

Faire des sciences en classe avec des élèves
en situation de handicap,
c'est possible... et c'est utile!

Vivre et partager la science

Une ressource pour tous les élèves

Marie-Hélène Heitz
Clotilde Marin-Micewicz
Édith Saltiel

Institut national supérieur de formation
et de recherche pour l'éducation
des jeunes handicapés
et les enseignements adaptés (INS HEA)
Fondation La main à la pâte



 FONDATION
La main à la pâte
POUR L'ÉDUCATION À LA SCIENCE

Édition de juillet 2015

Institutions

- Institut national supérieur de formation et de recherche pour l'éducation des jeunes handicapés et les enseignements adaptés (INS HEA)
- Fondation *La main à la pâte*

Auteurs

- Marie-Hélène Ferrand Heitz, INS HEA
- Clotilde Marin Micewicz, Fondation *La main à la pâte*
- Édith Saltiel Fondation *La main à la pâte*

Graphisme et conception

Jean-François Caviglioli (INS HEA)

Nos remerciements vont à toutes les équipes de HandiSciences qui ont participé à ce projet et contribué à la réalisation de cet ouvrage ainsi qu'à Beatrice Ajchenbaum Boffety, Monique Delclaux et Béatrice Salviat pour leur relecture attentive et précieuse.

Sommaire

Institutions	page 2
Préambule	page 5
Résumé de l'action	page 5
Quelques données chiffrées	page 5
Présentation du livret	page 6
Qu'est-ce qu'un enseignement fondé sur l'investigation (ESFI) ?	page 7
Chapitre 1	
Plaisir et confiance pour s'épanouir et apprendre	page 9
Plaisir et curiosité	page 10
Confiance en soi	page 11
Estime de soi	page 12
L'erreur dédramatisée	page 12
Chapitre 2	
Manipuler, expérimenter pour comprendre	page 14
Entrer par le concret	page 14
Lier « faire » et « penser »	page 15
Chapitre 3	
Travailler ensemble et apprendre à coopérer	page 17
De l'individu au groupe	page 17
Favoriser les situations d'échange	page 19
Chapitre 4	
Science et langage	page 20
Science et langage sont intimement liés	page 20
Avoir des mots pour le dire	page 21
S'exprimer, échanger et argumenter son point de vue	page 22
Le rôle de l'écriture en science	page 23
Les écrits intermédiaires et les erreurs	page 23
Les écrits en classe de science	page 24
Dessins et schémas : de l'observation à la compréhension	page 25
Affichage et pictogrammes	page 26
Utilisation du cahier de science ou cahier d'expériences	page 27
Chapitre 5	
Vers la construction d'un raisonnement	page 29
Observer et faire des liens	page 30
Manipuler, expérimenter, tâtonner et accepter de se tromper	page 31
Acquérir une méthode et des habitudes de travail pour penser	page 32
Organiser et planifier ses actions	page 33
Chapitre 6	
Des adaptations fondées sur des choix	page 34
Adaptations matérielles	page 34
Rituels de début de séance	page 35
Comprendre par l'activité corporelle	page 36

Rôle et accompagnement des adultes présents en classe	page 36
Adaptation du contenu des séances	page 37
Chapitre 7	
Des liens avec les classes ordinaires	page 39
Conclusion	page 42
Annexes	page 44
Le contexte et les structures de la scolarisation des élèves handicapés	page 44
Historique de l'action HandiSciences	page 45
Témoignage d'une scientifique ayant accompagné le projet HandiSciences	page 46
Liste des séquences proposées	page 47
Les enseignants ayant participé au projet	page 48
Bibliographie	page 49

Préambule

Un partenariat *La main à la pâte*/INS HEA au service de l'égalité des chances par la pratique des sciences

Favoriser l'égalité des chances par la science est une des missions de la Fondation La main à la pâte. L'expérience acquise ¹ montre que des transformations profondes sont possibles à l'école si une pédagogie d'investigation cohérente et attentive aux besoins de tous les élèves irrigue progressivement les pratiques des professeurs, prenant en compte non seulement les diversités sociale, culturelle et géographique, mais aussi les particularités qu'impose chaque situation scolaire, notamment dans les milieux scolaires, où les élèves venant de milieux défavorisés sont proportionnellement nombreux et face aux besoins éducatifs particuliers de tous les élèves.

Dans ce but, la Fondation *La main à la pâte* contribue activement, aux côtés de l'Institut national supérieur de formation et de recherche pour l'éducation des jeunes handicapés et les enseignements adaptés (INS HEA), à l'action HandiSciences. Cette dernière concerne l'enseignement des sciences pour des élèves en situation de handicap, scolarisés principalement dans des classes pour l'inclusion scolaire ² (Clis 1 handicap mental et Clis 4 handicap moteur). Depuis 2010, elle associe des acteurs de l'éducation et de la science de différentes régions de France, à Lyon, Grenoble, Marseille, Nancy, Nice et en Île-de-France.

Résumé de l'action

Chaque année, depuis 2010, des enseignants mettent en œuvre en classe un sujet d'étude (le circuit électrique, l'air, un élevage, l'eau et les plantes...) à l'aide d'une séquence d'enseignement élaborée par l'équipe mixte INS HEA et La main à la pâte qui coordonnent le projet. Une dizaine de séquences (cf. liste des séquences en annexe) ont ainsi été produites et progressivement enrichies, en tenant compte des remarques des enseignants et des éléments d'évaluation formative. Chaque enseignant est accompagné par un pédagogue (formateur ou conseiller pédagogique) et aidé, hors la classe, par un scientifique. Des entretiens sont menés auprès des enseignants avant et après les séquences, puis transcrits et analysés. Dans le cadre d'un enseignement fondé sur l'investigation (ESFI), les équipes engagées explorent des sujets tels que la prise en compte de l'erreur dans la construction des apprentissages des élèves en situation de handicap, l'impact ou les effets d'un enseignement des sciences sur une meilleure inclusion de ces élèves ou encore le rôle du langage, son développement et son accompagnement en classe de science, notamment par le biais des traces écrites produites en classe. Une journée d'étude, organisée à l'INS HEA chaque année courant mai, rassemble une cinquantaine de personnes – acteurs de l'éducation et scientifiques – impliquées dans cette recherche-action. Cette journée permet de mutualiser les observations, les pratiques et les résultats.

Quelques données chiffrées

- 9 équipes ³ en 2010 (année 2010-2011), jusqu'à 20 en 2014 (année 2014-2015), coordonnées par Édith Saltiel et Marie-Hélène Ferrand Heitz, ont participé chaque année à l'action.
- 43 enseignants, sachant que 35 % d'entre eux ont participé au programme pendant au moins trois ans.
- Plus de 400 élèves handicapés ont bénéficié de l'action.
- En 2014-2015, 15 activités ou séquences ont été élaborées et adaptées.

1. Charpak, G., Léna, P. Quéré, Y. L'enfant et la science, Paris: O. Jacob, 2005, p. 162-170.

2. Les classes d'inclusion scolaire deviendront en septembre 2015 « Ulis d'école ».

3. Une équipe est constituée d'un ou deux enseignants, de l'accompagnateur pédagogique et de l'accompagnateur scientifique.

- 5 journées d'étude ont eu lieu entre 2010 (2010-2011) et 2014 (année 2014-2015).
- Des collaborations ont été initiées avec Planète Sciences, l'université d'Aix-Marseille, l'Observatoire de Paris, Des étoiles pour tous.
- 3 conférences-débats et expositions ont été organisées entre octobre et décembre 2013, avec l'aide de la région Île-de-France, dans le cadre d'HandiSCItuyen, un projet consacré à « handicap, science et citoyenneté », proposant une réflexion sur le rôle d'un enseignement des sciences fondé sur l'investigation pour des élèves à besoins particuliers, en vue de contribuer à la formation de ces jeunes et à leur inclusion dans la vie sociale et scolaire.
- Un atelier international sur science et handicap a permis en décembre 2013 de réunir une quarantaine de personnes dont des Mexicains, des Chinois et une Italienne, afin d'établir un bilan de ce qui est fait dans chacun de ces pays pour les élèves à besoins particuliers, échanger sur les difficultés rencontrées lors d'un enseignement des sciences et sur les bénéfices résultant de la pratique d'une pédagogie par investigation avec ces élèves.
- Un espace est dédié à « science et handicap » sur les sites internet de l'INS HEA et de La main à la pâte.
- 2 films sont en cours de réalisation.

Présentation du livret

Ce livret se fonde sur l'expérience acquise par les acteurs du projet HandiSciences pendant les cinq années d'expérimentation ; il s'appuie sur l'analyse des entretiens initiaux et finals des enseignants et le suivi des travaux effectués. Il présente de nombreux témoignages de professeurs qui illustrent les réussites et les difficultés rencontrées en classe, mais, surtout, les progrès identifiés chez leurs élèves. Il contient également des éléments de réflexion sur les pratiques d'enseignement les plus appropriées pour favoriser les apprentissages des élèves en situation de handicap.

Les objectifs de ce livret sont les suivants

- diffuser les résultats, en pointant les difficultés et les bénéfices d'une action exploratoire qui se déroule en milieu scolaire spécialisé depuis 2010 ;
- encourager les professeurs de ces classes à pratiquer un enseignement des sciences fondé sur l'investigation avec leurs élèves, grâce aux nombreux témoignages de pratiques et ressources mises à disposition ;
- proposer aux enseignants en formation un outil de réflexion et d'action pour l'enseignement des sciences aux élèves à besoins éducatifs particuliers ;
- promouvoir de manière générale un enseignement des sciences motivant, actif, fécond et valorisant, dans lequel le plaisir de faire et d'apprendre, le développement de la coopération et le rôle du langage sont essentiels.

Ce livret s'adresse tout particulièrement aux professeurs de classes spécialisées et de classes ordinaires qui se sentent démunis pour enseigner les sciences, n'en voient peut-être pas l'intérêt et/ou ont parmi leur public des élèves en grande difficulté ; il s'adresse aussi aux formateurs et responsables institutionnels engagés dans l'éducation et la formation. Il peut, enfin, également intéresser les réseaux des Centres pilotes et des Maisons pour la science de La main à la pâte, dont une partie des actions vise à promouvoir l'égalité des chances par la science.

Après une courte description de ce qui est désigné par « Enseignement des sciences fondé sur l'investigation » (ESFI), sept chapitres illustrent successivement les thématiques choisies.

Une conclusion et des annexes complètent le document.

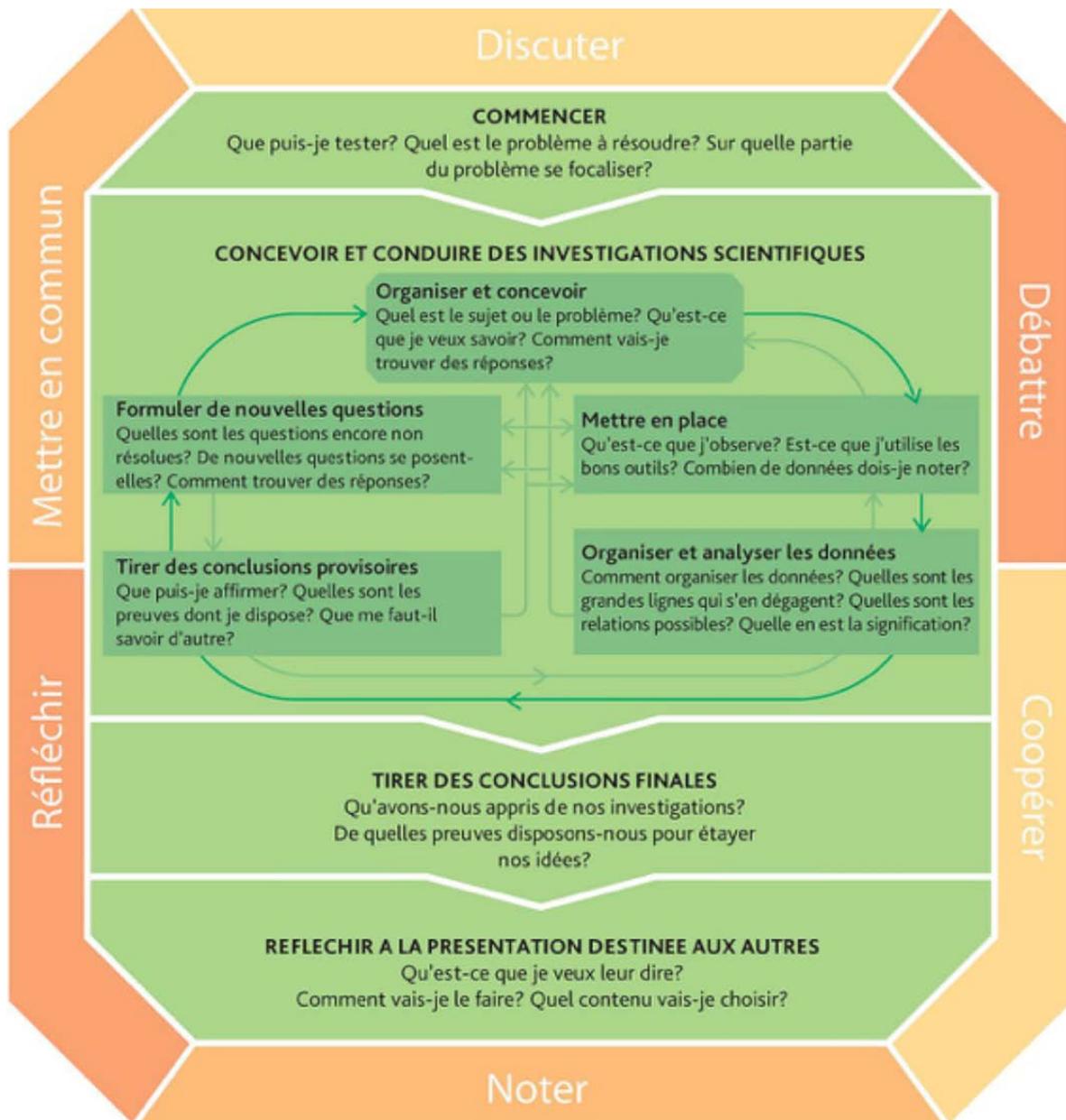
Dans l'espoir que ce livret permette de partager l'expérience acquise et aide à la multiplication et la diffusion d'initiatives au profit d'une éducation scientifique des élèves à besoins éducatifs particuliers, les équipes de la Fondation La main à la pâte et de l'INS HEA restent à la disposition de celles et ceux qui souhaitent élaborer un projet de développement local en direction d'élèves à besoins éducatifs particuliers.

Qu'est-ce qu'un enseignement fondé sur l'investigation (ESFI)?

La compréhension du processus d'investigation scientifique constitue l'un des fondements de l'ESFI. Celui-ci met en jeu de nombreuses compétences : se poser des questions, faire des observations, des prévisions, concevoir des expériences, analyser des données, étayer ses affirmations par des preuves.

Il peut être représenté par trois étapes principales

- explorer : les élèves se familiarisent avec le phénomène, l'objet, l'événement à étudier, se posent collectivement des questions sur celui-ci. Le rôle de l'enseignant est, à cette étape, crucial pour encourager les élèves à réfléchir et à formuler des interrogations fécondes qui demandent à être approfondies et ne se résument pas à une réponse courte ou évidente ;
- chercher : les élèves planifient et mènent des investigations, ce qui suppose qu'ils aient au préalable déterminé les éléments qu'il est important d'étudier, fait des propositions (voire parfois des hypothèses), choisi le meilleur mode d'investigation (expérimentation, observation, recherche documentaire...). C'est l'occasion pour les élèves de noter dans leur cahier ce qu'ils souhaitent étudier et comment ils envisagent de le faire. Dans une recherche expérimentale, par exemple, en utilisant le matériel mis à disposition, il sera important de discuter avec les élèves sur la façon de tester les facteurs, en n'en faisant varier qu'un seul à la fois, tous les autres étant maintenus constants, ou encore de prévoir une expérience témoin. Si l'investigation repose plutôt sur l'observation, les élèves devront se mettre d'accord sur ce qu'il est intéressant à observer, sur la façon de faire et de collecter les données. Le rôle de l'enseignant est d'aider les élèves à réfléchir à ce qu'ils sont en train de faire, de les inciter à travailler et à échanger avec les autres, à mettre par écrit leurs observations et mesures lors de chaque étape. Une mise en commun permet aux élèves de se rendre compte si les choix et les suggestions de départ sont pertinents ;
- aboutir à des conclusions finales cohérentes (dans un niveau de formulation acceptable suivant l'âge des élèves) : les élèves sont amenés à confronter les résultats de leurs investigations et à les comparer au savoir progressivement établi. Des conclusions élaborées collectivement sont alors produites et consignées dans le cahier d'expériences. Le rôle de l'enseignant est d'organiser et de guider le débat dans la classe, de mettre à la disposition des élèves des ressources leur permettant de confronter leurs résultats au savoir établi, de ménager des temps de rédaction individuelle et collective et d'aider à la structuration des apprentissages. Un enseignement des sciences fondé sur l'investigation vise donc à ce que les élèves comprennent réellement ce qu'ils ont fait et ce qu'ils apprennent.



Quelques conseils pour la mise en œuvre d'un ESFI

- aménager la classe pour que les élèves puissent travailler en groupes, accéder facilement au matériel et ranger leurs travaux en cours ;
- tenir compte des expériences et des idées des élèves et les inciter à réfléchir et raisonner, afin de faire émerger de nouvelles explications plus cohérentes ;
- organiser à chaque étape des débats pour permettre aux élèves de clarifier leurs idées en prenant connaissance de celles des autres et en se mettant d'accord sur les conclusions ;
- guider les élèves dans la réalisation de leur cahier d'expériences, outil essentiel pour qu'ils puissent prendre conscience des progrès réalisés, du cheminement parcouru et des conclusions de leurs travaux.

4. Worth, K., Saltiel, E., Duque, M. (2009) *L'enseignement des sciences fondé sur l'investigation. Conseils pour les enseignants. Designing and Implementing Inquiry- Based-Science-Units for Primary Education*, Pollen Seed-Cities for Science, a community approach in Europe, June 2009.

Chapitre 1

Plaisir et confiance pour s'épanouir et apprendre

Les fondateurs de *La main à la pâte* disent avoir reçu de nombreux témoignages sur le rôle apaisant et motivant que jouent les sciences dans les classes dites difficiles ; c'est du reste dans les secteurs d'éducation prioritaire où les

**Ils sont curieux.
Ils n'étaient pas
dans la peur de mal
faire**

décrochages scolaires sont les plus nombreux que l'expérience de *La main à la pâte* s'est d'abord développée avec succès dans les années 1995-2000 ⁵.

On sait que parmi les élèves de « milieux difficiles » une majorité développe un rapport au savoir qui n'est pas conforme aux attentes de l'institution scolaire.

« Ces enfants et ces adolescents ont plus de difficulté à comprendre et à accepter les "enjeux culturels" de l'apprentissage scolaire ⁶. » On sait aussi que l'écart se

creuse sur des tâches complexes et que « la difficulté s'éprouve particulièrement au niveau du langage, qui est la médiation privilégiée dans l'univers scolaire et dont l'usage est souvent limité, dans les milieux les plus populaires, à une communication à visée instrumentale ⁷ ». Enfin, on connaît « la forte affectivité avec laquelle les enfants et les adolescents en difficulté investissent leur rapport aux enseignants. Tout se passe comme s'ils cherchaient à compenser "l'opacité cognitive" à laquelle l'école les confronte par une exacerbation de la "personnalisation de la relation pédagogique" ⁸ ».



Différents troubles peuvent aussi s'ajouter aux difficultés des élèves en situation de handicap, qui se trouvent d'autant plus fragilisés. C'est une des raisons pour lesquelles il a été souhaité l'implication d'enseignants spécialisés pour explorer l'impact de l'enseignement des sciences avec des élèves à besoins éducatifs particuliers : des questions ont ainsi pu être étudiées par les enseignants, telles que l'impact de la curiosité, du plaisir, de la motivation pour apprendre, ou comment mieux intégrer les élèves en situation de handicap en les aidant à sortir de leur isolement grâce à une médiation scientifique et sensorielle.

En effet, l'enseignement des sciences fondé sur l'investigation peut jouer un rôle décisif avec des élèves en difficulté, parce que celui-ci « possède une caractéristique très particulière qui est reliée à l'existence d'un tiers objet. Ce tiers objet est cette « chose » dont traite la leçon du jour par les interrogations qu'elle suscite : ombre de l'enfant sur le sol de la cour, souffle du vent ou écoulement de l'eau qui anime le moulin, élevage de fourmis, arc-en-ciel [...] Ce rapport au tiers objet, cette relation si particulière à l'émotion que produit la curiosité, sont peut-être également à l'origine des bénéfices qui nous ont été maintes fois signalés, de ces leçons de science sur des enfants souffrant de handicaps moteurs ou mentaux ; [...] ce rapport au réel, par la médiation des objets et des phénomènes sensibles qui est celui de l'approche scientifique n'est-il pas bienfaisant pour aider des enfants « enfermés dans leur handicap », à s'en extraire ⁹? » La réalité du tiers objet pouvant s'imposer à l'enfant, provoquer une interrogation commune pour un « regarder ensemble », puis un « discuter ensemble ¹⁰ ». Par ailleurs, comme Jacqueline Puyalet l'écrit sur la page introductive du site HandiSciences de l'INS HEA, les activités scientifiques permettent d'« aborder l'universel. Les faits scientifiques existent et peuvent être observés indépendamment des conditions de vie des habitants de la

5. À cette époque, on peut citer notamment le centre pilote de Vaulx-en-Velin (Rhône), puis Perpignan, Nogent-sur-Oise et Mâcon.

6. Dossier XYZ, numéro 27, publication du centre Alain Savary, INRP, 2007.

7. *Ibid.*

8. *Ibid.*

9. Charpak, Georges, Léna, Pierre, Quéré, Yves, *L'enfant et la science*, Paris : O. Jacob, 2005, p. 72.

10. *Ibid.* p. 71

Terre. Les règles, lois, propriétés servant à décrire notre environnement se construisent en dehors de la vie sociale et affective de chacun. Si on lâche un stylo d'une certaine hauteur, il tombe... Ceci, que j'habite en France, au Brésil ou au Japon..., que j'appartienne à un milieu aisé ou que mon père soit au chômage..., que je sois en bonne santé ou atteint d'un handicap ».

