

Structurer ses acquis en sciences : le rôle de l'écrit

Bernadette Giot et Valérie Quittre
Service de Pédagogie expérimentale
de l'Université de Liège

1. Objectif général de la recherche

L'objectif général du projet est de développer des dispositifs pédagogiques permettant d'intervenir de façon formative dans la structuration, par les élèves, de leurs acquis en sciences. Le niveau concerné est le cycle 8-10 ans.

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

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

L'ensemble de la recherche s'est déroulée en étroite collaboration avec des enseignants de 3^e et 4^e années primaires.

2. Cadre théorique

2.1. Importance de l'écrit dans les apprentissages scientifiques

Les différentes productions écrites jouent un rôle essentiel dans l'évolution de la pensée scientifique de l'apprenant. On leur attribue le plus souvent les fonctions suivantes¹ :

- conserver une information, en garder la mémoire ;
- organiser les données rassemblées pour les rendre plus accessibles ;
- mettre en relation des acquis ponctuels pour atteindre une certaine généralisation ;
- se donner un plan d'action, prévoir un canevas d'expérience ou d'observation ;
- noter de différentes manières ce qu'on observe (textes, dessins, ...) ;
- décrire avant d'interpréter ;
- constituer une base d'échanges lors des débats en petit ou grand groupe ;
- communiquer des informations à d'autres.

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

Ainsi, l'apprenant fait le point, prend du recul, élabore sa pensée en écrivant. C'est aussi pour lui l'occasion d'utiliser le vocabulaire appris. Astolfi *et al.* (2001) affirment : « *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, ainsi que d'autres représentations symboliques (dessins, schémas,...).

Dans l'élaboration progressive du raisonnement scientifique, l'écrit permet une mise à distance. Le document peut être (ré)investi à tout moment et le travail peut ainsi s'inscrire dans le temps. En écrivant, en dessinant, l'enfant complète et structure sa pensée, découvre des liens entre ses connaissances et prend de la distance par rapport à son apprentissage. Il fait le point sur les contenus en cours d'acquisition (savoirs) ainsi que sur les démarches qu'il utilise ou qu'il tente de mettre en place. Cette pratique réflexive s'avère être un excellent point de départ pour l'auto-évaluation de l'enfant, l'amenant à préciser ce qu'il sait et comment il le sait, mais également ce qu'il ne comprend pas ou ce qu'il voudrait savoir. L'écriture et le dessin permettent aussi à l'élève d'opérer des recoupements et d'enclencher des associations. Il s'agit d'un travail actif où les connections qui s'élaborent provoquent une transformation et une capitalisation des acquis. Toutefois, pour que cette approche donne des fruits, il est indispensable que l'élève comprenne le sens des démarches qui lui sont demandées, qu'il le vérifie dans l'action, et que le travail sur l'écrit contribue à mobiliser son intérêt.

Les écrits n'adoptent pas une forme finalisée dès le départ. En sciences, l'écrit 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 diversifiées : notes de lecture ou d'observation, enregistrements, protocoles, schémas, formulation d'hypothèses provisoires, comptes-rendus partiels, ... Ces écrits favorisent la capitalisation des acquis et garantissent la traçabilité des résultats de recherche. Il s'agit donc d'abord de « brouillons », de notes diverses qui permettent de planifier une action, de collationner des données d'observation ou d'expérience, mais aussi qui rendent compte des interrogations. Petit à petit, les documents se structurent en même temps que la pensée se clarifie et que des liens de compréhension se tissent et s'organisent.

Ecrire lors des activités scientifiques a aussi une portée sociale dans le sens où l'enfant va pouvoir confronter sa réflexion avec celles des autres. On n'écrit pas seulement pour soi, mais on écrit aussi pour être lu, 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 (Gemmenne *et al.*, 2001). Selon la situation, l'élève va trouver le chemin de l'argumentation, transformer sa pensée, modifier ses représentations, élargir son point de vue, développer son esprit critique ou acquérir de nouvelles connaissances faisant sens pour lui.

A côté des moments où l'enfant tente d'exprimer par écrit ses interventions, ses découvertes ou ses hypothèses, il est indispensable de ménager des moments où il est confronté à la littérature scientifique, c'est-à-dire à des référents dont il pourra découvrir intuitivement d'abord, de manière plus organisée et systématique ensuite, les caractéristiques particulières. De même, lorsque les élèves sont invités à finaliser ensemble un écrit de clôture de l'activité, ils pourront être sensibilisés à certains aspects de la rédaction scientifique : présence d'un titre, structuration du discours en paragraphes, organisation de données en tableaux, introduction de dessins ou de schémas, choix de connecteurs appropriés, ... Une réflexion

métacognitive sur la production pourra aider les élèves à aménager leurs propres écrits. Ainsi l'enfant s'approprie peu à peu les connaissances et les formes langagières utiles.

