.

Goutte	Forme
eau	
vinaigre	
huile	

Présentation 2 :

La forme de la goutte d'eau est

La forme de la goutte de vinaigre est

La forme de la goutte d'huile est

²⁹ Voir à ce sujet : Szterenbarg et Verin (1999).

Présentation 3 :

Comparaison des formes respectives d'une goutte d'eau, d'une goutte de vinaigre et d'une goutte d'huile :

.....

Ces trois présentations ont leurs particularités qui engendrent chaque fois un travail cognitif différent et supposent des compétences rédactionnelles spécifiques.

Quels que soient les avantages des tableaux, il est indispensable qu'ils soient les plus clairs possible pour les élèves. Vouloir trop mettre dans un tableau peut compliquer la tâche inutilement. Ainsi la combinaison de plusieurs tableaux en un seul peut en rendre la lecture particulièrement difficile. Ou encore, demander pour un même tableau, de remplir certaines cases avec des croix, d'autres avec des mots ou de courtes phrases, peut engendrer des problèmes pour des enfants de 8-10 ans. Enfin, certains éléments contenus dans les tableaux n'y sont pas toujours à leur place et complexifient la compréhension. Dans tous les cas, il faut se garder de sacrifier la facilité de lecture à l'économie de place.

Voici deux illustrations :

Exemple 7 : Extrait de Zoom 8/10. Cahier de démarches A. Van Inn.

Les sources d'énergie que vous connaissez.

Avant les expériences nous disions que	Suite aux expériences, on peut dire que	En réfléchissant après les expériences, on peut dire que
.....
.....
.....

sont des sources d'énergies

Lire et compléter ce tableau sont des tâches particulièrement complexes. Les intitulés des deux dernières colonnes n'expriment pas clairement la différence de contenu attendu dans chacune d'elles. Mais surtout, il s'agit de comprendre que les « cases » du tableau doivent contenir les sujets grammaticaux de l'expression « sont des sources d'énergie ». Ces sujets doivent s'intégrer à la phrase commencée dans la marge horizontale. En fait, il ne s'agit pas d'un véritable tableau mais d'une disposition particulière d'un texte « à trous ».

Exemple 8 : Zoom 8/10. Cahier de démarches B. Van In.

Complète ce tableau en te servant des données des autres élèves de la classe.

Filles	A la naissance	A 6 mois	A 1 an	A 2 ans
Poids moyen				
Taille moyenne (en cm)				
Alimentation				
Evolution : ▪ premier sourire ▪ premier mot ▪ premiers pas debout ▪ première dent				

Dans la case externe on a indiqué la population de référence qui devrait plutôt figurer dans un titre général. La marge verticale propose des critères descriptifs de natures très différentes :

- Le poids moyen et la taille moyenne supposent le calcul préalable des moyennes pour l'ensemble des filles de la classe. Ces lignes appellent un résultat chiffré et l'utilisation d'unités de mesure (proposées ou non).
- Cette démarche ne peut plus être poursuivie à la ligne suivante où la notion d'alimentation moyenne n'a aucun sens. C'est sans doute un calcul de fréquence qui serait nécessaire. L'information ne serait plus une donnée chiffrée mais l'alimentation dont la fréquence est la plus élevée parmi les filles de la classe.
- Enfin, comment compléter la (ou les ?) ligne(s) relative(s) à l'évolution ? Ici, le calcul de moyennes peut avoir une certaine signification mais contrairement aux lignes supérieures, il s'agit de marquer d'une croix la case correspondant à l'âge moyen auquel les filles de la classe ont, par exemple, fait leur premier sourire. Mais où placer cette croix ? Les informations collectées se situent sur un continuum temporel qui n'est qu'apparent dans la marge horizontale du tableau. En effet, celle-ci ne peut proposer que des moments distincts du continuum, la caractéristique première d'un tableau étant précisément le découpage des informations en unités disjointes.

Apparemment, le tableau voudrait présenter une vision synthétique du développement des filles de la classe dans leur premier âge. Mais cet objectif est très difficile à atteindre du fait de la forme et de la présentation choisie pour le tableau. Les démarches à mettre en œuvre pour compléter ce dernier sont très différentes d'une ligne à l'autre, ce qui rend la tâche compliquée.

