

## II . Repères méthodologiques

---

### 1 . Introduction

L'évaluation externe de mars 2004 concernant la formation scientifique<sup>3</sup> dégage des difficultés importantes chez les élèves du premier degré du secondaire, en ce qui concerne la compétence : *Concevoir une procédure expérimentale (C5)*. Les auteurs relèvent chez les élèves notamment une imprécision dans les dispositifs proposés, des difficultés d'exprimer l'hypothèse envisagée en regard des expériences proposées, des difficultés d'isoler la variable...

Ce document présente des pistes visant à développer une réelle réflexion autour des expérimentations et propose des exemples de situation d'apprentissage afin de développer chez l'élève la compétence envisagée. Les auteurs invitent les enseignants du premier degré du secondaire à diversifier les pratiques expérimentales en classe et à privilégier des logiques d'enseignement qui relèvent davantage de la recherche et de la découverte.

Au primaire, quand les enseignants « font des sciences », ils décrivent des démarches concrètes et/ou expérimentales. Par contre, au secondaire, l'enseignement des sciences fait appel, plus généralement, au vécu antérieur et aux capacités d'abstraction des élèves. Le fossé est donc parfois grand pour l'enfant au niveau de son apprentissage des sciences, au moment du passage entre l'enseignement primaire et le secondaire.

Dans la recherche-action que nous avons menée avec un groupe mixte d'enseignants (primaire-secondaire), nous avons trouvé intéressant de poursuivre la réflexion méthodologique concernant l'apprentissage de la démarche expérimentale. En effet, ce type de démarche pourrait permettre de construire des connaissances en sciences, de développer des compétences disciplinaires, de construire la pensée de l'élève, de véhiculer une image créative des sciences et peut-être d'adoucir ainsi la transition entre les deux niveaux d'enseignement.

Pour ce faire, une prise de conscience des différents statuts possibles pour l'expérience dans la classe nous a semblé être un préalable nécessaire pour les enseignants désireux d'introduire plus de démarche expérimentale dans leur enseignement. Des mises en situation et des analyses de pratique ont permis de s'approprier et préciser une typologie des manières d'envisager l'expérience. Cette analyse comparative a permis de clarifier les spécificités de chaque logique méthodologique en matière d'apprentissage et d'un point de vue de l'image de la science véhiculée.

---

<sup>3</sup> Évaluation externe en première année A de l'enseignement secondaire : pistes didactiques. Formation scientifique. Mars 2004. Ministère de la Communauté française Administration générale de l'Enseignement et de la Recherche scientifique. Service général du Pilotage du Système éducatif. 62 p.

## 2. Les documents officiels de référence

En accord avec les enseignants travaillant dans des réseaux différents, nous avons décidé de repartir du document « Socles de compétences<sup>4</sup> ». Voici ce que nous pouvons lire dans la partie concernant les sciences :



« L'apprentissage des sciences vise tant le développement de compétences spécifiques et transversales, que l'acquisition de connaissances et propose les méthodologies les plus adéquates pour amener les jeunes à se les approprier de manière durable. La construction progressive des savoirs et des savoir-faire constitue l'élément fondateur (paradigme) **de toute démarche scientifique**. Celle-ci, en effet, permet aux élèves, quels que soient leur âge et leur niveau d'étude, d'être les **premiers acteurs de leurs apprentissages** en partant de situations qui les incitent à s'impliquer dans la recherche. De plus, l'étude des sciences offre **une spécificité certaine parce qu'elle ouvre les jeunes à leur environnement naturel et les met en contact direct avec les objets réels, les phénomènes naturels et les vivants**. À l'ère du virtuel et des produits conditionnés, c'est un apport non négligeable qu'il convient de mettre en évidence.

*Les mises en situation se fondent sur une approche d'objets, de vivants et de phénomènes naturels à partir desquels les élèves se posent des questions ».*

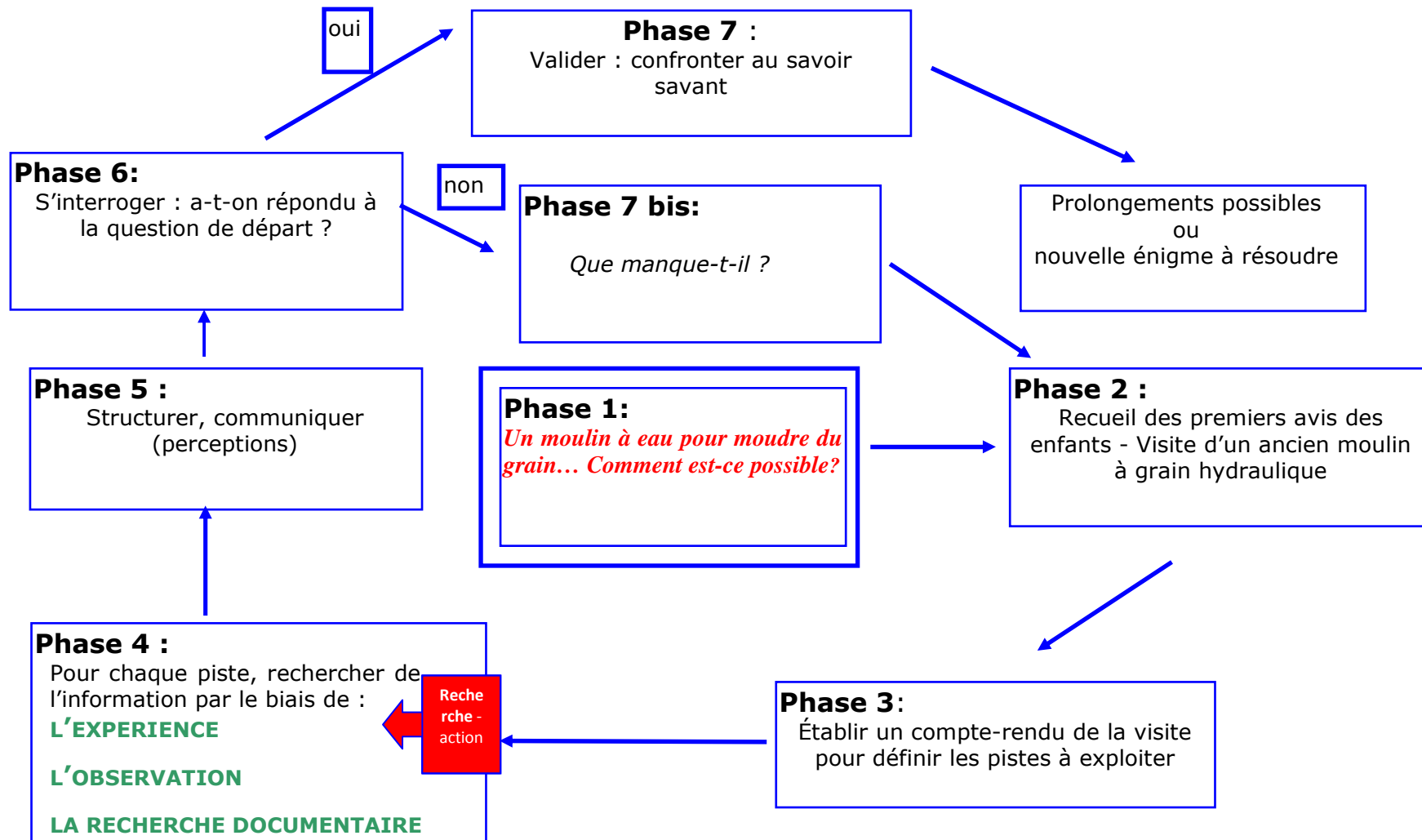
La démarche scientifique résulte d'une réflexion méthodologique relative à l'enseignement des sciences. On évoque souvent "la" démarche scientifique, comme si elle constituait une référence univoque, alors qu'elle fait l'objet de conceptions et d'interprétations les plus diverses !

L'une de ces interprétations est illustrée par "la théorie des énigmes" présentée par l'Inspecteur Ph. Delfosse, notamment dans le document "Socles de compétences" édité par la Communauté française.

Nous avons choisi d'articuler nos actions en suivant cette interprétation, avec l'intention de travailler des connaissances dans le domaine de l'énergie. Voici un exemple concret de présentation, en partant de la question : « *Un moulin à eau pour moudre du grain... Comment est-ce possible?* ». Cette question permet d'aborder différentes formes d'énergie et leur transformation.

Les différentes phases, illustrées dans l'organigramme ci-dessous, montrent les démarches mises en place pour que les élèves essayent de répondre à la question de départ. Notre action de recherche s'est centrée sur la partie expérimentale de la phase 4 « pour chaque piste, rechercher de l'information par le biais de l'expérience ». La « recherche documentaire » et « l'observation » semblent être moins problématiques pour les enseignants, aux dires de ces derniers. Il faut donc lire la réflexion qui compose ce travail en gardant à l'esprit son articulation nécessaire avec les autres étapes du schéma présenté.

<sup>4</sup> Document Socles de compétences, Min. de la Communauté française, Enseignement fondamental et premier degré de l'Enseignement secondaire, mai 1999.



## 3. Chercher de l'information par le biais de l'expérience

### 3.1 Introduction

Mener des expériences en classe est un moyen, au même titre que l'analyse documentaire, la consultation de personnes ressources et l'observation, de rechercher des réponses à une question posée dans une démarche d'éveil.

*Mais quelles expériences mener ?*

Au début de la recherche, interrogés sur la spécificité de l'enseignement scientifique, les enseignants de notre groupe de travail, tant instituteurs que régents, mettent en avant l'intérêt d'une approche expérimentale pour développer l'esprit scientifique.



Expression des enseignants du groupe de travail sur les sciences à l'école

« **Faire des sciences à l'école, c'est...** : observer, expérimenter, manipuler du matériel, émettre des hypothèses, se poser des questions, identifier un problème, faire des liens avec le terrain, tirer des conclusions, consigner nos découvertes, vérifier, chercher à savoir et à comprendre ... »

« **Faire des sciences à l'école, pour...** : découvrir, comprendre, responsabiliser face à l'environnement, acquérir une démarche scientifique... »

Ces termes révèlent une représentation de l'apprentissage des sciences bien dynamique : les propos sont plus axés sur les savoir-faire à acquérir que sur les contenus.

Invités ensuite à citer des exemples de démarches vécues, les enseignants sont plus hésitants. Ce sont surtout des sujets, des notions qui s'expriment plutôt que des démarches. L'approche relatée est rarement expérimentale...

Certains instituteurs du groupe constatent que, s'ils partagent l'idéal pédagogique exprimé, ils exercent finalement très peu ces objectifs liés à l'acquisition d'une attitude scientifique. Ils se disent réticents quant à la maîtrise des contenus, surtout en ce qui concerne les notions physiques, et organisent peu de séances expérimentales sur ces sujets. Ils se disent démunis, tant d'un point de vue méthodologique que conceptuel. Leur représentation de l'enseignant qu'ils devraient être pour remplir ce rôle reste colorée par le mythe du scientifique omniscient qui doit répondre à toutes les questions.

D'autres se rendent compte que, lorsqu'ils animent des ateliers d'éveil, ils sont souvent dans l'application d'un protocole guidé, et que l'élève n'est jamais mis en situation de concevoir l'expérience.

Les régents en sciences quant à eux, disent qu'ils devraient rendre l'élève plus actif, mais que par souci d'efficacité, ou pour des problèmes d'organisation temporelle ou matérielle, ils réalisent eux-mêmes les expériences comme illustration d'une notion. Certains se demandent si la démarche expérimentale doit être la même au primaire et au secondaire.

Nous avons pu constater que, dans le petit échantillon que constitue notre groupe, l'élève, tant au primaire qu'au secondaire, n'a pas toujours l'occasion de vivre des démarches de découverte plus ouvertes permettant une approche créative des sciences. De la discussion, nous avons remarqué aussi que ce concept de démarche expérimentale est, pour le moins, peu standardisé.

Si l'on y regarde de plus près, le cours de sciences est rarement le lieu d'une réelle activité de recherche scientifique. L'expérience que l'on y propose n'a pas le statut qu'elle aurait dans un processus de recherche tel que mis en œuvre par les chercheurs. En effet, quand une approche expérimentale est proposée, la démarche est présentée selon un schéma très linéaire. L'expérience est : soit seulement évoquée (schématisation du protocole et tableau donné des résultats obtenus) ; soit réalisée devant les élèves, en illustration d'un concept ou d'une loi ; soit réalisée selon un protocole par les élèves dans une démarche faussement inductive.

Comme le souligne ASTOLFI (2002)<sup>5</sup>, « *Pratiquer la science telle qu'elle se fait et communiquer la science telle qu'elle s'est faite sont deux activités foncièrement différentes* »



Dans le document présentant des pistes didactiques élaboré par le comité d'accompagnement de l'évaluation externe en formation scientifique en 1<sup>e</sup> année A de l'enseignement secondaire<sup>6</sup> (portant notamment sur la compétence « *savoir élaborer un protocole expérimental* »), les auteurs synthétisent clairement les principales critiques habituellement allouées à ce schéma expérimental linéaire (observation, hypothèse, expérience, résultats, interprétation, conclusion) qui, comme le précise GIORDAN (1998)<sup>7</sup>, correspond plus à « *une reconstruction de la pensée a posteriori dans le but de communiquer et de convaincre du bien fondé de la problématique envisagée* ».

Cette réflexion critique précisant le décalage entre « la science qui se fait et la science qui s'enseigne » n'est pas nouvelle. Elle anime les milieux de pédagogie des sciences depuis au moins trois décennies.

Des auteurs tels que Fourez, Stengers, Giordan, Vander Borgh, Astolfi, Develay ... ont dévoilé tous les travers de cette transposition didactique de la science sous forme d'une démarche expérimentale mimée, dirigée, partant d'observations prétextes et d'hypothèses choisies en fonction de l'adéquation des contenus au programme et donnant à l'élève une illusion de découverte d'un savoir déjà disponible.

<sup>5</sup> ASTOLFI J-P, 2002. *L'oeil, la main, la tête*. Expérimenter. Cahier pédagogique n°409.P :15-18

<sup>6</sup> Évaluation externe en première année A de l'enseignement secondaire : pistes didactiques. Formation scientifique. Mars 2004. Ministère de la Communauté française Administration générale de l'Enseignement et de la Recherche scientifique. Service général du Pilotage du Système éducatif. 62 p.

<sup>7</sup> GIORDAN A. 1998 – Apprendre – Belin



Ajoutons que, « dans le langage scolaire, le terme « expérimentation » est d'une extraordinaire polysémie, car il signifie à la fois expérience, démonstration, manipulation pratique, utilisation d'un appareillage complexe, expérimentation réalisée par tel ou tel scientifique... »(ARCA, 1999).<sup>8</sup>

Il nous a donc semblé utile de clarifier un peu le débat. Plutôt que de standardiser la manière d'apprendre les sciences en cherchant à définir ce qu'est finalement « cette fameuse démarche expérimentale » et poursuivre la recherche d'une manière univoque, nous avons opté pour une diversification des manières d'apprendre en sciences.

La synthèse qui suit a pour objectifs d'identifier le statut de l'expérience en classe et de donner une idée d'une gradation possible des logiques d'enseignements de type expérimental.

Plusieurs auteurs en didactique des sciences ont éclairé notre réflexion pour établir une typologie des expériences en classe. Notamment KOUHILA (2000)<sup>9</sup>, dans l'observation très intéressante qu'il a menée dans les classes de sciences. Il nous présente toute une série de variantes des expériences observées et leurs caractéristiques : expérience spectacle, expérience historique, expérience fondamentale, de sensibilisation, illustrative, de référence, de renforcement, qualitative, assistée, prototypique, limitative, expérience-test, de validation, de « persuasion », quotidienne....

GIORDAN (1999)<sup>10</sup>, distingue également plusieurs types d'expérimentations que les élèves peuvent mettre en place : *les expériences imitées* (trouvées dans des livres, des manuels et reproduites telles quelles) et *les expériences pour voir* (imaginées par un ou plusieurs élève(s), qui ont une intuition et réalisent une expérience pour voir ce qu'elle donne). Il indique comment enrichir la démarche pour passer graduellement à l'appropriation d'une méthode expérimentale de type *expériences pour vérifier*. Son « *autocritique de l'enseignement scientifique* » nous précise bien les limites, avantages et difficultés de chaque modèle didactique évoqué. COQUIDE (1998)<sup>11</sup> propose également un classement en trois catégories des différents modes didactiques de pratiques expérimentales nommées : *expérience-action ; expérience-objet, expérience-outil*.