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

Toutefois, les écrits ne doivent pas être trop fréquents au sein d'une même activité. Ils doivent être diversifiés et sollicités au moment le plus opportun. Le texte peut être accompagné de dessins ou leur céder complètement la place. En outre, une aide peut être apportée aux élèves sous forme d'une fiche d'expérience ou de lecture, d'un dessin à annoter, d'amorces de phrases, de questions, ... mais sans jamais rigidifier la pensée.

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

De telles amorces ne doivent cependant jamais devenir des chemins systématiques et artificiels. L'écriture libre (y compris le dessin) est aussi très importante car elle sollicite l'initiative de l'élève et est porteuse de nombreuses informations sur ses conceptions et ses progrès.

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

2.2. Découvrir les caractéristiques des écrits scientifiques

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

Trois éléments nous paraissent importants à approfondir avec les enfants de 8-10 ans pour les aider à percevoir progressivement les exigences des écrits scientifiques :

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 repose sur des observations, des expérimentations, des recherches documentaires, ... 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).

« 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 [...] » (Astolfi *et al.*, 2001, p.135). Les élèves apprennent à choisir la forme d'écrit la plus pertinente en fonction des contenus abordés et des objectifs poursuivis : doivent-ils relater une expérience ? Rendre compte des comportements d'un être vivant ? Lister des informations tirées d'une recherche documentaire ? Prévoir un dispositif d'expérience ? Etc. A ces occasions, ils découvrent l'intérêt des notes intermédiaires : dessins d'observation, schémas de montage, tableaux de classement, petits textes de compte-rendu, calculs, graphiques, documents iconiques divers, fiches de notes,... et attribuent à ces écrits utilisés en cours de travail une fonction dont ils éprouveront tout l'intérêt au moment des débats ou de la synthèse finale.

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

Dans les écrits des jeunes élèves en sciences, de nombreux éléments sont présents mais désorganisés. Description du dispositif adopté, observation d'un phénomène, tentatives explicatives, ressenti personnel, ... se côtoient dans un joyeux mélange qui caractérise à la fois l'investissement affectif de l'enfant et le caractère syncrétique de sa pensée à cet âge².

A l'occasion d'activités diversifiées, l'enfant peut apprendre progressivement à dissocier dans son compte-rendu les différents moments de l'activité : problème de départ, matériel et dispositif choisi pour une expérience, déroulement de celle-ci, observation des phénomènes, interprétations et tentatives explicatives.

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

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

² « Le syncrétisme est une « synthèse subjective », tandis que la synthèse objective suppose l'analyse. » (Piaget, 1966).

grammaticaux appropriés, structuration du texte, présentations schématiques, organigrammes, vocabulaire adéquat, ...

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

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

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

Or, si le langage scientifique présente des particularités, notamment sur le plan du lexique et de la structuration du discours, il utilise aussi toutes les ressources du langage quotidien. Ce sont ces ressources que les jeunes élèves vont utiliser d'abord pour rédiger leurs textes scientifiques. Toutefois, ce travail de mise en œuvre du langage écrit ne va pas de soi et constitue un réel apprentissage. 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 le caractérisent. Les conventions orthographiques représentent une des premières difficultés qu'ils rencontrent car, à cet âge, la maîtrise de ce code est très parcellaire. C'est sans doute pourquoi, dès que les jeunes élèves sont avertis que « les fautes d'orthographe ne comptent pas », ils se concentrent avec enthousiasme sur l'expression de leurs idées. Ils font preuve alors de compétences inattendues et notamment d'une certaine capacité à différencier les structures linguistiques et les connecteurs les plus utiles pour leurs propos. Bien sûr de nombreuses maladresses subsistent, certains schémas syntaxiques propres à l'écrit ne sont pas encore bien maîtrisés et l'incursion du langage oral dans leur productions reste très fréquente.

Une autre difficulté qui attend les enfants est liée au fait que les textes les plus souvent demandés dans les classes sont d'ordre narratif. Dès lors, il n'est pas surprenant qu'un élève de 4^e année, invité à décrire le comportement d'un lapin, demande s'il faut « *faire une histoire* ». En sciences, l'élève découvre un autre type d'écrit, exigeant rigueur et objectivité : l'écrit argumentatif. Le travail d'écriture, au même titre que les manipulations expérimentales, la lecture documentaire ou l'observation *in vivo*, vise le développement « d'enfants-chercheurs » qui intègrent peu à peu le plaisir, l'intérêt, mais aussi les exigences du travail scientifique.

Par ailleurs, 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 relations et les phénomènes observés.