1.3. Place des tableaux dans les documents scientifiques

Les documents scientifiques contiennent de nombreux « paratextes »³⁰ d'ordre divers parmi lesquels des tableaux. Ceux-ci permettent en particulier de rassembler et de classer des données d'observation afin de faciliter leur repérage ou de comparer entre elles plusieurs situations.

³⁰ Pour la notion de « paratexte », voir Peraya et Nyssen (1995).

Dans les livres, les articles et les rapports scientifiques, il n'est pas rare de trouver ainsi rassemblés les résultats d'expériences, d'enquêtes ou d'observations. Les tableaux peuvent contenir des données chiffrées ou des éléments verbaux. Les données chiffrées doivent reposer sur des critères bien définis et peuvent donner lieu à la réalisation de graphiques. Les éléments verbaux doivent être suffisamment précis pour caractériser clairement les objets d'observation à propos d'un même critère.

Quelques exemples :

- Tableaux comparatifs des résultats à une épreuve de mathématique selon l'origine socio-économique des élèves.
- Tableau descriptif des caractéristiques d'un mammifère donné.
- Tableau de résultats portant sur la croissance de plantes dans des milieux différents.

1.4. Observations et premiers constats

Il ne s'agit pas ici d'une étude approfondie de l'utilisation des tableaux en 3^e et 4^e années, mais plutôt d'une première approche de la problématique. L'objectif est de dégager quelques pistes pour l'usage des tableaux lors des activités scientifiques et en particulier de mieux percevoir les réactions des élèves de cet âge face à une tâche de construction d'un tableau.

Des activités ont été menées dans des classes de 3^e et/ou 4^e années. Trois d'entre elles ont fait l'objet d'observations sur le terrain. En outre un débat a été mené au sein du groupe de recherche à ce sujet. Que dégager de cette première approche ?

1.4.1. Les confusions autour du mot « tableau »

Pour les enfants, le terme « tableau » peut évoquer des réalités bien différentes : le « tableau noir » de la classe, une peinture, une forme spécifique...

Dans une classe de 3^e année, 17 élèves répartis en petits groupes ont été invités à construire un tableau pour comparer les observations de deux rues contrastées. Après quelques tâtonnements infructueux, il leur a été demandé de préciser individuellement ce qu'est un tableau. Ces élèves sont habitués à utiliser différents tableaux : tableaux de nombres, calendrier, tableau des charges mais il faut noter que chacun de ces documents porte un titre qui évoque son contenu plutôt qu'une structuration particulière des informations. Parmi les 17 définitions obtenues, 8 font allusion à des notes ou des descriptions ; 6 mentionnent la possibilité de comparer ; 1 évoque une peinture ; deux réponses restent en point d'interrogation.

Quelques exemples :

- « *Un tableau c'est un truc pour voir et pour expliquer ce que c'est. Comme un tableau d'élocution.* »
- « *Un tableau qui permet de comparer les deux rues. C'est un tableau où il y a les deux rues dessinées et on peut comparer.* »
- « *Un tableau c'est une peinture où on dessine des choses.* »
- « *Un tableau c'est un tableau. Il n'y a pas d'autre solution. C'est un tableau où il faut mettre par exemple des ... je ne sais pas trop.* »

Dans une autre classe (de 4^e année cette fois), l'enseignant présente un tableau, sans utiliser ce terme, puis commence à en construire un second : « *Je vais faire un 2^e Comment cela s'appelle-t-il au fait ?* ». Les quelques réponses parlent de carré, de rectangle, d'équerre, se centrant ainsi sur la structure géométrique de la présentation. Le mot tableau n'est pas utilisé par les élèves mais est introduit par l'enseignant. Et cependant de nombreux tableaux de tous ordres sont affichés au mur de la classe.

Cette méconnaissance du terme approprié ne signifie pas que les élèves ne peuvent structurer spontanément des données en tableau. Mais le terme générique ne semble pas connu, en tout cas dans cette acception. Tout semble se passer comme si chaque tableau avait son usage propre (et son titre) mais que l'outil en lui-même n'était pas encore perçu comme tel. Il resterait donc difficilement transférable. Cette hypothèse est à vérifier.

1.4.2. L'appel à la disposition en colonnes pour faciliter une comparaison

De nombreux élèves font spontanément appel à une structure en 2 colonnes pour comparer deux situations. Cela semble cependant plus évident en 4^e qu'en 3^e année.