La compétence didactique souhaitée chez les enseignants est de savoir concevoir ou choisir l'une ou l'autre approche expérimentale, selon le thème travaillé et les compétences disciplinaires ciblées. Notre équipe de recherche vise une prise de recul quant à l'intérêt de telle ou telle manière de procéder et une prise de conscience de l'image sous-jacente des sciences (plus ou moins créative) véhiculée.

<sup>8</sup> ARCA, 1999. *La représentation scientifique de la réalité : expérience et expérimentation à l'école primaire*. Aster n°28. INRP

<sup>9</sup> KOUHILA M., 2000. *Quelles activités de formation pourrait-on mettre à l'œuvre avec les stagiaires de l'ENS en vue d'assurer une adéquation entre la formation à la didactique et la pratique professionnelle au lycée ? Compte-rendu d'innovation*. Didaskalia n° 17 - octobre 2000. P : 173-193.

<sup>10</sup> GIORDAN A, 1999. *Une didactique pour les sciences expérimentales*. Belin.

<sup>11</sup> COQUIDE M, 1998. *Les pratiques expérimentales : propos d'enseignants et conceptions officielles*, Aster n°26 P:109-132

 « S'affranchir du dogmatisme suppose une pratique diversifiée de l'expérimental dans la classe, et une prise de conscience des statuts possibles de l'expérimentation pratiquée » (ASTOLFI et DEVELAY, 2005)<sup>12</sup>.

Comme le propose le module de formation à l'épistémologie de la physique présenté par KOUHILA<sup>13</sup>, nous souhaitons amener les enseignants à se poser les questions suivantes :

- Quelle catégorie d'expérience est réalisée ou proposée ?
- Quelle fonction joue cette expérience dans la construction du savoir de l'élève (illustrer une loi, vérifier une hypothèse, induire une loi physique, déstabiliser une conception...)
- Quels modes de raisonnement sont mis en œuvre (induction, déduction, analogie, ...).

Il ne s'agit pas uniquement de convaincre les instituteurs du bien fondé de mener plus de séquences en sciences, mais de leur proposer des repères clairs leur permettant d'inscrire leur démarche comme étape d'un processus d'apprentissage, en toute connaissance de la suite du vécu scolaire souhaité dans le domaine envisagé. Cette chronologie propose de partir de l'approche sensorielle, de poursuivre par une approche concrète tâtonnante pour aboutir à une approche plus rigoureuse dont découleront une modélisation et une abstraction du réel. L'intention n'est pas d'affecter à un niveau d'enseignement donné, un statut de l'expérience précis, mais plutôt de défendre une logique chronologique à l'intérieur d'une séquence d'apprentissage. En effet, nous pensons, comme le précisent ASTOLFI et DEVELAY<sup>14</sup>, que les « expériences-action » (comme définies ci-après), ne doivent pas rester cantonnées à l'école primaire sur le simple présupposé que les enfants éprouvent un besoin irréprouvable d'essayer, d'agir, de jouer, de bricoler. Nous sommes convaincus également que les expériences-outil, qui s'imposent dès le premier cycle du secondaire, ont déjà leur place à l'école élémentaire, si l'on veut déboucher sur des acquis conceptuels identifiés, aussi modestes soient-ils.

Nous rechercherons aussi le niveau de formulation attendu pour les savoirs visés, le type de structuration à proposer, ainsi que l'image des sciences véhiculée.

Nous décrivons ci-après la typologie réalisée des différentes pratiques de l'expérience en classe et nous tentons d'explicitier les particularités de chaque approche. Les illustrations sont tantôt inspirées des démarches vécues dans les classes des enseignants participant au groupe de réflexion ou dans les classes de stage des étudiants futurs enseignants associés à la recherche, tantôt par des situations reprises de manuels.

Un tableau comparatif et synthétique (voir 3.5.) reprend ces principaux statuts de l'expérience et les présente selon une gradation.

<sup>12</sup> idem

<sup>13</sup> KOUHILA M. 2000. *Quelles activités de formation pourrait-on mettre à l'œuvre avec les stagiaires de l'ENS en vue d'assurer une adéquation entre la formation à la didactique et la pratique professionnelle au lycée ? Compte-rendu d'innovation*. Didaskalia n° 17 - octobre 2000. P : 173-193.

<sup>14</sup> ASTOLFI JP & DEVELAY M, 2005. *La Didactique des Sciences*. Coll. Que sais-je.PUF

## 3.2 Expériences-action

Lorsque l'enfant est devant un matériel nouveau, il le touche, l'essaye, l'associe, applique diverses actions qui, de l'extérieur, peuvent paraître désorganisées. L'enfant suit son propre projet, une action entraîne la suivante. Si on lui demande ce qu'il fait, l'enfant répond que c'est « pour voir » comment ça marche, « pour voir » ce qui va se passer.



*Parfois nous sommes agacés par ces petits qui ont besoin de toucher à tout, de chipoter, de tourner un objet dans tous les sens. Pour nous l'utilité d'un objet, son poids, sa texture paraissent évidents et les expériences de ces « chipoteurs » n'ont souvent à nos yeux que peu d'utilité. (...) Et pourtant ! Ces enfants, curieux d'expérimenter, sont ceux qui tentent à tout prix de comprendre les lois physiques constitutives du monde les entourant.<sup>15</sup>*

Qu'ils les appellent expériences expérientielles<sup>16</sup>, expériences « pour voir »<sup>17</sup>, expériences fonctionnelles<sup>18</sup>..., la plupart des didacticiens des sciences s'entendent pour souligner l'utilité d'activités librement poursuivies par l'enfant, sans référence explicite à des apprentissages, sans cadre théorique préalable et privilégiant une approche concrète centrée sur l'action. « Les expériences-action ont pour but de familiariser l'élève à des objets ou des phénomènes, de l'inciter à un questionnement, de constituer un référent empirique ».<sup>19</sup>

Lors de ces activités, l'enfant doit pouvoir agir sur les objets en veillant à ce que son action propre soit la cause des modifications engendrées, qu'il ne soit pas uniquement le spectateur d'effets produits, mais l'être agissant, la cause de la conséquence.

Selon la typologie des modes d'apprentissage, on dira que l'enfant est mis en situation de comprendre le monde en agissant par essais-erreurs. Selon une position épistémologique, on dira que son approche est empirique (une approche plus systématique de construction de modèle n'interviendra que plus tardivement dans l'apprentissage et permettra de passer de cette perspective empiriste à une perspective expérimentale).

Lors de ces moments de prise de contact avec le réel, on peut voir l'enfant reproduire un certain nombre de fois la même action qui donnera le même résultat. C'est justement cette récurrence qui rassure l'enfant et lui fait prendre conscience de la constance des lois qui régissent notre univers.

Si ces phases d'expérimentation libre sont souvent bien respectées dans les classes maternelles et réellement considérées comme moment d'apprentissage à part entière, elles sont souvent oubliées dans les séquences d'éveil chez les enfants plus grands. Les enseignants du primaire ont parfois l'impression d'un coût trop important en temps, mais cette perte de temps n'est qu'apparente si

<sup>15</sup> DRORY D., 1999. « Chipoter, c'est expérimenter » - *Le ligueur*

<sup>16</sup> COQUIDE M.- 2000. Le rapport expérimental au vivant. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches. Université d'Orsay. Paris Sud.

<sup>17</sup> GIORDAN A. – 1999. Une didactique pour les sciences expérimentales. Belin.

<sup>18</sup> ASTOLFI JP., DAROT E., GINSBURGER-VOGEL Y. et TOUSSAINT J., 1997. Mots-clés de la didactique des sciences. Pratiques pédagogiques. De Boeck Université. 194 p.

<sup>19</sup> COQUIDE M., 1998. *Les pratiques expérimentales : propos d'enseignants et conceptions officielles*, Aster n°26 P:109-132.



l'on mesure les résultats sur la qualité de l'apprentissage dans la suite de la démarche. Pour l'appréhension de certains concepts, même au premier degré du secondaire, des phases d'approche sensorielle et/ou concrète restent nécessaires. Or, nous pouvons constater que la plupart du temps, l'information scientifique scolaire privilégie la description des phénomènes, voire sa modélisation abstraite, sans passer par des phases concrètes d'appropriation.

Selon le but poursuivi, selon le mode d'approche de l'enfant, selon la consigne plus ou moins directive, nous proposons ci-après différents types d'expérience-action : les expériences pour ressentir, les expériences « pour voir » lors de manipulations libres, les expériences « pour voir » lors de défis, les expériences spectacles.

### 3.2.1. *Expériences pour ressentir*

« *Percevoir avant de concevoir* »

Nous classons dans cette catégorie, toutes les expériences qui permettent de faire ressentir par les sens, par le corps les notions scientifiques envisagées. Ressentir sur soi, en soi un concept physique avant de le mettre en jeu dans des objets autres que soi est une étape importante à nos yeux. Les didacticiens en psychomotricité sont convaincus des effets facilitateurs de l'activité motrice sensorielle sur l'apprentissage.



« *Les situations d'apprentissage fondées sur la motricité de l'enfant peuvent servir d'assise à des formes d'interventions pédagogiques orientées vers des objectifs d'acquisition de connaissances (...). Du fait de leur dimension ludique et naturelle, les activités motrices d'apprentissage exercent un attrait sur les élèves, ce qui augmente la réceptivité de ces derniers. Donnant lieu à une approche plurisensorielle des contenus d'apprentissage, l'expérimentation motrice favorise une compréhension riche et adéquate de ces contenus et confère plus de relief aux acquisitions* »(PAOLETTI, 2003)<sup>20</sup>.

Concrètement, une phase de jeux psychomoteurs ou sensoriels peut constituer un point de départ de démarches d'apprentissage en éveil.

Au fondamental, ces séances peuvent être conçues en collaboration avec le maître spécialisé d'éducation psychomotrice. Il s'agit par exemple, de commencer une séquence sur la flottaison par une séance en piscine permettant de vivre les effets de la poussée d'Archimède ; de vivre des jeux d'équilibre du corps avant de tester la stabilité d'une tour que l'on construit ; de ressentir les effets sur son corps de la pression qui s'exerce dans l'eau dans tous les sens avant de prendre conscience de cette pression de l'eau sur les parois d'un récipient; de percevoir la lumière, l'absence de lumière avant l'approche des propriétés de la lumière (propagation, réflexion...). Lorsqu'on travaillera la notion d'élasticité de la matière, on peut prévoir une séance dans la salle de psychomotricité où l'enfant, devant un matériel varié, peut tester le rebond sur différents supports ou encore se faufiler dans des tubes de tissus contenant de l'élasthanne ...

<sup>20</sup>PAOLETTI R., 2003. Education et motricité. De Boeck.

### Quelques illustrations de cette étape de « vécu en soi »



Expérience pour ressentir que la pression de l'eau à l'intérieur d'un liquide s'exerce dans toutes les directions

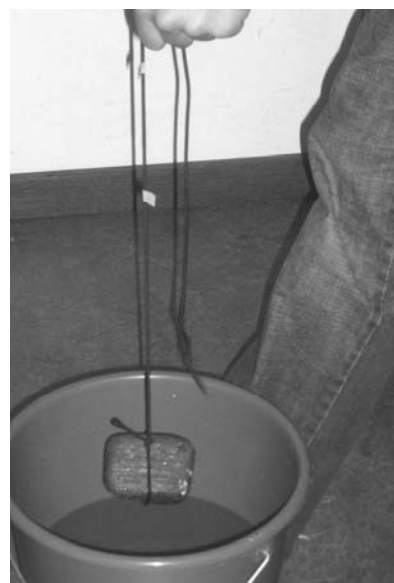


La main est placée dans un sachet en plastique avant d'être immergée.

*L'eau pousse partout, ma main est serrée dans le sachet*



Expérience pour ressentir la poussée d'Archimède.



*Quand la pierre sort de l'eau, on sent que l'élastique s'étire d'un coup.*

Dans le secondaire, cette approche nous semble particulièrement intéressante pour aborder des concepts aussi abstraits que la notion de « poussée ».


### 3.2.2. Expériences « pour voir » lors de manipulations libres

*Passer d'un stade « vivre en soi » au stade « agir sur les objets »*



Lorsque l'enfant découvre un nouveau matériel, il l'utilise, le teste, se l'approprie en agissant. L'enfant a ses propres projets, parfois bien éloignés de celui de l'animateur.

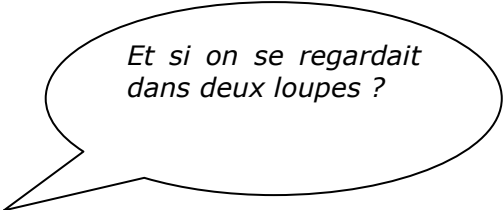
Nous avons pu mesurer l'importance d'accorder un temps de rencontre entre l'enfant et le matériel. Il s'agit d'un temps de manipulations libres, c'est-à-dire un moment non-directif qui précède et, mieux, nourrit la suite des étapes de l'animation. En effet, l'enfant ne pourra se motiver pour les situations qui lui sont proposées que s'il a « épuisé » ses propres projets.

Des moments d'investigation libre peuvent se présenter tout au long de la séquence, car une expérience qui a donné un résultat est source de plaisir et de nouvelles questions. L'enfant aura envie de la reproduire 3,5,... 10 fois (activités de consolidation) ; il aura envie de réaliser la même action avec d'autres objets (activité d'investigation). Ces moments sont importants pour l'ancrage des apprentissages (HOST, 1976)<sup>21</sup>.

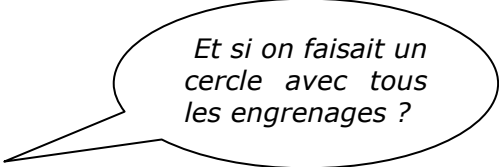


Des actions à l'origine de questionnements intéressants et de découvertes fortuites.

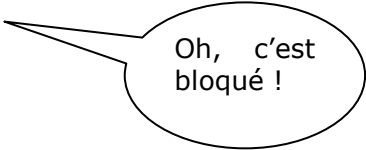





*Et si on se regardait dans deux loupes ?*



*Et si on faisait un cercle avec tous les engrenages ?*



*Oh, c'est bloqué !*

<sup>21</sup> HOST V., DEMAN C., DEUNFF J., 1976, Activités d'éveil scientifique, 4 : initiations biologiques 86 : INRDP. Coll. Recherches pédagogiques.

### 3.2.3. Expériences « pour voir » dans un défi expérimental

Le point de départ de la démarche est une situation-défi à résoudre. La résolution se fait en essayant avec le matériel « *pour voir comment ça se passe* ». On est dans une démarche d'essais-erreurs.

Les situations-défi proposées sont attrayantes par leur caractère ludique ; l'obstacle est choisi de manière à être franchissable par l'élève. Le défi stimule l'activité mentale de l'élève et la confiance en ses capacités, si la solution est accessible. Si l'obstacle n'est pas franchissable, il peut renforcer l'élève dans son sentiment d'incompétence dans les matières scientifico-techniques. Un sentiment d'émulation peut motiver certains lorsque le défi est proposé à plusieurs groupes. Les défis amènent à poser des questions de sciences qui sont notées pour une structuration ou un traitement ultérieur.

Une phase de structuration des acquis doit bien sûr être prévue à la suite, car la résolution par l'action seule permet peu l'intégration des savoirs.

L'enseignant intervient pour stimuler la réflexion tout au long du processus.

#### Défi technique :



**Exemple 1:** Avec le matériel proposé, trouver différents moyens de faire tourner quelque chose à l'aide du contenu d'un verre d'eau



**Exemple 2:** Nous avons vu, lors de visite du moulin, que la roue qui tournait verticalement grâce à l'eau entraînait le mouvement horizontal de la meule. Avec le matériel, construire, cette fois, une machine où la rotation horizontale d'une roue entraîne à distance, un mouvement vertical d'une autre roue.

## Défi ludique :



**Exemple :** chaque équipe reçoit des feuilles de papier (A4) et des clous. Il s'agit de réussir à faire flotter le plus possible de clous avec une seule feuille. Une balance permet de peser la quantité maximale de clous mise à flotter. Les résultats de chaque groupe sont notés au tableau au fur et à mesure. Chaque groupe peut réaliser plusieurs essais.

### 2.3.4. Expériences de sensibilisation (ou expériences spectacle)

L'expérience proposée interpelle par son caractère spectaculaire ou inattendu. Qu'elle soit réalisée par les élèves ou devant les élèves, le but est de susciter le questionnement.

L'idée n'est pas de donner ensuite une explication toute faite (on retomberait dans un dogmatisme) mais de partir de l'étonnement pour donner l'envie de découvrir.