Dans cette perspective, il est important de limiter le nombre de termes scientifiques nouveaux proposés aux élèves, mais également de les faire employer dans des situations diversifiées afin que l'élève puisse en construire progressivement le sens. « L'apprentissage du vocabulaire scientifique n'a d'intérêt que s'il facilite la compréhension, c'est-à-dire le développement conceptuel ». (Catel, 2001).

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

En éveil scientifique, les représentations graphiques occupent une place de choix tant dans l'expression par l'enfant de ce qu'il vit et observe que dans la proposition par l'adulte, de diverses représentations du réel.

Mais une des premières difficultés auxquelles on se heurte en abordant ce thème est le nombre et l'ambiguïté des termes utilisés pour désigner l'objet d'étude. En ce qui nous concerne, nous désignerons sous le vocable général « représentations graphiques scientifiques » les dessins, images et schémas qui sont présents dans de nombreux documents scientifiques. Le terme « image » sera utilisé dans le sens scientifique de reproduction de l'objet réel à l'aide de différentes techniques optiques comme la photographie, la microscopie, la radiographie, l'échographie, etc. Le « schéma » sera considéré comme une construction mentale permettant une représentation de l'objet d'étude plus ou moins proche du réel et correspondant à des conceptions scientifiques plus ou moins reconnues de cet objet. Le mot « dessin » évoquera une représentation du réel offrant un caractère figuratif, conservant de nombreuses caractéristiques visuelles des objets représentés tout en supposant une mise à distance par rapport à l'objet étudié (Astolfi et al., 1998 ; Zahouani, 2004).

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 l'expression des conceptions. Cette approche ne peut se faire sans référence au développement du graphisme chez l'enfant et à l'orientation progressive de ce graphisme vers plus de réalisme (Piaget et Inhelder, 1972 ; Deldime et Vermeulen, 1997 ; Oliverio Ferraris, 1980). Entre 3 et 6/7 ans, l'enfant tente de représenter les objets réels mais ses gestes sont encore maladroits, son attention labile, ses dessins peu structurés. Souvent il manque des éléments importants, des détails sont présentés en surnombre, certaines parties du dessin peuvent être disproportionnées. Entre 6 et 12 ans, l'enfant s'oriente vers un plus grand réalisme intellectuel qui se reflète dans ses productions. Il garde l'apparence de l'objet, ce qui est essentiel pour le représenter, mais il tente aussi d'exprimer tout ce qu'il sait de l'objet et non seulement ce qu'il en voit. Peu à peu, cette attitude va faire place à un réalisme visuel qui subordonne la production à un seul point de vue.

Pour que l'élève mette les représentations graphiques au service de ses apprentissages scientifiques, il est nécessaire qu'il soit 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. Il est aussi indispensable qu'il ait lui-même l'occasion de produire de telles représentations. Toutefois, entre 8 et 10 ans, on ne peut exiger de l'enfant un dessin scientifique qui risquerait de devenir rapidement stéréotypé et vide de contenu. Par contre, le travail sur ses productions, leur structuration progressive en outil de pensée et la mise en place de certaines caractéristiques essentielles des représentations

graphiques scientifiques pourraient être introduites peu à peu dans les activités. Il faut aussi tenir compte de ce que, malgré l'intérêt de beaucoup d'enfants pour le dessin, certains préfèrent l'expression verbale écrite. L'équilibre textes-dessins dans le travail scientifique est indispensable (Astolfi et *al.*, 1998).

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

La première rédaction de telles synthèses est rarement « la bonne ». En fait les « brouillons » qui se succèdent au cours de l'activité jouent un rôle fondamental dans la préparation de l'écrit final. Avec l'aide de l'enseignant, chaque enfant individuellement peut contribuer à enrichir la synthèse collective sur base de ses propres écrits intermédiaires ou de ceux réalisés en petits groupes. Dans ce contexte, l'élève peut apprendre progressivement à

- sélectionner les informations utiles ;
- choisir les mots et bien les utiliser ;
- noter les liens et les relations : mots pour dire les relations logiques, de temps, d'espace, .. ;
- organiser la présentation : titres, paragraphes, sous-titres, caractères, ... ;
- inclure des représentations graphiques : tableaux, exemples, illustrations, schémas, dessins, ... ;

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

3. Analyse des productions d'élèves

3.1. Types d'écrits

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

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

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

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

- **expression des conceptions ;**
- **rapports d'observation ;**
- **comptes-rendus d'expériences ;**
- **description d'un dispositif expérimental ;**
- **construction d'une synthèse sur base d'une recherche documentaire ;**
- **etc.**

Les écrits peuvent être analysés selon l'un ou l'autre point de vue. Cependant, la lecture des productions enfantines, indispensable à cette recherche, s'avère particulièrement complexe. Il s'agit en effet d'identifier précisément ce que l'enfant a écrit ou dessiné et d'interpréter son texte ou son dessin sans introduire d'éléments ni de liens qui ne soient pas réellement présents.