Ainsi dans la classe de 3^e année ayant observé les deux rues contrastées, 6 groupes d'élèves ont été constitués. A chaque groupe est posée la question de savoir comment ils vont organiser leur tableau. Dans 5 des groupes, seuls les contenus à faire figurer sont évoqués, mais non leur organisation sur le panneau. Dans le 6^e groupe par contre, un élève précise : « *On va mettre la 1^e rue d'un côté, la 2^e de l'autre et on va comparer* ». Ils partagent leur panneau en 2 colonnes portant chacune un titre.

Dans cette même classe, après un dialogue avec l'enseignant, les groupes sont encouragés à proposer une structuration en colonnes. Toutefois, l'enseignant insiste : « Et si on avait 4 rues à comparer ? » Un élève vient proposer la solution suivante :

1	2
3	4

I : « Comment organiser pour que ce soit plus facile de comparer ? »

Un autre élève vient proposer la structure suivante :

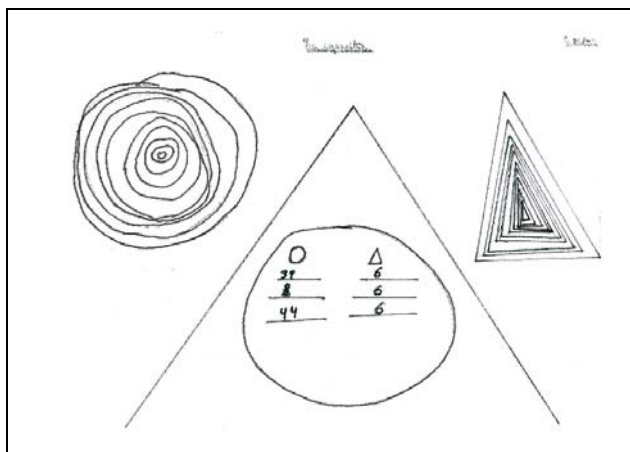
1	2	3	4
---	---	---	---

I : « Pourquoi des colonnes pour comparer ? »

E : « Pour pas qu'on ait plus dur si on doit aller en bas. » (Elle vient montrer le trajet du regard sur le premier rectangle : de la case 1 vers la 2 puis la 3 (retour à la ligne) puis la 4). Et l'élève confirme : « C'est plus compliqué. »

Dans une autre classe de 3^e, les élèves, répartis en petits groupes, doivent noter les résultats d'une expérience répétée trois fois. Un des groupes tente d'organiser ses données de diverses manières, recherchant un effet esthétique. La formule finale adoptée intègre cependant un tableau en deux colonnes comparant les résultats des deux expériences³¹ :

³¹ Il s'agissait de comparer la capacité de deux colonnes en papier à supporter des livres. Une des colonnes est de section ronde, l'autre de section triangulaire.



En 4^e année, lors d'une activité semblable, la structure de base du tableau reste également difficile à établir *a priori* :

Un élève trace le cadre du tableau avec une latte. Les 4 enfants du groupe attachent beaucoup d'importance à la mesure.

E : Tu descends jusqu'à 15 cm et tu fais la même chose à côté.

Mais l'élève qui écrit éprouve beaucoup de difficultés à dessiner son tableau.

E : C'est ça un tableau ?

E : Il nous fait une forme.

E : On va demander une autre feuille.

Muni d'une nouvelle feuille, un élève déclare savoir maintenant ce qu'il faut faire.

Le tableau se présente de la manière suivante :

E : C'est une idée mais ça ne va pas.

E : J'ai une idée, vous recoupez en deux et vous mettez « ronde » et « carrée »³².

E : On refera une autre colonne.

E : Non on ne verra rien, c'est trop petit.

Une discussion s'engage pour savoir si on ajoute une colonne ou si on coupe la colonne existante en deux. Tout se passe comme si 3 élèves sur les 4 ne se rendaient pas compte que le résultat serait le même hormis la place disponible. Finalement ils coupent la colonne en deux.

Ces quelques exemples semblent indiquer que les élèves éprouvent de réelles difficultés à planifier la structure générale du tableau. Même lorsqu'ils pressentent ce qu'il faut faire ils n'y arrivent pas du premier coup. Des tâtonnements restent nécessaires.

³² Ici la seconde colonne était de section carrée.

1.4.3. La difficulté à définir et utiliser les marges

Les élèves hésitent parfois sur la présence et les caractéristiques des titres à mettre au-dessus des colonnes (ou, si le tableau se présente en sens inverse, à l'entrée des lignes) mais, de manière générale, ils semblent en comprendre rapidement la fonction. Par contre, la seconde marge est peu présente. Les informations utiles sont répétées dans les cases plutôt que mises en exergue.