Il y a toujours de la curiosité

Les témoignages suivants des professeurs de l'enseignement spécialisé semblent l'attester: « *Chacun trouve sa place et cela les aide par la suite à mieux travailler ensemble sur d'autres choses; c'est plus facile, parce que c'est un domaine qui ne touche pas directement leur trouble, c'est plus léger pour eux. Ils prennent confiance en eux et ont envie de se parler* » (SG) « **Ils sont curieux. Là, ils ont été très vite enthousiastes, n'ayant pas peur de se lancer, de toucher, de regarder. Ils n'étaient pas dans la retenue ni dans la peur de mal faire.** » (EA) Pour autant, tout apprentissage est par essence déstabilisant, il peut être la remise en cause d'opinions, de croyances, de savoirs, voire de certitudes; il peut aussi être une source d'angoisse devant l'inconnu. En effet, les élèves ayant des troubles envahissants du développement se trouvent en grande souffrance lorsqu'ils ne peuvent pas prévoir ce qui va arriver et ont besoin d'outils leur permettant de se projeter et d'anticiper l'avenir, même très proche. AB l'exprime ainsi: « *Les sciences amènent à inventer des solutions et, pour eux, cela veut dire se projeter vers l'inconnu et pour beaucoup, c'est justement leur peur... et c'est créateur d'angoisse.* »

Dans ce contexte, la mise en confiance semble être une condition essentielle pour que les élèves osent s'engager et apprendre; sa mise en place peut instaurer et délimiter en quelque sorte un espace de sécurité pour l'élève qui permet une mobilisation dans l'apprentissage. Cette condition est réunie dans le cadre d'un enseignement des sciences fondé sur l'investigation (ESFI), qui encourage à ne pas redouter ne pas savoir ou savoir-faire et qui incite à agir, regarder, toucher et découvrir ou encore à tester ses propres idées, sans risque de s'exposer à un jugement.

Plaisir et curiosité

D'ailleurs, quand on observe des enfants en activité scientifique à l'école primaire, le plaisir de la découverte libre est palpable et leur curiosité est manifeste quand ils manipulent des objets de science (matériel, objets ou phénomènes). Les enseignants des classes spécialisées font le même constat, comme le traduit MDC: « *Le plaisir de faire est extrêmement important, d'autant qu'il entraîne des apprentissages dans tous les domaines, (...), cette façon de travailler a développé chez les élèves une grande curiosité qui s'est retrouvée dans les autres activités de classe.* » SG: « **Il y a aussi une composante plaisir, ce plaisir de travailler, de réfléchir ensemble qui fait que cela fondera un groupe. De toute façon, je l'ai vu l'année dernière, ils réfléchissent et cherchent ensemble et... ils sont bien ensemble pour travailler** ». ED: « *La participation à cette expérimentation a suscité beaucoup de plaisir chez tous les partenaires, enfants et adultes.* ». AB souligne: « *Ils étaient déjà curieux, mais ils ne s'autorisaient pas à poser des questions. Il y a eu un changement de posture: avant l'élève qui questionne est celui qui ne sait pas, maintenant, celui qui questionne est celui qui veut savoir ou être sûr de ce qu'il sait, vérifier ses propres connaissances... la curiosité n'est plus dans leur esprit une marque d'insuffisance. Ils ont compris qu'ils avaient le droit d'exprimer leur ignorance et qu'ils pouvaient poser des questions.* »

« Les yeux brillants de curiosité », « enthousiastes », « passionnés », « gourmands de science », combien de fois ces descriptions des élèves en activité scientifique ont-elles été rapportées par des visiteurs et notamment par Georges Charpak, Pierre Léna ou Yves Quéré, qui ajoutent que leurs « observations sur la motivation intense des enfants dans les classes de sciences montrent à l'évidence qu'il s'y produit une mobilisation positive des capacités d'émotion,

c'est-à-dire, au sens étymologique du terme, de mise en mouvement intérieur ¹¹ ». C'est pourquoi les fondateurs de *La main à la pâte* ont toujours eu à cœur de promouvoir un enseignement des sciences fondé sur l'investigation pendant cet âge d'or de la curiosité qu'est l'enfance.

Nombreux sont les enseignants qui relèvent, de manière identique, la curiosité de leurs élèves, comme en témoigne encore CF : « **Disons qu'il y a toujours de la curiosité. Peut-être que cela leur a montré qu'ils pouvaient l'exprimer en classe et que la curiosité, ce n'est pas quelque chose qui est oublié ou qui est mis de côté** ».

Une explication : « Il n'y aurait pas de science dans l'histoire humaine s'il n'y avait pas en nous ce moteur étonnant qu'est la curiosité, propriété du cerveau bien sûr que nous a léguée l'évolution et que l'homme a développée à l'extrême. Informés par nos sens, nous



percevons le monde extérieur et nous nous posons des questions : pourquoi le ciel est-il bleu le jour, noir la nuit, rouge au coucher du soleil, blanc laiteux quand les nuages ou la brume remplissent l'atmosphère ? Pourquoi ? On voit bien que ces questions naissent par ces interrogations informées par nos sens (...) Nous avons des outils de mesure, nos sens, ou d'appréciation : plus chaud, plus froid, plus lourd, moins lourd, en bas, en haut, vert, rouge, jaune... ce sont des premières mesures du monde que nous procurent nos sens et sur lesquels la curiosité va s'exercer. Une dernière remarque... il y a une différence entre voir et regarder : nous voyons beaucoup de choses, mais nous en regardons bien peu. La différence, c'est notre capacité d'attention et, justement, le regard de l'enfant, ô combien est-ce vrai pour le regard du nouveau-né, l'intensité de son regard, est un regard de nouveauté. Trop souvent, l'adulte regarde le monde d'un air blasé, il en a tant vu et il a le sentiment qu'il faut aller ailleurs... Le regard de la curiosité, c'est

**Être ceux
qui savent**

justement celui qui va regarder le monde vraiment, au lieu de le voir superficiellement ; et en le regardant vraiment, il verra des choses qu'il n'avait pas vues auparavant et qui sont justement les objets de la science ¹² ». La curiosité première est à faire fructifier, on le comprend, elle pourra servir d'appui naturel aux expériences quand le professeur aidera l'enfant à regarder plutôt que seulement voir, elle maintiendra en tout cas vivant et actif le désir de progresser.

Confiance en soi

Plus encore, les acteurs du projet *La main à la pâte* et le handicap pensent que l'enseignement des sciences fondé sur l'investigation révèle des talents et occasionne plus de réussites et pour un plus grand nombre d'élèves. En témoigne NT : « *On a découvert certains élèves en fait. Ils se sont découverts entre eux. Donc, là, le regard sur un ou deux élèves a changé.* » Ou, encore, SB : « *Il y a eu des évolutions dans les attitudes. J'ai trouvé que certains, qui étaient... leaders en raison de leur caractère au sein du groupe, ont changé de place, parce que certains qui étaient un peu plus réservés à l'oral se sont révélés à leur tour de bons bricoleurs et de bons connaisseurs de l'électricité ; donc, pendant les phases de recherche, lorsque nous avons des problèmes de conception mécanique pour transmettre le mouvement, pour trouver comment fixer l'axe, positionner l'axe du manège etc. Certains qui étaient timides à l'oral se sont révélés avoir de bonnes idées, être de bons bricoleurs. Ils ont donc pu prendre un peu plus de place que d'habitude et jouer un rôle plus déterminant au sein des petits groupes de recherche, qu'on menait par trois ou par quatre. Il y a donc eu un échange de rôles et de compétences au sein des groupes.* »

11. Charpak, Georges, Léna, Pierre, Quéré, Yves, *L'enfant et la science*, Paris : O. Jacob, 2005, p. 69.

12. Léna Pierre, DVD. *Apprendre les sciences et la technologie*, entretien de spécialiste, 2008.

Une autre enseignante, CdSM, rapporte : « Certains élèves peuvent être plus à l'aise que d'habitude et de ce fait devenir plus moteurs et prendre confiance en eux, car cela révèle certains de leurs points forts qui ne sont pas forcément visibles à l'écrit, au quotidien, parce qu'ils éprouvent une souffrance pour écrire. Cela leur donne énormément confiance en eux et, donc, ils sont ensuite souvent plus présents ou participent davantage à tout le reste. »

Cette observation est également partagée par un élève polytechnicien (accompagnateur scientifique) qui témoigne : « L'un des avantages d'enseigner les sciences par l'investigation en Clis est que c'est une occasion de mettre des enfants peu habitués à la réussite scolaire en situation de réussite. Une des conséquences de cette impression de réussite pour les enfants a été une très forte motivation après les premières manipulations ! Les enseignants ont tous été satisfaits du travail réalisé et, alors qu'ils enseignaient tous très rarement des sciences auparavant, ils m'ont assuré qu'ils allaient continuer à le faire de cette façon. »

Estime de soi

Les témoignages suivants expriment et résument de manière significative l'impact de l'enseignement scientifique fondé sur l'investigation, sur l'épanouissement et la réussite d'élèves de classes spécialisées. « Je pense que ce projet leur permettra d'acquérir une meilleure estime de soi, dans le sens où, là, ils ont vraiment réalisé quelque chose. Ils ont acquis des connaissances sur l'électricité qui ne sont pas uniquement limitées au cadre de la classe, mais qu'ils peuvent aussi partager avec les autres et transposer à ce qu'ils connaissent de l'électricité à la maison. Ce sont des choses qui peuvent leur permettre de prendre un peu confiance en eux, de voir qu'ils sont capables de transposer des choses de l'école hors de la classe » (SB).

« Comme la classe est ouverte, les gens passent, les élèves d'autres classes vont et viennent et voient le terrarium par exemple, leur instituteur n'est pas forcément là, peu importe... Ils viennent alors vers la table autour du terrarium et ils questionnent : Qu'est-ce que c'est que ça ? Et alors là, effectivement, mes élèves viennent leur expliquer ce qu'il y a dans le terrarium, l'ouvrent et leur montrent, donnent les bons mots, etc., **je pense que ça leur fait beaucoup de bien. D'être ceux qui savent** » (FB). Enfin, MS assure que « les sciences ont été un facteur de réussite pour certains élèves, car ils ont acquis une meilleure estime de soi ».

L'erreur dédramatisée

Ces observations résultent certainement du fait que l'« erreur » est admise et permise en classe de science, dédramatisée, car elle n'est pas une faute, ni un échec, elle est, au contraire, un élément constitutif de l'apprentissage, comme le montrent les témoignages suivants : ACC : « C'est aussi dû au travail qui est fait à côté ; on n'arrête pas de dire qu'il est normal de faire des erreurs et qu'on apprend en faisant des erreurs ; les sciences participent de ça. » NS : « J'ai beaucoup travaillé sur le statut de l'erreur, de façon qu'ils ne se sentent pas dévalorisés lorsqu'ils rencontrent un échec dans un travail et je leur ai vraiment montré que l'erreur est ce qui nous permet d'avancer. Les élèves n'ont

Ces enfants ont davantage besoin de manipuler pour comprendre

plus d'inquiétude devant une hypothèse erronée ou une erreur, mais, au contraire, ils apprennent à avancer. » ACC : « La petite fille qui, tout à l'heure, s'est trompée sur sa feuille a dit : "Moi, je me suis trompée"; elle n'en a pas fait tout un drame, alors que cette même petite fille en début d'année aurait déchiré sa feuille, elle aurait pensé qu'elle était nulle et l'aurait verbalisé. On a pu la faire s'exprimer verbalement : "Pourquoi t'es-tu trompée, pourquoi aurais-tu dû le mettre là ? (parce que c'était en

bois et que ça flotte). Dans ce cas, elle a réussi à s'auto-corriger". » AB : « Ils ont compris qu'ils avaient le droit de dire leur ignorance, qu'ils pouvaient poser des questions sur la boussole. » EB : « Accepter lorsque l'on émet des hypothèses qu'elles ne soient pas validées et comprendre que cela ne veut pas dire que l'on a mal travaillé. »

L'erreur semble en effet davantage perçue comme naturelle, comme en témoigne SB : « *En science, je trouve qu'ils ont une attitude différente de celle qu'ils adoptent dans d'autres domaines d'apprentissage (...). Je les vois plus facilement remettre en question leur savoir et leur connaissance du monde, parce qu'on va faire des expériences et qu'on va montrer par l'expérience qu'effectivement l'hypothèse était fausse et l'on va acquérir quelque chose de nouveau.*



Donc, je les trouve assez réceptifs, parce qu'ils arrivent à accepter, avec les résultats de l'expérience, qu'effectivement ils s'étaient trompés (...). On n'a pas cet aspect jugement, sanction, note, qu'on peut rencontrer dans les autres apprentissages. Quand on travaille en maths ou en français, même si je lutte contre ça, il y a toujours ce côté... où il faut faire juste, il ne faut pas se tromper... Et si on ne se trompe pas, eh bien le maître sera content et papa et maman seront contents aussi (...). J'ai vraiment l'impression que, pour eux, en sciences, on peut se tromper... d'autant que, de toute façon, le champ de connaissances est tellement vaste qu'on ne peut pas

tout connaître d'un coup... du premier coup (...). Il y a moins d'enjeu scolaire et il n'y a pas de sanction comme on peut en trouver en maths et en français (...). Ils se disent : "Ça va me servir, je vais apprendre des choses" (...). Un peu comme si, en science, on avait le droit de dire tout de suite : "Moi je ne sais rien sur le Soleil, de toute façon je suis là pour apprendre!" »

En conclusion, faire des sciences est source de plaisir, plaisir partagé et fertile. En effet, arriver à une conclusion valide, aussi élémentaire soit-elle, procure une satisfaction intense et participe au plaisir d'apprendre des élèves en situation de handicap, au plaisir de savoir quelque chose, de pouvoir le communiquer fièrement et de le partager avec son entourage.

Chapitre 2

Manipuler, expérimenter pour comprendre

J'entends et j'oublie

Je vois et je me souviens

*Je fais et je comprends*¹³

Entrer par le concret

La possibilité de manipuler des objets concrets met à l'aise certains élèves et valorise des talents qui ne sont pas immédiatement mis en évidence (ou pas détectés du tout) dans une activité plus abstraite, théorique ou plus « scolaire » ; elle peut donc être un appui de taille pour mettre en confiance un élève, valoriser ses aptitudes, lui donner envie de progresser et d'aller plus loin, voire susciter des vocations ou des domaines d'intérêt. Certains élèves à besoins éducatifs particuliers n'ont pas bénéficié dans leur milieu quotidien de découvertes de type empirique (jouer avec l'eau, le sable, les matériaux, faire des expériences sensorielles, confectionner un gâteau, se promener dans la neige ou dans les flaques...), peut-être en raison de leur santé (crainte que cela ne les mette en danger, que leur handicap ne les expose davantage aux risques, ce qui peut entraîner une attitude surprotectrice chez l'adulte) ; cela peut également s'expliquer aujourd'hui par un environnement de plus en plus virtuel, impliquant moins fréquemment un contact avec la matière ou des objets.

Pour toutes ces raisons, il est important que l'école puisse offrir aux élèves tout un capital d'expériences pour jouer, explorer, découvrir, se familiariser, observer, comme en témoigne AC : « Avec des élèves en situation de handicap, il est important et inévitable de manipuler. On ne peut pas leur proposer, comme aux élèves dits ordinaires, d'observer sans manipuler. La séance passe donc d'abord par la manipulation, sinon cela explose vite » ; ou bien, comme l'exprime ID : « Je pense qu'avec tous les élèves, de la maternelle au lycée, mais plus particulièrement avec des élèves de Clis, à partir du moment où ils manipulent, le travail les passionne beaucoup plus que lorsqu'il y a du papier crayon. »



Ou encore, comme le dit cet élève polytechnicien, accompagnateur scientifique d'une Clis : « Les enseignants ont découvert que la manipulation était un moyen d'entrer dans un enseignement des sciences. Tout d'abord, elle suscite l'intérêt chez les élèves, ils ont envie de participer, ils s'impliquent davantage. **La manipulation, le fait de sentir, de toucher, de voir, permet une meilleure compréhension des phénomènes ; ces enfants-là en particulier ont encore davantage besoin de manipuler pour comprendre.** »

Lorsque les enfants manipulent, on peut observer qu'ils touchent (par exemple, des tissus de soie, des tissus rugueux, etc.), regardent (leur ombre, l'ampoule qu'ils ont réussi à faire briller...), écoutent (le bruit que provoque le déplacement d'un lombric sur une fine feuille de papier) et font des mouvements. Tout cet ensemble d'actions volontaires montre qu'il est important, voire indispensable pour certains d'entre eux d'agir avec leur corps, ce qui semble favoriser mémorisation et compréhension, comme l'indique PS : « Quand on fait fondre un glaçon, ils retiennent mieux... »

13. Proverbe chinois. 百闻不如一见

lorsqu'ils ont manipulé, qu'ils ont vu et vécu les activités, réalisées par eux-mêmes. Ils comprennent mieux car ils l'ont exprimé avec leur corps et cela les aide ; être dans le concret est d'abord plus facile. »

Par ailleurs, on sait que certains enfants ont peur d'apprendre et, d'une certaine façon, refusent l'école. Dans ce cas, la manipulation, tout en étant susceptible de favoriser ou relancer l'activité, leur permet de surmonter leur appréhension. « *La manipulation aide les élèves à dépasser leur peur d'apprendre, peut-être parce que je leur demande de dessiner quelque chose qui est concret pour eux, puisqu'ils viennent de l'expérimenter physiquement. Cette démarche a un vrai sens pour eux, cela leur apporte vraiment. Je suis sûre que cela a aidé A, parce que c'était dans la continuité du travail »* (CdSM).

Toutes sortes d'allers retours entre ce que l'on appelle le « concret » et « l'abstrait »

Qui plus est, commencer par agir semble être une condition pour se questionner sur les choses. L'introduction par la manipulation est une occasion pour susciter les coopérations (par exemple, l'entraide dans un montage), les tutorats, le travail de groupe qui enrichit les propositions de chacun grâce à l'émulation, si l'on encourage les compétences complémentaires. Elle est un moyen de rééquilibrer un enseignement souvent prématurément abstrait à l'école primaire et au collège, où le besoin d'agir, d'essayer, de faire et refaire sont encore très prégnants.

Lier « faire » et « penser »

Mais il faut rester vigilant, ne pas se contenter du « faire » : la manipulation est nécessaire mais pas suffisante, car « force est toutefois d'admettre qu'une pédagogie fondée sur la seule action reste le plus souvent stérile... les activités ne sont pas une fin en soi ¹⁴ ».

Il faut donc essayer de faire le lien avec ce qui est en train de s'apprendre, de se construire, accompagner et guider cet effort d'explicitation. **Comment faire? Différents étayages permettent d'accompagner la manipulation: l'enseignant peut la guider par le langage, aider à observer et à décrire un phénomène, à anticiper (« Que vas-tu faire? Que veux-tu faire et avec quoi? Qu'est ce qui se passe dans ton montage? Que penses-tu qu'il faudrait modifier? »)** Il aide l'élève à exprimer les remarques ou les questions, à reformuler ses idées pendant une tâche, à nommer les objets, les actions et à identifier les questions qu'il se pose ou ce qu'il a appris et compris (ou ce qu'il n'a pas compris). Ainsi, d'après SB: « *Le fait de manipuler, de faire des expériences, de s'intéresser à l'activité, leur fait acquérir une compétence. Ils ont cherché, vraiment réfléchi, se sont posé des questions et ont expérimenté quelque chose* » ou, d'après SG: « *Beaucoup ont des troubles du langage. Pour eux ces dessins et photos et ce côté manipulation les a aidés à construire l'abstraction.* » De même, NK témoigne: « *Ils sont entrés petit à petit dans une schématisation. Ce sont des enfants qui ont besoin de beaucoup de concret et, de ce fait, se projeter dans quelque chose qu'ils n'ont pas sous les yeux est difficile. À la fin, cela a un peu évolué.* » Ou encore PS: « *Le fait de s'appuyer sur les expériences facilite leurs acquisitions. Un élève avec un déficit mental n'a sans doute pas tout mémorisé, mais il a compris le principe de circuit (électrique) et pourrait en faire un.* » CSM: « *Je reste sur les conclusions de l'an dernier: l'intérêt, indéniable, c'est la manipulation. Cela les aide vraiment à conceptualiser, à formuler des hypothèses, à poser des questions. Les difficultés résident toujours dans le passage à l'écrit, mais, en même temps, je trouve que c'est moins difficile du fait du support empirique que dans d'autres activités.* » Ou bien EB: « *Au départ, la seule chose qu'ils voulaient, c'était manipuler, mettre les mains dans l'eau, mais, ensuite, ils acceptaient bien le fait qu'il faut formuler des hypothèses et que l'on peut confronter ses propres idées à la réalité (...). Comme c'est plus concret, la mise en place du raisonnement se fait, alors qu'elle est plus difficile en maths. Ils font appel à leur raisonnement, ils analysent davantage.* »

14. Giordan, André, *Apprendre*, Paris : Débats, Belin, 1998.



La manipulation permet aussi aux élèves de devenir autonomes, comme l'indique EB: « *Le fait d'expérimenter entraîne plus d'autonomie. Ils travaillent vraiment en autonomie avec des prises de décision, ce que l'on ne retrouve pas dans des apprentissages plus transmissifs. Dans les autres situations, ils doivent respecter des règles (orthographe, lecture). Ici, ils ont une plus grande liberté, sont plus acteurs, sont à l'aise et ne voient pas le temps passer. Ils ne se sentent pas dans une situation de contrainte, d'effort.* »

Citons à ce propos Astolfi ¹⁵: « En prenant appui sur les besoins naturels aux enfants d'agir et de manipuler, l'éducation scientifique fournit alors des occasions privilégiées pour développer une réflexion, bien enracinée à partir de ces actions et de ces manipulations [...] **L'éducation scientifique est une chance à saisir pour que les élèves effectuent toutes sortes d'allers retours entre ce que l'on appelle le "concret" et "l'abstrait".** »

Cette manipulation, accompagnée de réflexion, a permis aux élèves d'acquérir certaines notions. Citons FB qui, à l'occasion de la séquence « flotte-coule », déclare: « *On n'a pas eu d'objet qui restait entre deux eaux, du moins pas à ce moment-là. Ensuite, on a fait les expériences en utilisant des boîtes d'anciennes pellicules photos: certaines étaient remplies entièrement et d'autres à moitié, certaines étaient à moitié dans l'eau et d'autres à moitié sorties de l'eau. Le "entre-deux eaux" est un peu compliqué: ça flotte, ça ne flotte pas, ça flotte à moitié et, de ce fait, il a fallu trouver une explication rapidement. Et ils ont trouvé: c'est parce qu'il y avait de l'air dedans. Je ne sais pas si c'est parce que nous avons travaillé sur l'air il y a déjà quelques années. En tout cas, pas avec les 7 élèves nouveaux. **Vraiment, j'ai été très étonnée de tout ce qu'ils ont pu apporter à propos de ces expériences et j'étais très impressionnée par ce qu'ils ont pu imaginer.*** »

Un support de mémorisation

Ou enfin, avec ce témoignage de PS: « *J'avais fait la séquence sur l'électricité il y a 2 ans et étonnamment, ils s'en souvenaient très bien. Ils ont vraiment très bien réinvesti. Les premières séances, ils n'ont pas fait beaucoup d'erreurs et ils ont fait par eux-mêmes, ce qui montre que c'est vraiment acquis. C'est un thème très moteur et j'étais vraiment surprise de voir à quel point ils se le rappelaient, parce qu'il y a des choses que je fais tous les ans en grammaire, en conjugaison, en maths, qu'ils ne réinvestissent pas et qu'ils ne se rappellent pas les années suivantes. Même en histoire, je retravaille sur le 8 mai, le 11 novembre, tous les ans je le fais. J'ai certains groupes depuis 4 ans - et à chaque fois ils ne savent pas me redire ce que sont le 11 novembre ou le 8 mai. Et dans une activité sur l'électricité qu'on n'avait pas refaite depuis, la plupart ont retrouvé comment effectuer le branchement pour faire tourner le moteur tout de suite.* »

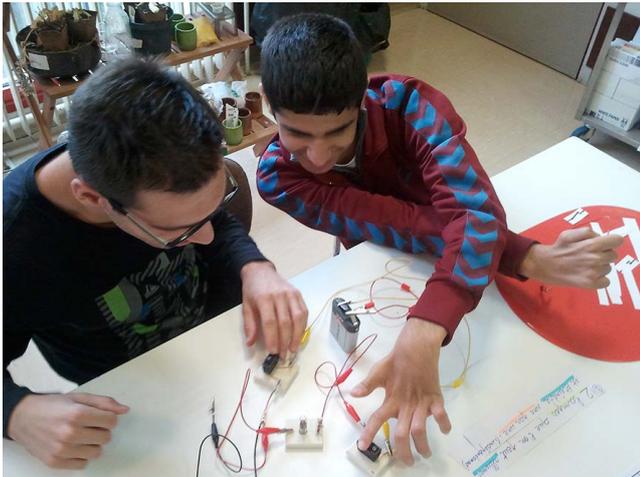
15. Astolfi, Jean-Pierre, *Comment les enfants apprennent les sciences*, Retz, 2006, p. 100.