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

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

Qu'il s'agisse de textes ou de dessins, les enfants se trouvent confrontés à leurs propres limites. S'ils mettent parfois en place des stratégies efficaces pour compenser les lacunes, il leur arrive aussi de laisser inachevé un texte ou un dessin, faute de pouvoir y exprimer leurs idées. C'est pourquoi, les productions des enfants ne reflètent que partiellement leur raisonnement et leurs savoirs. Des entretiens individuels avec les élèves complèteraient avantageusement les analyses et permettraient de valider les hypothèses interprétatives, mais ils demandent beaucoup de temps et sont rarement possibles dans la vie des classes, du moins de manière systématique.

3.2. Limites méthodologiques de nos analyses

Nos données sont issues de diverses activités menées dans des classes différentes. En outre, même s'il arrive que le contenu de l'activité et son déroulement général soient semblables

d'une classe à l'autre, les enseignants n'ont pas mené l'activité exactement de la même manière. Cette disparité méthodologique est due aux différents contextes de classe et d'école, mais également à la manière dont l'enseignant envisage l'activité et son contenu, et, plus généralement, dont il conçoit l'enseignement des sciences.

Ces orientations différentes permettent d'envisager diverses situations de classe et réactions d'élèves, et enrichit ainsi l'analyse sur le plan qualitatif. Mais le nombre et le type de données traitées peut varier selon le contenu envisagé ou le type de document demandé, et la définition de critères d'analyse s'avère délicate.

Malgré les limites méthodologiques, des hypothèses peuvent être formulées légitimement, car différentes analyses ont été menées de manière complémentaire et contradictoire. Nous disposons d'un corpus de plus de 500 productions individuelles et d'au moins 50 documents issus des travaux en petits ou grands groupes. Les recoupements entre nos différentes approches, permettent de formuler quelques constats et hypothèses, qui mériteraient sans nul doute des analyses approfondies à l'intérieur de schémas expérimentaux rigoureux, mais qui, tels quels, alimentent une réflexion déjà solide sur les productions écrites des élèves.

3.3. Synthèse des analyses

Sous réserve du contenu abordé et de la marge de liberté laissée aux élèves dans le choix des formes écrites, il semble bien que la préférence des enfants pour les dessins ou les textes corresponde à des critères fonctionnels intuitifs en relation avec la tâche demandée. Textes et dessins semblent complémentaires, tous deux contribuant, de manière spécifique, à la compréhension du dispositif d'expérience, des interventions, des effets observés, De manière générale, les enfants font déjà preuve de nombreux savoir-faire, malgré les erreurs et les imprécisions. Par ailleurs, ils manifestent un réel plaisir à écrire et dessiner si toutefois les exigences à cet égard sont bien dosées.

Le dessin semble privilégié pour décrire des situations ou des états, pour situer un objet dans un contexte élargi, pour illustrer un texte. Ce dernier serait plutôt utilisé pour des observations dynamiques (mouvements, actions, ...), non visuelles (sons, textures, ...), pour l'évaluation de certaines observations ou pour tenter des explications ou des mises en relation. Toutefois, certains élèves n'hésitent pas à recourir au dessin pour décrire des actions simples successives, un mouvement ou même des relations. Ils font alors appel à quelques conventions graphiques qui s'inspirent souvent de la bande dessinée. En outre, les élèves proposent régulièrement un titre à leurs productions. Cette démarche est cependant souvent demandée par l'enseignant.

En ce qui concerne plus spécifiquement les dessins et schémas scientifiques, les enfants obéissent à certains impératifs qui peuvent échapper à la logique de l'adulte. Ainsi, il arrive qu'ils représentent les choses telles qu'ils les vivent ou les comprennent, plutôt que d'obéir ainsi aux impératifs du réalisme visuel. Ils ont aussi tendance à valoriser les éléments aux quels ils accordent de l'importance. Ils n'hésitent pas à inclure des détails, utiles ou non, et à « mettre en scène » la situation en intégrant par exemple des personnages. L'expression de leur ressenti se traduit par des astuces graphiques diverses : expression des visages, « bulles » incluant des onomatopées significatives, petits traits entourant le dessin, etc. Par ailleurs, des annotations d'ordres divers sont utilisées pour désigner, nommer les éléments dessinés. Parfois aussi, mais moins fréquemment, pour exprimer une relation ou préciser un fait difficile à dessiner. L'utilisation des couleurs semble, elle, dépendre davantage des habitudes

de classe que du choix des élèves. L'échelle, les proportions et la perspective sont difficiles pour beaucoup d'enfants. Enfin, ces derniers utilisent parfois un langage un peu plus schématique et abstrait pour approcher certains contenus (description du trajet de l'eau par exemple).