Voici quelques exemples qui illustrent bien la difficulté.

Exemple 1 : 4^e année

Section ronde ○	Section carrée □
La section ronde 1) à reporter 16 livres.	La section carrée a reporter 1) 7 livres.
La section ronde a reporter 13 livres. 2)	La section carrée a reporter ex 7 livres. 2)
La section ronde a reporter 25 livres. 3)	La section carrée a reporter 5 livres. 3)

Dans cet exemple, la fonction des marges n'est pas vraiment comprise puisque les élèves éprouvent le besoin de répéter toutes les informations dans chaque case. La marge horizontale reprend simplement les titres des colonnes juxtaposées. Le fait d'avoir détaillé les informations compense par ailleurs l'absence de titre général. Dès lors le tableau est clair et complet, mais la fonction de synthèse et d'économie de présentation qu'il aurait pu offrir est complètement ignorée.

Exemple 2 : 3^e année



Les élèves ont cru nécessaire de répéter l'information qui pourrait être contenue dans une première colonne, à savoir le numéro de l'essai. Une première colonne (marge) n'est pas du tout

envisagée. En outre, l'absence de titre rend difficile l'interprétation du tableau si on ne connaît pas le contexte de l'activité.

Exemple 3 : 3^e année

Rue 1 : rue	Rue 2 : auto-voiture
calme : oui	calme : non
beaucoup de maisons : oui	beaucoup de maisons : non
forêt : oui	forêt : oui
beaucoup de pannes : non	beaucoup de pannes : oui

Ici il s'agissait de comparer deux rues. Les élèves ont fixé des critères de comparaison des deux rues, mais ils ont cru devoir les répéter dans les deux colonnes. Le fait d'avoir centré le premier critère lui donne un statut particulier : il constitue un titre pour chacune des colonnes et pourrait en quelque sorte servir de marge horizontale. Toutefois, en tant que tel, il serait inadéquat puisqu'il contient à la fois un titre et un critère.

Exemple 4 : 4^e année.

	S.R.	S.C.	
A DA QUE DE			
DE ①	20	5	①
Poids ②	16	6	②
③	15	2	③

Quantin
Mickaël
Yvan
Florent
Corentin

Certains élèves ont pressenti le rôle de la marge verticale, mais tous les membres du groupe ne sont pas d'accord :

Un élève écrit 1, 2, 3 devant chaque ligne.
E : Là tu mets aussi 1, 2 et 3 (à droite du tableau)
E : Pas besoin.
E : Si.
E : Non on l'a déjà fait de l'autre côté.
Puisqu'il y a doute, le choix est fait d'indiquer aussi les numéros des essais à droite du tableau.

Exemple 5 : 4^e année.

□	¹ 5	² 6	³ 8
0	13	25	31

Dans ce dernier exemple, l'élève a ajouté la marge supérieure après coup. Il est difficile de savoir dans quelle mesure il a compris le sens exact de cet ajout.

Concevoir les marges d'un tableau est une tâche abstraite qui demande de combiner les exigences de présentation avec la fonction spécifique attribuée au tableau. Pour les élèves, concevoir une présentation en deux colonnes pour mieux comparer deux situations n'est pas toujours simple. Imaginer en outre qu'on puisse « abstraire » certains éléments de la comparaison pour les présenter comme une référence commune à plusieurs situations est franchement difficile. Cependant, les enfants ont l'occasion de voir et d'utiliser quotidiennement différents tableaux dont ils perçoivent intuitivement le fonctionnement (par exemple un tableau des charges). Il pourrait s'avérer intéressant d'analyser avec eux comment ces tableaux ont été construits et pourquoi on peut mettre en exergue certains éléments.

1.4.4. Le contenu des cases du tableau

Comme le montre les exemples précédents, le contenu des cases n'est pas non plus défini aisément par les élèves. Dans leur souci d'être complets, ils peuvent répéter les informations destinées à figurer dans les marges. Le premier exemple est particulièrement révélateur à ce sujet. Dans le second exemple, les élèves sont arrivés à extraire les données à faire figurer dans les cases (nombre de livres supportés par chaque colonne aux trois essais) mais ils y ont ajouté les numéros des essais qui auraient pu figurer ailleurs.