Chapitre 3

Travailler ensemble et apprendre à coopérer

Les Clis (1 et 4) sont des classes extrêmement hétérogènes. Dans la même classe, il peut y avoir des enfants de 6 à 12 ans, des élèves lecteurs et non lecteurs et porteurs de handicaps très divers, comme un handicap moteur (dont les répercussions sur les apprentissages varient d'un enfant à l'autre), des retards du développement intellectuel, des maladies rares, des troubles envahissants du développement ou spécifiques des apprentissages.

De l'individu au groupe



Une des conséquences de cette hétérogénéité est la nécessité d'individualiser le travail ; la plupart du temps, les enseignants travaillent en situation duelle avec chaque élève, ce qui pose problème en matière de vie collective et d'intégration. En effet, ces enfants peuvent penser que la vie en société se résume à s'occuper d'eux individuellement et, si l'adulte ne fait pas preuve d'une attention singulière, se sentir rejetés. C'est pourquoi ils risquent aussi d'avoir plus de mal que les enfants des classes ordinaires à écouter les autres, en accepter la parole ou le point de vue, surtout si ce dernier diffère du leur. Malgré cela, les séances proposées ont amené les élèves à travailler ensemble, ce qui semble avoir modifié les relations

sociales au sein de la classe. Ainsi, EA déclare : « *Le travail de groupe a été bénéfique. Tous ces projets soudent le groupe, parce qu'il y a des binômes, des phases de recherche individuelle mais aussi collective, des échanges, des interactions. Cela donne envie aux élèves de s'aider, ils confrontent aussi leurs difficultés, ils peuvent échanger à leur sujet, (...) ce qui est étonnant, c'est que la communication entre eux donne lieu à beaucoup d'interactions.* » De plus, ce travail « *a permis un travail collectif à long terme, ce qui n'est pas toujours facile en Clis* », ajoute MDR. D'autre part, le groupe entier et le travail collectif permettent à certains de trouver dans la parole ou les actions des autres, soit les mots qui leur manquent, soit l'idée qui fera avancer leur investigation. « *L'entraide a bien fonctionné, chacun avait son propre projet et pouvait aider son camarade dans sa réalisation, sans être envieux.* » (BP) : « *Mais les autres élèves ne les laissent jamais sur le côté et quand ils sont dans un groupe, ils les associent, avec une bonne relation et une bonne attitude qui est bien installée et puis avec une distance correcte : ce n'est pas du maternel, par exemple. Ils ne les laissent pas de côté* » (SB). « *Ceux qui savaient, répétaient pour ceux qui ne savaient pas, à chaque fois, il y avait cette espèce de reformulation des critères et la mémoire d'exercice de ce que l'on apprend au fil du temps était toujours redite par ceux pour qui cela avait du sens, pour aider ceux pour qui cela n'en avait pas et permettre que ce sens s'inscrive aussi chez les autres* » (JH).

La science n'est-elle pas un travail de collaboration où l'investigation n'est que rarement une activité individuelle ? Même dans « le cas des naturalistes qui passent du temps à étudier, seuls, le comportement d'une espèce donnée, ceux-ci sont tenus de soumettre leur travail à un public plus large pour en discuter et en débattre. Lorsque les élèves travaillent ensemble en petits groupes ou équipes, ils se retrouvent dans les mêmes conditions de travail que beaucoup de scientifiques : partage des idées, débats, réflexion sur ce qu'ils doivent faire et comment. Ce travail en équipe les oblige à travailler ensemble à l'organisation de leur projet, à l'attribution des responsabilités et à une communication efficace avec les autres. Ils doivent aussi se préparer à la présentation de leurs idées à l'ensemble de

la classe. C'est une occasion importante d'apprendre à présenter et à défendre ses idées, d'apprendre à écouter les autres, questionner et débattre des idées des autres, ainsi que se rendre compte qu'il peut y avoir différentes façons d'aborder le même problème ¹⁶ ».

De même, Astolfi écrit : « L'individu ne raisonne jamais seul, par la vertu d'un développement intellectuel autonome. L'homme est un être fondamentalement social et toutes sortes d'interactions stimulent ses capacités d'abstraction et de conceptualisation. Mieux, on a pu montrer que le processus d'interaction lui-même est un moteur du progrès intellectuel et que pour l'enfant, les médiations de l'adulte comme de ses pairs sont des stimulants essentiels pour la pensée. C'est là une des justifications essentielles du travail de groupe, qui ne se réduit pas à une simple répartition économique des tâches entre ses membres, mais conduit plus loin que ce dont chacun serait individuellement capable. [...] La pensée formelle ne vient pas en dormant et, au contraire, elle peut se trouver stimulée via des activités exigeantes mais accessibles, par l'effort tant collectif qu'individuel ¹⁷. »

Ce que conforte le propos de AD : « **Accepter que l'autre ne pense pas forcément comme nous, qu'il n'a pas forcément la même idée mais que cela ne veut pas dire que l'un est meilleur que l'autre, l'un qui a tort ou non, et faire que, petit à petit... on va accepter de prendre en compte le point de vue de l'autre, entrevoir que cela peut remettre en cause ce que l'on pensait, sans pour cela perdre la face, etc. Je pense que petit à petit tout cela se construit ; on essaye de laisser des traces de ce que l'on fait, on les compare avec celles des autres, on apprend à être ensemble pour penser, pour chercher...** ». « On reprenait la méthode à chaque fois : question posée, émission d'hypothèses, mais rien d'écrit (contrairement à ce qui était prévu dans la séquence) car ils ont tous des problèmes de graphisme. On le faisait tous ensemble sur la table centrale, avec une feuille commune pour noter toutes les idées, avec le nom de celui qui l'a proposée. Puis venait le temps des essais de ce qui avait été noté, cela permettait de vérifier ce que chacun avait prévu de faire ».

**Être reconnu
par les autres**

AB ajoute : « La prise en compte de l'avis de chacun a obligé les bavards à écouter les autres, les silencieux à parler. Ils ont compris qu'ils avaient le droit de manifester leur ignorance, qu'ils pouvaient poser des questions (...) Le fait d'attendre son tour pour parler compte également ».

Comme « ...les sciences se déroulent avec tout le groupe, dit AB, il y a une phase collective où chacun participe aux échanges (soit en posant des questions, soit en proposant une recherche ou des réponses) contrairement aux autres disciplines où les groupes travaillent séparément dans ma classe. Ici j'observe de l'émulation à travers les échanges... Obligés de verbaliser, d'exprimer leurs sensations, ils développent des compétences langagières, certains ont osé s'exprimer, poser des questions, s'interroger ». De même, BD note : « **Des enfants très timides qui n'osaient pas parler, se sont mis à parler, à être reconnus par les autres.** »

Autre « avantage du groupe », sur lequel insiste PS, « la possibilité de "copier", de faire comme le copain, en particulier pour ceux qui ne parviennent pas à avoir une nouvelle idée, et pouvoir reproduire ce qu'a fait l'autre implique de bien observer et de comprendre ce qui a été fait. J'ai vu aussi M. qui accepte lui-même peu à peu l'aide des autres, aide proposée plus spontanément... »

« Bien sûr, comme dans les autres classes », remarque un jeune accompagnateur scientifique, « les élèves ne se montrent pas ravis de travailler par deux ou trois ni de partager du matériel lorsque cela est nécessaire. **Cependant, l'entraide est beaucoup plus présente chez les élèves de Clis... par exemple, lorsqu'un élève demande comment allumer l'ampoule avec la pile, ceux qui ont réussi se précipitent pour l'aider et lui montrer. Cela n'a pas**

16. Worth, Karen, Duque, Mauricio, Saltiel, Édith. (2009) *L'enseignement des sciences fondé sur l'investigation. Conseils pour les enseignants, Designing and Implementing Inquiry- Based-Science-Units for Primary Education*, Pollen Seed- Cities for Science, a community approach in Europe, juin 2009.

17. Astolfi, Jean-Pierre, *Comment les enfants apprennent les sciences*, Retz, 2006 (2001), p. 253.

été le cas dans les autres classes que j'ai accompagnées en électricité : au contraire, les enfants qui avaient réussi cachaient leur expérience aux autres, de peur qu'ils ne "copient". »

Favoriser les situations d'échange

Dans un enseignement des sciences fondé sur l'investigation, on peut observer que le travail en groupes prépare les élèves à la pratique du dialogue et d'échanges progressivement argumentés. Pourquoi? Tout simplement parce qu'à l'échelle d'un modèle réduit (un groupe se compose ordinairement de 2 à 4 élèves), ce travail en équipe constitue une situation d'apprentissage en soi où les élèves apprennent, sans l'arbitrage systématique de l'enseignant et progressivement, de manière autonome, à faire des suppositions ou émettre des hypothèses, les discuter, les vérifier et argumenter dans le respect mutuel. Un dialogue peut se produire entre les élèves eux-mêmes, ce qui encourage de surcroît la participation de chaque élève dans l'échange, y compris celle des « petits parleurs » qui s'aventurent peu en général, à s'exprimer en groupe de grande taille.

Dans les Clis, en revanche, les effectifs de chaque classe sont déjà réduits (12 élèves au maximum) mais les échanges entre les élèves ou le travail en groupe ne sont pas toujours pratiqués. Les activités scientifiques permettent alors de les installer progressivement, comme en témoigne ACD : « *On peut regrouper les enfants alors qu'en général, il y a beaucoup de travail individuel. Les sciences permettent un travail collectif, la planification et l'anticipation : on découvre, on prévoit, on anticipe. Cela met en place un travail que l'on n'a pas forcément l'habitude de faire.* »

Ainsi, MdR qui a travaillé sur les 5 sens, déclare : « **Les élèves ont pris conscience que tout le monde ne perçoit pas les choses de la même façon ; ils s'étaient en effet rendus compte en groupe classe que toute information fournie par les sens n'est pas erronée si l'on prend la précaution de distinguer ce que l'on perçoit de l'interprétation que l'on peut en déduire.** »

Au cours d'une activité scientifique, que ce soit pour la conception d'une expérience, la modélisation d'un dispositif ou la production écrite d'une affiche, les élèves ont besoin d'explicitier leurs idées, de discuter entre eux ou de s'entraider. C'est souvent à l'occasion de tels moments, « en essayant de communiquer son point de vue à d'autres personnes, que l'on trouve des réponses à ses propres questions [...]. Et le contraire est également vrai. C'est souvent en essayant d'expliquer quelque chose à quelqu'un que l'on se rend compte de la faiblesse de sa propre compréhension sur le sujet. De nombreux élèves (et adultes également) préfèrent d'abord passer par l'oral. Une fois énoncée oralement, il est plus facile de transcrire une explication à l'écrit ¹⁸ ». Pourtant, parler et trouver les mots justes peut s'avérer très difficile pour bon nombre des élèves en situation de handicap. Néanmoins, les situations proposées incitent à la prise de parole et aux échanges, ces derniers s'installent peu à peu, malgré les difficultés de langage oral, et on a pu observer que les séances de sciences sont aussi source de progrès dans l'expression et la communication de ces élèves (cf. chapitre 4).

**Science et langue
sont comme
des sœurs jumelles**

Il semble donc extrêmement important que les enfants fassent ensemble des sciences, ce qui permet à tous les élèves (et plus spécialement les élèves à besoins éducatifs particuliers) de s'exprimer, d'en comprendre l'intérêt et d'écouter l'autre. Même si la construction de connaissances et de compétences diffère d'un individu à l'autre, le travail en groupe semble être un dispositif interactif qui favorise les apprentissages.

18. Astolfi, Jean-Pierre, *Comment les enfants apprennent les sciences*, Retz, 2006 (2001), p. 253.

Chapitre 4

Science et langage

« La science est mariée avec la langue et Lavoisier écrivant un traité de nomenclature chimique, donc de langue, découvrit avec stupeur qu'il y avait fait œuvre de science, tout comme celui qui le premier observa et nomma les oiseaux, les fleurs et les arbres dans leur diversité ¹⁹. »

Science et langage sont intimement liés

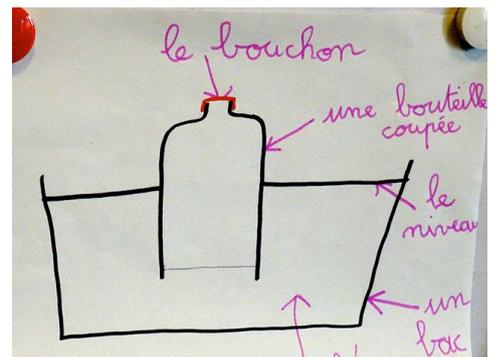
« Il n'est pas un seul scientifique qui ne soit amené, à tout moment de sa recherche, à insérer celle-ci dans le langage : cahier de laboratoire où l'on inscrit continûment les protocoles des expériences en cours, les hypothèses et les résultats obtenus ; articles où l'on communique à ses pairs ces résultats ainsi que leurs implications ; communications et conférences où on les décrit en détail et où l'on est censé les défendre. Les scientifiques s'exercent ainsi sans cesse à la discussion et à l'argumentation, écrit comme oral permettant de clarifier sa pensée, d'affiner le raisonnement et de transmettre à d'autres une découverte ²⁰. »

Comme le suggèrent A. Bentolila et Y. Quéré, **science et langue « sont en réalité liées l'une à l'autre comme des sœurs jumelles. Nées en effet en même temps, elles ont grandi la main dans la main à mesure que l'Homme imposait son intelligence à la nature ²¹ ».**

Puis, plus loin, ces auteurs soulignent : « Dans la mesure où la leçon de science donne lieu à des questions, débats, échanges, exposés, traces écrites... dans la mesure où elle exige précision et variété dans le choix des mots ; dans la mesure surtout où elle s'est élaborée par l'accumulation de phrases construites, logiques, de phrases où, en principe, chaque mot a sa raison d'être ; dans la mesure où ces phrases ont partie liée avec la vérité, puisqu'elles ne doivent véhiculer en dernier ressort que des éléments vérifiés... Faire de la science, c'est aussi apprendre du français ²². »

Lorsque les sciences sont enseignées à l'école, les professeurs font verbaliser

les enfants dès le plus jeune âge, afin de savoir ce qu'ils pensent, ce qu'ils ressentent, ce qu'ils observent et les enseignants spécialisés veillent tout particulièrement à ce que tous leurs élèves aient l'occasion de s'exprimer. À cet effet, AB précise : « *Les élèves sont naturellement obligés de verbaliser, d'exprimer leurs sensations. Ils développent des compétences langagières : certains ont osé s'exprimer, poser des questions, s'interroger.* » Faire des sciences permet aussi à ces élèves de faire des progrès, comme le souligne ici EA : « *Ils peuvent maintenant formaliser leurs hypothèses, mettre en œuvre leurs propres procédures, se poser des questions, avoir des idées, ce qui n'était pas le cas auparavant.* »



19. Léna, Pierre, « *La main à la pâte* » : une belle aventure née aux Treilles, in *La Fondation des Treilles*, ouvrage collectif sous la direction de Maryvonne de Saint-Pulgent, Fondation des Treilles, 2010, p. 177- 181.

20. Charpak, Georges, Léna, Pierre, Quéré, Yves, *L'enfant et la science*, Paris : O. Jacob, 2005, p. 87.

21. Charpak, Georges, Léna, Pierre, Quéré, Yves, *L'enfant et la science*, Paris : O. Jacob, 2005, p. 11.

22. *Ibid.* p. 191-192.

Avoir des mots pour le dire

Parler, s'exprimer est profitable aux élèves, mais faut-il encore utiliser le mot ou le verbe juste pour décrire ce que l'on a vu, expliquer ce que l'on pense, ce que l'on souhaite chercher pour enfin en déduire une conclusion qui soit valable du point de vue scientifique. NS souligne à ce sujet : « *Les élèves se réajustent lorsqu'ils font une proposition qui n'appartient pas au lexique que nous avons appris et au vocabulaire scientifique et tout de suite se corrigent et nous donnent le mot qui est attendu dans la discipline. Ils prennent la parole spontanément, effectivement plus souvent ; et je ne note plus du tout de gêne, même chez les élèves qui ont une dyspraxie orale, bucco-faciale.* »

La science, du point de vue lexical, « joue la partition plus spécifique du visible et du sensible : elle nomme par des substantifs précisément définis les objets inertes ou vivants (le granit, les poumons, la rétine, etc.) et les phénomènes (le vent, la marée, l'aube, le typhon, l'arc-en-ciel, le gel, la dilatation, etc.) ; par des adjectifs, leur aspect et leur qualité (transparent, dur, dense, fragile, rugueux, etc.) ; par des verbes, leur comportement (bouillir, tomber, pousser, brûler, rebondir, digérer, dissoudre, etc.²³) ». Tout l'enjeu est que les élèves apprennent et définissent progressivement ces mots, les utilisent à bon escient, saisissent l'importance de la précision dans un échange.

SB explique comment il a procédé et illustre notamment bien le fait que l'apprentissage passe par des phases de réussite et aussi par des phases plus difficiles : « *Au tout début, quand on a commencé en parlant de l'électricité avec le manège en ligne de mire, beaucoup prenaient la parole très souvent, mais avec aussi beaucoup d'approximations ; ils montraient les objets du doigt en disant le machin, le truc, "ça" ou "là", "ici".*

Ensuite, quand on a commencé à utiliser le vocabulaire approprié, le vocabulaire technique désignant les fils, les moteurs, la pile, les bornes, l'axe, les plateaux, les supports etc., on a connu une phase où ils prenaient moins la parole, parce qu'ils ne maîtrisaient pas encore ce vocabulaire et, comme je leur imposais d'utiliser

Faire des sciences
aide les enfants
à s'exprimer

*le vocabulaire spécifique en leur disant : "Je ne comprends pas le truc ou le machin", il y a alors eu un moment intermédiaire de flottement où ils ne savaient plus quoi dire ; ils n'avaient plus le droit de dire : "On a fait la pile avec le moteur..." Non, je leur disais : "On a fait la pile avec le moteur, pour moi, ça ne va pas, ça ne veut rien dire, explique-moi vraiment ce qu'on a fait." Il y a donc eu un petit moment de déstabilisation où ils avaient du mal à formuler leurs phrases avec un vocabulaire précis comme : on a branché le fil sur la borne de la pile, etc. » Puis, SB détaille ses exigences langagières : « **Oui, j'ai eu une exigence particulière... à la fois sur le lexique des objets, mais aussi sur les verbes d'action, parce qu'on était tout le temps en train de "faire, faire, faire..." : "On a fait la pile, on a fait l'ampoule, on a fait le moteur", - "Non, on n'a pas fait le moteur, on n'a pas fait la pile, on a branché, on a monté, on a débranché, mais on n'a pas fait".** » *J'ai manifesté beaucoup d'exigence de ce côté-là. On a donc eu une petite période de creux en matière d'expression, puis, quand le vocabulaire a commencé à être assimilé - l'axe, le support, la borne, la pile, etc. - on a retrouvé à nouveau une participation à l'oral et même à l'écrit, aussi importante qu'au début mais avec beaucoup plus de précisions dans le langage cette fois. »**

Aux élèves qui ne savent pas écrire, certains enseignants proposent un travail particulier, comme l'indique AD : « *Ce sont eux qui ont fait les affiches, ils avaient les mots à coller, à mettre dans le bon sens et ils devaient choisir les images qui allaient avec les mots et les questions. Cela a permis de réutiliser le vocabulaire qu'on avait appris, de remettre en mots les choses.* » À cet effet, AD a fabriqué « *un petit lexique électricité que chaque élève possédait. Ceux qui souhaitaient légèrer leur schéma, venaient regarder comment cela s'écrivait* ». De même, dans la pratique de SG : « *Il y a eu des listes de mots, d'expressions qu'ils pouvaient soit recopier, soit découper et coller. Cela les a aidés à acquérir du vocabulaire. Maintenant ils sont plus prolixes en dictée à l'adulte, ils osent davantage et leurs phrases sont aussi mieux construites.* » MdR donne un autre exemple : « *Avant certaines séances, un travail préparatoire a*

23. Charpak, Georges, Léna, Pierre, Quéré, Yves, *L'enfant et la science*, Paris : O. Jacob, 2005, p. 82.

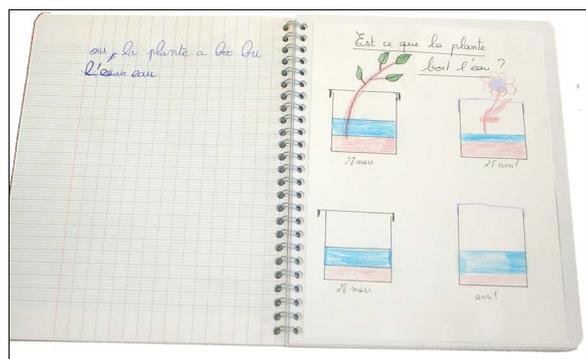
été effectué sur le vocabulaire, une aide à l'écrit a parfois été fournie à certains élèves (photos avec mots écrits). » CF précise : « Je pensais que le vocabulaire allait poser des difficultés et, finalement, la pré-séance que j'avais faite où l'on avait vu les objets que l'on pouvait utiliser en électricité, où l'on avait mis l'affiche au mur ainsi que l'aide-mémoire dans le cahier, finalement, a permis d'aplanir ces difficultés-là. »

S'exprimer, échanger et argumenter son point de vue

S'exprimer avec le mot juste est nécessaire, mais faut-il encore que ces enfants acceptent d'explicitier leurs arguments et de les confronter à ceux des autres. Comme le fait remarquer Christian Orange²⁴, « si on ne réduit pas l'apprentissage scientifique à la mémorisation de quelques résultats de science, mais qu'on le relie étroitement au travail scientifique, les interactions langagières y prennent alors toute leur importance. Les travaux d'épistémologie, de sociologie des sciences et de didactique sont d'accord pour dire que l'activité scientifique ne se réduit pas à la conduite d'expériences ou d'observations, mais qu'elle est caractérisée par une attitude critique qui ne se développe que dans des échanges écrits et oraux ».