Les participants sont invités à se disposer en cercle. Chacun reçoit une cuillère qu'il tient par une extrémité ; le voisin de droite tenant l'autre extrémité. Le manche des cuillères est recouvert de papier aluminium. Les deux personnes assises en bout de chaîne touchent chacune une des électrodes d'un voltmètre.

L'aiguille bouge, le courant passe... et les questions de sciences fusent...

### 3.2.5. Consacrer du temps aux expériences-action, un passage obligé ?


 Elles répondent aux besoins d'action de l'enfant.

Passer par cette phase plus centrée sur l'action correspond bien au mode de pensée de l'enfant.

 « En interagissant activement avec l'objet de connaissance, l'élève participe à la construction de ses savoirs et en acquiert une connaissance plus complète qui facilite leur mémorisation et leur assimilation... L'approche pédagogique des apprentissages par le vécu moteur représente un mode d'appréhension de la réalité qui tient compte des caractéristiques du développement de la pensée de l'enfant au stade préopératoire » (PAOLETTI, 2003)<sup>22</sup>.

Ces périodes d'apprentissages spontanés sont liées à la recherche d'un plaisir, à la satisfaction d'un besoin et correspondent à une signification psychologique profonde pour l'enfant (ASTOLFI et al. 1997)<sup>23</sup>.

Nous avons pu observer comment, même au début du secondaire, une approche moins directive, incitant à l'action spontanée, restait un moment privilégié et apprécié des élèves (voir dans la séquence « engrenages » au chapitre III) la première phase de manipulation libre avec le matériel).

 Elles permettent à l'enseignant de déceler les modes de raisonnement spontanés qui ont guidé l'action de l'enfant.

Ces préconceptions pourront être prises en compte dans la suite de la démarche (voir plus loin, les expériences-objet qui permettent de mettre à l'épreuve certaines hypothèses).



Un défi ludique pour faire émerger la pensée spontanée...

Lors de ce défi ludique qui est lancé à quatre équipes d'enseignants : « Faire flotter le plus possible de clous avec une seule feuille de papier », la première réalisation prend la forme d'un « petit bateau en papier », comme chez les élèves.



L'idée stéréotypée qui a orienté cette réalisation s'avère peu efficace : le petit bateau

<sup>22</sup> PAOLETTI, R. (2003). Education et motricité. De Boeck.

<sup>23</sup> ASTOLFI J.P., DAROT E., GINSBURGER-VOGEL Y. et TOUSSAINT J., 1997. Mots-clés de la didactique des sciences. Pratiques pédagogiques. De Boeck Université. 194 p.

coule assez rapidement malgré un nombre faible de clous.  
Lors des essais successifs, les groupes réalisent donc différents pliages et la forme du « récipient à clous » ainsi créé est souvent révélatrice du système explicatif qui a guidé le choix.



*Pourquoi  
cette  
forme-là ?*

*Parce qu'il y a  
une grande  
surface et donc,  
cela flottera  
mieux.*

Cette pensée spontanée que la surface joue un rôle dans la flottaison est fréquente chez les élèves. Si la séquence d'apprentissage n'en permet ni son expression, ni sa confrontation avec le réel, cette représentation restera ancrée.

Les essais ont montré qu'un parallépipède rectangle plus profond, présentant donc une surface en contact avec l'eau plus petite que dans l'essai précédent, s'avérait plus efficace. La conviction de l'influence du facteur « surface » est ébranlée. La suite de la démarche devra permettre à ces élèves de penser « volume » plutôt que « surface ». Le modèle explicatif initial ne convient plus, ces élèves sont prêts pour construire une nouvelle explication de la flottaison plus représentative de la réalité.

⚡ *Elles sont un préalable nécessaire au passage vers une approche expérimentale qui exigera plus de rigueur.*

L'expérience-action permet d'établir certaines corrélations, exprimées en termes d'impressions, qui seront le point de départ de relation de causalité, à tester ensuite dans une phase d'expérience-objet. C'est l'enseignant qui facilite cette transition progressive de la démarche « tâtonnante » à une démarche plus rigoureuse pour prouver, par exemple, l'influence d'un facteur pressenti.



Un défi technique pour poser des questions :  
*de l'expérience « pour voir » à l'expérience « pour prouver »*

Extrait des expériences « pour voir » à propos de la force de l'eau (6<sup>o</sup>primaire)  
Consigne : « faire tourner quelque chose avec le contenu d'un verre d'eau »



Les enfants ont construit, entre autres, différents systèmes de roues à aubes. En testant les différentes constructions, certains enfants font une observation fortuite. Ils aménagent leur première construction en fonction de cette dernière.

*E : On voudrait un tuyau et une tige, un entonnoir et de la corde. On voudrait accrocher le tuyau là au-dessus.*

*I : Pourquoi accrocher le tuyau plus haut ?*

*E : Pour que l'eau tombe de plus haut. Si le tuyau est plus haut, ça va plus vite.*

*I : Vous pensez que la hauteur de la chute d'eau a une influence ? Comment le prouver ?*

*E : On verra bien si la roue va plus vite.*

*I : Essayez. Après, vous réfléchirez à comment le prouver de manière plus précise !*

Les élèves sont motivés pour comprendre. La suite de la démarche, sous forme de protocoles à suivre (expérience-outil) ou de protocoles à construire (expérience-objet) afin de vérifier les hypothèses dégagées, s'impose naturellement.



*Elles permettent une motivation accrue pour le sujet d'étude et parfois un autre regard sur l'enfant.*



### Quelques réactions d'enseignants

*« Les enfants, dans la séquence d'apprentissage ont bien aimé de construire des objets qui tournent avec l'eau. Ils étaient motivés, ils prenaient plaisir à chercher. Des élèves, habituellement peu impliqués, ont été ici valorisés. »*

*« Les enfants ont apprécié d'expliquer aux autres leurs découvertes »*

Ces expériences-actions sont des points de départ, elles se justifient d'autant plus que l'enfant est plus jeune. Bien entendu, on y consacrera moins de temps au secondaire, mais elles sont néanmoins une amorce utile pour de nombreux élèves. Ceux-là justement qui se sentent peu concernés par des démarches plus directives ou plus abstraites.



*« Le mode d'expérience-action permet aux élèves d'explorer et d'agir à travers des situations variées et diversifiées, avec des finalités de familiarisation pratique à des objets, à des phénomènes, et à des instruments scientifiques et techniques » (COQUIDE, 1998<sup>24</sup>).*

<sup>24</sup> COQUIDE M., extrait d'une intervention à Paris en novembre 2001. <http://www.parcours-diversifies.scola.ac-paris.fr/parcourssciences>.



### 3.2.6. Mais sans structuration et sans guide, peu d'apprentissage...



Comme le souligne GIORDAN<sup>25</sup>, « *L'activité seule, n'est pas suffisante pour apprendre. De même, de telles pratiques sont nettement insuffisantes pour faire entrer l'apprenant dans une maîtrise de la démarche expérimentale et cela déjà, à un premier niveau. L'élève ne verra que ce qu'il veut bien voir. Il ne comprendra que ce qu'il veut bien comprendre.(...) L'élève doit pouvoir exprimer ce qu'il suppose, mettre en œuvre des démarches, confronter ses idées à celles des autres ou à des documents* ».

Ceci nous conduit à préciser le rôle de l'enseignant pour exploiter au mieux ces moments d'action sur le réel afin de partir de l'enfant et de l'amener plus loin.

Le style didactique de l'enseignant lors de l'animation d'activités d'expériences-action devrait être incitatif<sup>26</sup> : donner la consigne ; organiser le matériel ; répondre aux problèmes techniques qui se posent ; encourager ; relancer l'action si nécessaire ; questionner pour faire émerger la pensée sous-jacente qui a guidé l'action ; noter les éventuels obstacles à l'apprentissage dans le système de pensée de l'élève... Et pour organiser la suite du travail, il pourra : relever les questions scientifiques ; noter les prolongements possibles ; garder trace des divergences et convergences d'idées dans la classe...

Nous vous renvoyons au texte sur la structuration (point 4) pour y trouver différentes formes.

---

<sup>25</sup> GIORDAN A., 1999. Une didactique pour les sciences expérimentales. Belin

<sup>26</sup>ASTOLFI JP., DAROT E., GINSBURGER-VOGEL Y. et TOUSSAINT J., 1997. Mots-clés de la didactique des sciences. Pratiques pédagogiques. De Boeck Université. 194 p.

### 3.3 Expériences-outil

Ce type d'expérience est sans doute le plus fréquemment rencontré dans les classes, tant au primaire qu'au secondaire. L'activité débute souvent par une « marche à suivre » distribuée aux élèves. C'est en suivant, pas à pas les consignes indiquées que les enfants « redécouvrent » une loi, un concept. L'expérience est donc envisagée comme un **outil** mis au service de l'élaboration théorique<sup>27</sup>, pour illustrer un phénomène ou construire un modèle (comme c'est parfois le cas dans le secondaire).

L'expérience est prévue par l'enseignant. Il la choisit parce qu'elle « fonctionne » et que les résultats illustrent la loi ou la théorie qu'il veut faire passer.

Nous verrons ci-dessous que, si les expériences-outil peuvent être utiles à l'apprentissage et comportent certains avantages, elles ont aussi leurs limites, notamment parce qu'elles permettent peu de développer chez l'enfant des compétences scientifiques.

Dans cette catégorie, nous distinguons les expériences réalisées **par** les élèves de celles qui sont réalisées par l'enseignant (ou l'animateur), **devant** les élèves.

#### 3.3.1. *Expériences illustratives réalisées par l'élève ou ... sur un chemin balisé.*

Beaucoup de livres d'éveil scientifique proposent des « recettes toute faites » que l'enfant peut suivre pas à pas pour « découvrir » une loi ou un phénomène. André GIORDAN<sup>28</sup> les appelle « **expériences imitées** ».



« Elles correspondent aux expériences trouvées dans les livres et que l'on reproduit telles quelles. Avec le développement de livres pour enfants, on trouve à l'école primaire de nombreuses expériences de ce type. Elles reposent sur des phénomènes physiques ou chimiques » (GIORDAN, 1999).

<sup>27</sup> COQUIDE M., extrait d'une intervention à Paris en novembre 2001. <http://www.parcours-diversifies.scola.ac-paris.fr/parcourssciences>.

<sup>28</sup> GIORDAN A., 1999. Une didactique pour les sciences expérimentales. Belin.

## Quelques exemples pour comprendre...



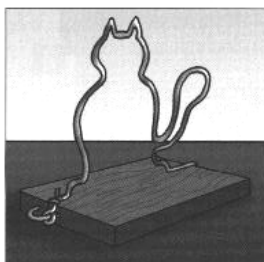
Une activité proposée pour le primaire, en électricité, pour permettre à l'élève d'approcher la notion de *circuit fermé*<sup>29</sup>.

### Réalise un jeu électrique.

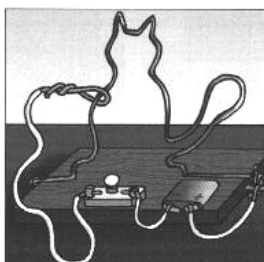
Matériel: une planchette – une pile de 4,5 V – une ampoule et sa douille – du fil de métal rigide – du ruban adhésif – un marteau – une pince – 2 crampons en U – 3 morceaux de fil électrique aux extrémités dénudées, dont un de 50 cm de long.



1. Avec la pince, donne une forme au fil rigide (animal, monument...), en prévoyant plusieurs courbes. Fais un crochet aux extrémités.



2. Fixe cette forme sur la planchette avec les crampons en U.



3. Fais une boucle (d'environ 1 cm de diamètre) à l'extrémité du fil électrique le plus long. Puis réalise les branchements comme indiqué sur le dessin.



4. Déplace la boucle sans allumer l'ampoule. La boucle joue le rôle d'interrupteur: quand elle entre en contact avec le fil de fer, elle ferme le circuit et l'ampoule s'allume.

#### POUR ALLER PLUS LOIN...

❶ Quand tu as réalisé le jeu électrique, mets au point une règle pour jouer avec tes camarades.  
Ex. : temps minimal pour faire un aller-retour.

❷ Prends deux lampes, du fil électrique et une pile. Essaie d'allumer simultanément les deux lampes. Que constates-tu ?

Fréquemment, à **l'école primaire**, ce mode didactique peut prendre la forme **d'ateliers dirigés** qui se prêtent bien à l'approche de certaines notions, comme dans l'exemple ci-dessous, comme activité de structuration ou moment d'approfondissement. Chaque atelier illustre alors un aspect de ce que l'enseignant veut faire découvrir aux enfants et quand l'élève est passé dans les différents ateliers, il a abordé de manière concrète les différents aspects d'un principe ou d'une loi.



Un exemple construit et testé lors de cette recherche, à propos des engrenages (voir chapitre III - séquence moulins).

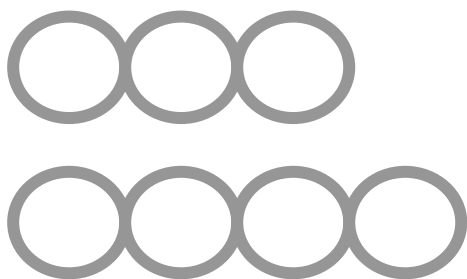
#### Atelier 1 : « Je pars à gauche ou à droite »

Aligne une série de roues de même dimension.

Fais tourner la première roue et observe comment tournent les autres roues. Pour t'aider, tu peux placer des drapeaux sur les roues afin de mieux voir le sens de rotation.

Sur les schémas ci-dessous, indique, par des flèches, le sens de rotation de chaque roue.

<sup>29</sup> Extrait de BOËCHE S. et al. 2004. – Sciences – cycle 3 – Collection « A nous le monde » - Sedrap.



Trouve une loi qui permet de dire dans quel sens tournera la 36<sup>e</sup> roue, la 57<sup>e</sup>, si la première tourne dans le sens des aiguilles d'une montre.

Atelier 2 : « Vite ou pas vite ? »

Selon une démarche similaire, l'atelier 2 permet à l'enfant de découvrir que lorsque les roues ont des tailles différentes, le nombre de tours effectués par chacune dépend de sa taille. La taille de la roue (son nombre de dents) étant inversement proportionnelle à sa vitesse de rotation.

Atelier 3 : « Changer de direction »

De même, l'atelier 3 propose à l'enfant de découvrir comment il est possible de passer d'un mouvement horizontal à un mouvement vertical, en plaçant deux roues perpendiculairement.

Ces ateliers ont été choisis pour guider l'enfant pas à pas afin qu'il comprenne comment fonctionnent les engrenages. Chaque atelier a un objectif d'apprentissage précis. Après avoir suivi chaque atelier, l'enfant est prêt pour aller plus loin. Par exemple, comprendre comment fonctionne une essoreuse à salade ou comment, dans un moulin à eau, les engrenages permettent de transformer le mouvement vertical de la roue en mouvement horizontal de la meule.

Au **secondaire**, les expériences imitées sont aussi fréquentes. Les activités de laboratoire sont souvent organisées de manière dirigée par l'enseignant. Ce sont alors des **protocoles à suivre**. La méthode de travail, le matériel nécessaire et les observations à effectuer sont clairement identifiés par l'enseignant et communiqués aux élèves.



Un exemple en physique à propos des états de la matière<sup>30</sup>.

<sup>30</sup> Extrait de SCULIER D., WATERLOO D., 2004. Sciences et compétences au quotidien – Biologie/Physique 1<sup>ère</sup> année (p.21).

### 1. Pour les liquides

#### a) Matériel

Un pied gradué, un tube à essai (éprouvette), un erlenmeyer, un berlin (bécher) et de l'eau (que tu peux colorer pour mieux la voir : bichromate de potassium (jaune), sulfate de cuivre (bleu), méthylorange (orange),... font très bien l'affaire).

#### b) Mode opératoire

Remplis l'éprouvette aux trois-quarts avec l'eau; transvase-la successivement dans chaque récipient en prenant soin de regarder la forme prise par le liquide à chaque fois.

#### c) Schémas expérimentaux

Dans le cadre qui suit, schématise l'eau dans chacun des récipients utilisés. Veille aux proportions, à la précision et n'oublie pas une légende.

Une fois de plus, la marche à suivre est indiquée à l'élève, tant au niveau de la manipulation à effectuer qu'au niveau des observations à mener.

Dans le secondaire, l'expérience-outil est parfois utilisée pour aboutir à une modélisation.