Quant aux textes, ils présentent des difficultés liées entre autres à la connaissance du vocabulaire approprié, à l'expression des relations et à la structuration générale du discours argumentatif. Si on laisse provisoirement de côté les exigences orthographiques, on s'aperçoit que nombre d'élèves utilisent des connecteurs grammaticaux différenciés et qu'ils choisissent une organisation du discours en relation avec la tâche. Ces faits semblent se vérifier même dans des milieux plus défavorisés sur le plan socio-culturel. Cependant, il peut exister de grandes différences entre enfants. A défaut d'un lexique spécifique, les élèves utilisent un vocabulaire courant, voire enfantin ou populaire, qui témoigne parfois d'un certain flou au niveau des concepts. Des termes scientifiques pourraient certainement être introduits, à condition qu'ils correspondent à des concepts significatifs pour les enfants.

Les productions écrites, quelles qu'elles soient, contribuent à aider les élèves dans la construction et la structuration des savoirs et des démarches scientifiques. L'évolution des écrits au cours d'une même activité est très significative à ce point de vue. Qu'il s'agisse d'organiser les idées, d'augmenter la précision ou l'objectivité, le travail sur et par l'écrit favorise la rencontre progressive des exigences liées aux démarches et aux discours scientifiques et garde en éveil le questionnement sur les faits. Les conceptions se transforment, les idées gagnent en nuance, en généralisation et en structuration, même si cette évolution s'accompagne d'un appauvrissement du nombre d'idées conservées. L'expression du ressenti, très présente dans les écrits spontanés met en évidence l'implication des enfants dans l'action et offre l'occasion de travailler la place de l'affectif dans les productions scientifiques.

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

4. Perspectives pour la formation continuée des enseignants

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

En sciences, les questions que se pose l'élève à l'occasion d'activités diversifiées constituent la clé de l'apprentissage. « Pour un esprit scientifique, écrivait Bachelard, toute connaissance est une réponse à une question. S'il n'y a pas eu de question, il ne peut y avoir connaissance scientifique. »³. Le choix et la formulation de la situation de départ sont donc fondamentaux puis qu'ils vont engendrer un étonnement, une remise en cause, un questionnement chez

³ G.Bachelard (1970).

l'enfant. Le problème peut être proposé d'emblée par l'enseignant ou suggéré par un élève ; il peut aussi naître d'une observation, d'une expérience surprenante. Le mode de fonctionnement choisi pour l'aborder, l'analyser et le résoudre provisoirement⁴ est essentiel. Les savoirs sur lesquels portent les démarches constituent également un objectif d'apprentissage à condition d'être construits activement par les élèves.

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

- (re)formuler des problèmes et des questions de manière plus précise et scientifique ;
- tenter des analogies, des mises en relations et des hypothèses explicatives ;
- élaborer des plans et des protocoles de recherche (choisir ce qu'on va observer, établir un protocole simple d'expérience, d'enquête ou d'observation, ...) ;
- comprendre ce que sont les variables et pourquoi en contrôler certaines⁵ ;
- reconnaître l'importance de la mesure et choisir des modalités adaptées (ne pas se fier seulement à ce qu'on perçoit) ;
- vérifier les faits (se montrer critique, reproduire une expérience, confirmer une observation, ...) ;
- prendre des notes et organiser les données recueillies (listes de faits, tableaux, organigrammes, ...) ;
- viser l'objectivité dans les observations ;
- découvrir et mettre en action le texte argumentatif ;
- choisir et réaliser des représentations graphiques adaptées (images, dessins, schémas, ...) ; les annoter ;
- communiquer ses idées, ses résultats à d'autres personnes ;
- rechercher la documentation utile et sélectionner les informations ;
- comparer ses résultats avec ceux de la littérature scientifique ;
- construire une synthèse ;
- etc.

En 3e et 4e années primaires, l'approche progressive des éléments constitutifs d'une attitude scientifique et leur intégration à l'action semble plus porteuse que l'installation prématurée d'une démarche qui risquerait de se figer. Une démarche scientifique structurée pourra être construite plus tard par les élèves sur base des éléments préalablement acquis de manière significative. Cela suppose que les enfants portent au fil du temps un regard métacognitif sur les actions entreprises et les savoirs engrangés. En outre, 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.

⁴ En sciences aucun problème n'est définitivement résolu. Les faits et les explications ne doivent pas être proposés aux enfants comme la vérité absolue mais plutôt comme un savoir accumulé au fil du temps par les scientifiques et dont ils ont éprouvé le degré de fiabilité.