Les situations de verbalisation et d'échange rendues possibles grâce au travail en petits groupes et aux expérimentations sont des occasions pertinentes de mise en place de parole. Du fait que les élèves peuvent parler pendant les manipulations à leurs voisins de table, aux adultes, aux intervenants ou aux accompagnateurs, chacun peut s'emparer de ce droit, interpellé autrui pour montrer, démontrer, expliquer ce que l'autre n'a pas encore observé ou dit. Les pratiques ne sont pas centrées sur un oral subjectif, mais sur un sujet neutre. L'élève a « de quoi » parler et n'a pas à chercher des idées sur le sujet, car il va exposer des faits, décrire une situation, un objet, un événement ou un phénomène, justifier un avis, exprimer une supposition ou formuler une hypothèse, développer une argumentation, s'efforcer d'intéresser et de convaincre. Il apprend à communiquer et, loin de tourner à vide, cette parole (et la pensée qui la sous-tend) repose sur des questions de vie et de savoirs.

L'enseignement des sciences fondé sur l'investigation, tel qu'il est préconisé crée, donc les conditions pour instaurer des moments de débat et travailler sur l'argumentation, bien que ceci soit néanmoins souvent perçu dans les classes ordinaires comme difficile à mettre en œuvre et mangeur de temps. A fortiori, il faut souligner qu'en Clis, la plupart des élèves ont des difficultés à parler devant les autres et plus encore en public, car ils sont souvent timides, craignent d'être jugés, ne se sentent pas en capacité de s'exprimer. Cependant, tous les témoignages concordent : d'une part,



faire des sciences aide les enfants à s'exprimer et leur donne confiance en eux ; cet aspect a été abordé dans les chapitres 1 (« Plaisir et confiance pour s'épanouir et apprendre ») et 3 (« Travailler ensemble et apprendre à coopérer ») ; d'autre part, faire des sciences peut aussi favoriser la construction d'échanges argumentés, ce qui est un élément extrêmement encourageant. Citons à ce propos CdSM qui enseigne auprès d'élèves autistes Asperger, enfants qui ont beaucoup de difficultés à vivre et communiquer avec les autres : « Chaque classe devait présenter son travail aux autres

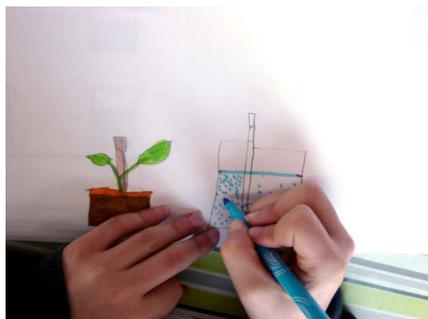
classes. J'ai proposé à François de présenter le projet sur le Soleil et les ombres. Il est vrai que j'avais apporté tous les affichages ; mais il a été incroyable, parce qu'il a tout fait tout seul. Il a même fait remarquer qu'il manquait une photo ! Oui, je lui ai dit que je l'avais oubliée en classe. **Mais c'est la première fois qu'il a su parler. Il y avait**

24. Orange, Christian. « Débat scientifique dans la classe, problématisation et argumentation : le cas d'un débat sur la nutrition », ASTER n° 37, (2003) INRP.

quand même une centaine de personnes présentes (tous les élèves et les soignants). J'ai été surprise par François. Je suis restée assise à ma place, à aucun moment il n'a eu besoin de moi. »

Citons également EB : « Il y a eu aussi une évolution dans leur façon de discuter entre eux, ils disent s'ils ne sont pas d'accord et pourquoi, ils questionnent les autres sur leurs résultats et s'interrogent sur les différences. En fait, le handicap cache leurs véritables potentialités et fait écran. Du coup, on ne les connaît pas comme on le devrait. Ici, comme c'est plus concret, les élèves font des liens avec ce qu'ils ont vécu, ce qui leur permet de formuler des hypothèses, des arguments très pertinents. »

Le rôle de l'écriture en science

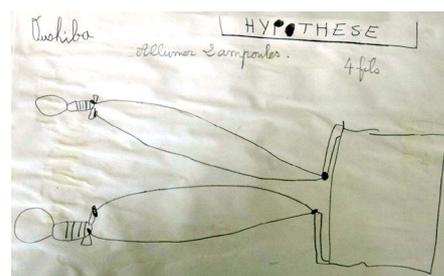


Sans le langage écrit, l'accumulation des faits de science et leur transmission ne seraient pas possibles, à moins de toujours devoir tout réinventer. Dans la vie de tous les jours et très concrètement, le langage écrit nous permet aussi de dépasser les limites cognitives de la mémoire, de l'attention, de la capacité à élaborer et structurer notre pensée ; en effet, en écrivant sur une feuille de papier (ou via une tablette) on externalise une partie de notre pensée, tout en libérant en quelque sorte de la place dans notre cerveau pour continuer à réfléchir.

Bien entendu, « selon les moments, l'écriture est orientée par des fonctions différentes : mise au net pour soi de ses idées, « pense-bête » au cours d'une activité, support pour l'élaboration collective au sein d'un groupe, échange ou communication entre équipes, conservation d'une trace, etc. Toutes ne peuvent être assurées en même temps et par le même type de rédaction. Rendre les élèves conscients de ces fonctions de l'écriture contribue à rendre celle-ci plus fonctionnelle. Cela conduit à diversifier les formes d'écrit qui sont sollicitées et à renoncer aux stéréotypes normatifs qui pèsent souvent sur l'enseignement des sciences ²⁵ ».

Les écrits intermédiaires et les erreurs

Un des atouts de l'enseignement scientifique est aussi d'instituer un autre rapport à l'erreur ; en effet, « ce que l'on sait des processus d'apprentissages nous permet de dire qu'une notion n'est pas acquise une fois pour toutes à la suite d'un travail unique, mais qu'au contraire, la reprise, dans des contextes nouveaux et des situations différentes, d'une même notion est nécessaire pour son appropriation progressive par les élèves. Cela implique un état d'esprit où l'apprentissage est conçu comme un processus de rectifications successives où les erreurs ne sont que des étapes du travail, où elles ne sont pas pénalisées, mais, au contraire, sont un point de départ. **Il devient possible pour les élèves, sans risque de se placer en situation d'échec, de fixer ses idées par des écrits provisoires, s'ils ont l'assurance qu'ils pourront les retravailler.** [...] L'enseignement scientifique, parce qu'il peut permettre à chacun de produire des écrits provisoires et modifiables pour réussir à construire des connaissances à partir de tâches de manipulation, est une situation privilégiée pour lever cette difficulté ²⁶ ».



25. Astolfi, Jean-Pierre, *Comment les enfants apprennent les sciences ?*, Retz, 2006 (1998), p. 174.

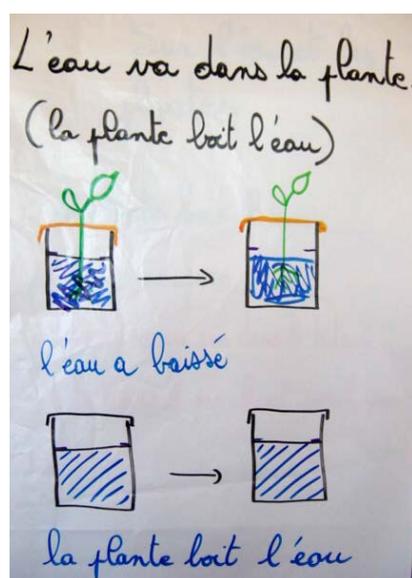
26. Verin, Anne, « Apprendre à écrire pour apprendre les sciences », *ASTER n° 6*: Les élèves et l'écriture en sciences, INRP, 1988, p. 23-24.

Ce processus de l'écriture et notamment l'acquisition progressive des compétences langagières (vocabulaire, syntaxe ou orthographe...) peut être mis en relation avec l'appropriation progressive des concepts eux-mêmes qui se construisent au fil du temps. Prendre en compte cette dimension du temps pour enseigner et apprendre des faits de science, mais aussi pour apprendre à en rendre compte grâce au langage, semble nécessaire. En classe de science, on observe d'ailleurs que les écrits se construisent très progressivement avec les élèves. C'est pourquoi on peut penser que le rôle de l'écriture, c'est-à-dire « la mise en mots et en texte est considérée comme efficace pour l'apprentissage plus que le résultat : l'écrit ²⁷ ».

Les quelques extraits suivants montrent que les enseignants des classes spécialisées constatent eux aussi des progrès dans les productions écrites de leurs élèves, souvent dans les schémas et parfois dans les écrits individuels : « Ils ont fait beaucoup de progrès entre les observations qu'ils faisaient et leurs représentations graphiques, par exemple, pour dessiner la pile, l'ampoule » (AD). « **Ils ont appris à aller à l'essentiel, c'est ce qu'on pourra retenir de ces séances. Ce n'est pas tout à fait du schéma, mais ce n'est plus du tout du dessin!** » (FB) Questionné sur l'évolution des traces écrites des élèves au cours de la séquence, CdSM répond : « *L'écrit a en effet évolué, puisque F., à la fin, ne me demandait plus d'aide pour écrire et écrivait directement sans copie. Pour P., le fait de rentrer dans l'écrit était toujours compliqué, mais il y rentrait plus facilement.* » À la question : « *As-tu constaté une évolution au cours de la séquence dans les traces écrites réalisées par les élèves ?* » SB répond : « *Oui, tout à fait!* »

Enfin, que ce soit dans le cas de classes ordinaires ou de classes pour élèves à besoins éducatifs particuliers, on peut souligner que « certains enfants ont besoin de temps pour représenter l'expérience (gommages répétés, soucis de détails non pertinents, trait mal assuré et déformation de la réalité). Toute leur énergie paraît devoir se concentrer dans la réalisation du dessin. En revanche, si le dessin évolue au cours des semaines, il devient plus clair, plus net, plus rapide... ²⁸ ». Il semble donc important de travailler dans la durée et d'être attentif à tout progrès. Une enseignante ayant des élèves autistes a, par exemple, constaté un jour que l'un d'entre eux, à la fin de la séquence de science, a accepté d'écrire sans faire de crise.

Les écrits en classe de science



L'écrit peut revêtir des formes variées (mot, légende, phrase, dessin, schéma, image légendée, liste de mots, texte court ou plus long...) et il évoluera progressivement jusqu'à la forme la plus aboutie possible, suivant le degré de compréhension des élèves. Dans les classes d'élèves à besoins éducatifs particuliers, on observe en général quelques légendes écrites qui accompagnent les dessins ou schémas (elles sont peu nombreuses), des photos, de rares phrases écrites par l'enfant seul (le plus souvent ce sont des dictées à l'adulte) et, très souvent, des écrits collectifs qui ont été élaborés lors de temps communs, ainsi que beaucoup de dessins ou schémas.

L'intérêt des écrits provisoires, des notes personnelles, des dessins, qui, petit à petit évolueront sous une forme plus complexe (plus près d'un schéma explicatif), a été soulignée ; ce point est important aussi, parce que : « Outre leur dimension cognitive, les écrits d'investigation ont une dimension sociale. Ce n'est pas une

27. Larcher, Claudine, Entretien sur le lien entre maîtrise du langage et apprentissage des sciences, *Mapmonde* n° 47, juin 2009.

28. Saltiel, Édith. <http://eduscol.education.fr/cid46561/le-cahier-d-experiences.html>

écriture individuelle qui est en jeu, car elle répond à une dynamique de construction collective dans un contexte constructiviste et collaboratif. ²⁹ »

Enfin, on observe une grande hétérogénéité des élèves qui se trouvent en classes d'inclusion scolaire : dans une même classe se rencontrent des enfants qui peuvent écrire et d'autres qui ne le peuvent pas.

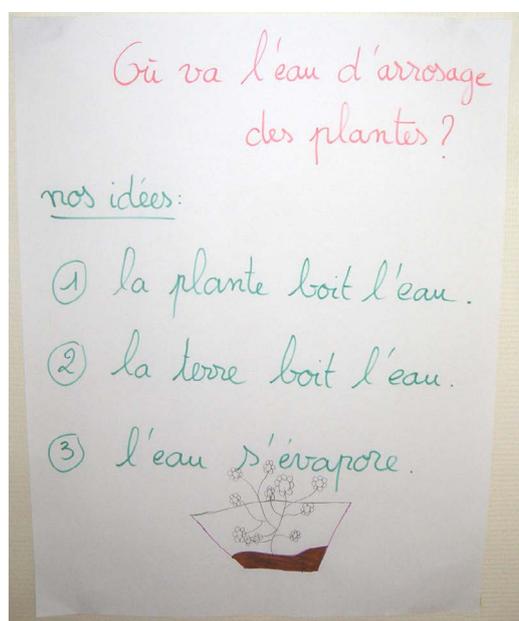
Pour les enfants dont les capacités et modalités d'apprentissage sont très différentes, des supports variés sont proposés par les enseignants, afin qu'ils s'exercent à écrire seuls, en petits groupes ou en groupe classe : tableau de la classe, affiche, cahier individuel, fiche de travail de groupe, feuille quadrillée de classeur ou papier blanc, etc. Les compétences motrices et graphiques sont alors évidemment mises en jeu, ce qui importe particulièrement, compte tenu des conséquences de certains handicaps.

Dessins et schémas : de l'observation à la compréhension

Dans quasiment tous les cahiers de toutes les classes d'enseignement spécialisé, on trouve des dessins ou des schémas d'observation (comme, par exemple, le dessin d'un lombric) ou de compréhension (comme, par exemple, le dessin d'un circuit fermé en électricité).

Certains enseignants déclarent, comme PS : « **Passer d'abord par le dessin avant d'écrire, était vraiment l'adaptation qu'il leur fallait et leur a permis de laisser de nombreuses traces écrites.** » NT : « *Dans le domaine de l'observation, au départ, les enfants regardent mais ils n'observent pas... Ensuite, on a vu un progrès qui nous a étonnés, parce qu'on ne s'y attendait pas, entre le dessin et le schéma ; mais alors, je n'ai pas compris pourquoi ils avaient saisi d'un seul coup la différence entre les deux... Pour le dessin, ils s'embrouillaient, et pour le schéma, ils comprenaient qu'il fallait dessiner la forme générale.* » AD : « *Je pense, par exemple, à F. Je lui ai proposé de dessiner pour lui et c'est lui qui m'a dit ce que je devais écrire, alors que l'année précédente, il me disait : je n'ai rien*

Des formats
d'écrits
différents



à dire... Il y a aussi, quand ils essaient de dessiner, moins de choses "à côté de la plaque". Je me rappelle, par exemple, une petite fille, quand on travaillait sur l'électricité : elle faisait des petites fleurs. Pour elle, il y avait peut-être une relation entre ce qu'elle voyait et ce qu'elle dessinait, mais de l'extérieur ne pouvait pas imaginer que c'était la même chose. Maintenant, quand elle dessine quelque chose, on voit le rapport. »

Pour autant, cela n'est pas toujours simple et CF relate une difficulté qu'elle a rencontrée : « À l'oral, ils me disaient : oui, l'ombre est derrière moi, le soleil est devant moi et à l'opposé ; cela, ils me le disaient entièrement. Par contre, quand ils passaient au dessin, celui-ci n'avait rien à voir avec ce qu'ils m'avaient dit à l'oral. C'était donc ensuite à moi de leur redemander ce qu'ils avaient précédemment dit à l'oral, individuellement, puis de les questionner : "Est-ce bien ce que tu as représenté sur ton dessin ? Non... eh bien maintenant, modifie ton dessin". »

Un petit groupe de travail ³⁰ s'est penché sur la question des dessins et schémas : tous les enseignants étaient d'accord pour considérer l'importance du dessin/schéma pour les élèves. « Il y a pour eux deux aspects à considérer : les procédures et les fonctions. En ce qui concerne les procédures, les enfants commencent par le dessin (ce qui est

29. Catel, Laurence. Écrire pour apprendre ? Écrire pour comprendre ? État de la question, ASTER n° 33 : Écrire pour comprendre les sciences, INRP, 2001, p. 23.

30. Dans le cadre de la journée d'étude HandiSciences du 11 mai 2012.

concret) et finissent par un schéma (ce qui est plus abstrait) : ils dessinent d'abord un sapin avant de dessiner un arbre. On retrouve le cheminement du langage (d'un élément à un ensemble). Le schéma est un objet fondamentalement abstrait. Ce qui est difficile pour les élèves, c'est le processus de mise en abstraction du réel, mais c'est extrêmement important pour structurer le cerveau de l'enfant. En ce qui concerne les fonctions, on note d'abord qu'apprendre à dessiner puis à faire un schéma permet à l'enfant de planifier sa vision du monde (sa pensée, puis ses actes, donc sa propre vie). Le schéma permet la différenciation des objets (par leurs détails). Enfin, la schématisation aide l'enfant à apprendre à reconnaître des codes qu'il rencontre au quotidien, le code ultime étant la lettre. La question est alors de savoir si la lettre est un schéma. On peut dire qu'elle est le schéma d'un son et non d'un objet. »

Affichage et pictogrammes

Pratiquement tous les enseignants utilisent des affiches ; celles-ci sont réalisées par les adultes ou avec le concours des élèves, comme l'indiquent ces témoignages : « *Il y avait toujours une trace écrite, soit au tableau quand on voulait continuer le lendemain, soit sur des affiches (avec des photos), auxquelles je les ai fait largement participer* » (SG). « *Pour les affichages, nous avons toujours le paperboard qui était dans un coin de la classe, qui gardait une trace des séances précédentes.* » (SB) ; « *Quant aux traces qu'on laisse, des traces collectives, on a en général une grande affiche par séance qui résume les points importants* » (AB). « *Et comme ce sont eux qui ont fait les affiches, ils ont pu réutiliser les mots, se rappeler les différents défis qu'on avait menés, remettre en mots les choses (...)* ; *mais c'est moi qui propose les textes* » (AD). En termes d'affichages, « **Je leur ai proposé des écrits sous forme de tableaux, des petits textes résumant les connaissances acquises, des écrits sous forme de pictogrammes ou des étiquettes avec un ou deux mots pour aider à la structuration de la pensée ; les affichages étaient différents selon qu'ils avaient pour but de récapituler les connaissances ou de servir de support et d'aide à la poursuite du raisonnement scientifique** » (NS). « *On notait au cours des séances même ce que disaient les élèves, leurs observations, leurs réflexions, on les notait en direct et on a gardé sur des affichages ce que nous ont dit les élèves* » (PS et ONT). Des fiches de vocabulaire sont parfois affichées ou données à chaque élève.

À noter que certains enseignants utilisent des pictogrammes qui sont soit affichés dans la classe, soit placés dans les cahiers d'expériences de chaque élève. Ainsi une enseignante (MD) indique : « *La mise en place de pictogrammes a été nécessaire pour que les élèves qui ont des troubles du langage oral, comprennent les différentes étapes de la démarche (on observe, on touche – une question est posée – on a des idées – on vérifie par l'expérimentation). Ils structurent la pensée des élèves et compensent leurs difficultés de planification et leurs troubles des fonctions exécutives. Ils structurent aussi les actions des élèves, les faisant d'abord réfléchir, échanger avant d'agir, évitant leur tendance à se lancer trop vite dans des manipulations.* » « *Ils se sont énormément appuyés sur les pictogrammes, ils les investissent très bien. Le fait de laisser les pictogrammes sous leurs yeux leur permet de se repérer* » (EA). Cependant, quelques enseignants disent moins utiliser de pictogrammes dans leur pratique (voire plus du tout), car l'emploi, selon eux, peut s'avérer aussi « plus perturbateur qu'autre chose, en fonction des élèves », leur lecture (décodage) se surajoutant à la lecture du texte, pour les élèves déjà lecteurs.