« Les **modèles** (...) facilitent la représentation du caché et aident à penser le complexe. (...) La modélisation intervient souvent en classe en fonction d'un besoin d'explication que ne satisfait pas le simple établissement d'une relation causale » (ASTOLFI et DEVELAY, 1989).<sup>31</sup>



Construire la notion de molécule par la modélisation<sup>32</sup>.

#### A. Situation-problème

Le mélange de 100ml d'eau et de 100ml de méthanol donne-t-il 200 ml d'eau alcoolisée ? Le mélange de 100 ml de sucre cristallisé avec 100 ml de riz donne-t-il un mélange dont le volume total vaut 200 ml ? C'est cette situation-problème que tu vas découvrir afin d'y apporter une réponse.

Expérience

Mode opératoire

1<sup>ère</sup> expérience :

Verser 100 ml d'eau dans un cylindre gradué.

Introduire 100 ml de méthanol dans un autre cylindre gradué.

Transvaser les 100 ml de méthanol dans le cylindre gradué contenant l'eau

2<sup>e</sup> expérience :

Introduire 100 ml de sucre cristallisé dans un cylindre gradué.

Verser 100 ml de riz dans un second cylindre gradué.

Transvaser le sucre cristallisé dans le cylindre gradué contenant le riz.

Agiter pour bien mélanger l'ensemble.

(...)

#### D. Modèle

Imagine un modèle (à l'aide de formes simples) capable de représenter la situation-problème initiale (mélange de 100 ml d'eau et de 100 ml de méthanol) ainsi que la dissolution du bichromate de potassium dans l'eau.

<sup>31</sup> ASTOLFI J.-P. et DEVELAY M., 1989. La didactique des sciences. Paris : PUF, *Que sais-je ?*

<sup>32</sup> Exemple extrait de SCULIER D., WATERLOO D., 2004. *Sciences et compétences au quotidien - Biologie/Physique 1<sup>ère</sup> année*. De Boeck : p.35 à 40.

## Caractéristiques de « l'expérience illustrative réalisée par l'élève »



Dans le cadre des expériences-outil - selon M. COQUIDE - « *L'activité expérimentale intervient par rapport à une priorité d'entrée pédagogique axée sur l'appropriation de concepts par l'élève* » (COQUIDE, 1998)<sup>33</sup>

Ainsi, comme c'est le cas dans chacun des exemples ci-dessus, l'élève est **exécutant** d'une application pratique qui vise à lui faire apprendre de la matière. L'apprentissage n'est donc pas axé sur la démarche d'investigation de l'élève comme dans le cas des expériences-objet, voir 3.4.).

Le **protocole expérimental est prévu** à l'avance par l'enseignant.

L'enseignant adopte un style *normatif*<sup>34</sup> « le dialogue est essentiellement commandé par l'enseignant qui oriente un projet précis ». Si l'enseignant le prévoit, l'élève aura l'occasion de prédire les résultats, de justifier ce qu'il observe et d'analyser les constats tirés de l'expérience. Dans ce cas, « c'est un style qui rappelle les formes traditionnelles d'enseignement, mais qui prend soin de l'activité intellectuelle effective des élèves » (ASTOLFI, 1997). Les connaissances théoriques sont abordées en lien et sur base des observations réalisées. Les observations sont en général convergentes.

Attention, une expérience-outil peut donner l'impression d'être l'occasion, pour l'élève, de mettre au point, voire de concevoir un dispositif expérimental. Prenons un exemple en biologie, à propos des conditions de développement des champignons<sup>35</sup>...



Une expérience-outil qui fait penser à une expérience-objet...

#### 4. Tu manipules, tu mesures.

##### Quels sont les besoins des champignons pour se développer ?

Quelques observations peuvent te mettre sur la bonne voie pour émettre des hypothèses (en sciences, émettre une hypothèse, c'est imaginer une explication vraisemblable d'un phénomène observé, avant de vérifier de manière expérimentale si cette explication est correcte).

*Par exemple : Beaucoup de champignons apparaissent en automne alors que la terre est chaude et humide. Quand il fait chaud et humide, la nourriture préparée, les fruits et les légumes moisissent rapidement, qu'ils soient enfermés dans une armoire ou non. S'ils sont placés au frigidaire, ils moisissent beaucoup moins vite.*

Il semble donc que pour se développer, les champignons aient besoin de .....  
et de ..... mais ils n'ont pas besoin de.....

À toi de faire travailler ta perspicacité pour vérifier ces hypothèses. Attention, n'oublie pas qu'on ne peut faire varier qu'un paramètre à la fois.


Tu consignes tes recherches dans un rapport (modèle : fiche 27).

<sup>33</sup> COQUIDE M., 1998. *Les pratiques expérimentales : propos d'enseignants et conceptions officielles*, Aster n°26 P:109-132

<sup>34</sup> ASTOLFI JP., DAROT E., GINSBURGER-VOGEL Y. et TOUSSAINT J., 1997. Mots-clés de la didactique des sciences. Pratiques pédagogiques. De Boeck Université. 194 p.

<sup>35</sup> Extrait de BERTRAND S, MOLS J., 2002. Je construis mes apprentissages en sciences au premier degré- Fiches-outils 1<sup>ère</sup> - De Boeck. P.70

Dans ce cas-ci, on pourrait penser, à première vue, qu'il s'agit d'une expérience-objet, puisqu'il y a « vérification d'hypothèses ».


 Mais « *l'objectif, ici, n'est pas de faire émerger des conceptions relatives à un domaine de savoir et de les approfondir par le biais d'expériences, mais plutôt d'illustrer, par un dispositif expérimental, un savoir déjà connu.* »<sup>36</sup>

En effet, les conditions de développement des champignons (appelées ici « hypothèses ») sont annoncées dès le départ. On ne peut pas parler d'émission d'hypothèses dans le chef de l'enfant et l'expérience que l'enfant construit est envisagée pour montrer l'influence d'une variable. Il s'agit donc bien d'**illustrer** que les champignons ont besoin de chaleur et d'humidité, mais pas de lumière, pour se développer. La consigne va même jusqu'à rappeler à l'enfant qu'il doit veiller à isoler des variables. Sans cela, les résultats expérimentaux ne seraient pas possibles à interpréter.

### **Pourquoi ce modèle didactique est-il si répandu ?**

Cette manière de travailler présente de nombreux avantages.

Elle est avant tout **rassurante** pour l'enseignant qui, s'il a bien préparé le document de travail et le matériel, ne craint plus guère de surprise. Tout est prévu. Il met donc de côté toutes les chances pour que les expériences réussissent et pour que l'élève arrive là où l'enseignant l'a prévu (voir a contrario expérience-objet).

 « *La résistance du réel peut faire peur aux enseignants. (...) Les professeurs préfèrent gommer cette matérialité, en intervenant très vite dans le guidage ou en proposant d'office des protocoles « clés en main »* » (COQUIDE, 1998).<sup>37</sup>

Pour l'élève aussi, cette démarche graduelle et analytique le rassure car elle lui permet d'avancer sans se perdre dans des voies qui n'aboutissent pas (voir expérience-objet). Elle est donc plus **confortable pour les élèves** qui sont peu à l'aise dans les approches globales.

De plus, grâce au balisage proposé et aux tâtonnements ainsi évités, cette manière de travailler est assez **économique en temps**. C'est un élément qui n'est pas à négliger quand les études montrent que très peu de temps est consacré à l'apprentissage des sciences (NYSSSEN, 2002)<sup>38</sup>.

### **Quels sont les apprentissages possibles ?**

Bien sûr, à l'école primaire, l'expérience-outil permet au jeune élève de **se familiariser avec l'approche expérimentale**. La « marche à suivre » guide l'enfant sur un chemin « sûr ». La richesse de l'activité dépendra de la manière dont l'enseignant aura construit le « cahier de laboratoire ». Un simple texte à

<sup>36</sup> Pistes didactiques Formation scientifique Evaluation externe en 1<sup>ère</sup> année A de l'enseignement secondaire.2004

<sup>37</sup> COQUIDE M., 1998. *Les pratiques expérimentales : propos d'enseignants et conceptions officielles*, Aster n°26. P:109-132

<sup>38</sup> NYSSSEN MC., 2002. L'enseignement des sciences en communauté française. Etude descriptive dans l'enseignement fondamental in Les cahiers du Service de Pédagogie Expérimentale N°s 9 et 10 - Service de Pédagogie expérimentale ULG.

trous sera rapide à remplir, mais n'apportera pas autant qu'un document ouvert qui permet la divergence des points de vue des élèves.

L'expérience-outil est efficace quand l'objectif d'apprentissage choisi par l'enseignant est essentiellement orienté vers des **contenus matière** et non vers une démarche de recherche.

- 📌 Elle permet **d'aider l'enfant à comprendre** en illustrant par l'expérience un concept abstrait dont la clarification est nécessaire pour la suite du travail (tout en sachant que l'exemple est réducteur et choisi dans un champ de validation donné).



La notion de « pression » est un concept difficile pour un jeune enfant. Dans un travail sur les moulins à eau, il était important de clarifier ce concept de « pression de l'eau ». L'expérience proposée ici permet à l'enfant de ressentir puis d'exprimer la pression de l'eau

#### Le ballon-fontaine<sup>39</sup>

- Pour réaliser l'expérience suivante, placez-vous par deux.

L'un prend un ballon de baudruche, le place sur l'embouchure du robinet et remplit le ballon en ouvrant le robinet.

Pendant que le ballon se remplit, demande à ton coéquipier de poser délicatement ses mains sur le ballon.

Que ressent-il?

.....  
 .....

Prends maintenant, le même ballon mais percé de petits trous à l'aide d'un compas. Recommence l'expérience.

Qu'observez-vous dans ce deuxième cas?

.....  
 .....

- Réalise un schéma pour mieux comprendre....

Dessine le robinet et le ballon qui se remplit. Utilise des flèches pour indiquer dans quelle direction et dans quel sens l'eau pousse sur le ballon.

Au secondaire, l'expérience-outil peut devenir une **expérience-indice** (ou joker) pour aider un groupe en panne ou remettre un élève à niveau, dans une démarche expérimentale plus ouverte (voir expérience-objet).



Dans un travail expérimental sur la flottaison des corps, des élèves cherchent à comprendre pourquoi un comprimé d'aspirine effervescent, en se dissolvant, remonte à la surface.<sup>40</sup>

<sup>39</sup> D'après le fichier *A la découverte de l'eau – Les transformations – Les petits Débrouillards* (Albin Michel Jeunesse)

<sup>40</sup> Cet exemple a été vécu avec des élèves plus âgés qui avaient déjà eu quelques notions de chimie.



Les élèves mettent en évidence qu'un gaz est dégagé lorsque le comprimé est plongé dans l'eau mais ne parviennent pas à comprendre ce qui provoque le dégagement gazeux. Après avoir plongé l'aspirine dans différents liquides, ils concluent que l'eau est nécessaire. Par ailleurs, en plongeant différentes substances dans de l'eau, ils constatent que peu d'entre elles produisent un dégagement gazeux. Ils cherchent l'explication dans la notice en lisant la composition de l'aspirine, mais les ingrédients sont nombreux et les substances chimiques ne leur disent rien. Comment savoir ce qui agit?

L'enseignant propose l'expérience-indice suivante :

### La danse des bulles<sup>1</sup>

- Placez environ une cuillère à soupe de bicarbonate de soude au fond d'un verre haut et transparent.
- Penchez ensuite le verre pour le remplir délicatement d'huile végétale assez claire. Agissez de manière à maintenir le bicarbonate au fond du verre.
- Versez alors 3 cl de vinaigre coloré par-dessus l'huile.
- Rapidement, le vinaigre pénètre dans l'huile en formant des gouttelettes qui descendent au fond du verre. Puis, à peine touchent-elles le fond qu'elles remontent jusqu'à la surface, avant de redescendre à nouveau...Il faut attendre cinq bonnes minutes avant que cette danse ne s'arrête !

Par l'expérimentation, les élèves constatent que la réaction est due au vinaigre et au bicarbonate de soude. En reprenant ensuite la notice, ils constatent que le comprimé effervescent contient un acide (acide ascorbique) et du bicarbonate de soude. Certains composés de l'aspirine, placés au contact de l'eau, réagissent; ce qui produit l'émission d'un gaz.

(Une recherche documentaire ultérieure permet de découvrir que l'eau est nécessaire à la réaction chimique).

L'expérience-indice apporte une réponse à leur questionnement. Le groupe peut alors poursuivre son travail d'investigation en cherchant, par exemple, à comprendre le rôle du gaz produit.

<sup>1</sup> Cette expérience a été présentée dans le cadre de l'exposition « la chimie naturellement » qui s'est déroulée du 6 mai au 30 novembre 2003 à la Cité des sciences et de l'industrie, porte de la Villette, à Paris ([www.cite-sciences.fr](http://www.cite-sciences.fr))



Parce que la marche à suivre est bien balisée, l'apprentissage peut se focaliser sur l'utilisation correcte d'un instrument de mesure (balance, dynamomètre ...). La méthode permet alors certains **apprentissages techniques** : apprendre à mesurer avec rigueur, récolter des résultats et les analyser, réfléchir à la pertinence et à la précision de la mesure et aux moyens de l'améliorer...

Ce type de mode didactique sera plus intéressant si l'enseignant a prévu un document de structuration bien construit qui laisse une place à l'enfant. Ainsi, l'élève pourra garder une trace de ce qu'il a vu, senti, entendu ... mais pourra aussi faire des liens, mettre en relation, tenter de conclure et parvenir peu à peu à structurer sa pensée. C'est grâce au document proposé par l'enseignant et aux questions ou consignes qui le jalonnent que l'enfant va apprendre à **observer**, à **comparer**, à **raisonner** par **analogie** ...

📌 **Apprendre à comparer** est loin d'être évident pour l'enfant. Or, cette activité mentale est une des étapes du processus de l'abstraction, comme le sont la perception, l'inférence et la vérification de l'inférence (BARTH, 1987)<sup>41</sup>.

📖 « Pour comparer, il faut mettre deux éléments côte à côte et les examiner par rapport à ce qui les caractérise (...) Une comparaison opérée de façon cohérente et complète est déjà une opération mentale très complexe. Elle prépare l'étape suivante : la conclusion, le choix. Avant de faire ce choix, il faut explorer le plus grand nombre possible de rapprochements existants entre les objets ou les idées à comparer » (BARTH, 1987)<sup>42</sup>.

Le passage à l'abstraction est une étape majeure de l'évolution de la pensée de l'enfant et, dans une perspective de continuum primaire-secondaire, apprendre à comparer est certainement une compétence à travailler dès l'école primaire.

### **Quelles sont les limites de ce modèle didactique ?**

Ne travailler que de cette manière présenterait un certain nombre d'inconvénients :

- Les conditions d'expérience sont réfléchies, aménagées pour que « ça marche ». Elles sont donc assez éloignées de la réalité. Le danger est grand de voir fleurir **des apprentissages « scolaires », peu fonctionnels**. Par exemple, apprendre comment fonctionnent les engrenages sans partir du vécu de l'enfant ou sans faire un transfert avec la réalité n'apportera pas de sens à l'apprentissage. L'expérience-outil doit au contraire être envisagée dans une démarche plus globale qui permettra à l'enfant de s'interroger, de réaliser des visites, de mener des investigations ... Il pourra en découvrir davantage sur le rôle des engrenages dans l'essoreuse à salade, dans les moulins à eau, dans le dérailleur de vélo...
- Ce type de démarche est **non efficace pour développer une attitude scientifique**.

📖 « L'enfant est seulement un exécutant. Il ne sait pas toujours ce qu'il faut voir, ce qui se passe ou comment interpréter. (...) Ce type d'expérience ne représente pas la pensée de l'élève. Ce type de pratique ne favorise en rien l'appropriation de la démarche expérimentale. (...) De plus, pour n'avoir pas pris réellement conscience de ce qu'ils faisaient, ils sont incapables de répéter la même expérimentation dans une situation proche. Nous avons affaire au mieux à un conditionnement répétitif » (GIORDAN, 1999)<sup>43</sup>.

L'enseignant devra donc faire des choix et considérer le mode didactique à privilégier en fonction des apprentissages qu'il veut favoriser chez ses élèves.

<sup>41</sup> BARTH B.-M., 1987. L'apprentissage de l'abstraction Paris : Editions Retz. p. 120-121

<sup>42</sup> BARTH B.-M., 1987. L'apprentissage de l'abstraction Paris : Editions Retz. p. 120-121.

<sup>43</sup> GIORDAN A., 1999. Une didactique pour les sciences expérimentales, Guide Belin de l'enseignement.

