

Pourquoi et comment structurer ses acquis en sciences à l'école primaire ?

Bernadette Giot
Valérie Quittre

Service de Pédagogie expérimentale
de l'Université de Liège
Octobre 2006

1. Cadre général de la recherche

Lors des activités scientifiques à l'école fondamentale, diverses expériences et observations sont menées avec les élèves dans les classes. Ces activités s'adaptent aux intérêts des enfants, portent sur des sujets variés, s'organisent de manières très diverses selon les contenus abordés et les choix propres à l'enseignant. Mais cette disparité, le temps indispensable à l'action proprement dite, l'investissement des enfants dans celle-ci, le remue-ménage parfois occasionné... laissent peu de temps pour les moments réflexifs et les rapprochements entre activités vécues. Comment faire pour que les activités scientifiques se structurent peu à peu ? Comment mettre l'accent sur certaines démarches transversales ? Comment rapprocher les contenus les uns des autres ? Bref, **comment agir pour que les activités scientifiques ne soient pas un ensemble de pièces éparses, mais plutôt un puzzle qui devient peu à peu significatif et riche d'apprentissages pour les élèves?**

Afin d'approfondir cette problématique, un groupe de recherche constitué de chercheuses et d'enseignants de 3^e et 4^e années a été constitué. Les élèves concernés par le projet fréquentaient 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. Les contextes de travail variaient considérablement d'un enseignant à l'autre : nombre d'élèves, milieux socio-économiques, organisation de la classe, habitudes en matière d'enseignement des sciences, localisation géographique, ressources matérielles... La présence d'une telle diversité au sein d'un même groupe de travail s'est avérée d'un apport considérable dans les échanges et les mises en commun d'activités.

Sur le plan méthodologique, le projet intégrait trois dimensions : **recherche** (aspects théoriques, formulation d'hypothèses d'action, mise en place d'un espace de réflexion), **action** (confrontation à la réalité des classes avec l'aide des enseignants), **formation** (moments réflexifs sur les démarches entreprises).

Le dispositif général de fonctionnement se caractérisait par une alternance entre des journées de réflexion communes à tous les participants et des moments d'observation et de recueil de données dans les classes. Les modalités principales d'observation ont été modulées par les chercheuses en fonction des objectifs poursuivis et des situations analysées : observation de séquences privilégiées, recueil de documents écrits réalisés par les enfants, entretien avec des élèves, questionnaire de clarification aux enseignants, débats...

Ce qui caractérisait essentiellement la méthodologie adoptée, c'était **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 suggérées par les chercheuses, toute liberté étant laissée aux enseignants de choisir parmi ces propositions 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. Ainsi, la diversité des activités menées dans les classes caractérisait à la fois le champ des études scientifiques (diversité des contenus abordés par les sciences), les méthodes d'étude privilégiées en sciences (observation, revue bibliographique, expérimentation, enquêtes, simulations...), la vie dans les classes et les intérêts propres tant des enseignants que des élèves. Mais au-delà de cette diversité, il existait des points de convergence au niveau des démarches scientifiques, des approches didactiques, du développement cognitif et affectif des enfants. Il convenait de mettre en évidence ces points de convergence afin de dépasser le cadre spécifique de chaque activité et le risque de clivage entre disciplines scientifiques.

2. Bases théoriques

2.1. Le concept de structuration des acquis

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 constitue pas une étape finale dans les apprentissages, mais qu'elle s'élabore tout au long de ceux-ci**. Un ensemble d'interventions est indispensable au cours des découvertes et des expériences pour aider l'enfant 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 d'une ou plusieurs années (Astolfi *et al.*, 1998).

Le projet s'est situé dans une perspective socio-constructiviste inspirée de la pensée de Piaget d'une part, de Vygostky¹ d'autre part. 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'encouragement des interactions entre élèves et avec l'enseignant. En même temps, il est apparu de plus en plus clairement que le langage accompagne l'expérience de l'élève 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. Dans cette perspective, le langage écrit apparaît comme un outil 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 est aussi un outil de communication avec les autres et avec soi-même. 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.

¹ Sur Piaget et Vygotsky : voir M.Crahay (1999).

2.2. Le questionnement scientifique

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 ?* ».

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 » (De Vecchi G. et Carmona-Magnaldi N., 2002). Le choix et la formulation des situations d'apprentissage sont donc fondamentaux puis qu'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 qu'un enfant amène en classe un objet, un animal qui suscite la curiosité de tous, ou encore 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.