Pour les élèves, choisir le contenu des cases du tableau demande de sélectionner les informations spécifiques à chaque situation définie par le croisement des lignes et des colonnes. Il ne s'agit pas seulement de trier les informations. Il faut aussi repérer celles qui auront une valeur structurante dans l'élaboration du tableau.

Exemple : le nombre de livres supportés au 2^e essai par la colonne de section ronde doit figurer dans la case appropriée :

	Section ronde	Section carrée
Essai 1		
Essai 2	ICI	
Essai 3		

C'est bien le nombre de livres seul qu'il convient d'indiquer dans la case puisque les autres éléments sont mentionnés dans les marges (colonne de section ronde et 2^e essai). Ce type de tâche s'avère particulièrement complexe pour des élèves de 8-10 ans.

1.4.5. Le titre donné au tableau

Les enfants envisagent parfois spontanément de mettre un titre à leur tableau. Mais le plus souvent la consigne est donnée par l'enseignant. Cette tâche est très difficile pour les jeunes élèves. Il s'agit en effet de proposer un titre qui permette au lecteur de comprendre le tableau. Les enfants choisissent spontanément des termes très généraux comme par exemple pour l'activité sur la résistance des colonnes en papier : « Sciences », « Eveil scientifique ». D'autres évoquent un peu plus précisément la situation, comme « Les colonnes ». De tels titres sont inappropriés pour les tableaux qui reprennent des données d'expériences ou d'observation.

Considérons par exemple le tableau suivant :

	Colonne de section ronde	Colonne de section carrée
Essai 1		
Essai 2		
Essai 3		

Des nombres figurent dans les cases du tableau mais que signifient-ils ? Pour permettre au lecteur d'interpréter les données, il faut que le titre du tableau soit explicite. Par exemple : « Nombre de livres supportés par 2 colonnes en papier de sections différentes ».

Un autre exemple tiré de l'expérience sur les colonnes en papier permet d'illustrer ce propos. Il s'agit d'un débat observé au sein d'un petit groupe sur le choix du titre « L'abaque de poids »³³.

<p>E : J'ai une idée pour le titre, on va mettre « abaque » E : Mais non, c'est pas un abaque E : Si ça ressemble à un abaque L'élève qui écrit commence à noter « abaque des sciences » E : Non, pas des sciences sinon ce serait toutes les sciences L'élève scripteur continue son titre E : Ecoute ce que Coline va te dire E : Je dis que si tu mets « sciences » ce serait toutes les sciences. Il faut mettre « abaque de poids » E : De poids ? E : Oui, c'est le poids. Le nombre de livres qu'on a mis c'est le poids</p>
--

L'utilisation du terme « abaque » renvoie aux confusions autour du mot « tableau ». Il est fort probable que l'abaque soit une forme de tableau fréquemment utilisée en classe comme le tableau de correspondance des nombres « centaines, dizaines, unités » ou de correspondance des longueurs « m, dm, cm ». Pour ces élèves, le terme « abaque » serait ainsi synonyme du mot « tableau ». Dans le groupe, un des élèves pressent le titre comme outil de compréhension du tableau. En outre, il tente un double exercice de précision : fournir une information sur

³³ Voir la reproduction du travail du groupe dans l'exemple 4.

les données du tableau et définir la variable indépendante effectivement manipulée, le « poids » que peut supporter la colonne. Cependant, ces deux opérations s'excluent l'une l'autre : spécifier la variable effective ne permet plus l'interprétation des données du tableau.

Ainsi, choisir un titre pour un tableau de données est une tâche complexe. Elle demande de bien comprendre la signification exacte du tableau dans son ensemble et de chacun de ses éléments en particulier. Une telle analyse peut être amorcée avec les élèves de 3^e et de 4^e années, mais elle ne pourra être envisagée, avec toutes ses exigences, que plus tard dans la scolarité.