- L'enseignant doit être vigilant car l'élève peut même réussir l'expérience sans s'interroger, sans rien comprendre, donc, sans apprendre. **L'activité s'apparente alors davantage à un « bricolage »** (voir à ce propos l'activité « électricité » proposée au chapitre III).



*« Réussir à apprendre exige de mettre en œuvre de multiples stratégies mentales. Ce qui est fondamental pour l'élève est l'activité dans sa tête. Il peut s'activer avec ses mains ou son corps tout en gardant son esprit totalement passif. C'est ce qui se passe quand il suit une liste de consignes proposées sur une fiche-guide ou un document à remplir (le pire étant bien sûr les questionnaires à trous !). En fait, il exécute une série de gestes qui ne peuvent avoir aucun sens pour lui. Il agit, mais ne sait pas pourquoi. »* (GIORDAN, 1999).

Nous ne pouvons qu'insister une fois de plus sur le rôle important de l'enseignant qui construira un « cahier de laboratoire » adapté qui permette le questionnement, la réflexion de l'enfant.

- Soulignons aussi que l'expérience-outil occulte le plus souvent tout ce qui pourrait conduire à douter du modèle enseigné et donne à l'élève une image linéaire et univoque de la démarche de pensée scientifique. Cette approche renforce une **vision dogmatique des sciences** (voir point 6).

### 3.3.2. *Expérience illustrative réalisée par l'enseignant ou l'animateur*

L'expérience a ici un tout autre statut et ne concerne pas directement l'enfant qui est **spectateur** de ce qui se déroule devant lui. Les auteurs, tels M. COQUIDE, n'envisagent d'ailleurs pas le « transmissif illustré » dans les multiples facettes de l'expérience-outil.

Pourtant, il est important de situer ce mode d'apprentissage dans une typologie des expériences en classe de science, car on le rencontre fréquemment sur le terrain. Par ces expériences illustratives, il s'agit de transmettre de la manière la plus abordable possible, l'état actuel des connaissances sur un sujet. L'information y est claire et structurée. Les apprentissages y sont de type transmissif, construits en gradation, illustrés par des exemples de la vie quotidienne. Des expériences démonstratives que l'élève observe sans agir apportent crédit aux propos. Le réel est modélisé pour en expliquer les propriétés de manière analytique.

Nous distinguons deux variantes :

- soit le professeur réalise lui-même une expérience devant ses élèves;
- soit le professeur utilise un document (vidéo ou papier) pour montrer une expérience à ses élèves.

Dans le premier cas, l'élève est spectateur d'une expérience que le professeur réalise devant ses yeux. Les raisons qui mènent un enseignant à agir à la place de l'élève peuvent être nombreuses :

- la manipulation est dangereuse ;
- le matériel est fragile et/ou onéreux ;
- le gain de temps ;

- le désordre qu'engendrent les manipulations réalisées par les élèves.

Dans le deuxième cas, il s'agit souvent d'une vidéo qui illustre le savoir à enseigner. L'émission de la chaîne FR3 « C'est pas sorcier » (très bien illustrée... l'enseignant a bien souvent moins de moyens !) remporte un vif succès et est évidemment très rassurante et confortable, tant pour l'enseignant que pour l'élève. Utilisée avec parcimonie, la vidéo peut être intéressante au début d'un travail pour susciter le questionnement ou en synthèse. Mais n'oublions pas que le contact direct avec le réel est absent et le risque est grand que l'enfant ait une perception biaisée de la réalité. Parce qu'avec les moyens techniques, il est aisé de faire des gros plans, de montrer des images prises en microscopie électronique, l'enfant peut se tromper d'échelle et s'imaginer qu'une petite plante carnivore est un monstre capable de l'engloutir ! La vidéo ne remplacera jamais la confrontation au réel avec tout ce qu'il apporte à l'enfant : les odeurs, les bruits, la sensation d'humidité... De plus, si une vidéo peut être efficace pour aborder un concept, elle ne permettra pas de développer une « attitude scientifique » : le questionnement, le travail d'investigation, le tâtonnement, ...ne font pas partie du processus.

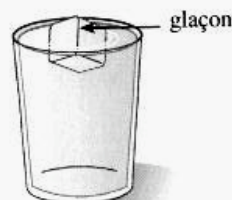
S'il s'agit d'un document « papier » : les élèves ont alors sous les yeux une description d'un protocole expérimental qu'ils ne réaliseront pas. L'expérience est seulement évoquée. Les résultats sont fournis. Au mieux, l'élève sera amené à les interpréter.



L'expérience d'un glaçon dans un verre d'eau est décrite et illustrée ; les constatations à faire et l'explication du phénomène sont directement accessibles par l'élève... (BOECHE et al., 2004 p. 8)<sup>44</sup>

**E** UNE EXPÉRIENCE.  
Lorsque la glace se transforme en eau, le volume de l'eau diminue.  
C'est pour cela que l'eau du verre n'a pas débordé. Par contre, si l'eau se transforme en glace, son volume augmente.

Une expérience



Verre plein d'eau avec un glaçon



Le glaçon a fondu et pourtant l'eau n'a pas débordé

<sup>44</sup> BOECHE S., CHAIX L. et DELPEUCH R., 2004. Sciences cycle 3. Coll. A nous le monde. Ed. SEDRAP. P.191.

### 3.4 Expériences-objet

Expériences pour prouver, pour vérifier<sup>45</sup>

« C'est quelque chose qu'on essaye (on fait une hypothèse). C'est aussi quelque chose qu'on a vu ou écrit et on veut voir si cela marche »  
(Amélie)

Une expérience, ça sert à vérifier une hypothèse sur une question. C'est un essai, ça peut réussir et ne pas réussir  
(Igor)

Lors d'expériences-action « pour voir » (voir 3.2.), les enfants sont amenés naturellement à essayer d'identifier les paramètres en jeu lors des manipulations. L'occasion se présente alors de proposer aux enfants de réaliser une expérience qui prouve l'impression qui s'est dégagée de leurs manipulations. L'hypothèse implicite qui a guidé l'action de l'enfant doit devenir explicite. L'émergence de celle-ci est facilitée par les sollicitations de l'enseignant.



Des enfants du primaire (5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> années) essayent de faire tourner une roue à « aube » avec un peu d'eau. Un enfant change la position et l'orientation du jet de l'eau sur les pales cuillères. Il dit : « plus l'arrosoir est haut, plus la roue tourne vite »...



Il s'agit alors de demander aux enfants de concevoir une expérience qui prouve leurs impressions, leurs hypothèses (ici : l'importance de la hauteur du jet

<sup>45</sup> Propos recueillis par Mr Roiné, professeur d'école à Bordeaux (CE) in Cahiers pédagogiques n° 409, décembre 2002.

d'eau). C'est ce que l'on va appeler, à la suite de plusieurs auteurs (COQUIDE, 2001<sup>46</sup> ; KOUHILA, 2000<sup>47</sup> ; AGERS 2004<sup>48</sup> ...) : une « expérience-objet ».

Dans l'expérience-objet, les manipulations ne sont plus réalisées d'emblée. Cette approche vise au contraire à amener les élèves à réfléchir de manière approfondie sur les expériences à réaliser. Ainsi, la construction d'un dispositif expérimental bien pensé, c'est-à-dire appuyé sur des hypothèses préalables, est au centre de l'activité. Les hypothèses à tester viennent souvent des préconceptions de l'enfant et correspondent à l'expression explicite des systèmes explicatifs sous-jacents qui ont orienté les actions de l'enfant lors des expériences-action qui précèdent.

**Cette méthode de travail se rapproche d'une démarche réelle de recherche** : les résultats sont analysés et mis en relation avec les hypothèses posées ; la communication des résultats permet une structuration des idées chez les élèves. Ce mode d'investigation peut également développer la métacognition et le retour sur les démarches suivies. Le raisonnement mathématique ne rentre pas seul en ligne de compte et les situations proposées recouvrent des dimensions beaucoup plus vastes, d'apprentissages méthodologiques, de mise à l'épreuve de la résistance du réel, de développement d'un esprit critique face au possible artefact et à l'interactivité des variables<sup>49</sup>.

### 3.4.1. *Du côté des enseignants...*

Selon ASTOLFI et al. (1997)<sup>50</sup>, le modèle pédagogique qui traduit l'activité de l'enseignant est le style interactif : l'enseignant anime, relance, conseille, présente certaines exigences. Il oriente l'activité tâtonnante, surtout de manière indirecte : suggestions et apports qui modifient l'activité ; facilitation des échanges entre les groupes ; reformulations... Il provoque aussi des moments structurants d'explication, de vérification, de confrontation, de communication.

L'enseignant est associé dans le processus de recherche avec l'élève. Il ne sait pas quelles expériences seront proposées par l'élève, il ne connaît peut-être pas les résultats de l'expérience. Il est le guide du travail, prévoit le matériel, évoque des idées d'expériences pour aider les groupes bloqués, fait reformuler les hypothèses avant l'action, vérifie l'adéquation des protocoles expérimentaux proposés...

<sup>46</sup> COQUIDE M. 2001. Les démarches en sciences expérimentales. Intervention à l'Université de Rouen.

<sup>47</sup> KOUHILA M., 2000. *Formation en épistémologie de la physique à l'ENS* -- Groupe Girest - Ecole normale supérieure - Marrakech - Maroc - Revue Didaskalia - 17 - Octobre 2000

<sup>48</sup> Evaluation externe en première année A de l'enseignement secondaire : pistes didactiques. Formation scientifique. Mars 2004. Ministère de la Communauté française Administration générale de l'Enseignement et de la Recherche scientifique. Service général du Pilotage du Système éducatif. 62 p.

<sup>49</sup> COQUIDE M., 1998. *Les pratiques expérimentales : propos d'enseignants et conceptions officielles*, Aster n°26 P:109-132

<sup>50</sup> ASTOLFI JP., DAROT E., GINSBURGER-VOGEL Y. et TOUSSAINT J., 1997. Mots-clés de la didactique des sciences. Pratiques pédagogiques. De Boeck Université. 194 p.



L'enseignant (P)<sup>51</sup> : voici l'énigme : « *Le spectacle de l'école a lieu la semaine prochaine. Nous devons éclairer le décor blanc en jaune, mais le spot jaune est cassé. Comment peut-on faire pour le remplacer avec le matériel que nous avons ici ? Qui a une idée ?* ».

Certains élèves écrivent ou dessinent des idées et d'autres n'en ont aucune. Ils pensent (pour une large majorité d'entre eux) au mélange des couleurs. Par exemple : vert + bleu, ou orange + blanc... Certains utilisent la couleur comme filtre et d'autres, comme objet réfléchissant.

P collecte les idées émises par les élèves et demande à chacun des groupes de choisir la ou les piste(s) qu'ils ont envie de tester et d'imaginer comment ils vont s'y prendre.

P : « quand vous avez choisi votre hypothèse de travail par groupe, vous pouvez aller chercher du matériel. Il y a : des gobelets colorés en plastique, des lampes de poche, des papiers colorés, des peintures, des ballons à gonfler, du papier crépon, des plastiques, des caisses en carton, du tissu... ».

P demande d'anticiper le résultat de l'expérience proposée : est-elle en accord avec l'hypothèse de travail choisie et quels sont les résultats attendus ?

Certains cherchent à réaliser un filtre avec des matériaux variés : des gobelets (vert+bleu) ; des ballons à gonfler, du papier crépon...

Un groupe place un filtre vert sur la lampe, la lumière observée sur le banc est jaunâtre. P : « Attention, le décor, comme dit dans l'énigme, est blanc ; or ici, le banc est jaunâtre. Sur une feuille blanche, la lumière paraît verte. ». « Donc cette expérience n'est pas la solution... mais vous n'avez pas raté, vous avez réussi votre expérience ». Il les rassure. « En sciences, on essaie ; l'expérience doit être réussie, c'est très bien, même si on n'arrive pas à résoudre l'énigme »

D'autres diluent des peintures dans de l'eau d'un gobelet. En éclairant le gobelet par le dessus avec une lampe de poche, il diffuse une lumière jaunâtre.

P : « mais ce n'est pas vraiment de la lumière jaune, car la lumière ne traverse pas l'eau du gobelet. Vous ne saurez pas éclairer un personnage de cette façon. »

Un dernier groupe place du papier crépon vert sur un gobelet orange et place le gobelet au bout d'une lampe de poche.

En guise de synthèse...

P : « Vous avez essayé beaucoup de pistes mais aucune n'aboutit à la réponse finale qui permettrait de répondre à l'énigme. Qu'est-ce qui rend les choses difficiles ? »

Elève : « Il y a trop de lumière, il aurait fallu une chambre noire ».

P : « N'auriez-vous pas pu en fabriquer une avec le matériel que vous aviez ? »

Elève : « Si : la caisse. »

L'enseignant distribue à chacun les schémas des synthèses additives et soustractives des couleurs et ajoute : « moi aussi, j'ai cherché la solution et j'ai trouvé ceci dans un livre. Y a-t-il quelque chose en rapport avec notre énigme et qui pourrait nous aider ? ».


P explique : « En peinture, on n'aurait pas pu créer du jaune, car c'est une couleur primaire. En couleurs-lumières, le jaune est un mélange de rouge et de vert ». « Comment vérifier si ce qui est écrit là est bien correct ? »

<sup>51</sup> Inspiré de L. Jadin E.C. de Bonnelles, 6ième primaire. 20 élèves. 2002


Il propose à tous les élèves d'essayer de croiser un faisceau de lumière rouge avec un vert, créés à l'aide gobelets et de lampes de poche. Les enfants réalisent leur nouvelle expérimentation et tous les groupes, satisfaits, y arrivent.

Cette manière d'apprendre les sciences est celle prônée actuellement dans les programmes, mais la mise en œuvre semble complexe, car il faut constater que peu d'enseignants travaillent de cette manière.

Cette situation résulte, aux dires des enseignants (PETIT, 2000)<sup>52</sup>, de contraintes matérielles et organisationnelles sur lesquelles vient se greffer une appréhension légitime face à la démarche scientifique de type expérimental.

 Pour expliquer cette résistance, ASTOLFI (2002)<sup>53</sup> écrit que *«les professeurs de sciences craignent plus que tout de laisser les élèves s'engager dans des voies qu'ils n'ont pas prévues, et face auxquelles ils redoutent de vite se trouver en situation d'insécurité professionnelle ... Or, engager les élèves à expérimenter suppose que l'on encourage leur activité investigatrice et divergente. Toute recherche véritable ne suppose-t-elle pas qu'on s'écarte des procédures balisées pour explorer des chemins nouveaux ? Encore faut-il ne pas faire semblant, en cherchant à tirer les ficelles par derrière... »*. *« L'expérimentation est un puissant levier pour les apprentissages, dans la mesure où elle joue positivement sur la motivation des élèves. Encore faut-il que ce ne soit pas qu'un feu de paille et qu'on n'en attende pas d'effets magiques, mais que la combustion soit entretenue pour éviter que le soufflé ne retombe »*.

Dans la construction d'une démarche en gradation soucieuse de varier la place de l'expérience dans la classe, nous devons tenir compte de ce paradoxe entre les réalités de terrain et l'idéal pédagogique. Il nous semble important, dans cette recherche de gradation de l'apprentissage, d'envisager, avec les enseignants, la place et le rôle de l'expérience dans la classe et de pointer le modèle d'enseignement des sciences que ce choix sous-tend.

 Comme le signalent ASTOLFI et al. (1997)<sup>54</sup>, *« dans toutes les activités où une grande liberté est laissée à l'élève et à la classe, le rôle de l'enseignant est délicat, car il faut développer un type de rigueur adaptée à ce type de situation. Le problème pédagogique essentiel est de ne pas « fermer » le problème par des interventions inadéquates à l'objectif. Un équilibre doit être trouvé entre une aide aux élèves et une absence d'aide pour leur permettre de développer leurs idées »*.

Cela se traduit pour l'enseignant, par, *« répondre aux questions par d'autres, poser soi-même des questions aux étudiants, dans le but de maintenir l'activité de recherche. Ceci n'est pas toujours facile, car cette pratique rompt, par*

<sup>52</sup> PETIT C., 2000. Module de Didactique de l'enseignement secondaire : didactique spéciale – sciences : un tour d'horizon des pratiques de laboratoire. Mémoire de licence en Science de l'Éducation. Université de Liège.

<sup>53</sup> ASTOLFI JP., 2002, l'œil, la main, la tête in Cahiers pédagogiques « Expérimenter ». Décembre 2002. P. 15-18.

<sup>54</sup> Astolfi JP., Darot E., Ginsburger-Vogel Y. et Toussaint J., 1997. Pratiques de formation en didactique des sciences. Pratiques pédagogiques. De Boeck Université. 490 p.