SCIENCES : LA DÉMARCHE EXPÉRIMENTALE :		
1	ON OBSERVE	
2	ON TOUCHE	
3	ON SE POSE DES QUESTIONS	
4	ON DIT DES IDÉES	
5	ON VÉRIFIE PAR DES EXPÉRIENCES	

Utilisation du cahier de science ou cahier d'expériences

« Les enfants tiennent chacun un cahier d'expériences avec leurs mots à eux ³¹. » À travers ce principe énoncé en 1998, *La main à la pâte* accordait explicitement une place et une valeur à l'expression et à l'activité de chaque enfant. Le « cahier d'expériences » fut l'intitulé choisi par les fondateurs de *La main à la pâte* pour promouvoir cette idée originale : donner un espace et un statut à la parole de chacun, par le biais d'un écrit personnel et sur un objet bien concret. Néanmoins, « une démarche scientifique n'est pas forcément hypothético-déductive. Elle n'est pas forcément non plus expérimentale. Le cahier d'expériences aurait pu s'appeler cahier d'investigation scientifique ³² » .

Un cahier qui valorise

Ce cahier peut être décrit de cette manière : « Ni un cahier de brouillon, dans lequel l'élève écrit pour lui seul quelque chose qui est transitoire et n'a pas à être gardé, ni un cahier « de propre » qui donne le texte du savoir à apprendre, ni un cahier d'exercices, sur lequel l'élève fait les exercices prescrits par le maître à la classe ³³. « Le cahier d'expériences des élèves et le cahier du chercheur ne sont pas très éloignés : dans les deux cas, la formulation, la mise en forme, sont des outils pour avancer, mettre les idées au clair. Cependant, pour l'élève, le processus d'apprentissage des sciences et le processus d'apprentissage des outils langagiers ou formels sont concomitants, alors que le chercheur est censé maîtriser ces outils. Pour l'élève, l'apprentissage porte aussi sur les éléments de la démarche ; le chercheur dispose d'une palette assez large, même si sa recherche en cours l'amène à progresser sur certaines techniques ou modes de pensée. **Le cahier d'expériences est pour l'élève un objet d'entraînement, un outil pour découvrir, identifier, repérer, s'approprier ce qu'est un travail scientifique ; pour le chercheur c'est un outil professionnel ³⁴. »**

Cet outil a donc été introduit assez rapidement dans les classes spécialisées et a été bien accueilli : « Cela a été une joie de recevoir ce nouveau cahier. Ils se le sont approprié très vite » (SG). « *Au début, ils ont trouvé cela un peu curieux, ensuite ils se le sont approprié assez vite* » (FB). « *Le cahier est sous forme de pochette. Certains les feuilletent à chaque fois que l'on fait des sciences alors que je ne leur demande pas de le prendre. Sur les hypothèses, beaucoup d'élèves vont chercher dedans* » (ID) ; « *Ce cahier est très important pour eux car il fait tout de suite référence au thème que nous avons travaillé en le reprenant (...). On prend le cahier d'expérience, pour eux c'est un repère* » (EA). « *Ils étaient très fiers de leur cahier, on l'avait appelé « le cahier du chercheur »...ils ne veulent pas le prêter, ils veulent l'emporter* » (NK). « *Ils s'attachent au côté matériel. C'est leur cahier* » (AC et EM). « *Ils ont été très contents de recevoir ce cahier d'expériences, ils l'ont très bien investi, ça leur a beaucoup plu, il avait le côté ludique, différent de d'habitude, ils ont donc été très enthousiastes* » (PS). Enfin, cet extrait de AD souligne un élément essentiel : « **Retrouver leurs dessins en feuilletant ce cahier leur a donné à tous beaucoup de plaisir en fait. ils se sont dit que, peut-être, leurs dessins avaient une certaine valeur, suffisante pour qu'ils soient collés dans un cahier ; je pense que certains en ont été surpris.** »

Certains enseignants précisent que sur le cahier, il doit y avoir ce que ACD appelle le déroulé : « *On essaie à chaque fois de garder le déroulé de séance avec, à la fin, une sorte de conclusion qui répond à la question et qui est assez simple dans sa formulation.* »

Cependant, il n'est pas toujours facile d'accepter ce fameux « déroulé », c'est-à-dire, par exemple, d'avoir sur le cahier des dessins incorrects. Ainsi, quelques enseignants nous ont expliqué qu'ils demandaient aux enfants de faire des dessins individuels sur des feuilles volantes, discutaient ensuite tous ensemble pour construire « LE » dessin

La trace écrite intermédiaire

31. Principe numéro 5 issu des dix principes de *La main à la pâte*, dans « Enseigner les sciences à l'école maternelle et élémentaire », guide de la découverte, A.S, INRP, MEN, septembre 1999, p. 9.

32. Larcher, Claudine. Réflexion sur le cahier d'expérience, *Mapmonde* n° 24, septembre 2003.

33. Larcher, Claudine. *Ibid.*

34. Larcher, Claudine, Entretien sur le lien entre maîtrise du langage et apprentissage des sciences, *Mapmonde* n° 47, juin 2009.

	SAC 1	SAC 2	SAC 3	SAC 4
Qu'ai-je ressenti ? (C'est comment ?)	C'est mou, rond, chaud	C'est dur, froid	C'est lourd	C'est mou
Qu'est-ce que c'est ?	ballon	ballon C'est de l'eau	caillou	sable
Mon dessin				

qui représentait le mieux l'expérience et c'est ce dessin-là qui était sur le cahier. D'autres enseignants ont rencontré des difficultés, comme en témoignent les extraits suivants : « La trace écrite sur le cahier nous a posé un dilemme : soit on prend tout, on garde tout, ce que j'aime bien, soit on met juste la phrase de fin et un petit problème de statut s'est posé pour ce cahier, en raison des habitudes de classe. En classe, on a un cahier du jour ou un cahier de brouillon. Dans le cahier de brouillon, on fait des essais, on va changer beaucoup de choses. Dans le cahier du jour, le cahier de maths ou le cahier

de français, on a le droit bien sûr de se tromper, de faire des erreurs, on corrige, on barre, on souligne, on remplace, mais, finalement, l'aspect recherche était un peu plus assimilé au brouillon par les élèves et ils avaient du mal à... laisser cette trace de recherche dans le cahier d'expériences : ce cahier, pour eux, était un produit fini qu'on allait feuilleter (...) pour bien montrer ce qu'on sait faire et non notre démarche, nos erreurs, nos difficultés... alors que pour nous, enseignants, cette étape de recherche est aussi importante que les autres... » (SB).

De façon générale, on peut relever que certains élèves de Clis, comme beaucoup d'élèves de classes ordinaires, sont attachés à l'esthétique que devrait revêtir le/un cahier, associée à l'idée de réponse « juste », comme l'évoque ici AD : « Il faut que ce soit fini et beau ; par exemple, l'autre jour, on a repris les dessins et un élève m'a demandé : pourquoi tu l'as collé ce dessin, là j'ai barré ! - Mais rappelle-toi ! C'était dans tes hypothèses... Tu étais en train de chercher... puis, tu as changé d'avis... »

Au cours d'une journée d'étude annuelle ³⁵, un groupe d'enseignants ayant réfléchi sur le cahier d'expériences (son usage, son intérêt, ses exploitations pratiques...) a conclu ce qui suit : « Majoritairement, les enseignants ont vu des évolutions dans les dessins et schémas des élèves, plus compréhensibles, plus représentatifs du réel. Le passage par une verbalisation ou une légende est moins nécessaire. Certains élèves se sont sans doute aussi appuyés sur les dessins de leurs camarades pour faire évoluer les leurs. On y trouve, en dehors de l'écrit, le dessin avant et après l'expérimentation, des photos, des pictogrammes et toutes les phases de la démarche. On y trouve aussi des essais, des erreurs, un ensemble de tentatives et il est noté qu'un travail fait en amont avec les élèves sur le statut de l'erreur évite une interruption dans la démarche des élèves. Le cahier d'expériences est utilisé comme support de la mémoire, comme le fil rouge de la pensée de l'élève ; il permet une valorisation du travail effectué, ainsi que l'appropriation individuelle d'un travail collectif. Les adaptations mises en place autour du cahier concernent d'abord des aides visuelles (photos, pictogrammes), mais aussi des mimes (expression par le geste, les attitudes). **Les modalités d'expression se développent autour de phrases courtes et de reformulation de consignes. L'adulte étaye le travail des élèves de façon différenciée. Enfin, l'outil informatique, et en particulier un logiciel de dessin, compense les difficultés de motricité fine de certains.**

Les élèves ont appris à observer et à se concentrer sur l'objet

Le cahier d'expériences permet aux élèves de structurer leur pensée, de mémoriser la démarche et d'accéder à l'abstraction. Ces compétences sont alors réutilisables et remobilisées dans d'autres champs. Les obstacles rencontrés par les élèves sont principalement le passage à l'écrit et les difficultés résultant de leurs troubles. »

35. Journée d'étude du 11 mai 2012.

Chapitre 5

Vers la construction d'un raisonnement

Avant d'évoquer les effets de l'enseignement des sciences par investigation sur la capacité de raisonnement des élèves à besoins éducatifs particuliers, il semble nécessaire de s'interroger sur ce que l'on entend par « raisonner » à l'école. Différents dictionnaires désignent par raisonner la « faculté d'analyser le réel, de percevoir les relations entre les êtres, les rapports entre les objets, présents ou non, de comprendre les faits ³⁶ ». Le raisonnement est une « opération qui consiste à lier deux propositions pour en former une troisième (ou conclusion), au moyen de règles logiques ³⁷ ». C'est donc un « processus cognitif qui permet d'obtenir de nouveaux résultats ou bien de vérifier la réalité d'un fait en faisant appel soit à différentes « lois », soit à des expériences ³⁸ ». Il s'agit d'acquérir une connaissance plus fine de ce qui est observé et questionné, c'est une « aptitude à comprendre, [...] ³⁹ ». Mais le raisonnement est aussi un ensemble d'« arguments issus d'une réflexion, mis en œuvre dans une discussion et qui ont pour but de convaincre quelqu'un ou de démontrer, de prouver quelque chose ⁴⁰ », c'est-à-dire une compétence langagière et sociale.

À l'école et dans le cadre des activités scientifiques, on peut se demander quelles sont les activités mentales qui s'exercent et participent à l'acte de raisonner des élèves. Rappelons que la science à l'école primaire est avant tout une science qualitative qui ne fait intervenir aucune formule mathématique. Ainsi, débutant majoritairement par des interrogations et des observations, les séances de Découverte du monde ou de Sciences expérimentales et technologie convient les élèves à caractériser ce qu'ils voient à l'aide de mots et/ou de dessins et à se poser des questions. Alors qu'ils recherchent des réponses, ils imaginent et planifient leurs actions futures. Amenés à analyser, comparer et interpréter les résultats qu'ils obtiennent lors de leurs expériences, ils sont encouragés à développer leurs arguments, à ne pas prendre pour argent comptant toute explication, ce qui les conduit progressivement à former leur esprit critique. Il est important que les élèves en situation de handicap comprennent ce qu'ils sont en train de faire. Au fil des séances, les élèves qui avaient du mal à mettre du sens sur les activités proposées saisissent peu à peu la raison des questions et des actions engagées. Ainsi, JH relate : « *ils avaient vraiment l'air de se dire : ah oui il y a une question, parce qu'au début, le sens de la question n'allait pas du tout de soi* ». De même, les élèves d'ACD ont progressivement été en mesure de prévoir qu'ils allaient travailler sur la flottabilité des objets : « **Ils se repèrent plus, oui, ils savent que l'on va parler de flotte ou coule, alors qu'en début de séquence ils ne savaient pas du tout pourquoi ils étaient là et ce qu'ils faisaient... oui, il y a une évolution.** »

Grâce en partie à la manipulation (cf. chapitre 2), à la pratique des rituels (Cf. chapitre 7) et malgré des troubles de mémorisation, les élèves se souviennent des questions posées d'une séance à l'autre. Ainsi, AD met en avant l'intérêt des sciences qui permet à ses élèves de « *garder le fil de ce que l'on veut, de ce qu'on est en train de chercher, de ce qu'on est en train de faire* ».

Les paragraphes suivants mettent l'accent sur quelques-unes des actions exercées en classe de science, représentatives d'un ensemble d'éléments favorisant l'apprentissage du raisonnement.

36. www.cnrtl.fr/definition/raisonnement

37. *Ibid.*

38. fr.wikipedia.org/wiki/Raisonnement

39. www.cnrtl.fr/definition/raisonnement

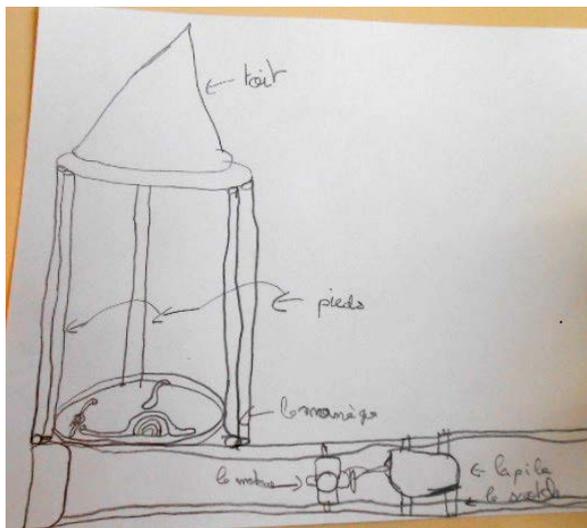
40. *Ibid.*

Observer et faire des liens

Que ce soit en raison de troubles visuels ou de difficultés à maintenir suffisamment longtemps leur attention, les élèves ne sont généralement pas habitués à observer autour d'eux. Cependant, souvent, ils aiment observer. Ainsi EA et SG qui ont étudié une fourmilière déclarent : « Nos élèves ont été très enthousiastes, ils ont développé leur sens de l'observation et peuvent observer la fourmilière pendant des heures. » Or, toute interrogation sur le monde commence très souvent par une observation d'un phénomène ou d'un objet. Ainsi, JH qui a suivi la séquence « l'eau et les plantes » et qui a fait en sorte que les élèves pensent à observer le niveau de l'eau dans les pots, dit : « On est resté au stade de l'observation [...], mais c'était déjà un progrès que [mes élèves] des gamins très agités, très dispersés, aient réussi à observer quelque chose d'assez fin... » Observer est donc possible, oui, mais observer quoi et comment ?

L'observation n'est pas toujours aisée et s'apprend, ce que relève AD : « Ce qui me frappe le plus, c'est peut-être une plus grande capacité à observer, à savoir poser son regard sur et savoir dire ensuite ce que l'on voit », et JH ajoute : « C'était très, très intéressant, la façon dont les enfants se sont intéressés à ce qu'on leur proposait, la manière dont ils ont appris à observer, mesurer, accepter de se réunir pour faire ce type d'activité. »

La capacité à observer a permis aussi aux élèves de mieux se focaliser sur la question posée : « Ils commencent à être plus centrés sur le sujet, à être peut-être plus précis et à faire des comparaisons. Maintenant ils s'autorisent



à dire (ce qu'ils pensent) », relate AD. TD, lors de la séquence sur les lombrics, déclare quant à elle : « On peut voir dans leurs représentations graphiques une évolution entre les représentations initiales et les suivantes : des anneaux, des stries apparaissent... Les élèves ont appris à observer et à se concentrer sur l'objet. » Encore faut-il être capable de représenter ce que l'on a observé, c'est ce qu'évoque CF constatant que ses élèves, lors de l'observation de leur ombre dans la cour, ont été capables de donner oralement une description correcte et précise de ce qu'ils voyaient mais sans toutefois parvenir encore à le dessiner (voir chapitre 4, paragraphe 5).

Les élèves peuvent avoir des idées (voire formuler des hypothèses) à la suite d'une observation et souhaiter les tester ; dans ce cas, ils sont amenés à s'interroger à partir de cette observation. Dans un autre cas, lorsque l'observation est première et précède l'interrogation (par exemple, à l'occasion de l'observation d'une fourmilière, d'un lombric ou encore d'une ombre dans la cour), les élèves sont progressivement amenés à réfléchir à ce qu'il est important d'observer, ce qui n'est pas spontané : pensons à ces enfants qui, au début de la séquence « le Soleil et nous », dessinent leur ombre sans qu'elle soit reliée à leurs pieds.

Alors qu'en général l'une des difficultés des élèves – et plus particulièrement des élèves en situation de handicap – est de faire des liens entre les connaissances qu'ils acquièrent et leur quotidien, on a pu remarquer qu'au travers des séances de science, ces élèves se sont ouverts au monde extérieur et ont mis en correspondance leurs savoirs nouveaux avec leur environnement. Ainsi, SB qui travaillait avec ses élèves sur la construction d'un manège électrique raconte : « Pendant qu'on était en train de construire le manège, la fête foraine s'est installée à Villefranche. Tous les enfants sont allés faire du manège et sont revenus avec des idées : "On voudrait faire un manège comme ci, comme ça, un manège comme le train fantôme, mettre un moteur dans un wagon"... Concernant l'électricité, ils sont tous revenus avec une petite anecdote de la maison ou de la famille sur les

S'interroger
sur les objets au
quotidien

dangers de l'électricité » et « cela a été flagrant sur le sujet de la transmission de mouvement [...] Quand on s'est intéressé aux engrenages et à la transmission par courroie, un élève a dit avoir démonté une voiture à friction qu'il avait chez lui. "Eh bien dedans, il y a des engrenages, comme ceux qu'il y a à l'école, je ne savais pas, je ne l'aurais jamais pensé" », a-t-il dit. Il est vrai que cela les a amenés à s'interroger pas mal sur les objets du quotidien. » De même, suite au travail sur la boussole, AB remarque : « Maintenant, dans tous les moments de langage, ils rebondissent, ils s'interrogent davantage, le monde ne leur est plus extérieur. » « Les élèves faisaient des liens avec ce qu'ils avaient vécu, ce qui leur permettait de formuler des hypothèses très pertinentes », nous dit aussi EB, dans le cadre d'un travail sur la flottabilité des objets, et elle ajoute : « Le fait de faire du lien avec leur expérience personnelle, est une chose que je n'avais pas trop vue auparavant et qui nous semble souvent difficile pour ces élèves ; alors que dans ce contexte d'activités autour de "coule ou flotte" (on y teste la flottabilité de divers objets), un élève a pensé aux fontaines au fond desquelles on a jeté des pièces de monnaie et un autre a fait des liens avec ses jeux de ballons : "Quand on joue au ballon avec papa, le ballon reste sur l'eau". »

Autre exemple, sur le sujet de la classification du vivant, FB déclare : « Maintenant, je pense qu'ils ont admis que l'espèce humaine faisait partie du grand ensemble des animaux. Finalement, on a vu tout ce qui nous rapprochait effectivement des animaux, tout ce qui était pareil. Et vu le nombre de choses identiques, on n'a pas pu faire autrement que de se placer dans l'ensemble des animaux. Mais cela n'a pas été facile à admettre et cela, on le rencontre chez n'importe quel gamin, handicapé ou non. »

Certains enseignants ont insisté, non pas uniquement sur l'existence de liens entre la science et la vie quotidienne, mais aussi sur l'utilisation des analogies, comme l'indique MDR : « En ce qui concerne la difficulté de raisonnement, il est parfois possible de raisonner par analogie avec ce qu'ils connaissent, de décomposer certains raisonnements en toutes petites étapes en multipliant les manipulations. »

Le travail réalisé en science a pour AD un autre avantage : « Cela les fait travailler avec une souplesse d'esprit dont on a besoin dans tout apprentissage. » Selon elle, les élèves prennent conscience de ce qu'ils sont en train de faire pendant leur activité et, comme le dit également EB : « ...au moment des synthèses, ils prennent conscience de leur travail et de ce qu'ils ont appris. »

Manipuler, expérimenter, tâtonner et accepter de se tromper

Beaucoup d'exemples ont déjà été donnés dans le chapitre 2, cependant, EB insiste ici sur un élément particulier qu'elle appelle la phase d'abstraction ; elle explique : « Les élèves ont une démarche dans laquelle ils ont envie de faire des propositions pour voir si elles sont justes ou non. Par exemple, le verre en plastique flotte, il faudrait faire des trous pour voir s'il coule ou pas et ils ont détruit tous les verres de la classe ! Au départ, la seule chose qu'ils voulaient

**Acquérir
une rigueur
expérimentale**

faire, c'était manipuler, mettre les mains dans l'eau, mais ensuite ils acceptaient bien le fait de formuler des hypothèses et le fait que l'on puisse confronter ses propres idées à la réalité. » SB : « Et c'est une démarche que je trouve très adaptée aux élèves en situation de handicap qui ont des problèmes d'abstraction justement et qui peuvent, grâce à elle, avoir une phase de manipulation où on va vraiment vivre les choses, les

ressentir et les essayer et, dans un deuxième temps, une phase d'abstraction où l'on va garder une trace, avec des photos, des dessins, des schémas pour revenir sur ce qui a été vu. » Ainsi, les élèves de EB ont pleinement réalisé qu'un objet comportant des trous ne permettait pas de transporter de l'eau sans en perdre.

Les démarches d'investigation en science conduisent les élèves à avancer et reculer dans leur cheminement et surtout à prendre conscience de la nécessité de ces va-et-vient. Ce qu'ils considèrent habituellement comme une erreur

dans un autre champ d'apprentissage est ici source d'enrichissement et de progrès. MDR qui travaille sur la notion de circuit électrique avec ses élèves, dit : « **On imagine un circuit, on le fait, on voit que cela ne fonctionne pas. On a beaucoup travaillé les raisons du non-fonctionnement de l'expérience [...] et on a vu qu'il fallait vérifier un certain nombre de paramètres avant de conclure que le montage était faux.** » ACD ajoute que « *l'intérêt de la recherche, de l'expérimentation, [ce sont] les essais/erreurs qui permettent de déconstruire des représentations : quand l'élève teste à partir de son idée, ce n'est pas le maître qui affirme, c'est l'élève qui les déconstruit seul, ce qui [lui] permet ensuite d'en élaborer de nouvelles* ».