⁵ Avec les jeunes élèves, il n'est pas opportun de multiplier le nombre de variables à contrôler car leur développement cognitif ne permet pas une telle maîtrise. Il est donc rare, si pas impossible, de pouvoir mettre en place une expérimentation complète. Ce qui importe c'est de sensibiliser progressivement les élèves au nécessaire contrôle des variables.

4.2. Intégrer l'écrit dans les activités scientifiques

Beaucoup de jeunes élèves éprouvent une réelle satisfaction à mettre leurs idées par écrit. Toutefois, ce plaisir est limité par les difficultés liées aux règles du discours écrit et particulièrement de l'orthographe. Nous avons noté que lorsqu'on les dispense provisoirement d'une orthographe correcte, il devient possible pour eux de se recentrer sur le sens du texte scientifique et de mettre en action d'autres compétences linguistiques, comme l'utilisation de connecteurs appropriés ou la structuration d'un discours argumentatif. Cela ne signifie pas l'abandon de l'orthographe en sciences car elle aussi contribue à donner du sens au texte, mais une limitation provisoire des exigences dans ce domaine particulièrement complexe pour les jeunes élèves. A l'occasion de la synthèse finale, ou de certains écrits ciblés, les contraintes orthographiques seront envisagées avec l'aide de l'enseignant. La tolérance de l'enseignant aux niveaux de langage de ses élèves et aux difficultés qu'ils rencontrent dans l'expression écrite est particulièrement importante dans les milieux socio-culturels plus pauvres. On pourra, au fil du temps, revenir sur la manière de dire les choses et sur le choix de termes plus adéquats.

Par ailleurs, la possibilité de faire appel au dessin accentue le plaisir de l'écrit scientifique, du moins si, là encore, les exigences ne sont pas excessives, et si la part de fantaisie et d'expression qui caractérise les dessins d'enfants est acceptée telle quelle au départ. Un travail bien dosé sur les productions dessinées encouragera peu à peu certaines conventions et exigences de rigueur⁶. 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. L'enseignant se trouve ainsi confronté à une tâche délicate : corriger ce qui doit l'être et aider à améliorer les écrits, mais sans altérer la fierté et le plaisir nés des productions individuelles ou collectives. Une autre tâche est de permettre aux élèves de comprendre et d'éprouver le rôle spécifique des écrits en science. Pour cela, il est nécessaire que leurs productions trouvent un aboutissement : mise en commun des idées, création d'une affiche sur base des notes, recours aux aide-mémoire, organisation des données, réalisation d'écrits de synthèse, etc. Une comparaison des avantages et inconvénients des différents types d'écrits (textes, dessins, schémas, ...), le choix des écrits les plus pertinents à faire figurer dans un compte-rendu ou une affiche, l'explicitation de ce qu'est un schéma, une légende ou un titre, l'établissement des différences entre une histoire et un compte-rendu, ... sont autant de démarches métacognitives qui peuvent encourager l'amélioration des écrits en aidant les élèves à mieux comprendre leurs fonctions et leurs caractéristiques propres.

En outre, il est possible d'aider les élèves à évoluer vers plus de réalisme et d'objectivité en leur apprenant à bien regarder ce qu'ils dessinent ou décrivent. Il est aussi nécessaire de prendre une distance par rapport aux objets dessinés : tout ne peut être montré dans un dessin. Il faut choisir ce qu'on va représenter et le point de vue auquel on va se placer. Il faut aussi éviter les détails inutiles s'ils cachent l'essentiel.

Apprendre à annoter ses dessins est aussi important, et la complémentarité des mots et des représentations graphiques est particulièrement travaillée dans ce cas : titres, légendes, petits

⁶ Il est aussi important de ménager des moments pour d'autres types de dessins que le dessin scientifique, afin que l'élève puisse en découvrir plus clairement les particularités.

commentaires qui aident le lecteur à comprendre, utilisation de signes conventionnels comme les flèches, les accolades, ...

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

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

4.3. Encourager les écrits intermédiaires et construire la synthèse finale

Il s'agit surtout de faire une place réelle aux écrits trop souvent qualifiés de « brouillons », c'est-à-dire leur restituer une fonction dans l'élaboration de la pensée. Il s'agit d'éléments sur lesquels on peut revenir pour progresser. Même si elles sont peu finalisées, ces notes intermédiaires offrent l'avantage de comporter des détails et de s'attacher à des exemples précis. Elles méritent donc une place dans les fardes de sciences mais à titres divers qui peuvent être signalés par l'usage de feuilles de différentes couleurs, par exemple. Un cahier d'expériences ou d'observation peut être également utile dans ce but.