*certains côtés avec la pratique habituelle, ce qui surprend les élèves, et surtout peut troubler l'enseignant* » (ASTOLFI et al., 1997).

Il s'agit aussi pour l'enseignant d'essayer de transformer les questions des enfants en changeant les « pourquoi » en « comment », comme le suggèrent HARLEN et JELLY (2000).



Les questions des enfants désarçonnent souvent les animateurs d'activités scientifiques (scientifiques ou non !). Quelques exemples donnés par Harlen et Jelly (2000, p. 29-32<sup>55</sup>) permettent de saisir la difficulté de traiter les questions des enfants :

1. Comment appelle-t-on le petit du tigre ?
2. Qu'est-ce qui fait pleuvoir ?
3. Pourquoi se voit-on dans une fenêtre ?
4. Pourquoi le hamster est-il malade ?
5. Si je mélange ces couleurs, quelle couleur obtiendrai-je ?
6. Si Dieu a créé l'Univers, qui a créé Dieu ?
7. Combien de temps les vaches vivent ?
8. Comment fonctionne un ordinateur ?
9. Quand les têtards deviennent-ils grenouille ?
10. Y a-t-il des êtres humains dans l'espace ?

Selon les auteurs, certaines questions (6 et 10) relèvent plus de la philosophie que de la science et les réponses ne peuvent être « correctes ». Toutes les autres questions ont une réponse, mais cela ne signifie pas que la forme de chaque réponse soit la même, ni que l'enseignant connaisse toutes les réponses, ni même que les enfants puissent comprendre toutes ces réponses...

Les enfants peuvent poser des questions pour diverses raisons : pour avoir des réponses, pour attirer l'attention, pour montrer que le sujet les intéresse... parfois, ils n'attendent même pas la réponse...

Les questions 1, 7 et 9 peuvent faire l'objet d'une recherche collective d'information ou d'une réponse simplement différée. L'enseignant peut toujours dire : « je ne sais pas, mais on va chercher... ». Malheureusement, cette méthode est vite frustrante (pour l'enseignant comme pour l'élève...). Voici ce que proposent Harlen et Jelly pour traiter certaines questions complexes et particulièrement celles de la catégorie des « pourquoi ».

En science, on s'intéresse plus au « comment » des choses qu'au « pourquoi », ce dernier apportant des réponses plus philosophiques. Le principe consiste donc à convertir les « pourquoi » en « comment » pour transformer la question en action concrète (« voyons comment nous pouvons faire pour comprendre... »).

Il s'agit donc pour l'enseignant de :

Analyser rapidement la situation et utiliser « l'examen des variables en jeu » pour produire des questions plus riches et plus faciles à traiter, par exemple, pour la question 3 : « se voit-on toujours ? quelles conditions sont nécessaires ? Quel type de fenêtre ? quel éclairage ?... »

Transformer les questions en activités pratiques de type expérimental, par exemple : « examinons quelles sont les conditions d'éclairage pour se voir dans une fenêtre ... »

<sup>55</sup> HALEN W, JELLY S, 2000. Outils pour enseigner. Vivre des expériences en sciences avec des élèves du primaire. De Boeck. 132 p.

Les enfants qui explorent selon de telles lignes directrices élargissent certainement leur compréhension de ce qui est en jeu dans un phénomène, sans pour autant nécessairement savoir répondre à la question du départ, c'est vrai. Mais l'important est peut-être plus de déclencher une recherche scientifique digne de ce nom, que de fournir une réponse qui ne sera pas comprise ou... pas écoutée.

L'enseignant consacre aussi une part importante de son temps et de son attention à observer la manière dont les élèves procèdent pendant la recherche – individuellement et par groupe – pour adapter ses interventions à ces observations : comment les élèves utilisent-ils les concepts étudiés antérieurement ? Quelles connaissances sont-ils capables de mobiliser correctement ? Quelles erreurs commettent-ils ? ... Tout ce qu'il apprend ainsi sur ses élèves l'aidera à concevoir des situations d'apprentissage mieux adaptées (DE VECCHI, 2000<sup>56</sup> ; ARSAC et al., 1988<sup>57</sup>).

### 3.4.2. *Du côté des élèves ...*

Il se dégage de l'épreuve externe (octobre 2003), réalisée en première année A de l'enseignement secondaire<sup>58</sup>, que le savoir faire lié à l'élaboration d'un dispositif expérimental pose problème aux élèves. Beaucoup d'élèves ne répondent pas à cet item, sans doute désarçonnés. Ceux qui proposent un dispositif de recherche le font de manière très imprécise : certains se limitent à une liste de matériel nécessaire ; d'autres encore ne précisent pas l'hypothèse envisagée dans leur dispositif, ce qui ne permet pas de cerner la logique sous-jacente à l'élaboration du dispositif proposé ; bon nombre d'élèves ne pensent pas à isoler la variable qu'ils souhaitent étudier plus en profondeur et ainsi neutraliser les autres variables qui pourraient intervenir dans le système proposé...

Pour entrer réellement dans une démarche expérimentale, les élèves doivent partir d'une question, émettre des hypothèses, déterminer des paramètres à faire varier successivement. Ils doivent aussi pouvoir imaginer un montage expérimental et une procédure.

Développer en eux l'attitude scientifique nécessaire pour qu'ils entrent dans une telle démarche exige du temps et bien des tâtonnements. Nous savons en effet que bien des élèves sont déstabilisés lorsqu'on les place dans une situation où ils doivent eux-mêmes imaginer tout le processus expérimental. Ils ont l'impression que le professeur ne joue pas le jeu en ne leur donnant pas le matériel nécessaire et le protocole à suivre. Progressivement cependant, et au fur et à mesure de séquences d'apprentissage où ils sont placés en situation de recherche, ils posent davantage de questions et osent prendre l'initiative de

<sup>56</sup> DE VECCHI G., 2000. Aider les élèves à apprendre. Hachette Education. Paris : 237 p

<sup>57</sup> ARSAC G. et al., 1988, in ASTOLFI J.P. et al., 1997. Mots-clés de la didactique des sciences : repères, définitions, bibliographies. De Boeck Université, Pratiques pédagogiques, pp.94.

<sup>58</sup> Evaluation externe en première année A de l'enseignement secondaire : pistes didactiques. Formation scientifique. Mars 2004. Ministère de la Communauté française Administration générale de l'Enseignement et de la Recherche scientifique. Service général du Pilotage du Système éducatif. 62 p. (p41)

construire eux-mêmes une situation expérimentale en relation avec la question qu'ils se posent.<sup>59</sup>

Il s'agira donc de confronter les élèves à une situation ou une observation de la vie courante, car les situations de départ qui ont un ancrage dans le réel (vécu proche de l'élève de préférence), donnent un sens concret aux apprentissages. Le rôle de l'enseignant est alors de les aider à problématiser ou à émettre un projet ; de favoriser la mise en œuvre effective des investigations ; de favoriser les dynamismes et les confrontations, de distinguer un guidage pédagogique d'exploration et un guidage pédagogique de validation, et d'inciter les élèves à réfléchir sur les démarches et sur les raisonnements (COQUIDE, 1998)<sup>60</sup>.



Inspiré de « Les glaciers à glace naturelle ». Hypothèse ASBL. Projet soutenu par la DGTRE. Région wallonne. p. 37.

Les élèves<sup>61</sup> ont été visiter une glacier. Une fois rentrés en classe, l'enseignant propose aux enfants de trouver différents moyens pour faire fondre le plus vite possible un glaçon. Ils dessinent leurs projets puis, par deux, les réalisent à l'aide du matériel présent en classe (expériences-action pour voir).

Deux enfants essayent de faire fondre un glaçon en utilisant un sèche-cheveux. Deux autres le mettent dans de l'eau chaude. Une petite fille cherche un vieux pull en laine « pour le réchauffer... ». Un autre groupe a décidé d'écraser son glaçon à l'aide d'une pierre. Quelques enfants utilisent des bougies en tenant les glaçons dans des cuillères...

Après cette phase de découverte, l'enseignant propose aux enfants de « comparer les méthodes qui marchent le mieux ». Ainsi, les facteurs de chaleur, de rapport taille/surface du glaçon, de lumière, de mouvement d'air... sont évoqués.

Une autre phase de recherche s'engage alors pour vérifier ce qui marche le mieux (expériences-objet pour prouver).

L'enseignant demande aux différents groupes de choisir un facteur et de construire une expérience pour montrer l'influence de ce facteur et de pouvoir le comparer aux autres. Il s'agit de construire un protocole expérimental sur papier, puis de réaliser l'expérience et de préparer une communication des résultats obtenus.

Un groupe d'enfant dessine un marteau qui écrase un glaçon et un autre glaçon intact à côté. Un autre groupe imagine un dispositif compliqué de bougies avec des glaçons suspendus au-dessus...

Lors de la réalisation des expériences, quelques enfants demandent des chronomètres pour « calculer le temps que le glaçon met pour fondre ». D'autres veulent une balance pour « avoir le même glaçon que l'autre groupe pour comparer les glaçons au départ des expériences ». Un groupe veut tester l'influence de la lumière à l'aide de bougies...

<sup>59</sup> BERTRAND-RENAULT S., MOLS J., 2003. Je construis mes apprentissages en sciences au premier degré. Guide pédagogique 1<sup>ère</sup> & 2e. De Boeck.128 p.

<sup>60</sup> COQUIDE M., 1998. *Les pratiques expérimentales : propos d'enseignants et conceptions officielles*, Aster n°26 P:109-132

<sup>61</sup> Inspiré de « Les glaciers à glace naturelle ». Hypothèse ASBL. Projet soutenu par la DGTRE. Région wallonne. p. 37.

L'enseignant aide les enfants à systématiser leurs démarches, à établir un témoin, à faire des mesures et à contrôler les variables. Il contrôle également l'adéquation de l'hypothèse avec l'expérience proposée : pour montrer l'influence de la lumière sur la fonte de la glace, si on utilise une bougie, on ajoute un autre facteur à celui de la lumière, celui de la chaleur.

Les élèves apprécient à la fois, la possibilité offerte que l'enseignant réfléchisse avec eux sur une énigme - au lieu d'être celui qui sait tout - et l'occasion favorable de voir comment celui-ci s'y prend quand il est confronté à un problème. Lorsque l'enseignant montre ses propres compétences méthodologiques en situation, il devient alors un vecteur intéressant pour développer les leurs (STEGEN et SACRE, 2000)<sup>62</sup>.

Sur le plan éducatif, la démarche scientifique est très porteuse (ASTOLFI et al. 1998)<sup>63</sup>. Elle permet de développer une multitude de qualités et d'investigations. En voici quelques-unes de manière non exhaustive:


- stimuler la curiosité, l'imagination et l'esprit critique;
- savoir formuler des hypothèses,
- imaginer un dispositif expérimental;
- savoir observer, enquêter;
- savoir argumenter, discuter des résultats;
- savoir travailler en groupe et communiquer...

<sup>62</sup> STEGEN P. ET SACRE A., 2000. *La préparation, un moment-clé pour la mise en place de nouvelles pratiques didactiques*. Math-Ecole n° 194 : 13-20

<sup>63</sup> ASTOLFI J.P., PETERFALVI B., VERIN A., 1998. Comment les enfants apprennent les sciences, Retz, Paris : 266 p. Voir aussi Giordan A., 1999. Une didactique pour les sciences expérimentales. Guide Belin de l'enseignement. Paris ; Giordan A., 2002. C'est quoi ? Maîtresse..., Dossier expérimenter in Cahiers pédagogiques N° 409, décembre 2002. Et ASTOLFI JP., 2002, l'œil, la main, la tête in Cahiers pédagogiques « Expérimenter ». Décembre 2002. P. 15-18.

### 3.4.3. Expérience de validation d'un résultat découvert de façon théorique

Ici, un défi est proposé de façon théorique à l'élève. Par exemple, après avoir étudié de manière concrète le fonctionnement des poulies et les engrenages, les élèves sont invités à réfléchir à cette question : « *Que se passe-t-il si on inverse les roues de la grue ?* », à l'aide d'un dispositif en Lego photographié.<sup>64</sup>



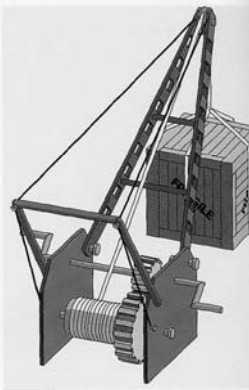
Un défi pour émettre des idées et mobiliser des acquis...

**Des recherches pour répondre...**

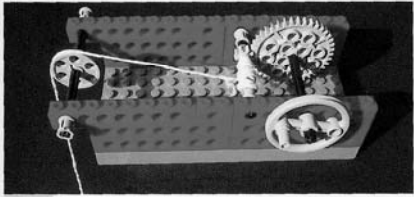
**1. Pourquoi les roues dentées n'ont-elles pas la même taille ?**

Regarde attentivement les dispositifs Lego présentés ci-dessous.  
Rédige une réponse dans ton cahier de laboratoire, puis construis un dispositif pour vérifier si ton idée est correcte.

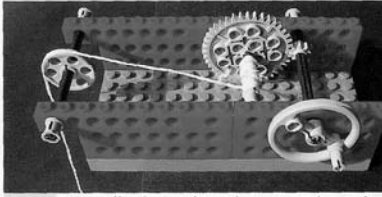
- ↳ Soulève la même charge avec chaque maquette. Que constates-tu ?
- ↳ Réponds à la question du paragraphe.



**Doc 2**



**Doc 3** Dans cette maquette, c'est la grande roue qui entraîne la petite roue.



**Doc 4** Dans celle-ci, c'est la petite roue qui entraîne grande roue.

Ce n'est qu'après cette phase de réflexion et après avoir émis leur résolution qu'ils sont amenés à vérifier, à l'aide du matériel concret, s'ils avaient raison.

Cette résolution théorique du défi nécessite l'application de règles ou loi connues. L'élève n'a pas accès au préalable à l'essai sur le réel. L'expérience est alors proposée pour valider le résultat obtenu (voir si le résultat prédictif est juste). Il s'agit plus d'un **entraînement mental** que de l'application d'une démarche scientifique : l'élève doit utiliser et appliquer ses modèles explicatifs référents. Par calcul ou application d'une loi, il prévoit un résultat à la situation.

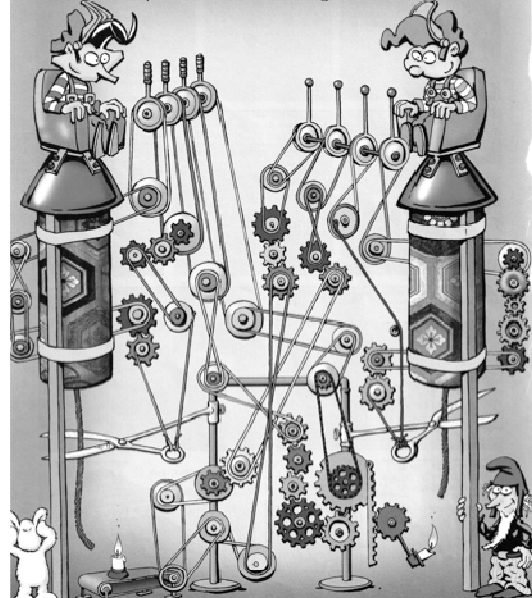
Après avoir proposé une solution, il peut vérifier son résultat en le confrontant avec la situation réelle. Il essaie avec le matériel. L'expérience, dans ce cas, permet la **validation d'une anticipation théorique**.

<sup>64</sup> Inspiré de : ROLANDO J-M, POMMIER P, SIMONIN M-L, NOMBLLOT J, LASLAZ J-F, COMBALUZIER S., 2003. 64 enquêtes pour comprendre le monde cycle 3. Magnard. Paris. 233 p.



## Un défi théorique pour motiver ou pour vérifier les acquis...

PIC et ZOU sont tous deux assis sur des sièges éjectables très puissants. Ils disposent de manettes qu'ils ne peuvent que TIRER VERS EUX. Parmi elles, seulement deux sont utiles : UNE sert à expédier le copain dans l'espace et l'autre sert à empêcher d'être soi-même éjecté ! Trouvez ces bons leviers !