De nombreux enseignants spécialisés utilisent l'erreur au quotidien comme point d'appui pour faire progresser leurs élèves. Ainsi ACD relate : « *C'est aussi dû au travail qui est fait à côté, on n'arrête pas de dire que, de toute façon, c'est normal de faire des erreurs et qu'on apprend en faisant des erreurs ; les sciences participent de ça* » et NS précise : « *J'ai beaucoup travaillé sur le statut de l'erreur, de façon qu'ils ne soient pas dévalorisés lorsqu'ils échouent à un travail, et je leur ai vraiment montré que l'erreur, c'est ce qui nous permettait d'avancer. Les élèves n'ont donc plus d'inquiétude par rapport à une hypothèse erronée ou à une erreur, au contraire, ils apprennent à avancer.* »

Acquérir une méthode et des habitudes de travail pour penser

Les enseignants sont nombreux à dire que leurs élèves ont construit des stratégies qui s'appuient sur les compétences qu'ils ont développées dans le cadre de l'enseignement des sciences. Ainsi, CdSM témoigne que ses « *élèves sont entraînés à cette démarche depuis longtemps. Ils ont appris à formuler des hypothèses, faire le bilan d'une expérience, se poser d'autres questions à la suite de ce bilan* ». Cela a été pour les élèves de MDR « *l'occasion de clarifier, de construire une démarche d'analyse des résultats* ». ACD précise : « *Les élèves commencent à intégrer cette démarche de formulation d'hypothèse, de test pratique, de mise en évidence des résultats obtenus et interrogation sur ce que l'on peut faire ensuite.* »

Un des problèmes importants qui se présente assez souvent lorsque l'on fait des sciences expérimentales est que, lorsque l'on veut tester un facteur, on doit ne faire varier qu'un paramètre à la fois, tous les autres étant maintenus constants. Ce n'est pas facile ⁴¹, comme l'indiquent de nombreux travaux. Or, la séquence « l'eau et les plantes » a la particularité de traiter de ce problème, comme le souligne SB qui l'a réalisée : « *La première année, on s'intéressait non pas aux connaissances, mais au protocole expérimental, à la démarche expérimentale en sciences, aux compétences transversales. Parce que les connaissances touchant à l'eau qui s'évapore et à la plante qui boit l'eau, ils les avaient déjà tous un petit peu en arrière-plan, mais, en revanche, il y a vraiment eu un gros apprentissage concernant tout ce qui consistait à mettre en place des expériences pour montrer ce qu'on sait. Une séquence comme l'eau et les plantes demande tellement de rigueur expérimentale pour arriver vraiment à une conclusion indiscutable, qu'elle a été très formatrice. Les élèves qui sont là depuis trois ans et qui ont vécu cette séquence ont acquis une rigueur, une méthode de travail au sein du protocole expérimental.* »

**Vérifier
un certain nombre
de paramètres avant
de conclure**

Cet aspect lié à la méthodologie est sans conteste important, car il permet d'aboutir à une conclusion valide. Tâtonner, faire des essais et observer si cela « marche » ou non est une bonne stratégie, à condition d'avoir une exigence méthodologique qui permettra d'arriver à une conclusion cohérente. Cela suppose que des essais non aboutis ne soient pas vécus par les élèves comme des fautes, voire des échecs et, au contraire, les incitent à confronter les

41. Flandé, Yves. *Tests d'hypothèses et mesures en CM1*, Grand N n° 71, 2003, p. 91- 104. Flandé, Yves. « Protocoles expérimentaux, tests d'hypothèses et transfert en sciences à l'école primaire ». Thèse, Université Paris 7, 2000.

différents points de vue et résultats, tout en acceptant de s'être éventuellement trompés. C'est ce qu'expriment bon nombre d'enseignants, comme le remarque MDR : l'élève ne se sent « *pas forcément responsable du fait que cela ne fonctionne pas* ». « **Ils ont compris qu'ils avaient le droit de manifester son ignorance, qu'ils pouvaient poser des questions** », dit AB, et « **accepter, lorsque l'on émet des hypothèses, qu'elles ne soient pas validées et comprendre que cela ne veut pas dire que l'on a mal fait** » renchérit EB. La connaissance scientifique avance de la sorte par réfutations successives : ne pas valider une hypothèse apporte au moins autant que la valider.

Organiser et planifier ses actions

Avant que les élèves n'agissent, les enseignants les interrogent sur les idées (ou hypothèses) qu'ils ont pour répondre aux questions qui se posent. Souvent, ceux-ci ne sont pas capables de dire un mot. Pourtant, là encore, les enseignants indiquent qu'ils ont constaté une évolution sensible, comme le rapporte EA : « *... ils ont progressé en matière d'idées, parce que pour eux, au début, avoir des idées n'allait pas de soi, surtout avec des objets qu'ils ne connaissaient pas et un domaine dont ils n'étaient pas très familiers.* »

Une certaine capacité à décider soi-même

C'est au travers d'activités (manuelles ou mentales) renouvelées d'une séance à l'autre que les élèves deviennent progressivement capables de planifier leurs actions et ainsi de construire leur réflexion. Alors que certains de ses élèves ont des troubles de l'organisation de la tâche, EA remarque :

« *Je pense que cela fait travailler la planification, puisqu'on suit les étapes et que, à chaque séance, ce sont les mêmes étapes. C'est vrai qu'ils ont souvent besoin de choses assez ritualisées, assez balisées.* » Elle ajoute : « *Je pense que cela avait plus de sens pour eux, au fur et à mesure qu'on avançait dans la séquence. **Au début, entre le vocabulaire qu'ils ne comprenaient pas et les dessins qu'il fallait réaliser, pour certains dyspraxiques qui ont des difficultés, cela faisait beaucoup de choses, ajouté à des problèmes de planification, mais, petit à petit, on sent que cela se construit.*** » Pour les élèves de MDR, des habitudes se mettent en place peu à peu : « *Mon objectif est d'arriver l'année prochaine ou l'année suivante à une certaine autonomie et une certaine capacité de décider par eux-mêmes la façon de procéder quand on fait des sciences.* »

Alors qu'ils organisent peu à peu leurs actions, les élèves apprennent aussi à faire des choix et à ne répondre qu'à un problème à la fois. AD indique ainsi : « *... Je pense que ce qui les aide beaucoup, c'est de se dire que, dans toutes les questions que l'on se pose, il n'y a que celle-là dont on s'occupe et tout le reste on le met de côté.* »

C'est ainsi qu'au fil des différentes séances de sciences, dans le champ de la physique comme dans le domaine des êtres vivants, les élèves ont construit tranquillement de réelles compétences d'observateurs, ont relié leurs apprentissages en classe à leur environnement quotidien, ont appris à planifier leurs actions avec rigueur et à dégager des conclusions pertinentes de leurs résultats. Cependant, ces activités cognitives, d'après les enseignants, sont parfois longues à construire. Ainsi, MDR remarque : « *Pour certains enfants, c'est extrêmement difficile d'émettre une hypothèse, de la vérifier même. Et aussi, ils ont des problèmes de représentation, en tant que capacité à se faire une image mentale.* » JH ajoute : « *Ce sont des enfants qui ont des problèmes de concentration énormes, des problèmes d'attention, c'est un des éléments de leurs troubles d'apprentissage.* » Pourtant, en dépit de ces difficultés, ils ont su regarder avec précision, aller au bout de leur activité et répondre aux questions qu'ils se posaient, la science étant au centre de leur attention.

Chapitre 6

Des adaptations fondées sur des choix

Les adaptations mises en place par les enseignants pour rendre les apprentissages accessibles à tous les élèves sont diverses. Les adaptations matérielles viennent à l'esprit en premier lieu, mais, même si elles sont indispensables pour que certains élèves puissent apprendre, elles ne sont pas les seules nécessaires. Une diversité de réponses pédagogiques proposées par les enseignants a été mise en évidence et est illustrée dans les témoignages suivants.

Adaptations matérielles

Les adaptations matérielles sont conçues et réalisées en réponse aux besoins éducatifs particuliers de chaque élève ; elles font partie du quotidien de la pratique pédagogique des enseignants participant au projet HandiSciences et ce, quelle que soit la discipline enseignée. Multiples, ces adaptations peuvent prendre des formes très différentes selon la nature du handicap ou des difficultés que rencontrent les élèves, comme l'indiquent les témoignages recueillis.

Un espace de travail organisé pour tenir compte des élèves peut être une première adaptation matérielle. Certaines séances commencent par un aménagement de la salle ou par le déplacement vers un lieu particulier pour les sciences : « *Il y a eu changement de salle, changement de disposition des tables, on allait chercher les chaises ailleurs* » (NT). Ou encore, comme l'indique SB : « *Donc je leur disais : "Rangez tout, c'est le moment des sciences, on règle le timer" ⁴², je sors la caisse de sciences", et là, on se retrouvait un peu comme sur une paillasse toute vide avec le matériel spécifique aux sciences... »*

Un matériel de sciences adapté

Pour des élèves qui ont des troubles moteurs, praxiques ⁴³ ou visuels, un matériel de sciences adapté est indispensable : « *J'utilisais des fils de couleurs différentes, car, sinon, les élèves ne s'y retrouvaient pas (dyspraxie visuelle) et ne voyaient pas le parcours dans chaque partie du circuit* » (PS).

« *J'ai acheté de grosses ampoules pour montrer aux élèves où était le culot.* ». « *On a fait un montage, dans une grande salle où les élèves pouvaient se déplacer et mettre des ficelles (à la place du fil électrique) sur une ampoule dessinée d'un mètre de long ; ce qui permettait aux élèves dyspraxiques de placer la ficelle avec de la Patafix au bon endroit sur l'ampoule* » (ACD). Ceci était fait avant la séquence pour tester les connaissances préalables des élèves. Cet aménagement a permis en particulier à un élève qui ne pouvait ni tenir debout (ses jambes s'agitaient en permanence) ni tenir des objets (ses bras ayant aussi des mouvements incontrôlables) de participer. Cet enfant, installé dans une sorte de youpala (trotteur), indiquait avec ses pieds où il fallait, selon lui, mettre les fils pour que la lampe brille. Trois semaines après la séance, on s'est aperçu que cet enfant a été capable d'indiquer le montage correct à réaliser dans cette grande salle.

Certains élèves ont de grandes difficultés à écrire ou ne sont pas en mesure de tenir un crayon ou un stylo, d'autres ont besoin de beaucoup de temps pour tracer un mot sur une feuille. Tous dépensent une énergie très importante dans l'activité d'écriture, ce qui ne leur permet plus d'être disponibles pour réfléchir. L'ordinateur devient alors une adaptation matérielle qui donne la possibilité d'écrire sans épuisement, avec un résultat de qualité quant à la présentation. Profitant des nombreuses possibilités qu'offrent les logiciels de traitement de textes, les enseignants peuvent ainsi proposer à leurs élèves des documents aux présentations variées, prenant en considération les troubles

42. Minuterie qui permet à l'élève de visualiser le temps qui passe et le temps qui reste, ce qui l'aide également à réguler certains troubles de l'attention ou du comportement.

43. a dyspraxie étant la manifestation d'une difficulté ou d'une impossibilité à automatiser les enchaînements moteurs qui se déclenchent normalement à l'évocation d'un but. (<http://www.integrascol.fr/fichemaladie.php?id=69>)

visuels de certains (espacement des caractères ou des lignes, taille et police de caractères, couleurs des lettres ou des lignes, disposition différente des informations dans l'espace de la page, etc.) De plus, des espaces précis peuvent être réservés pour que l'élève écrive et ne se focalise que sur la réponse à la question posée, comme « l'utilisation du mode « formulaire ⁴⁴ », pour aider les élèves à visualiser, à se concentrer sur le travail en cours.

Certains organisent les textes et les illustrations dans leurs documents, afin de les rendre accessibles aux élèves : « *Préparation des exercices papier* (agrandissement pour ménager de l'espace sur la feuille comme à l'ordinateur ⁴⁵) » (PS). « *Pour certains, je mettais des étiquettes qui représentaient les objets* (les élèves n'avaient plus qu'à coller l'étiquette) » (EB), « *des feuilles support pour les élèves où ils avaient seulement, finalement, les éléments essentiels de l'expérience* » (SB). Différents matériels facilitent l'accès aux documents : « *Des caches fabriqués pour focaliser la lecture de l'élève sur une partie du texte, des règles avec antidérapant pour les maintenir en place, beaucoup de bricolage, parfois au dernier moment, du scotch repositionnable* (existe en jaune fluo) *permettant de colorer comme un surligneur sur le document un mot ou une phrase* » (PS). **Ainsi, que ce soit avec des documents papier ou à l'ordinateur, l'objectif est de centrer les élèves sur l'activité intellectuelle, de l'alléger de la tâche matérielle qui est compliquée et de rendre les écrits compréhensibles.**

Des supports visuels pour structurer les connaissances

L'utilisation de supports visuels, qu'ils soient individuels ou collectifs, est aussi une adaptation qui facilite l'accès, la compréhension et la structuration des connaissances. Ainsi, « *j'ai fait un support écrit collectif sur lequel on s'appuie pour pouvoir relancer la séance, en fait. [...] C'est un portfolio avec des photos et un texte que j'ai écrit. L'idée est de faire exactement la même chose pendant la prochaine séquence sur les aimants, sauf que ce sont les enfants qui feront, eux, les textes* » (ACC). Toutes les formes écrites sont proposées, afin que chaque élève dispose de celle qui lui convient le mieux : « **Il s'agit de favoriser plusieurs sortes de présentations : tableaux, dessins, photos, expériences, pour que chacun s'approprie ce qui lui va le mieux** » (BP). D'un point de vue individuel, le passage par la photographie de l'expérience réalisée permet de conserver une mémoire précise : « *On a fait des expériences en prenant des photos* », « *On s'est beaucoup servi de photos cette année, parce qu'on faisait des expériences, on regardait...* » Avec les êtres vivants, il semble que les photographies (en général recherchées sur Internet) soient une bonne adaptation. C'est ce qui s'est passé avec FB qui étudiait le lombric : « *On a utilisé aussi des photos sur Internet, pour avoir l'animal bien grossi et qui ne bouge pas trop.* » De même, lorsque les élèves ont cherché à montrer la diversité des humains, l'enseignante a été obligée d'aller chercher des photographies dans des journaux : « *Dans ce cas, on voulait justement montrer la diversité des humains, ils étaient tous pareils ou tous différents, et il y avait un seul groupe à distinguer* (les adultes des enfants) (parmi les photos de la classe), *il n'y avait que des visages connus, on donc a pris des photos dans différents journaux* » (JH).

Rituels de début de séance

Les adaptations qui interviennent en début de séance et qui seront reproduites au fil des séances correspondent à des rituels qui prennent différentes formes, collectives : « *Nos séances commençaient toujours par un moment collectif* » (MB) ou individuel et se déroulent selon différentes modalités. « *On rappelait toujours ce qu'on avait fait et ce qu'on avait analysé et pourquoi... Toujours un rappel avec le plus de matériel possible* » (NT). D'autres enseignants choisissent d'installer le matériel, de replonger les élèves dans les cahiers d'expériences ou de s'appuyer collectivement sur les affichages précédents : « *Le début de séance, c'est ce qu'on se rappelle avoir vu ou observé ou appris la fois précédente. C'est un petit récapitulatif collectif du point où l'on en est* » (FB); « *Chaque séance était finalement un*

44. Ce mode propose des documents dans lesquels seules des espaces déterminés par l'enseignant sont accessibles à l'élève : soit pour écrire un mot ou une phrase, soit pour choisir dans un menu déroulant qui propose plusieurs choix de réponses.

45. Il s'agit ici d'augmenter l'espace entre les lignes et entre les mots, d'aérer les informations pour mieux les repérer.

peu guidée par la précédente. Donc on reprenait toujours la séance précédente pour dire voilà où on en est, voilà ce qu'on a appris, voilà les problèmes qu'on rencontrait au début, voilà ceux qu'on a résolus, voici celui qu'on va essayer de tenter de résoudre aujourd'hui » (SB). Une activité individuelle est parfois proposée, occasion pour chaque élève de refaire l'expérience passée, mais aussi pour l'enseignant de mesurer le chemin parcouru par chacun : **« En début de séance, il y avait un temps de rappel oral de la séance précédente, puis les élèves refaisaient ce qui avait été fait avant, individuellement, ce qui me permettait ainsi d'évaluer si c'était compris »** (PS). Dans tous les cas, il s'agit d'aider les élèves à entrer dans l'activité, à se mobiliser, à se souvenir et à réactiver leurs connaissances. »

À noter que cette pratique des rituels est aussi mise en œuvre dans les classes dites ordinaires, soit en direction de toute la classe, soit à destination de petits groupes seulement (élèves à besoins particuliers). Les professeurs ⁴⁶ ont observé que ce dispositif aidait les élèves les plus fragiles à entrer dans les apprentissages et/ou se remobiliser plus efficacement dans la séance suivante (dans le cadre d'une séquence suivie sur un sujet donné).

Comprendre par l'activité corporelle

Le passage par une activité corporelle peut aussi aider certains élèves à mieux comprendre. Ainsi, que ce soit pour suivre le chemin de l'électricité ou pour se déplacer comme un lombric, l'élève qui mime intériorise mieux la notion : *« ... les premiers mimes, c'était : on rampe avec les mains comme un GI (militaire américain) qui avance et puis, petit à petit, on s'est rendu compte que non, le ver de terre n'avait pas de main ou de bras, ni de jambe ni de pied. Donc, je pense qu'ils ont compris à ce moment-là la difficulté d'avancer dans ce genre de situation. D'où la question : "Comment faire ?", car on n'avancait pas son corps complètement, mais on avançait d'abord une partie (du corps), puis on poussait : voilà c'était le déplacement du ver de terre »* (FB). Ce sont aussi parfois des objets quotidiens qui aident à l'apprentissage : *« On a cherché des objets qui pouvaient nous aider à comprendre le déplacement [du ver de terre]. On a trouvé un objet, un tuyau souple, qui nous a permis de comprendre »* (FB).

Rôle et accompagnement des adultes présents en classe

Le positionnement et certaines actions de l'adulte (enseignant ou AVS) sont en soi des adaptations et permettent aux élèves d'apprendre. Elles sont autant de façons d'accompagner les investigations des élèves. **L'adulte peut écrire ou dessiner en suivant les consignes données par l'élève : « C'est l'AVS qui a pris en charge le dessin, elle a dessiné ce qu'il lui disait de dessiner »** (FB). **Il peut aussi rendre visible l'objet d'étude en le plaçant dans le champ de vision de l'élève ou ramener son attention lorsqu'il a des difficultés à rester concentré : « Il a des problèmes d'yeux, mais il ne se sert pas du tout de ses yeux. Donc, il faut vraiment le ramener sur ce qu'il y a à voir, sur ce qu'il y a à regarder, sur ce qu'il y a à observer »** (FB).

Souvent, la présence bienveillante et attentive de l'adulte, qui encadre et parfois recentre, suffit pour que l'élève se mette au travail : *« Certains de mes élèves ont des capacités cognitives, mais ont besoin d'être accompagnés pour suivre la démarche sans se laisser parasiter par d'autres facteurs (par exemple affectifs...), d'autres ont besoin d'être accompagnés sur le plan affectif, mais aussi cognitif »* (AD). Enfin, l'adulte peut aussi mettre des mots sur ce qui est en train de se passer, formant alors un véritable étayage à la construction des apprentissages. Ainsi, la verbalisation de l'adulte aide les élèves à se souvenir, comprendre, structurer ou prendre conscience du cheminement de leur



46. En référence à une expérience du centre pilote *La main à la pâte* de Mâcon-Sud.

pensée, mémoriser : « Les temps d'étayage verbal étaient très importants pour bien se représenter ce qu'on faisait (mise en mot de ce qui est en train d'être fait), compte tenu de leurs difficultés d'organiser leurs idées, leurs actions et de planifier leur tâche. Ils avaient toujours besoin d'un étayage verbal et du rappel des étapes. [C'était aussi] un temps d'imprégnation pour chacun. » C'est, enfin, « pour dire ce que l'élève est en train de faire, pour mettre des mots sur son action et la resituer dans l'ensemble de la réflexion » (PS). La verbalisation de l'adulte peut aussi remplacer la parole de l'élève qui ne peut oraliser : « J'ai trois enfants qui sont non-lecteurs et souffrent en plus de grosses difficultés de langage : il y en a un, il ne peut dire à peu près que oui et non ; dans ce cas, il faut orienter ses questions, mais sans trop les orienter sinon c'est moi qui fais tout le travail » (FB).

L'adulte a également un autre rôle : inciter les élèves à travailler ensemble, à écouter les arguments des autres, faire en sorte que des enfants performants et des enfants en difficulté puissent travailler ensemble et former des équipes complémentaires où chacun a un rôle et une place

Répartir les tâches dans le groupe

(cf. chapitre 3). « Quelques élèves ont des troubles envahissants du développement et, eux, au niveau affectif, ont eu beaucoup de mal avec leur ombre, à considérer leur ombre comme un objet d'étude. (...) Je les ai mis en partenariat avec d'autres pour observer et pour aider... Ils ont observé les autres faire » (SB). « L'élève le plus mature validait les réponses des autres (plutôt que de les donner). » Les enseignants font ainsi des choix précis dans la constitution des groupes : « [J'ai fait attention à] mélanger les élèves, ne pas mettre les mêmes niveaux ensemble, à faire des couples complémentaires. [Cela permet de] les valoriser mutuellement, tous devront intervenir. [Je dois] tenir compte des personnalités ou des compétences pour regrouper les élèves, utiliser le plus grand (performant et le plus âgé aussi) comme tuteur, ce qui le valorise, compte tenu de sa mauvaise image de lui » (PS). « On reprenait la méthode à chaque fois : question posée, émission d'hypothèses, mais rien d'écrit, car ils ont tous des problèmes de graphisme. On le faisait tous ensemble sur la table centrale, avec une feuille commune pour noter toutes les idées, avec le nom de celui qui l'avait proposée. Puis venait le temps des essais de ce qui avait été noté, cela permettait de vérifier ce que chacun avait prévu de faire. Puis sur une autre grande feuille, à nouveau tous ensemble, on faisait la trace écrite de ce qui avait été fait » (PS).