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

2.3. L'exploration et l'observation des phénomènes

De nombreux auteurs² dénoncent la rigidité de schémas simplifiés de la démarche scientifique. 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 » (Fourez et Englebert-Comte, 1999). 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.

Les méthodes scientifiques diffèrent selon les spécialités, et l'expérimentation est loin d'être présente dans toutes les recherches. D'autres approches 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 fiabilité (Fourez et Englebert-Comte, 1999). 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 malgré tout 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.

² 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.

Ce qui caractérise toutes les approches scientifiques, c'est le questionnement et le souci de rigueur dans l'argumentation. De nombreux travaux (Warwick ,2003, Flammang et Forget 2000, Thouin 1997, Astolfi 1997) 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. A cet âge, 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.

2.4. Le débat entre élèves, entre enseignant et élèves

Les différentes méthodologies actives exploitées pour construire et structurer peu à peu les savoirs et démarches 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... Ils apprennent à écouter les autres, à donner leur propre point de vue et à l'argumenter.

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 vécu (Thouin, 2002). Ce « dialogue pédagogique » est essentiel à tout apprentissage.

2.5. Le rôle de l'écrit (textes, dessins)

2.5.1. Importance de l'écrit pour le développement de la 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. En effet, écrire est indispensable au développement de la pensée scientifique, mais c'est aussi une occasion fonctionnelle de mettre en action le langage dans sa forme écrite comme d'ailleurs d'autres représentations symboliques permettant d'exprimer ses découvertes (dessins, schémas...). Dans ce sens, Astolfi *et al.* (2001) consacrent les expressions « *Pas de sciences sans écrit.* » et « *La science, une chance pour l'écrit.* ». 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. 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. Ces documents intermédiaires rendent compte des interrogations de l'élève et de son niveau de compréhension. Petit à petit, les documents se

structurent en même temps que la pensée se clarifie, que des liens de compréhension se tissent et s'organisent (Jaubert et Rebière, 2001).

Ecrire lors des activités scientifiques a également une portée sociale dans le sens où l'enfant peut confronter sa réflexion avec celles des autres. On n'écrit pas seulement pour soi, 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). 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.

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). On trouve aussi des tableaux de données, des graphiques, des organigrammes... Les différents types d'écrits se complètent l'un l'autre, en lien avec la situation dans laquelle le document est produit, de sa fonction et de l'objet sur lequel il porte.

De ce fait, les documents scientifiques n'ont pas une présentation uniforme. Cependant, malgré les variations, la plupart montrent les caractéristiques suivantes :

- une recherche d'objectivité dans la description des faits et un effort de rigueur dans la formulation de la pensée ;
- un caractère organisé et l'appel à des formes d'écriture complémentaires (textes, dessins, schémas, ...) ;
- des tentatives pour expliquer et mettre en relation les phénomènes observés.
- un vocabulaire spécifique.

Ainsi, rédiger un compte-rendu scientifique est 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. Il importe, en outre, que les enfants s'impliquent dans cette activité. 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. Or, 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. 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 polycopiés, recopier des mots, etc. Cela ne constitue pas une authentique activité d'écriture. »

2.5.2. *Mise en action de la langue écrite*

Astolfi *et al.* (2001) insistent également sur les occasions rédactionnelles fonctionnelles 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, 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, malgré certaines maladresses.

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.

2.5.3. Le langage graphique

En éveil scientifique, les enfants ont aussi l'occasion de découvrir et d'exploiter le langage graphique³. 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. L'élève doit intégrer progressivement les caractéristiques « socialisées » des images, dessins et schémas propres aux sciences. Pour cela, il doit non seulement être confronté à des représentations graphiques scientifiques adaptées à ses capacités cognitives mais il doit aussi avoir lui-même l'occasion de produire de telles représentations dans la construction de ses apprentissages.

³ Nous désignons 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). 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.

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, 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 ce niveau scolaire 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.

3. Principaux constats et débouchés de la recherche

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 **source d'apprentissage et de plaisir non négligeable**. 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 les 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. **L'expression graphique** trouve un débouché spécifique dans les dessins et les schémas scientifiques. **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 précisé plus haut, 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 pas dans les classes, la place qu'elles méritent. Quatre hypothèses au moins peuvent être avancées :

a. 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.

b. Moins le sujet est connu, plus le temps de préparation de l'activité est important : dresser une carte conceptuelle, pointer les notions essentielles, trouver des expériences et des observations attractives, rassembler le matériel, confronter les sources d'informations, etc., tout cela demande un investissement en temps et en énergie. 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.

c. 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 ».

d. 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 ? 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. Elles peuvent cependant être dépassées en 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 fil 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 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. En outre, 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.