Dans le cadre des travaux menés lors de cette recherche, les enfants ont eu l'occasion de manipuler des engrenages. Ils ont ainsi découvert les sens et les vitesses de rotation ainsi que les rapports entre la taille des roues. À la fin de cet apprentissage guidé par des notes à compléter et des protocoles à suivre, ils ont été amenés à résoudre un défi théorique<sup>65</sup>. Ce défi faisait appel à leur vécu, mais aussi à d'autres notions, comme l'utilisation de courroies de transmission du mouvement et de crémaillères. Les enfants se sont rendus compte de l'écart qu'il y avait avec leurs apprentissages antérieurs et ont de suite proposé de réaliser un petit test avec du matériel concret (élastiques, engrenages...).

C'est très valorisant pour l'élève quand le réel se comporte tel qu'il l'a prédit. Mais la méthode nécessite une bonne connaissance préalable des notions car la motivation n'existe que chez les élèves présentant assez de confiance en eux que pour éprouver du plaisir devant les défis (car ils se projettent capables de les résoudre). Ces situations sont de bons prolongements d'une approche plus concrète.

Mais la méthode est très décourageante pour les élèves peu à l'aise dans l'abstraction. Quand le cours de sciences se résume à des exercices théoriques où l'élève doit trouver des solutions « sur papier », sans approche concrète, il favorise les élèves qui connaissent déjà.

Il faut noter que ce type de défi théorique s'applique surtout au secondaire, puisqu'il faut déjà des notions essentielles pour pouvoir le relever. Au primaire, on l'utilisera surtout en fin de séquence comme application des notions vues (voir Pic et Zou, ci-dessus et fiche « engrenages » n°3).

Un aspect intéressant de ce type de démarches, c'est le caractère externe de l'évaluation : c'est la situation qui permet la validation ou non du défi et pas l'enseignant. Le statut de l'enseignant est par là même aussi différent de ce que l'on rencontre habituellement à l'école : il n'est pas là pour valider ou cautionner une démarche, mais bien pour guider les élèves dans leur apprentissage. Cet état de fait peut avoir une influence directe sur le rapport à l'autorité et l'enseignant dans sa classe.

<sup>65</sup> PIC et ZOU, extrait du journal Spirou

Certains manuels scolaires proposent aux élèves ce type de démarche pour lancer l'activité de recherche. Par exemple<sup>66</sup> : « Pourquoi utilise-t-on des roues dentées ? ». Avant d'entrer dans la démarche, le manuel demande à l'élève de s'interroger. Ce n'est qu'après cette phase de réflexion qu'ils sont amenés à rechercher et vérifier, à l'aide de matériel concret, leurs idées.

Une question pour réfléchir avant de chercher...

### Pourquoi utilise-t-on des roues dentées ?

LE MONDE CONSTRUIT PAR L'HOMME

**Avant d'étudier les documents...**

- À quoi sert une essoreuse à salade ? Comment l'utilise-t-on ? Pourquoi le panier doit-il tourner très vite ?

- Apporte des objets qui fonctionnent avec des roues dentées. Sais-tu à quoi servent ces roues dentées dans ces objets ?

**Document 1**

**Des roues dentées pour accélérer le mouvement.**

- Observe une essoreuse à salade

nombre de tours de manivelle	nombre de tours du panier
1	7
2	14
3	21

*Conclusion : le nombre de tours du panier*

Cette phase de validation des résultats est importante à plus d'un titre et trop souvent, les enseignants font l'impasse par manque de temps ou de matériel, de cette validation externe. Les élèves sont alors obligés de croire l'enseignant « sur parole », et l'enseignant de reprendre sa place de dispensateur du savoir... Dommage.

Il ne faut pas confondre ce type de démarche avec celle trop souvent proposée par les manuels scolaires : une lecture du descriptif d'une expérience plus ou moins réaliste qui pose une question à l'élève, dont la réponse figure, en général dans le texte juste en dessous. Cette démarche n'est intéressante que si elle est réellement suivie par une phase d'expérimentation pour vérifier ou pour comprendre (voir expériences-outil 3.3.).

<sup>66</sup> CALMETTES B. et al., 2003. Sciences expérimentales et technologie. CM1 cycle 3. Collection Tavernier. Edition Bordas. p. 86.

Liaison primaire-secondaire en sciences

2007

### 3.5 Tableau général : les statuts de l'expérience

Type d'expérience	Rôle de l'expérimentation	Rôle de l'élève	Rôle de l'enseignant	Point de départ de la démarche	Apprentissage	Position du savoir
<p>Expérience-action :</p> <p>Pour ressentir</p> <p>Pour voir en manipulations libres</p> <p>Pour voir dans un défi expérimental</p> <p>Pour sensibiliser</p>	<p>L'expérimentation permet de découvrir et de se familiariser avec un phénomène</p>	<p>L'élève est un « découvreur », à l'aide de ses sens. Par essais et erreurs, par approche affective et subjective, il va « se faire une idée » des phénomènes et des notions abordées. Il dirige ses propres projets et leurs orientations.</p> <p>L'élève s'exprime (a priori et a posteriori), il communique ses résultats et essaye d'en interpréter la portée.</p>	<p>L'enseignant est à l'écoute des besoins des enfants et cherche à favoriser leur expression. En observant la classe, il prélève des informations qui lui permettront ultérieurement d'intervenir autrement. Il repère des problèmes scientifiques intéressants à reprendre et détermine une variété d'objectifs possibles (style incitatif)</p>	<p>Un défi à relever : l'exploration libre réalisée par les élèves pourra servir de tremplin à la découverte des notions mises en oeuvre</p> <p>Une manipulation libre</p>	<p>L'accent est mis principalement sur son degré de précision (ex. utilisation d'instruments de mesure)</p>	<p>Il est travaillé à la fin des activités. L'analyse des différentes façons de relever les défis permettra d'aborder le savoir</p>



Type d'expérience	Rôle de l'expérimentation	Rôle de l'élève	Rôle de l'enseignant	Point de départ de la démarche	Apprentissage	Position du savoir
<p><b>Expérience-outil :</b></p> <p>Réalisée par l'élève selon un protocole établi</p> <p>Réalisée en direct par l'enseignant en suivant un protocole</p> <p>Réalisée à distance, sur film</p>	L'expérimentation est envisagée pour illustrer un phénomène théorique	L'élève est un exécutant : il suit de manière précise les consignes ou protocoles mis à sa disposition. Parfois, l'élève est spectateur d'une expérience qui se déroule devant lui (exécutée par l'enseignant) ou qui est filmée et diffusée sur écran.	Le dialogue est essentiellement commandé par l'enseignant qui oriente un projet précis. Les diverses techniques (expérimentation, travail par groupes, audiovisuel, documents...) servent principalement de dispositif en ce sens. C'est un style qui rappelle les formes traditionnelles d'enseignement, mais qui prend soin de l'activité intellectuelle effective des élèves (style normatif)	Un modèle théorique : sur base de ce modèle théorique, des expériences devront être imaginées ou analysées en vue d'isoler des variables	<p>La nécessité de neutraliser certaines variables sera principalement envisagée</p> <p>La manipulation fine ou le respect de consignes strictes peuvent être un apprentissage intéressant</p> <p>L'apprentissage sera surtout un apprentissage de notions de manière univoque (chemin balisé) et avec les résultats attendus (la loi à illustrer)</p>	Il apparaît avant d'envisager les activités : elles visent à illustrer le savoir

Type d'expérience	Rôle de l'expérimentation	Rôle de l'élève	Rôle de l'enseignant	Point de départ de la démarche	Apprentissage	Position du savoir
<p><b>Expérience objet</b></p> <p>Pour prouver ou vérifier, de manière expérimentale</p> <p>Pour valider un résultat découvert de manière théorique, un apprentissage</p>	<p>L'expérimentation permet de mettre à l'épreuve certaines hypothèses.</p>	<p>L'élève est au centre de l'activité ; c'est lui qui construit une hypothèse de travail puis un dispositif expérimental la mettant à l'épreuve. C'est la situation elle-même (le milieu) qui va valider son action et orienter ses recherches</p>	<p>L'enseignant anime, relance, conseille, présente certaines exigences. Il oriente l'activité tâtonnante, surtout de manière indirecte : suggestions et apports qui modifient l'activité ; facilitation des échanges entre les groupes ; reformulations... Il provoque aussi des moments structurants d'explication, de vérification, de confrontation, de communication. (style interactif)</p>	<p>Des conceptions à mettre à l'épreuve : une émergence ou une mise à jour des conceptions permettra d'envisager des dispositifs susceptibles de tester ces hypothèses de travail</p>	<p>L'intérêt est de concevoir un dispositif qui s'appuie sur une conception exprimée sous la forme d'une hypothèse</p>	<p>Il apparaît tout au long des activités (tant dans la définition des hypothèses que dans l'analyse des résultats d'expérience).</p>

## 4. Structurer les apprentissages

L'enfant apprend en agissant avec le matériel, mais cette étape, bien qu'indispensable à tout apprentissage scientifique, ne suffit pas.



L'enfant a besoin d'être accompagné pour « *pouvoir se dégager de la particularité de chaque expérience pour atteindre des concepts plus larges et construire des savoirs transférables à d'autres situations* »<sup>67</sup>.

Structurer les acquis c'est « *mettre en relation les éléments découverts, établir des analogies avec le vécu, synthétiser* »<sup>68</sup>

### 4.1 Structurer prend du temps.

Dans le feu de l'action, les événements se déroulent parfois très vite, voire trop vite. Certains phénomènes à observer sont fugaces et il n'est pas certain que chacun ait perçu l'une ou l'autre étape essentielle. Par ailleurs, les enfants agissent parfois en groupe, souvent avec empressement, et ne sont pas toujours attentifs à ce que leurs pairs testent ou modifient.



Dès lors, « *il est important de pouvoir s'arrêter en cours de route pour exprimer ce qu'on a fait, ce qu'on a vu et, éventuellement, ce qu'il faudrait faire pour être plus efficace* » (GIOT & QUITTRE, 2004)

Ces moments d'arrêt, guidés par l'enseignant, seront l'occasion de repréciser la question de départ car, dans des démarches ouvertes, il n'est pas rare que les élèves s'en éloignent. Ces brefs moments d'échange permettront aussi d'aider des élèves « en panne », qui, en voyant comment d'autres s'y prennent, reproduiront ce qu'ils viennent de voir ou testeront de nouvelles idées. C'est bien dans les interactions au sein du groupe et entre les groupes que le savoir se construit.



De courtes séquences vidéo montrent des élèves du secondaire à l'œuvre. Leur tâche est d'expliquer oralement le dispositif qu'ils viennent de construire (voir chapitre III - séquence « *électricité au secondaire* »).

Site Internet de la recherche : <http://www.hypo-these.be/spip>.



« *Apprendre à structurer ses acquis doit être progressif. Cette structuration ne peut être imposée : c'est l'élève qui la construit à son rythme avec l'aide de l'enseignant et dans le dialogue avec les autres. Il s'agit d'encourager la mise en relation des faits observés entre eux, et des faits observés avec ce que l'on connaît déjà, en d'autres termes de développer en sciences une attitude réflexive* ». Il est essentiel de savoir « *que chacun*

<sup>67</sup> GIOT B., QUITTRE V. – Les activités scientifiques en classes de 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> années primaires. Aider les élèves à structurer leurs acquis. Document à l'usage des enseignants. Chapitre II – les chemins de la structuration p.26 – Service général du pilotage du système éducatif Novembre 2006

<sup>68</sup> idem

progresses à son rythme et fait ses propres découvertes » (GIOT & QUITTRE, 2006)<sup>69</sup>.

L'enseignant doit aussi être conscient que la structuration des acquis porte aussi bien sur les contenus abordés (cela tombe sous le sens !) que sur la démarche suivie (ce qui plus rarement le cas !). Par exemple, dans un travail expérimental du type expérience-objet, la démarche d'investigation poursuivie par l'enfant est capitale. Cette démarche est difficile à acquérir, mais en aidant l'élève à prendre conscience de son vécu, par des questions telles que « *Comment avons-nous travaillé ?* », « *Comment faire pour... ?* », l'enseignant favorise l'acquisition d'une démarche de recherche scientifique dans le chef de l'enfant. Le cheminement deviendra une référence et pourra être réinvesti par l'enfant lors d'une prochaine recherche.

## 4.2 De l'oral à l'écrit : un passage difficile.

La structuration démarre déjà lors des échanges entre enfants ou entre enfants et enseignants. Cette étape est essentielle et doit « être encouragée dans un dialogue constructif » entre l'enfant et l'enseignant. Au cours de ce dialogue, l'enseignant permet à l'enfant de s'exprimer sur ce qu'il est en train de faire, il l'aide à formuler sa pensée et relance le travail d'investigation par un questionnement adapté.

Ensuite, l'enfant va pouvoir consigner par écrit ses observations, des résultats obtenus, les questions qu'il se pose... Écrire est une tâche difficile, mais qui permet à l'enfant (comme à l'adulte !) de mettre de l'ordre dans ses idées, de « structurer sa pensée ».



Activité menée au secondaire à propos de l'électricité (voir voir chapitre III - séquence « électricité au secondaire »).



Les élèves eux-mêmes expriment combien faire un schéma correct et l'annoter sont des tâches difficiles.

	<p>Ce document montre combien la réalisation du schéma à partir du réel est difficile : au niveau électrique, le montage n'est pas correct ; certaines parties sont floues (branchements de l'ampoule) sans doute parce que insuffisamment maîtrisée, le schéma et les annotations s'interpénètrent, rendant la lecture difficile.</p>
--	--

<sup>69</sup> GIOT B., QUITTRE V. – Les activités scientifiques en classes de 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> années primaires. Aider les élèves à structurer leurs acquis. Document à l'usage des enseignants. Chapitre II – les chemins de la structuration p.26 – Service général du pilotage du système éducatif Novembre 2006

Il nous paraît indispensable de donner à l'enfant la possibilité de prendre des notes, de faire ses propres schémas, au brouillon. Pour être un véritable outil de pensée scientifique, il serait important que ces brouillons fassent uniquement l'objet d'évaluations formatives. Par la suite, avec l'aide du groupe (y compris de l'enseignant), l'enfant sera invité à remettre au net pour garder une trace plus définitive dans le cahier.

Lors de cette recherche, dans le travail mené avec les élèves, nous avons voulu construire des documents de structuration qui balisent le travail mais laissent une **place à l'élève** pour indiquer ce qu'il ressent, formuler lui-même ses remarques et observations, ou garder une trace (schéma) du montage qu'il vient de réaliser (voir chapitre III – documents de structuration). Mais cette étape est difficile. Tant au primaire qu'au secondaire, des enseignants du groupe de recherche ont mis en évidence la grande difficulté des élèves à s'exprimer.

	Activité menée au primaire à propos des moulins à eau. Expression du ressenti de l'enfant...
<p>Mets ta main dans le sac, attache-le à ton poignet avec l'élastique, puis plonge ta main dans l'eau d'une bassine.</p>  <p>Que ressens-tu ?</p>	<p><u>La main dans le sac</u><sup>70</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour réaliser l'expérience suivante, tu as besoin d'un récipient rempli d'eau (par exemple un bassin), d'un sachet en plastique et d'un élastique.</li> </ul> <p>Je sens que.....</p>

À l'école primaire, il n'est pas question de véritable compte-rendu scientifique. Néanmoins, V. QUITTRE et B. GIOT (2004)<sup>71</sup> proposent des directions vers lesquelles encourager l'élève : une recherche d'objectivité, un caractère organisé faisant appel à des formes d'écritures complémentaires (textes, dessins, schémas), des tentatives pour expliquer et mettre en relation les phénomènes observés, un vocabulaire spécifique.

Pour transformer des écrits temporaires (les brouillons) en écrits « définitifs », il peut être intéressant de confronter les perceptions et observations des élèves à un savoir de référence afin de prendre un recul critique sur le vécu ou d'élargir le champ de validité. Cela permet en outre aux élèves d'apprendre progressivement à lire des graphiques, des tableaux de données... et à chercher l'information. Ici aussi, le rôle de l'enseignant est capital. Il doit choisir des documents adaptés au vécu en classe et accessibles à ses élèves pour ensuite les accompagner dans la

<sup>70</sup> D'après le fichier *A la découverte de l'eau – Les transformations – Les petits Débrouillards* (Albin Michel Jeunesse)

<sup>71</sup> GIOT B., QUITTRE V. – Les activités scientifiques en classes de 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> années primaires. Aider les élèves à structurer leurs acquis. Document à l'usage des enseignants. Chapitre II – les chemins de la structuration p.26 – Service général du pilotage du système éducatif Novembre 2006

lecture de ceux-ci. Cette démarche, accessible dès le primaire, nous paraît particulièrement intéressante au secondaire.



Activité menée au primaire à propos des moulins à eau

- Un document de référence, pour compléter les découvertes de l'enfant...