Adaptation du contenu des séances

Avant qu'elles ne soient présentées aux enseignants, les séquences du projet HandiSciences constituent déjà une adaptation aux élèves auxquels elles sont destinées. Elles ont en effet été réfléchies et conçues pour permettre une mise en œuvre aisée et répondre aux besoins éducatifs particuliers et variés des élèves. Certaines ont été revues et remaniées après expérimentation en classe. Ainsi, le nombre restreint de séances, le déroulement similaire de chacune d'elles, la précision des consignes et des tâches attendues, la présence d'expérimentations, les connaissances scientifiques simples, essentielles et clairement exprimées sont autant d'éléments qui ont été prédominants dans la rédaction. Mais ce premier travail n'a pas pour objectif de figer les séances : **les séquences sont au contraire mises à disposition des enseignants pour que chacun se les approprie et les adapte à son groupe d'élèves.** « Ça

Séquences mises à disposition des enseignants

me permet de prendre du recul avec la séquence, de l'appliquer avec les élèves, de l'adapter par moments, en fonction de ce que les élèves en font » (SB).

Ainsi, la plupart des enseignants ont multiplié par deux le nombre de séances proposées initialement, chacun reconnaissant qu'il est important de prendre en compte le rythme de chaque élève. Nombreux sont ceux qui ont besoin de prendre leur temps et de ne pas se sentir pressés : « On a mis du temps avant d'arriver à dessiner réellement ce qu'on voyait. » Il importe aussi de revenir sur le sujet plusieurs fois à des moments différents : « On prend en photo, puis on laisse le temps de digérer deux/trois

jours et ensuite on reprend les photos » (FB). Ainsi « 5 séances avaient été programmées, mais 9 séances ont été faites réellement. Les séances ont été coupées en deux, avec une séance sur la question, le recueil et le protocole. Puis la suivante sur l'expérimentation, l'analyse des résultats et la trace écrite » (MS). Certains ajoutent des activités : « C'était difficile, parce que les sciences, déjà, ils ne connaissent pas. C'était complètement abstrait, on a donc démarré sur beaucoup d'activités de langage autour des sciences » (NT). « Pendant les séances décrochées, on a appris à dessiner une pile, une ampoule, non pas avec les schémas officiels (sauf pour l'élève le plus grand), mais avec un travail sur l'observation des objets à représenter » (PS). La forme et la rigueur, la précision des notions abordées et le niveau avancé de détail dans le déroulement des séances proposées sont aussi une adaptation, mais elles sont destinées aux enseignants. Ainsi, NT a été capable de modifier la séquence sur l'eau et les plantes, en suivant pas à pas le cheminement de ses élèves dans la construction de leurs apprentissages.

Certaines séquences⁴⁷ ont été fortement modifiées, tout en conservant les mêmes objectifs de connaissances. « Sur la séance "Flotte ou coule", on n'a pas fait la séquence telle qu'elle a été proposée par La main à la pâte parce que c'était beaucoup trop compliqué » (AC). Ou encore : « On a changé, parce qu'on avait pris le modèle proposé et on a vu que c'était trop compliqué, rien que pour la première expérience, il y a déjà quatre choses à analyser en même temps, ce n'était pas possible. **On a donc vraiment tout décomposé, c'est pour cela qu'on y a passé beaucoup de temps, on est arrivé au bout quand même, mais on a tout modifié et c'est très bien** » (NT).

Besoin de temps

Pour conclure, il ressort de ces cinq années d'expérience que l'enseignement fondé sur l'investigation préconisé par La main à la pâte peut lui-même être considéré comme une adaptation. En effet, les différents moments suggérés par la démarche permettent, par leur reproduction au fil des séances, de structurer les apprentissages des élèves et de les consolider : « Le fait de manipuler, de schématiser et de verbaliser les a aidés à mémoriser le lexique et les notions. La succession de ces trois actes et le fait de varier les moyens de présentation permettent de s'approprier les notions » (BP).

*Exemples concrets d'aménagements de l'écrit proposés à des enfants ayant des troubles spécifiques des apprentissages et du langage (notamment les enfants dyslexiques et dyspraxiques), mais également utiles à des enfants en difficulté au moment de l'apprentissage de la lecture.

Une partie de l'apprentissage de la lecture consiste à apprendre à contrôler son regard sur la page et à prendre les repères pertinents. Le succès de cette entreprise dépend à la fois de la maturation cérébrale et de l'apprentissage proprement dit. Les propositions d'aménagement qui suivent visent essentiellement à supprimer ou amenuiser certaines difficultés :

- Séparer au maximum le texte des images, tableaux, cartes, afin que l'enfant n'ait pas besoin d'extraire mentalement d'un ensemble de données annexes la partie dont il a besoin.
- Prévoir une police de taille suffisante (16 à 18), afin de rendre les caractères bien saillants et contrastés.
- Renoncer à chaque fois qu'il est possible à l'écriture italique qui, parce qu'elle modifie l'aspect visuel des caractères, ralentit la collecte d'information (on peut entraîner à lire les élèves en changeant la typographie à d'autres occasions).
- Choisir des polices standards qui ne déforment pas les lettres, telles qu'elles ont été apprises initialement par les enfants (Arial, par exemple) et qui ne proposent pas de caractères trop différents de ceux de l'écriture cursive, plus difficiles à traiter.
- Agrandir l'espacement entre les lignes (passer à 1,5), pour éviter que l'enfant ne saute d'une ligne à l'autre sans s'en apercevoir.
- Justifier le texte à gauche seulement et non à droite, pour ne pas faire varier l'espacement entre les lettres et les mots et pour ne pas couper le mot en fin de ligne, alors que l'enfant n'est pas encore capable de savoir que le mot est tronqué.

47. En référence à une expérience du centre pilote La main à la pâte de Mâcon-sud.

Chapitre 7

Des liens avec les classes ordinaires

L'un des objectifs des enseignants de Clis et d'autres classes d'élèves à besoins particuliers (Erea, IMP) est de réussir une inclusion partielle ou totale de leurs élèves dans des classes ordinaires. En Clis, par exemple, un certain nombre d'élèves sont inclus dans une classe ordinaire au moment de l'EPS (Éducation physique et sportive), des arts plastiques, de l'histoire et géographie ou, encore, (mais c'est plus rare), de science.

Ces inclusions ne sont pas toujours faciles à réaliser ; à l'évidence, ces élèves ont des difficultés que l'enseignant de classe ordinaire ne peut pas toujours prendre en charge, en raison de l'effectif de sa propre classe ou tout simplement parce qu'il ne réalise pas bien la nature des difficultés de cet (ces) élève(s). Même si un enseignant de classe ordinaire constate une difficulté chez l'un des élèves inclus, il ne sait pas toujours comment y remédier et donc l'aider. Par ailleurs, il arrive que des élèves de classe ordinaire admis en Clis aient peur de retourner en classe ordinaire, s'étant sentis rejetés ou trop en difficulté. Dans le même ordre d'idées, on constate, comme le dit SB, que « *même si le dispositif de Clis (présent dans l'école depuis 7 ans) est bien identifié par les élèves, les enseignants et les parents, son image reste celle d'une classe pour enfants "très handicapés", comme peuvent le dire certains parents du quartier, réticents à l'idée que leur enfant aille dans cette Clis en particulier. Un des axes de travail avec l'équipe enseignante est donc de modifier le statut de la Clis au sein de l'école* ».



Les élèves de la Clis sont valorisés

ordinaires ont un regard bienveillant vis-à-vis des élèves de Clis, tout en pensant souvent que ces élèves de Clis sont « inférieurs » et ne peuvent absolument rien leur apprendre (puisqu'ils sont en Clis !). C'est sans doute l'une des raisons pour laquelle les enseignants de Clis tentent très souvent de faire connaître

ou montrer les projets et les réalisations de leurs élèves à toute l'école, afin de valoriser ce que ces élèves ont fait et sont capables de faire. En témoigne aussi l'action de FB qui laisse la porte de sa classe ouverte, encourageant de la sorte des élèves d'autres classes à entrer et interagir avec ses propres élèves, autour d'un terrarium, par exemple (cf. chapitre 1).

Beaucoup de professeurs font participer leurs classes à des expositions sciences qui se déroulent dans leur école, dans leur circonscription ou encore dans le département. Dans un certain nombre de cas, il s'agit d'exposition de « produits finis ». Cependant, il arrive que certains enseignants préparent leurs élèves à présenter des situations expérimentales qu'ils choisissent, afin d'interagir avec les visiteurs. C'est ce qui s'est passé dans l'école de AD : « *On a fait une "semaine de la science" dans toute l'école, où chaque classe proposait aux autres classes l'expérience d'un travail qu'ils avaient fait au cours de l'année. Nous, on a travaillé autour de l'eau : comment reconnaître de l'eau parmi plusieurs liquides. Une autre classe avait aussi travaillé sur l'eau cette année (le CP) et a proposé une expérience différente sur le même sujet. Mes élèves ont adoré et certains d'entre eux ont passé la semaine à faire faire l'expérience aux autres avec une grande fierté...* »

D'autres initiatives méritent d'être mentionnées, car elles témoignent de coopérations entre les élèves à besoins particuliers et les élèves de classes ordinaires.

BP a ainsi travaillé avec des enfants de Clis 1 sur la séquence « Flotte et coule » : dans un premier temps, les enfants ont manipulé des objets homogènes, afin de voir si le fait de flotter ou de couler dépendait ou non du matériau. Ensuite, ils ont créé une cavité dans des objets qui coulaient, pour s'apercevoir que, selon la cavité, ces objets pouvaient flotter et, enfin, chacun a construit

Les regards ont changé



un bateau. À la fin de la séquence, ils ont décidé de faire une visite aux autres classes de l'école pour montrer leurs bateaux et surtout pour leur faire réaliser des expériences sur « coule flotte », après leur avoir proposé un petit questionnaire. Les questions portaient sur des prévisions écrites et leur justification : que va-t-il se passer si un petit objet en fer (ou un gros), un petit objet en bois (ou un gros), un petit objet en plastique (ou un gros), de l'aluminium, de la pâte à modeler, sont mis dans l'eau ? Couleront-ils ou flotteront-ils et pourquoi ? C'est seulement après ce temps de réflexion que les enfants des classes ordinaires ont réalisé les

expériences. La présentation initialement prévue devait durer 20 minutes, elle a duré le double, tant les élèves étaient captivés. Les élèves de Clis 1 ont été surpris puis rassurés de s'apercevoir que d'autres enfants, voire des adultes, pouvaient ne pas savoir ou ne pas avoir immédiatement la bonne réponse. En résumé, BP déclare : « *Nous avons exposé notre travail devant toutes les classes de l'école. Très bonne participation des élèves des autres classes. La Clis leur apporte des connaissances qui les intéressent, chaque fois que nous avons un projet, nous le leur présentons de manière interactive. Les élèves de la Clis sont valorisés (ils reçoivent des compliments) et ils se sont aperçus que les autres élèves aussi se sont trompés (y compris les maîtresses!)* »

Citons ensuite la classe de SB, dont les élèves, en fin de séquence, ont fabriqué un manège électrique. SB explique : « *On a commencé tout juste cette semaine de faire vivre à une classe de CM1 la même démarche que la nôtre, sauf que ce sont les élèves de la Clis qui vont accompagner les élèves de CM1 ; on leur a donc présenté notre manège terminé. Voilà... on actionne l'interrupteur, le manège se met à tourner, on a invité alors les élèves de CM1, à essayer d'expliquer comment on avait pu construire ce manège, puis on leur a proposé d'en construire un avec eux. Depuis, on a un atelier par semaine avec les CM1 pendant lequel on les accompagne dans la réalisation d'un manège commun. Nous avons préparé un plan de travail pour les CM1 avec différentes étapes : la découverte, les circuits, la transmission de mouvements, la construction du manège. Toutes les phases ont été très riches et ont vraiment permis une collaboration entre les élèves. Si*



les élèves de CM1 ont toujours été bienveillants envers les élèves en situation de handicap, notamment dans la cour ou à la cantine, ils pensaient tout de même que ces derniers n'avaient pas beaucoup de choses à leur apprendre, puisqu'ils étaient en Clis ! La 2^e séance, consacrée aux circuits, a permis de passer outre les idées reçues. Tout a commencé par de la manipulation de différents éléments (piles, récepteurs et conducteurs). Les élèves de la Clis ont tous (ou presque) su retenir leur envie de tout dire tout de suite et ont laissé leurs pairs faire des erreurs. Ils ont beaucoup apprécié de voir les autres élèves, les grands, faire des courts-circuits, avoir peur des étincelles. C'est alors qu'ils ont pu intervenir pour expliquer la marche à suivre si on ne voulait pas avoir d'accident. À ce moment-là, les regards ont changé, ce n'était pas grand-chose, mais bien la preuve que ces élèves de Clis avaient quelque chose à apprendre, à transmettre aux « grands CM1 ». Nous avons alors poursuivi et pu aboutir à la réalisation de 2 nouveaux manèges. » Ajoutons que l'année suivante, ces mêmes élèves de CM1, alors en CM2, sont venus d'eux-mêmes rendre visite aux élèves de Clis ⁴⁸ pour leur demander ce qu'ils faisaient ou allaient faire cette année en science, leur expliquer également ce qu'ils faisaient eux-mêmes dans leur classe. SB commente cela : « *C'est marrant, puisqu'ils viennent me voir ou ils viennent voir les élèves de la Clis pour nous dire : "Cette année, en science, on a parlé de l'électricité et nous on savait des choses parce qu'on s'était déjà brûlé les doigts l'année dernière, en faisant des étincelles".* »

48. Classe d'inclusion scolaire qui deviendront en septembre 2015 « Ulis d'école ».

Une autre façon de créer des liens est de faire travailler ensemble deux classes sur le même sujet; ce fut le cas pour une Clis 4 et un CE1 qui ont choisi la séquence « le Soleil et nous ». À l'occasion de ce sujet d'étude, de nombreuses expériences ont eu lieu dans la cour (travail sur les ombres), puis dans une grande salle (pour reproduire ce qui a été observé à l'extérieur, à l'aide d'un petit personnage et d'une lampe de poche). Les deux enseignantes avaient décidé de laisser les élèves de Clis s'exprimer en premier. PS (Clis 4) et ONT (CE1) racontent: « *À un moment donné, j'avais (enseignante de Clis) fait la première trace écrite (de synthèse) sur l'ombre et toi (enseignante de CE1), tu ne l'avais pas faite. Du coup, j'ai dit: "Si tu veux, nous, on peut te proposer nos traces écrites", parce que moi, de toute façon, je suis obligée de revenir dessus, je dois tout reprendre avec mes élèves. À partir du moment où l'on a fait les traces écrites pour les élèves de la classe de CE1, ça a été extrêmement moteur. Ils étaient très contents. Ils sont montés dans la classe de CE1, ils ont lu leur synthèse...* » L'enseignante de CE1 ajoute: « *Généralement, (les élèves de CE1) étaient d'accord sur ces écrits, il n'y avait pas grand-chose à modifier ou ajouter.* »

Ces pratiques collaboratives ont eu un impact sur les enseignants eux-mêmes. ONT déclare: « *S'agissant des difficultés de nos élèves, on a remarqué beaucoup de choses communes entre les élèves de Clis et mes élèves... Les difficultés qu'a rencontrées l'enseignante de Clis, moi aussi, je les ai rencontrées. Moi, de façon plus diffuse, parce que mes élèves sont plus nombreux, elles se voient donc moins d'emblée... La difficulté était l'émission d'hypothèses, je pense que ça a été très utile de réfléchir... Les élèves de Clis se sentaient à égalité.* » Enfin, un autre effet de ce travail est évoqué: « *La démarche qu'on a adoptée pour ce projet est à réutiliser tant qu'on peut... On ne peut pas l'appliquer à tout, mais la démarche est vraiment ce qui compte, même si ce n'est pas évident... Je la reprendrai, pour ma classe. (...) De manière générale, par rapport à mes élèves, cela me questionne aussi sur la façon dont je formule les choses, la longueur de mes énoncés, des discours trop longs, etc. Cela remet en cause ma manière de poser les consignes, de présenter les choses et, peut-être parfois aussi cela me montre que je ne fais pas assez de manipulations avec ma classe, pas forcément en découverte du monde, mais aussi en sport, en langue vivante, dans de nombreuses matières.* »

De plus, ces pratiques de « partage » permettent manifestement aux enseignants de Clis d'évaluer les acquis de leurs élèves, comme l'indique AD qui a fait participer ses élèves à la « Semaine de la science »: « *C'était passionnant, car je réalisais comment ils avaient compris, quelles questions ils s'étaient posées. Cela a été une évaluation très riche d'enseignements!* »

Conclusion

La plupart des enseignants du premier degré, et parmi eux les enseignants spécialisés, n'ont pas reçu de formation scientifique universitaire ; ceux-ci privilégient le plus souvent les enseignements de base, c'est-à-dire le français et les mathématiques, enseignements fondamentaux d'autant plus privilégiés par les enseignants spécialisés que leurs élèves ont en général moins d'heures de cours que les élèves ordinaires, en raison du temps imparti aux traitements médicaux. Or, le travail réalisé maintenant depuis 5 ans montre que les méthodes d'investigation en sciences permettent un meilleur apprentissage.

Retenons de ce travail que les élèves prennent plaisir à faire des sciences et s'impliquent beaucoup dans les apprentissages. Certains enseignants nous ont dit que les élèves eux-mêmes cherchent l'adaptation qui leur convient, signe qu'ils sont effectivement fortement mobilisés. Ils éprouvent du plaisir, manifestent leur curiosité, découvrent l'importance d'être rigoureux et méthodique, l'intérêt et l'apport du travail en groupe ; ils apprennent à écouter et à respecter les autres, ce qui signifie que tout élève qui pose une question ou qui argumente sait qu'il sera écouté et respecté, ce qui participe à lui donner confiance. Ces élèves se sont également approprié la démarche essai-erreur, qui consiste à avoir une idée, la tester et constater qu'elle est ou non validée, sans en déduire qu'ils sont en échec ou qu'ils ont commis une faute.

Les différents moments de travail vécus au cours de l'investigation, ritualisés au fil des séances, permettent aux élèves à besoins éducatifs particuliers de réinvestir leurs compétences dans d'autres domaines, notamment en français et en mathématiques. La présence d'un cadre structurant procure un effet « rassurant », les étapes étant connues et maîtrisées, ce qui donne aux élèves envie d'apprendre.

Il a été dit précédemment que cet enseignement des sciences fondé sur l'investigation est en soi une pédagogie particulièrement adaptée à des élèves en difficulté scolaire et non étiquetés handicapés. Des résultats encourageants ont historiquement déjà été observés à ce sujet dans un certain nombre de centres pilotes *La main à la pâte*, comme à Vaulx en Velin, Nogent sur Oise ou Mâcon. Le travail réalisé en milieu spécialisé depuis cinq ans confirme l'impact d'un enseignement fondé sur l'investigation, sur une amélioration des compétences des élèves les plus en difficulté, résultat qui n'était absolument pas assuré au début de l'action en 2010.

L'action HandiSciences a montré qu'enseigner les sciences était bénéfique pour les élèves en situation de handicap ; elle a contribué à enrichir la réflexion sur l'enseignement des sciences et a suggéré des pistes pédagogiques intéressantes pour faciliter et améliorer les apprentissages. En effet, le milieu du handicap permet de regarder à la loupe un certain nombre de difficultés que rencontrent tous les élèves, qu'ils soient en milieu spécialisé ou en classes ordinaires. Une des principales difficultés rencontrées concerne le temps : il faut en effet plus de temps avec ces enfants qu'avec des enfants ordinaires. Cependant, tous les retours indiquent que les enfants du projet HandiSciences retiennent ce qu'ils ont fait et appris, malgré leurs problèmes de mémorisation. C'est pourquoi il est sans doute important que les enseignants de classes ordinaires connaissent cette action HandiSciences testée auprès d'élèves à besoins éducatifs particuliers, découvrent et s'inspirent, peut-être à l'occasion, de certaines adaptations expérimentées par les enseignants spécialisés.

Ajoutons que ce qui a été proposé aux enseignants dans le cadre de HandiSciences a permis à un certain nombre d'enseignants qui n'avait jamais enseigné de science, de se former dans ce domaine. Ne peut-on pas, dès lors, imaginer que ce type de dispositif puisse être proposé dans le cadre de formations pour des enseignants de classes ordinaires, en gardant la formule de la journée d'étude à laquelle tiennent les professeurs, parce que ce temps fort

les rassemble (après la mise en œuvre en classe) et leur permet non seulement d'exposer leurs réussites et leurs problèmes, mais, surtout, d'en discuter avec des collègues.

Cela permettrait, peut-être, de réunir les enseignants autour des solutions qu'ils mettent au point puis en œuvre – souvent empiriquement – pour surmonter les problèmes qu'ils ont rencontrés et qui ne sont probablement pas spécifiques à l'enseignement spécialisé et ses destinataires : le fait que certaines difficultés conceptuelles en sciences soient communes aux enfants ordinaires et aux enfants handicapés, comme nous avons pu le constater a posteriori, ouvrirait dès lors la voie à des relations plus solidaires et moins hiérarchisées : l'enseignement pour élèves handicapés, qui souffre d'un certain manque de considération, a tout à y gagner. Mais il n'est pas le seul : c'est aussi le cas du travail en équipe, y compris celui qui associe des compétences hétérogènes, des professeurs inégalement titrés ou exerçant dans des milieux scolaires différents, voire très contrastés. Les avancées possibles dans le champ de l'éducation et de l'enseignement scolaire ne seront probablement réalisables qu'au prix de ce brassage.

Dès lors, ne devrions-nous pas dorénavant considérer le handicap comme une richesse plutôt que comme un problème ?

Annexes

Le contexte et les structures de la scolarisation des élèves handicapés

Sont présentées ci-dessous les structures dans lesquelles les élèves de ce projet sont scolarisés.

Clis (Classe d'inclusion scolaire)⁴⁹

Les Clis accueillent des enfants dont le handicap ne permet pas d'envisager une scolarisation continue dans une classe ordinaire, mais qui peuvent bénéficier d'une forme ajustée de scolarisation dans le cadre d'une école : enseignement adapté au sein de la Clis, participation aux actions pédagogiques prévues dans le projet de l'école.

Chaque enfant accueilli dans une Clis bénéficie, selon ses possibilités, d'un temps de scolarisation dans une classe de l'école où il peut effectuer des apprentissages scolaires à un rythme proche de celui des autres élèves.

Clis 1 : classes destinées aux élèves dont la situation de handicap procède de troubles des fonctions cognitives ou mentales. En font partie les troubles envahissants du développement ainsi que les troubles spécifiques du langage et de la parole.

Clis 4 : classes destinées, d'une part, aux élèves en situation de handicap moteur dont font partie les troubles dyspraxiques, avec ou sans troubles associés, et, d'autre part, aux situations de plurihandicap.