1.5. Pistes pour les classes

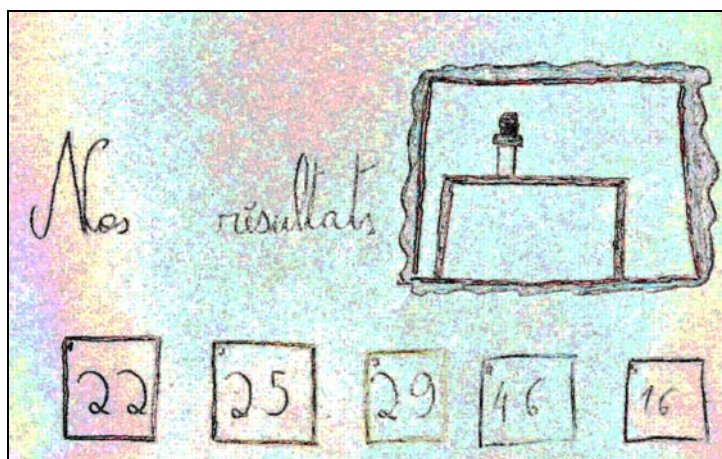
L'utilisation de tableaux en classe est très fréquente. Cependant il est plus rare qu'un regard métacognitif soit porté sur cet outil essentiel dans bien des domaines, et particulièrement en sciences.

Il serait important

- de familiariser davantage les élèves avec l'outil, en en découvrant ses avantages et ses limites par rapport à d'autres formes de présentation (texte suivi, organigramme, etc.);
- de préciser peu à peu ce qu'on écrit dans les cases d'un tableau et dans ses marges (choisir les informations, éviter les répétitions) ;
- de donner l'occasion aux élèves de lire ou de compléter, mais aussi de construire des tableaux simples, sans considérer d'emblée que la compréhension va de soi.

En 3^e et 4^e années primaires, il semble pertinent d'amorcer cette réflexion à l'occasion d'activités scientifiques concrètes autorisant l'usage de tableaux.

Par exemple, à l'occasion de l'activité sur la résistance des colonnes en papier, voici un compte-rendu qui permet d'engager le débat :



Cet élève de 3^e année rapporte les résultats obtenus par son groupe. Comment l'aider à progresser ?

Le titre qu'il a choisi : « Nos résultats » montre qu'il a bien compris la tâche demandée. Il pense néanmoins utile (et sans doute amusant et plus parlant) de rappeler l'expérience à l'aide d'un

dessin qu'il encadre soigneusement³⁴. Ensuite viennent les résultats, alignés dans l'ordre chronologique, avec le souci d'une présentation esthétique et claire : chaque résultat est encadré d'une couleur différente.

Ce souci de clarté, le rappel de l'objectif et l'esthétique méritent d'être soulignés. Toutefois, sur le plan fonctionnel, beaucoup d'éléments sont à découvrir par cet élève :

- la gestion de l'espace doit être soumise aux impératifs du compte-rendu et non l'inverse. Ici l'élève a indiqué 5 résultats au lieu de 6 car, explique-t-il, « *Je n'avais plus de place pour mettre un carré en plus.* ». Le dessin agrémenté le panneau mais il prend beaucoup de place au détriment des autres informations.
- l'alignement des données ne donne aucune indication sur ce qu'elles sont, ni à quoi elles correspondent : comment faire pour que le lecteur distingue les données relatives à la colonne de section carrée et celles relatives à la colonne de section ronde ? Comment faire pour montrer quels résultats correspondent aux différents essais ?
- la lecture du panneau ne permet pas non plus de savoir de quoi on parle : ce sont des résultats, mais à propos de quoi ? Comment aménager le titre pour apporter cette information ?

Il ne s'agit pas de critiquer systématiquement le travail de l'élève mais de l'aider à s'améliorer tout en tenant compte des possibilités cognitives et de l'investissement affectif des enfants de cet âge. Ainsi, il n'est pas utile en 3^e année de supprimer d'emblée les enjolivures que les enfants éprouvent tant de plaisir à intégrer à leurs tableaux. Au contraire, ce peut être pour les plus jeunes une entrée motivante dans la tâche.

On peut, sans trop d'hésitation, émettre l'hypothèse que la réflexion engagée lors de la construction de tableaux en sciences, même simples, aide aussi les élèves à déchiffrer le fonctionnement implicite des tableaux qu'ils utilisent fréquemment dans d'autres contextes.

³⁴ Le dessin original est en couleurs.

2. Le compte-rendu ou la synthèse enfin d'activité

2.1. Pourquoi un compte-rendu ou une synthèse en fin d'activité ?

Une telle synthèse se veut le témoin de l'apprentissage, la mémoire de l'activité. Elle donne tout leur sens aux écrits intermédiaires valorisant l'effort d'expression fourni en cours de route. Cette synthèse surtout si elle est construite avec les enfants, colle aux apprentissages et à l'activité réalisée et est fortement porteuse de signification pour les élèves. Elle peut être élaborée à des fins diverses : le plus souvent il s'agit d'un document consigné dans le cahier de science. Parfois, elle est réalisée sous forme d'affiches destinées à une présentation à d'autres élèves ou exposées dans la classe comme aide-mémoire collectif ou comme référent.