Quant à l'écrit final, sa fonction doit être clarifiée aux yeux des élèves : document qui figurera dans le classeur, communication à d'autres élèves, aide-mémoire à afficher en classe, etc. Selon l'objectif, il s'agira de déterminer quelles idées seront retenues. Il est rare qu'on puisse tout garder. Une sélection s'impose avec l'aide de l'enseignant. Les idées retenues doivent alors être organisées en un ensemble cohérent : titres et sous-titres, présence de dessins, de tableaux de données, listes d'observations ou texte suivi, ... Ici les exigences du langage écrit, en particulier la syntaxe et l'orthographe, seront respectées. Un vocabulaire adéquat peut être introduit au besoin.

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

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

4.4. Préparer les activités

Trois questions préoccupent souvent les enseignants :

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

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

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

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

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

4.5. Gérer les groupes

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

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

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

4.6. Les élèves en difficulté

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

En particulier, lorsqu'on passe à l'expression écrite, des difficultés surgissent parfois. Nous avons souligné déjà que les exigences peuvent et doivent être dosées en fonction du niveau général de la classe et, dans toute la mesure du possible, des capacités propres de chaque élève. 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 les premiers blocages. De même, les travaux de groupe peuvent encourager les plus démunis à s'investir dans les activités d'écriture.

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

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

Bibliographie

Allal L. (1988). Vers un élargissement de la pédagogie de maîtrise : processus de régularisation interactive, rétroactive et proactive. In M. Huberman (Ed.) *Assurer la réussite des apprentissages scolaires ? Les propositions de la pédagogie de maîtrise*. pp. 86-126. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.

Astolfi J.P., Darot E., Ginsburger-Vogel Y., Toussaint J. (1997). *Mots clés de la didactique des sciences*. Paris-Bruxelles : De Boeck Université.

Astolfi J.P., Darot E., Ginsburger-Vogel Y., Toussaint J. (1997). *Pratiques de formation en didactique des sciences*. Paris-Bruxelles : De Boeck

Astolfi J.P., Perterfalvi B., Vérin A. (1998, rééd. 2001). *Comment les enfants apprennent les sciences*. Paris : Retz.

Balpe, Cl. (1991). *Les sciences physiques à l'école élémentaire*. Paris : A. Colin.

Bernasconi L. et al (2003.). *Recherche – Action – Formation*.
<http://tecfa.unige.ch:8888/riat140/59>

Boulloire B. (1996). *Styles cognitifs et utilisation différenciée des schémas. Quelques éléments de réflexion*. <http://www.urfist.cict.fr/styles.html>

Brown J.S., Collins A. et Duguid P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 181 (1), 32-42.

Callon M. (1986). *Eléments pour une sociologie de la traduction*. L'année sociologique, 36, pp 169-208.

- Cappeau P. (2000). Ce que nous apprend la morphosyntaxe. In Fabre-Cols Cl. (dir.) : *Apprendre à lire des textes d'enfants*. Bruxelles : De Boeck
- Catel L. (2001). Ecrire pour apprendre ? Ecrire pour comprendre ? Etat de la question. *Aster*, n° 33, 3-16.
- Chabanne J-C., Bucheton D. (2001). *Les écrits intermédiaires*, DFLM n°26 « Ecrire pour apprendre », Villeneuve d'Ascq.
- Charlier E et Charlier B. (1998). *La formation au cœur de la pratique*. Bruxelles : De Boeck.
- Cohen L., Manion L., Morrison K. (2000). *Research methods in education* (5^{ème} édition). London ; NY : Routledge/falmer.
- Crahay M. (1999). *Psychologie de l'éducation*. Paris : P.U.F.
- Cros F. (dir) (2000). *Le transfert des innovations scolaires : une question de traduction*, Paris : INRP
- Delcambre I., Dolz J., Simard C. (2001). *Ecrire pour apprendre : une activité complexe aux sens multiples*, DFLM n°26 « Ecrire pour apprendre », Villeneuve d'Ascq.
- Deldime R. et Vermeulen S. (1997). *Le développement psychologique de l'enfant*. Bruxelles : De Boeck et Belin, 7^{ème} éd.
- Demonty, I., Fagnant A., Straeten MH. (2002). Quelques résultats d'une épreuve externe en Eveil-Initiation scientifique soumise aux élèves de 5^{ème} année primaire en octobre 2001. *Les Cahiers du Service de Pédagogie expérimentale*. N° 9-10.
- De Vecchi G. (1992). *Aider les élèves à apprendre*. Paris : Hachette.
- De Vecchi G. et Carmona-Magnaldi N. (2002). *Faire vivre de véritables situations-problèmes*. Paris : Hachette.
- Dove J.E., Everett L.A. and Preece P.F.W. (1999). Exploring a hydrological concept through children's drawings. *International Journal of Scientific Education*. Vol.21, n°5, pp. 485-497.
- Ducrot A. et Schaeffer J-M. (1995). *Nouveau dictionnaire encyclopédique des sciences du langage*. Paris : Seuil.
- Fabre-Cols Cl. (2000). Avant-propos. In Fabre-Cols (dir.) : *Apprendre à lire des textes d'enfants*. Bruxelles : De Boeck.
- Fabre-Cols Cl. (2000). De la situation de production à l'interprétation du texte : contexte, matériau, lisibilité.. In Fabre-Cols (dir.) : *Apprendre à lire des textes d'enfants*. Bruxelles : De Boeck.
- Fourez G. et Englebert-Lecomte V. (1999). Enseigner les démarches scientifiques. *Probio-revue*, n°1, 3-15.
- Garcia-Debanc, C. (1995) Interaction et construction des apprentissages dans le cadre d'une démarche scientifique. *Repères*, n°12.
- Gauthier C., Desbiens J-F., Martineau St. (2003). *Mots de passe pour mieux enseigner*. Laval : Presses de l'Université.
- Gemenne L., Lesjeune M., Leroy A., Romainville M. (2001). *Ecrire pour apprendre les sciences*, DFLM n°26 « Ecrire pour apprendre », Villeneuve d'Ascq.