L'élaboration 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, par exemple, 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 constituaient une lecture spécifique et positive de ce qui s'était passé dans la classe. Notamment, certaines stratégies mises en place par les enseignants ont révélé à travers l'analyse leur impact positif sur l'apprentissage des élèves. Cette prise de recul était très enrichissante car les débats étaient alors basés sur des faits concrets en lien immédiat avec une théorie. Ainsi chercheuses et enseignants ont avancé en partenariat.

3.3. Réactions des élèves observés

Un premier constat concerne l'investissement des élèves dans les tâches qui leurs sont proposées. Ils agissent, s'interrogent, expriment leur enthousiasme. 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 pas 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 : selon les circonstances, **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, surtout quand l'activité et les échanges pendant celle-ci laissaient entrevoir des transformations dans les idées et les modes

de pensée. Il est alors indispensable d'aider les élèves à verbaliser leur point de vue, à se rappeler ce qu'ils ont observé, à confronter les 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. Les questions poursuivent leurs chemins, surtout si l'enfant est intéressé. Au départ, 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 enseignants⁴

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 à repérer et à promouvoir ? Quelles traces garder au cahier ? Quels liens entre les contenus abordés ? Que demander aux élèves une fois l'action menée à son terme ?

En formation continuée, une ouverture méthodologique intéressante est de travailler avec les enseignants 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.

3.4.2. Des pistes pour la formation continuée des enseignants

⁴ Giot. B. & Quittre. V., (2006) *Les activités scientifiques en classes de 3^e et 4^e primaires. . Aider les élèves à structurer leurs acquis. Ministère de la Communauté française. AGERS, document à paraître.*

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 vécue 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.

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

b) Les thèmes 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 »⁵. 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 ? Quelques pistes peuvent être formulées, par exemple : pourquoi et comment aider les élèves à adopter des comportements et des attitudes scientifiques ? Quels chemins pour la structuration des acquis au cours des activités ? Quelle place laisser à l'écrit dans les activités scientifiques ? Comment préparer et gérer les activités ? Comment organiser et encourager le fonctionnement en petits groupes ? Ces questions ne constituent pas un ensemble fermé. Au contraire, beaucoup d'autres aspects pourraient être approfondis en

⁵ Voir Vygotsky in M. Crahay (1999).

relation avec les socles de compétences et les programmes propres aux différents réseaux d'enseignement.

Conclusion

Au terme de la 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. Or, l'écrit en sciences est une occasion fonctionnelle de mettre en œuvre les compétences langagières : l'élève rencontre et « s'essaye » peu à peu aux spécificités du langage scientifique mais utilise aussi toutes les ressources du langage quotidien. De plus, en écrivant, l'enfant élabore progressivement sa pensée scientifique qu'il pourra alors confronter à celle des autres : l'écrit constitue ainsi un maillon important dans la structuration de ses acquis. Cependant, cette analyse de l'implication de l'écrit doit être replacée dans le cadre plus large d'un vécu scientifique significatif pour les élèves, dans lequel ils peuvent s'investir activement en questionnant, en observant, en explorant les phénomènes, en débattant avec leurs pairs.

Enfin, la recherche a permis d'envisager quelques perspectives pratiques pour la formation continue des enseignants.

Nous espérons ainsi avoir pu 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://tecf.unige.ch:8888/riat140/59>
- Bouloire, 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. , & 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, & 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., & 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., & Carmona-Magnaldi, N. (2002). *Faire vivre de véritables situations-problèmes*. Paris : Hachette.

- Dove, J.E., Everett, L.A., & 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., & 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., & 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, A. (s.d.) *Qu'est-ce que la démarche expérimentale ?* <http://www.library.unesco-iiicba.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. & 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., & Mc Taggart, R. (eds) (1992). *The Action Research Planner* (third edition). Geelong, Victoria, Australia : Deaking Univerity Press.

- Kheoh, B., & 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., & Inhelder, B. (1^{ère} édition 1972). *La représentation de l'espace chez l'enfant*. Paris : PUF.
- Pine, K., Messer, D., & 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., & 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).