Avec l'aide de l'enseignant, les élèves peuvent apprendre à cette occasion à mettre en évidence les éléments essentiels qui se dégagent de l'activité, qu'il s'agisse de contenus ou de démarches. C'est aussi l'occasion de corriger certaines erreurs, de clarifier certaines situations, d'utiliser le vocabulaire scientifique nouvellement appris. La synthèse ou le compte-rendu deviennent ainsi des documents de référence pour les apprentissages ultérieurs.

La rédaction de la synthèse donne également l'occasion d'utiliser avec pertinence des formes d'expression variées, comme des textes suivis, des dessins, des schémas, des tableaux à double entrée... Leur combinaison permet d'entreprendre un travail réflexif sur leurs complémentarités et spécificités.

Rédiger collectivement la synthèse permet enfin de rendre leur juste place à l'orthographe, à la syntaxe et aux règles de structuration du discours scientifique écrit. L'introduction d'une synthèse toute faite, sans réflexion sur la langue écrite, risquerait d'entretenir chez les enfants l'idée que leurs productions propres sont définitivement exemptées des règles et conventions d'usage. Inversement, l'enseignant pourrait être tenté de travailler trop systématiquement la langue dans les écrits intermédiaires freinant ainsi l'expression de la pensée scientifique.

Enfin, on peut formuler l'hypothèse que la construction d'un document avec l'aide de l'enseignant donne 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.

2.2. Conditions d'élaboration de la synthèse ou du compte-rendu et difficultés rencontrées

La construction collective d'un tel document présente un certain nombre de difficultés :

- La limite entre les suggestions de l'enseignant et l'imposition d'un point de vue est très difficile à maintenir. En effet, s'il est souhaitable que la synthèse émane le plus possible des élèves eux-mêmes, l'enseignant doit rester bien présent pour aider, corriger les erreurs, faciliter une structuration des données.

- 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 celles des autres. Ici encore, une gestion du groupe permettant de prendre un maximum d'avis n'est pas simple, même lorsque la synthèse a été préparée par des écrits individuels.
- 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.
- Souvent, la tentation est grande pour l'enseignant d'ajouter à la synthèse construite quelques éléments qu'il juge importants et qui « complèteraient » les propositions des élèves. Cet ajout artificiel d'un contenu nouveau entraîne le risque pour les élèves de ne pas bien définir ni intégrer la notion de synthèse. Par contre, l'enseignant qui le souhaite pourrait proposer en complément un document scientifique. Cette référence aux écrits proposés par la communauté scientifique est importante. Mais son introduction ne doit absolument pas donner une place secondaire à la synthèse construite. Au contraire, ce peut être l'occasion de comparer les deux écrits, de relever les caractéristiques de l'un et de l'autre, de corriger éventuellement certaines erreurs ou de noter en quoi les deux écrits sont complémentaires. La synthèse construite est et doit rester un réel écrit scientifique, mais adapté à la vie de la classe et au niveau des élèves auquel ils peuvent faire référence ultérieurement en se rappelant les expériences vécues.
- La succession de différents types d'écrits sur un même thème peut engendrer dans certains cas une lassitude chez les élèves qui peuvent avoir le sentiment de répéter plusieurs fois la même chose. L'idéal est que les différents écrits portent sur des aspects différents de l'activité. Mais une certaine redondance est toutefois inévitable, surtout au moment où on tente de mettre les idées en ordre et d'élaborer une synthèse ou compte-rendu organisé.

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

Il faut insister encore sur la nécessaire diversification des approches afin d'éviter de figer l'enfant dans une démarche systématique qui peut lasser et rigidifier la pensée. Ainsi, malgré l'importance que nous reconnaissons à la construction d'une synthèse, le seul recours à un document issu de la littérature scientifique peut se justifier dans certains cas, à condition qu'il 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.

Enfin, la construction d'un compte-rendu d'activité ou d'une synthèse reste une étape « provisoire » dans la construction des savoirs. C'est « l'état » de ce que connaissent ou ont vécu les élèves à un moment donné. Ce document sera forcément enrichi par les expériences et recherches ultérieures menées dans la classe.