- Geurden C., Hanck M., Giot B., Bouxin G. (2002). Initiation à une pédagogie active de l'éveil scientifique. Analyse d'une démarche d'observation en formation continuée d'enseignants. *Cahiers du Service de Pédagogie expérimentale de l'Université de Liège*, n°9-10, pp.201-217.
- Giordan A. (1998). Les conceptions de l'apprenant. Un tremplin pour l'apprentissage. J.Cl.Ruano-Borbolan (Dir.) *Eduquer et former*. Auxerre : Ed . Sciences humaines.
- Giordan A. (1999). *Une didactique pour les sciences expérimentales*. Paris : Belin.
- Giordan A., Guichard F., Guichard J. (2001). *Des idées pour apprendre*. Nice : Z-Editions. Delagrave.
- Giot B., Quittre V. (2004). *Développer avec les enseignants des dispositifs pédagogiques qui permettent d'intervenir de façon formative dans la construction des compétences des élèves en sciences*. Service de Pédagogie expérimentale de l'Université de Liège. Rapport de recherche à diffusion restreinte.
- Groupe de Pilotage départemental 80 pour l'Enseignement scientifique (s.d.) *Le compte rendu en sciences*. <http://www.ac-amiens.fr/amiens5/sciences/>
- Jaubert M. et Rebiere M. (2001). Pratiques de reformulation et construction de savoirs, *Aster*, n° 33, pp 81-110
- Kemmis S. (1997). Action Research. In J.P. Keeves (ed), *Educational Research, Methodology and Measurement : International Handbook* (second edition). Oxford : Elsevier Science Ltd., 173-9.
- Kemmis S. and Mc Taggart R. (eds) (1992). *The Action Research Planner* (third edition). Geelong, Victoria, Australia : Deaking Univerty Press.
- Legault JP.(2004). *Former des enseignants réflexifs*. Québec : Les Editions Logiques.
- LIEU (sd). *Cahier de laboratoire*. Région wallonne de Belgique.
- Liu M. (1997). *Fondements et pratiques de la recherche-action*, Paris : L'Harmattan
- Marcel J.F. (1999). La démarche de recherche-formation. Propositions pour un trait d'union entre la recherche et la formation dans le cadre de la formation continue des enseignants. *Recherche et formation*, n° 32, 89-100.
- Ministère de l'Education de la Communauté française (1999). *Socles de compétences*. Bruxelles.
- Ministère de l'Education de la Communauté française (1997). *Mon école comme je la veux ! Ses missions. Mes droits et mes devoirs*. Bruxelles : décret du 24/7/1997.
- Oliverio Ferraris A. (1980) *Les dessins d'enfants et leur signification*. Verviers : Marabout.
- Peraya D., Nyssen M.C. (1995). *Les paratextes dans les manuels scolaires de biologie et d'économie. Une étude comparative*. Université de Genève : Cahier n° 78.
- Peraya D. (1995). Vers une théorie des paratextes : images mentales et images matérielles. *Recherches en communication*, n°4, 1-38.
- Piaget J. (1966). *Le langage et la pensée chez l'enfant*. Paris : Delachaux et Niestlé.
- Piaget J. et Inhelder B. (1^{ère} édition 1972). *La représentation de l'espace chez l'enfant*. Paris : PUF.
- Richard (1995) *Les activités mentales*. Paris : PUF.

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

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

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

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

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

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

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

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

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