C'est la commission des droits et de l'autonomie des personnes handicapées (CDAPH) qui propose l'orientation en Clis dans le cadre du projet personnalisé de scolarisation (PPS) de l'élève.

Unités d'enseignement

Au cours de son parcours de formation, l'élève handicapé peut être amené à séjourner, à temps plein ou à temps partiel, dans un établissement médico-social ou sanitaire. Des enseignants spécialisés sont présents dans ces établissements, dans le cadre des unités d'enseignement.

Parmi les différents établissements, on trouve, entre autres, des instituts médico-éducatifs (IME) qui accueillent les enfants et les adolescents atteints de déficiences mentales, des établissements pour polyhandicapés qui s'adressent aux enfants et adolescents présentant des handicaps complexes, à la fois mentaux et sensoriels et/ou moteurs, des établissements pour enfants et adolescents présentant un handicap moteur, et aussi différentes structures sanitaires (hôpitaux, centres de rééducation, etc.) qui accueillent des enfants ou adolescents malades ou ayant subi une intervention médicale.

L'organisation de la scolarité varie d'un établissement à un autre, mais le travail des enseignants s'effectue en référence aux programmes officiels, dans le cadre d'une pédagogie adaptée, inscrite dans le projet global de l'établissement.

Textes de référence

Actualisation de l'organisation des classes pour l'inclusion scolaire (Clis) : Circulaire n° 2009-087 du 17-7-2009 - BO n° 31 du 27 août 2009

Création et organisation d'unités d'enseignement dans les établissements et services médico-sociaux ou de santé (Arrêté du 2 avril 2009 : <http://www.education.gouv.fr/cid24428/mene0903289a.html>)

Portail d'Eduscol <http://eduscol.education.fr/>

49. Les classes d'inclusion scolaire deviendront en septembre 2015 « Ulis d'école ».

Historique de l'action HandiSciences

En 2004, le Centre d'éducation spécialisée Jean-Lagarde, à Toulouse, décide de tenter l'implantation de *La main à la pâte* auprès des enfants qu'il scolarise, handicapés moteurs principalement, avec l'aide d'un maître-ressources. L'expérience est si concluante qu'un DVD est réalisé et fait ensuite l'objet d'une traduction en chinois, le sujet intéressant fortement les partenaires de *La main à la pâte* en Chine. Les animateurs du projet toulousain, ainsi que des membres de l'INS HEA seront ensuite invités à un colloque en Chine, en 2009. Cette action, et celle d'un tout petit nombre de classes Clis (au Bourget, par exemple), ont fait notamment réagir le Conseil National du Handicap.

Suite à l'interrogation du Conseil National du Handicap sur la possibilité d'étendre la pédagogie préconisée par *La main à la pâte* aux élèves handicapés scolarisés dans différents contextes, l'INS HEA et l'Académie des Sciences, via sa délégation à l'éducation et à la formation (DEF), ont envisagé d'entreprendre une réflexion sur ce thème. L'objectif premier était de voir si un enseignement des sciences fondé sur l'investigation pouvait utilement servir à la formation de ces jeunes et, si tel était le cas, de s'interroger sur les conditions permettant d'optimiser l'utilisation de la démarche : ressources à mobiliser, aménagements à mettre en place, etc.

En novembre 2009, au cours de la première journée d'étude HandiSciences qui regroupait des membres de l'Académie des sciences, de l'Éducation nationale, de l'INS HEA, de *La main à la pâte* et de nombreux enseignants de classes d'inclusion scolaire, il a été décidé de lancer une action l'année scolaire suivante, sous forme d'une recherche exploratoire. Elle s'est appuyée sur des expérimentations auprès d'élèves scolarisés dans sept Clis 1 (déficience intellectuelle) et quatre Clis 4 (déficience motrice et maladies invalidantes) de différentes régions du territoire national, mises en œuvre par des enseignants volontaires accompagnés de scientifiques, formateurs ou conseillers pédagogiques. Des données nombreuses ont été collectées et analysées, grâce aux entretiens réalisés auprès des enseignants et aux travaux entrepris lors de la journée d'étude rassemblant les participants.

Devant les résultats positifs des travaux de la première année, cette action s'est poursuivie ; y ont été associés des élèves scolarisés en établissement régional d'enseignement adapté (Erea) et en unité d'enseignement (UE) d'établissements sanitaires et médico-sociaux. Ces expérimentations entre 2010 et 2015 ont concerné une soixantaine de classes et plus de 400 élèves répartis dans différentes régions du territoire national. Le même protocole encadre les travaux : les enseignants disposent de séquences pédagogiques courtes et structurées, proposées par *La main à la pâte* dans le cadre des ressources destinées aux classes « ordinaires », comprenant volontairement un aspect expérimental, dans lesquelles les objectifs d'apprentissage sont clairement explicités. Elles donnent aussi la possibilité à chacun de les adapter aux besoins éducatifs particuliers de ses élèves. Leur nombre est passé de quatre en septembre 2010 à quinze à la rentrée 2015. Les thèmes concernent des domaines variés, ils s'ouvrent chaque année à de nouveaux sujets qui viennent enrichir le corpus de séquences déjà existant. Les enseignants sont accompagnés par des scientifiques (chercheurs ou professeurs) qui apportent leurs connaissances scientifiques et des pédagogues (formateurs, conseillers pédagogiques), qui répondent aux questions pédagogiques en lien avec les besoins éducatifs des élèves. Une journée d'étude nationale rassemble chaque année tous les participants.

De nombreux résultats se sont dégagés des cinq années de cette action. Ils ont fait l'objet de réflexion au sein du groupe de pilotage et ont eu généralement comme conséquence de proposer soit des axes d'observations aux enseignants dans leur pratique de classe, soit des travaux en ateliers lors des journées d'étude. Ainsi ont été mis en question, entre autres, la trace écrite, le rôle des rituels, le développement des compétences langagières ou la relation entre élèves, mais aussi l'importance de la manipulation, la place de l'erreur ou les adaptations réalisées. Reste enfin toujours à l'esprit de tous les participants de cette action la question de l'intérêt de cet enseignement pour une meilleure inclusion de tous les élèves et de l'intérêt de favoriser les interactions entre les milieux de l'enseignement ordinaire et de l'enseignement spécialisé.

Les expérimentations se sont mises en place auprès d'élèves scolarisés en Clis 1, Clis 4, Erea (troubles du langage et déficience motrice) et dans des unités d'enseignement (IME, IEM et hôpital). Durant l'année 2014 2015, elles ont concerné vingt enseignants répartis dans différentes régions du territoire national.

Témoignage d'une scientifique ayant accompagné le projet HandiSciences

« Au cours de la journée d'étude HandiSciences 2014, j'ai été frappée par l'intervention de deux enseignantes qui avaient tenté de mettre en place un élevage de fourmis dans leur classe. Malgré leurs efforts pour garder leur reine et leurs ouvrières en vie, malgré le soin apporté à la construction de la fourmilière en elle-même et à son entretien, la classe avait été confrontée à la mort de la colonie et les deux professeurs exprimaient un fort ressenti d'échec.

Je n'ai pu m'empêcher de donner mon sentiment, qui ne fait que se renforcer *a posteriori* : aussi décevant que puisse sembler le dépérissement de la fourmilière, cette aventure a été riche d'enseignements pour tous. Élèves et professeurs ont à cette occasion touché du doigt la nature même des êtres vivants : soumis à des besoins, parfois fragiles, aptes à naître, grandir, se nourrir et mourir. Ils ont découvert le caractère imprévisible et incertain des modèles vivants en science – exactement comme y sont confrontés les scientifiques et ont dû partir à la recherche de solutions pour tenter de résoudre les problèmes rencontrés, sur la base de recherche au sujet des fourmis. Avec cet élevage, bien qu'il ait été éphémère, ils ont verbalisé leurs idées, leurs attentes, leurs projets, leurs problèmes, les solutions envisagées ; leurs sentiments, peut-être aussi. Sans doute ont-ils également acquis un peu de respect pour ces êtres minuscules, même de façon imperceptible. Ce chemin n'a pas été vain et il me semble très important d'aider les enseignantes à réaliser la richesse et la valeur de ce travail, tant sur le plan scientifique qu'humain, même si l'issue n'était pas celle qu'elles auraient espérée.

À la suite de cette rencontre, ces enseignantes ont décidé de renouveler leur tentative d'installation en classe d'une fourmilière, pour l'année scolaire 2014-2015. Pour les aider à en tirer profit, j'ai rédigé et leur ai proposé une séquence de 8 séances, mise à disposition sur le site d'HandiSciences.

Quelle surprise fut celle de l'assistance, lors de la journée d'étude HandiSciences 2015, un an après celle où elles avaient exprimé leur sentiment d'échec ! Non seulement les enseignantes avaient persévéré dans leur élevage, mais elles s'étaient également emparées de la séquence proposée sans pour autant s'en « contenter » : elles se l'étaient appropriée, étaient allées au-delà, l'avaient enrichie. Leur confiance en elles était palpable : comme leurs élèves, elles se considéraient - avec humour, mais également à juste titre - comme des apprenties myrmécologues. Dès lors, le projet d'intégrer leurs idées à la séquence mise en ligne a été décidé !

À la lumière de cet épisode, comment ne pas réfléchir à l'importance de l'accompagnement des enseignants de l'éducation spécialisée, mais aussi de tous les autres professeurs ? Incontestablement, un mot bienveillant, une ressource succincte permettant d'éviter « l'angoisse de la page blanche », quelques échanges d'e-mails... et les compétences se révèlent, se libèrent, tout comme la confiance en soi ».

G. Zimmermann, zoologue, membre de l'équipe nationale de *La main à la pâte*.

Liste des séquences proposées

- Le Soleil et nous (Fiche 1-14/15 site Handisciences),
<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/15653/le-soleil-et-nous>
- Les 5 sens (Fiche 2-14/15 site Handisciences),
<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/23849/les-5-sens>
- Les 5 sens et l'alimentation (Fiche 3-14/15),
<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/15943/les-5-sens-et-l'alimentation>
- L'eau et les plantes (Fiche 4-14/15 Site Handisciences),
<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/16275/leau-et-les-plantes>
- Le mode de locomotion du lombric (Fiche 5-14/15 site Handisciences),
<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/15963/le-mode-de-locomotion-du-lombric>
- Flotte ou coule 1 (Fiche 6-14/15 site Handisciences),
<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/20222/flotte-ou-coule-1>
- Flotte ou coule 2 (Fiche 7-14/15 site Handisciences),
<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/20223/flotte-ou-coule-2>
- Le circuit électrique (Fiche 8 14/15 site Handisciences),
<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/20215/le-circuit-electrique>
- Le manège électrique (Fiche 9-14/15 site Handisciences),
<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/16265/le-manege-electrique>
- L'air (Fiche 10-14/15 site Handisciences),
<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/23857/lair>
- L'air est-il de la matière ? (Fiche 11-14/15 site Handisciences),
<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/20220/lair-est-il-de-la-matiere>
- Les aimants (Fiche 12-14/15 site Handisciences),
<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/20219/les-aimants>
- La biodiversité (Fiche 13-14/15 site Handisciences),
<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/20221/la-biodiversite>
- Autour d'un élevage de fourmis (Fiche 14-14/15 site Handisciences),
<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/23858/autour-dun-elevage-de-fourmis>
- Lien pour télécharger les séquences sur le site Handisciences de l'INS HEA :
<http://handisciences.inshea.fr/spip.php?rubrique60>
- ou sur le site de *La main à la pâte* :
[http://www.fondation-lamap.org/fr/search-activite-classe?facet\[im_activite_niveau\]\[203\]=203](http://www.fondation-lamap.org/fr/search-activite-classe?facet[im_activite_niveau][203]=203)

Les enseignants ayant participé au projet

- Azaïs Édith (Établissement régional d'enseignement adapté – Erea – Jacques Brel, Garches)
- Balourdet Ingrid (École des Tournelles, Chelles)
- Baron Monique (Institut médico-pédagogique – IMP – Binet Simon, Paris)
- Beaudou Frédérique (École Le Terroir, Cergy)
- Benyahia Nadia (Centre des côtes, Les Loges en Josas)
- Bérubèche Ahmed (École Rue Ampère, Paris)
- Bosoni Emilie (École Édouard Herriot, Lyon)
- Boutte Sébastien, (École Jean Macé, Villefranche-sur-Saône)
- Brandan Sandrine (École d'Alembert, Perpignan)
- Chapeu Arielle (École Soupetard, Toulouse)
- Cottaz Anne-claire (École à Tullins)
- Dallemagne Céline (Centre des côtes, Les Loges en Josas)
- De Saint-Martin Claire (Unité d'enseignement Théophile Roussel, Montesson)
- Delcourt Anne (École Pajol, Paris)
- Delepierre Eric (École Château Saint-Cyr, Marseille)
- Della-Rica Marina (École élémentaire, Flavigny sur Moselle)
- Delord isabelle (École Ernest Renan, Toulouse)
- Desmet Stéphanie (École Georges Charpak, Troyes)
- Desroches Isabelle (Centre d'éducation motrice Fondation Richard, Lyon)
- Detchard Tifenne (École Les Rabats, Antony)
- Dupont Michelle (École Georges Lapierre, Paris)
- Feuillerat Céline (École Parette Mazenode, Marseille)
- Guihot Solène (Erea Jacques Brel, Garches)
- Huteau Jeanne (IMP Binet Simon, Paris)
- Kridallah Nathalie (Service d'intervention thérapeutique, éducatif et pédagogique de proximité (Sitepp), Saint-Priest)
- Leclerc Sandrine (École du Cap d'Antibes, Juan les Pins)
- Mabile Thibault (Centre scolaire de l'hôpital, Saint-Maurice)
- Milian Eliane (École Soupetard, Toulouse)
- Mondy Anne-Claire (École Jean Macé, Villefranche-sur-Saône)
- Muller Carole (Institut d'éducation motrice – IEM – Association des paralysés de France, Uckange)
- Nguyen Tang Oriane (École René Guest, La Garenne Colombes)
- Pautre Isabelle (Hôpital G. Roussy, Paris)
- Picart Bernadette (École Roland Gandou, Saint-Paul de Fenouillet)
- Quetard Elisabeth (École Rostand, Amiens)
- Revuz Christine (École des Genets, Grenoble)
- Robineau Véronique (Centre scolaire de l'hôpital, Saint Maurice)
- Schmaltz Natali (Centre d'éducation motrice, Fondation Richard, Lyon)
- Selle Patricia (École René Guest, La Garenne Colombes)
- Siad Matthieu (École March Bloch, Gonesse)
- Terro Nadine (IMP Binet Simon, Paris)
- Vilain Guillaume (Collège F. Mitterrand, Clapiers)
- Volle Solange (IEM Saint Thys, Marseille)
- Yassa Amar (Erea Jacques Brel, Garches)

Bibliographie

- ASTOLFI Jean-Pierre. *Comment les enfants apprennent les sciences*, Retz, 2006.
- BENTOLILA Alain. QUÉRÉ Yves. *Langue et science*, Plon, 2013.
- BRIS Michel. « La démarche d'investigation dans les activités scientifiques auprès des élèves déficients visuels : comment aborder son adaptation », *in Scolariser les élèves déficients visuels aujourd'hui*. [Dossier] – 2007 NRAS - HS n° 3, 2007.
- BUP. « Adversité de la vie, science partagée », n° 975 juillet-août-septembre 2015 (à paraître).
- CARIOU Jean-Yves. *N projet pour... faire vivre des démarches expérimentales*, Paris: Delagrave, 2007.
- CATEL Laurence. « Écrire pour apprendre ? Écrire pour comprendre ? État de la question », *ASTER* n° 33, Écrire pour comprendre les sciences, INRP, 2001, p. 23.
- CHARPAK Georges, LENA Pierre, QUERE Yves. *L'enfant et la science*, O. Jacob, 2005.
- DEHAENE Stanislas *et al.* *Apprendre à lire*, Odile Jacob, 2011.
- Dossier XYZ numéro 27, publication du Centre Alain Savary, INRP, 2007.
- FARDEAU Michel. « Sur l'histoire du handicap » *BUP* n° 976, juillet- août- septembre 2015 (à paraître).
- FLANDE Yves. « Tests d'hypothèses et mesures en CM1 », *Grand N* n° 71, 2003 p. 91-104.
- FLANDE Yves. « Protocoles expérimentaux, tests d'hypothèses et transfert en sciences à l'école primaire », Thèse, Université Paris 7, 2000.
- GIORDAN André. *Apprendre, Débats*, Belin, 1998.
- GLASEL Hervé. *Une école sans échec. L'enfant en difficulté et les sciences cognitives*. Odile Jacob, 2013.
- HEITZ Marie-Hélène, SALTIEL Édith, GARNIER Philippe, RENAUD Patrice. « Un enseignement à mettre en œuvre avec tous les élèves : la démarche d'investigation en sciences », *Revue du Cerfop*, décembre 2015 (à paraître).
- HURON Caroline. *L'enfant dyspraxique. Mieux l'aider à la maison et à l'école*, Odile Jacob, 2011.
- LARCHER Claudine. « Entretien sur le lien entre maîtrise du langage et apprentissage des sciences », *Mapmonde* n° 47, juin 2009.
- LARCHER Claudine. « Réflexion sur le cahier d'expériences », *Mapmonde* n° 24, septembre 2001.
- LENA Pierre, DVD. *Apprendre les sciences et la technologie, entretien de spécialiste*, 2008.
- LENA Pierre. Contribution: « *La main à la pâte* » : une belle aventure née aux Treilles, p. 177 à 181, *in La Fondation des Treilles*, ouvrage collectif sous la direction de Maryvonne de Saint-Pulgent, Fondation des Treilles, 2010.
- MARIN MICEWICZ Clotilde. Thèse de doctorat en sciences de l'éducation (Université Lyon 2): « *La main à la pâte*. D'une innovation en matière d'éducation scientifique aux conditions de sa transférabilité au système scolaire », sous la direction d'Alain Kerlan et Michel Develay, Université Lumière Lyon II. 2010.
- MARTINET Pierre. « Classe d'intégration scolaire (Clis) et démarche expérimentale : quelques situations pour faciliter les premiers pas », *Didaskalia/Recherches sur la communication et l'apprentissage des sciences et des techniques* - n° 34 du 1^{er} juin 2009, p. 131-162.
- MAZEAU Michèle, POUHET Alain. *Neuropsychologie et troubles des apprentissages chez l'enfant : du développement typique aux « dys- »* Paris: Elsevier Masson – 2014.
- ORANGE Christian. « Débat scientifique dans la classe, problématisation et argumentation » : le cas d'un débat sur la nutrition. *ASTER* n° 37, INRP, 2003.
- QUÉRÉ, Yves. *La science institutrice*, Odile Jacob, 2002.
- SALTIEL Édith. « Le cahier d'expériences », *La main à la pâte*, INRP, 2000.
- <http://eduscol.education.fr/cid46561/le-cahier-d-experiences.html>
- SALTIEL Édith. « La démarche d'investigation, comment faire en classe ? » 2005.
<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/11324/la-d-marche-dinvestigation-comment-faire-en-classe>

- SALTIEL Édith, FERRAND HEITZ Marie-Hélène. « Faire faire des sciences à des élèves à besoins particuliers : un problème ? Une ressource ? », *Grand N* n° 95 (à paraître).
- SANDRIN-BUI Marie-Anne. « Exemples de différenciations pédagogiques en sciences », in ÉGRON Bruno dir. *Scolariser les élèves handicapés mentaux ou psychiques*. Lille : CRDP Nord-Pas de Calais ; Suresnes : INS HEA, 2010. p. 289-295.
- SARRALIÉ Christian dir., VERGNAUD Gérard dir. « Adaptations didactiques 1. Éducation scientifique », EPS. Dossier. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, avril 2006, n° 33.
- VERIN, Anne. « Apprendre à écrire pour apprendre les sciences », *ASTER* n° 6 : Les élèves et l'écriture en sciences, INRP, 1998, p. 23-24.
- WORTH Karen. DUQUE Mauricio, SALTIEL Édith. *L'enseignement des sciences fondé sur l'investigation. Conseils pour les enseignants*, 2009. *Designing and Implementing Inquiry- Based-Science-Units for Primary Education*, Pollen Seed-Cities for Science, a community approach in Europe, june 2009.

- Site La main à la pâte
www.fondation-lamap.org/
- Site INS HEA
www.inshea.fr



Témoignage de Gabrielle Zimmermann, zoologue, membre de l'équipe nationale de *La main à la pâte* (Extrait de la page 46)

« Au cours de la journée d'étude HandiSciences 2014, j'ai été frappée par l'intervention de deux enseignantes qui avaient tenté de mettre en place un élevage de fourmis dans leur classe. Malgré leurs efforts pour garder leur reine et leurs ouvrières en vie, malgré le soin apporté à la construction de la fourmilière en elle-même et à son entretien, la classe avait été confrontée à la mort de la colonie et les deux professeurs exprimaient un fort ressenti d'échec.

Je n'ai pu m'empêcher de donner mon sentiment, qui ne fait que se renforcer *a posteriori* : aussi décevant que puisse sembler le dépérissement de la fourmilière, cette aventure a été riche d'enseignements pour tous. Élèves et professeurs ont à cette occasion touché du doigt la nature même des êtres vivants : soumis à des besoins, parfois fragiles, aptes à naître, grandir, se nourrir et mourir. Ils ont découvert le caractère imprévisible et incertain des modèles vivants en science – exactement comme y sont confrontés les scientifiques et ont dû partir à la recherche de solutions pour tenter de résoudre les problèmes rencontrés, sur la base de recherche au sujet des fourmis. Avec cet élevage, bien qu'il ait été éphémère, ils ont verbalisé leurs idées, leurs attentes, leurs projets, leurs problèmes, les solutions envisagées ; leurs sentiments, peut-être aussi. Sans doute ont-ils également acquis un peu de respect pour ces êtres minuscules, même de façon imperceptible. Ce chemin n'a pas été vain et il me semble très important d'aider les enseignantes à réaliser la richesse et la valeur de ce travail, tant sur le plan scientifique qu'humain, même si l'issue n'était pas celle qu'elles auraient espérée.

À la suite de cette rencontre, ces enseignantes ont décidé de renouveler leur tentative d'installation en classe d'une fourmilière, pour l'année scolaire 2014-2015... »