Comment l'eau fait-elle tourner la roue du moulin ?

La plupart des moulins à eau rencontrés en Wallonie sont des

**moulins « par-dessus »** car l'eau arrive par le dessus de la roue.

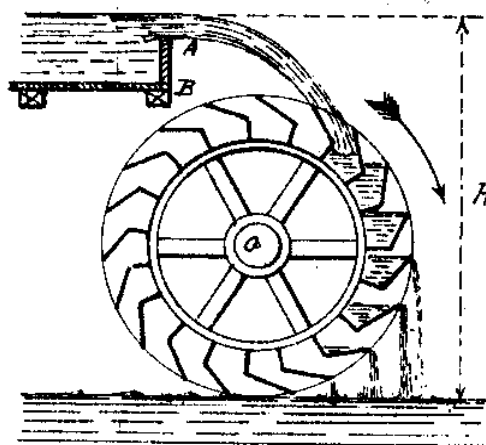
L'eau tombe dans des **augets**.

Les augets sont des petits compartiments en bois repartis sur le pourtour de la roue.

Le poids de l'eau dans l'auget entraîne le mouvement de la roue.

Quand la roue tourne, l'auget rempli d'eau se vide à mi-parcours et remonte vide.

Sur le schéma ci-contre, représente le sens de rotation de la roue...



### 4.3 Respecter le niveau de formulation de l'élève.

Le document de synthèse qui figurera au cahier est parfois **proposé** à l'enfant et **non construit** avec lui. L'enseignant utilise alors un écrit scientifiquement correct, mais qui peut devenir inaccessible à l'enfant. A. GIORDAN et G. DE VECCHI (2002), notamment, se sont intéressés à cet épineux problème du niveau de formulation.



« **Tout ce qui devient un savoir utilisable pour l'apprenant correspond à ce qu'il peut réellement exprimer.** Ainsi la connaissance va se construire en passant par des niveaux de formulation successifs. **Un niveau de formulation** peut se définir par :

- Une somme de connaissances nécessaires pour construire en énoncé,
- Un certain niveau de développement intellectuel,
- Une pratique sociale (vécu constituant le support à la formulation du concept).

Plus simplement, le niveau de formulation est un énoncé correspondant à un seuil que l'on atteint ; c'est un certain **niveau d'abstraction** qui se manifeste par un énoncé global que l'on demande à l'apprenant de **produire** (et non de réciter !). (...) C'est une **étape** dans l'élaboration d'un concept. Il se présente

sous la forme d'une **idée** plus ou moins **abstraite** et de quelques **mots clés** à faire construire »<sup>72</sup>

Pour l'enseignant, le défi est grand : il s'agit de faire évoluer l'idée qu'une formulation matérialise. « Une phrase n'est qu'un indice : c'est la structure sous-jacente qui doit être atteinte ». Ces auteurs invitent les enseignants à définir au préalable le niveau de formulation qu'il souhaite voir atteindre par ses élèves. Il est important de préciser que ce niveau sera défini dans un **champ de validité** donné. Ainsi, en fonction de l'âge des enfants, l'enseignant pourra considérer un premier niveau d'élaboration du savoir parce qu'il peut être considéré comme une connaissance opérationnelle. Reprenons l'exemple exposé par DE VECCHI et GIORDAN en astronomie :



« Si un enfant de 4 ans dit « le soleil se lève là, il monte dans le ciel et il se couche de l'autre côté », cela sous-entend qu'il pense que c'est le Soleil qui tourne autour de la Terre... ce qui, bien sûr, est « faux ». (...) Cette affirmation correspond bien à un premier niveau d'élaboration de savoir qui est valable dans un champ de validité donné, limité ici à ce qui l'on peut appréhender directement et quotidiennement. Plus tard, ce niveau de formulation pourra (devra !) être dépassé. Les connaissances des élèves se construisent ainsi ».



« Les définitions pour comprendre seront peut-être dans un premier temps, exprimées dans un langage que beaucoup d'enseignants considèrent comme non-scientifique et inacceptable, mais il faut les voir comme des outils en cours de fabrication<sup>73</sup> ».



S'arrêter à un premier niveau de formulation, valable dans un champ de validité donné...

Dans le cadre de cette recherche, dans l'activité sur les moulins à eau, nous avons amené l'enfant à définir, en première approche, les notions de force et de pression de l'eau. Pour y parvenir, nous nous sommes basés sur le ressenti de l'enfant grâce aux expériences proposées : « on sent que ça pousse », « le ballon gonfle dans ma main parce que l'eau pousse »... Nous nous sommes arrêtés à un premier niveau de formulation, valable dans un champ de validité donné : celui qui est accessible à l'enfant de 5<sup>e</sup> primaire, par ses propres sens. Il va sans dire que les notions de force et de pression sont approximatives et devront être redéfinies plus tard dans un cadre plus vaste, quand les caractéristiques d'une force (point d'application, direction, sens, intensité) auront du sens pour lui.

Cette notion de « champ de validité » contribue à rassurer les enseignants du fondamental car elle l'autorise à « commencer à construire des connaissances conceptuelles sans pour cela entrer dans des détails trop fins ou un degré

<sup>72</sup> DE VECCHI, G., GIORDAN, A. L'enseignement scientifique Comment faire pour que « ça marche ? » Delagrave Edition, 2002

<sup>73</sup> idem


*d'abstraction très élevé. On peut donc comprendre que **n'importe quel concept peut être abordé à n'importe quel âge**, à condition qu'il ait du sens pour les élèves, que l'on définisse un champ de validité limité (lié au vécu quotidien ou prenant des exemples proches de l'enfant) et que l'on ne soit pas trop prétentieux quant au contenu du niveau de formulation visé ».*<sup>74</sup>

Le but des activités d'éveil scientifique en primaire serait de multiplier les expériences concrètes de l'enfant pour stimuler l'enfant dans l'expression d'un savoir provisoire. Une connaissance des objectifs disciplinaires visés à plus long terme, permet à l'enseignant de mieux percevoir la pertinence du savoir provisoire exprimé par l'enfant. Nous posons l'hypothèse que, chez ces enfants, au secondaire, le processus qui conduit à des formulations plus conceptuelles sera facilité.

#### 4.4 Varier les formes de la structuration

La structuration peut prendre des formes variées : texte bien sûr, tableaux, dessins, schémas, graphiques... Il nous semble indispensable de varier le type d'écrits, en choisissant le mode adapté à chaque situation.

De plus, il est important de varier le statut de l'écrit : tantôt des écrits pour soi, formalisés ou non, tantôt des écrits destinés à autrui, qui seront communiqués. Ces écrits communicables seront retravaillés pour devenir des comptes-rendus, à l'image de ce que font les scientifiques. Le travail d'écriture peut être individuel ou réalisé par le groupe. Il est indispensable que l'enseignant précise à l'enfant pourquoi et pour qui il écrit.

	Structurer en réalisant un site Web
<p>- Deux enseignants qui ont participé à la présente recherche, l'un au primaire, l'autre au secondaire, ont construit avec leurs élèves un site Internet pour relater les expériences vécues en classe de sciences<sup>75</sup>. Cette communication vers autrui est enrichissante et motivante pour les élèves. En effet, la structure très hiérarchisée de l'information dans un site et les liens à prévoir entre ces informations est un moyen particulièrement adapté pour travailler la structure d'une communication. Nous vous invitons à visiter les sites réalisés pour vous en convaincre : <a href="http://www.ompare.be">http://www.ompare.be</a> et <a href="http://www.saintjo-remouchamps.ipedagogie.net/cdw/index.htm">http://www.saintjo-remouchamps.ipedagogie.net/cdw/index.htm</a></p> <p>- À Esneux, le travail mené avec les élèves de 5<sup>e</sup> primaire sur l'électricité s'est finalisé lors de l'exposition sur l'Energie organisée par l'ensemble de l'équipe éducative des écoles communales. L'exposition ouverte aux parents et au public durant deux week-ends montrait une maquette de maison éclairée par des circuits électriques simples munis d'interrupteurs, accompagnée de quelques panneaux explicatifs.</p>	

<sup>74</sup> GIOT B., QUITTRE V. – Les activités scientifiques en classes de 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> années primaires. Aider les élèves à structurer leurs acquis. Document à l'usage des enseignants. Chapitre II – les chemins de la structuration p.26 – Service général du pilotage du système éducatif Novembre 2006

<sup>75</sup> Dans le cadre du projet « Crack du Web » mené par l'asbl Hypothèse, grâce au soutien de DNS.be



## 5. Une gradation didactique

### 5.1 Articulation des activités

Les différentes activités d'expérimentation qui ont été proposées tout au long de ce travail ne suffisent pas **à elles seules** pour mener les élèves vers une démarche expérimentale, au sens entendu dans les documents officiels de référence (résoudre une énigme, répondre à un questionnement scientifique). Notre démarche n'a pas tant été de hiérarchiser ces différentes perspectives expérimentales, mais d'essayer de mieux comprendre la cohérence de chacune d'elles et de favoriser leur articulation dans toute démarche d'investigation, tant au primaire qu'au secondaire et à la transition de ces deux niveaux.

Ainsi, laisser les enfants du dernier cycle du primaire manipuler de l'eau et des objets ne sert à rien, s'il n'y a pas ensuite une investigation systématique des hypothèses ou préconceptions des enfants apparues en cours de manipulation. De même, une expérience de sensibilisation (par ex. ressentir la force de l'eau sur soi à la piscine) ne suffit pas à conduire l'enfant à l'acquisition de concepts ou de lois. Une articulation des différentes activités (et donc des différents statuts de ces activités) est strictement nécessaire.

Voici un exemple de « parcours » d'une enseignante de l'équipe, Mme Delville, et de ses classes du primaire à l'institut Saint Michel (Esneux), à travers les activités proposées et leurs différents statuts. Le parcours a été transcrit dans un tableau aménagé à partir de KOUHILA<sup>76</sup> et de l'« Evaluation externe en 1<sup>ère</sup> année A de l'enseignement secondaire »<sup>77</sup>.

Les différentes phases :

1. expériences pour ressentir la force de l'eau : mettre sa main gantée dans un bac à eau ; sentir la pression sur une « bombe à eau »
2. expériences pour faire porter la force de l'eau sur un objet
3. expériences pour faire tourner un objet avec de l'eau (type moulin)
4. démarche dirigée sur les engrenages (sens, vitesse)
5. défi théorique Pic et zou
6. défi expérimental : comment passer d'un mouvement vertical de la roue du moulin à un mouvement horizontal de la meule ?

<sup>76</sup> KOUHILA M. 2000. *Quelles activités de formation pourrait-on mettre à l'œuvre avec les stagiaires de l'ENS en vue d'assurer une adéquation entre la formation à la didactique et la pratique professionnelle au lycée ? Compte-rendu d'innovation*. Didaskalia n° 17 - octobre 2000. P : 173-193.

<sup>77</sup> Évaluation externe en première année A de l'enseignement secondaire : pistes didactiques. Formation scientifique. Mars 2004. Ministère de la Communauté française Administration générale de l'Enseignement et de la Recherche scientifique. Service général du Pilotage du Système éducatif. 62 p.

Tests réalisés au niveau primaire / secondaire ; année(s) : 5 et 6

Etablissement : Saint Michel Esneux

		<b>Statut</b>	<b>Explicitation</b>	<b>Engrenages</b>	<b>Force de l'eau</b>	<b>Électricité</b>
<b>Expérience - action</b>	<b>1</b>	<b>Expérience de sensibilisation</b>	Motivation de la classe ; nouvelle question.			
	<b>2</b>	<b>Expérience pour ressentir</b>	perception <u>par le corps</u> des phénomènes abordés		1	
	<b>3</b>	<b>Expérience « pour voir » dans un défi expérimental</b>	Essai plutôt informel ; se familiariser avec un concept		2 — 3	
	<b>4</b>	<b>Expérience spectacle</b>	Présenter un phénomène pour provoquer l'étonnement			
<b>Expérience - outil</b>	<b>5</b>	<b>Expérience illustrative réalisée par l'animateur à distance</b>	Illustrer un concept, un phénomène. Mettre en évidence une loi.			
	<b>6</b>	<b>Expérience illustrative réalisée par l'élève.</b>	faire redécouvrir une loi ; protocole donné. Les résultats sont prévus par l'animateur			
<b>Expérience - objet</b>	<b>7</b>	<b>Expérience « pour prouver »</b>	<u>Concevoir une expérience</u> afin de vérifier une hypothèse formulée. L'animateur est associé dans le processus de recherche			
	<b>8</b>	<b>Expérience de validation d'un résultat, d'une prédiction, dans le cadre d'un défi théorique.</b>	Règles ou lois connues. Expérience proposée pour valider le résultat obtenu (voir si le résultat prédictif est juste)			

Un autre exemple de parcours au secondaire, à l'Athénée d'Esneux chez Mme de Bouharmont :

Phases :

1. Expérience-action « pour voir » : manipulation libre des engrenages
2. Expérience-outil : découverte du sens et de la vitesse de rotation des roues
3. Expérience-action « pour voir » : découverte du changement de plan de l'axe de rotation
4. Expérience-objet « pour prouver » : découverte du vélo et de l'utilité des pignons et plateaux

On voit par ce parcours que des allers-retours sont tout à fait possibles entre les différents statuts de l'expérience. De même, on remarque que l'enseignante a choisi de permettre à ses élèves de découvrir librement les engrenages avant de se lancer dans un apprentissage plus formel et plus guidé. Aux dires de l'enseignante elle-même, ce n'est en rien du temps perdu, mais une avance pour la suite...

La manipulation concrète du vélo clôturerait ce parcours : redécouverte d'un objet familier et surtout, mise au point d'une expérience-objet pour prouver l'importance des pignons et plateaux, étape la plus difficile à construire pour les élèves.

Tests réalisés au niveau ~~primaire~~ / secondaire ; année(s) : 2

Etablissement : AR Esneux

	<b>Statut</b>	<b>Explicitation</b>	<b>Engrenages</b>	<b>Force de l'eau</b>	<b>Électricité</b>	
<b>Expérience – action</b>	<b>1</b>	<b>Expérience de sensibilisation</b>	Motivation de la classe ; nouvelle question.	1		
	<b>2</b>	<b>Expérience pour ressentir</b>	perception <u>par le corps</u> des phénomènes abordés			
	<b>3</b>	<b>Expérience « pour voir » dans un défi expérimental</b>	Essai plutôt informel ; se familiariser avec un concept	3		
	<b>4</b>	<b>Expérience spectacle</b>	Présenter un phénomène pour provoquer l'étonnement			
<b>Expérience – outil</b>	<b>5</b>	<b>Expérience illustrative réalisée par l'animateur à distance</b>	Illustrer un concept, un phénomène. Mettre en évidence une loi.			
	<b>6</b>	<b>Expérience illustrative réalisée par l'élève.</b>	faire redécouvrir une loi ; protocole donné. Les résultats sont prévus par l'animateur	2		
<b>Expérience – Objet</b>	<b>7</b>	<b>Expérience « pour prouver »</b>	<u>Concevoir une expérience</u> afin de vérifier une hypothèse formulée. L'animateur est associé dans le processus de recherche	4		
	<b>8</b>	<b>Expérience de validation d'un résultat, d'une prédiction, dans le cadre d'un défi théorique.</b>	Règles ou lois connues. Expérience proposée pour valider le résultat obtenu (voir si le résultat prédictif est juste)			

## 5.2 Du primaire au secondaire

Comme il a été dit plus haut, chaque stade d'une démarche est important et nécessite d'avoir été vécu par l'enfant le long de son cursus scolaire. Ainsi, l'enfant qui au début du secondaire n'a pas encore eu l'occasion de manipuler pour ressentir ou pour voir ne pourra pas accéder facilement aux étapes suivantes de la démarche expérimentale. Comment savoir mettre en place une expérience sur la force de l'eau sans jamais l'avoir ressentie ? Comment résoudre un défi théorique<sup>78</sup> sur les engrenages sans avoir manipulé ceux-ci auparavant ? Bien que ces étapes de manipulations libres pour ressentir et pour voir prennent toute leur place au primaire, il est important d'en faire au moins des rappels ou des évocations plus rapides au secondaire. Trop souvent, ces étapes sont mises de côté par les enseignants car elles consomment du temps et peuvent paraître aux yeux de certains élèves un peu « bébêtes ». Pourtant, il n'en est rien.

## 5.3 Passer de l'expérimentation dirigée à l'expérimentation autonome

Dans le secondaire, comme nous l'avons déjà mentionné, les pratiques de classe laissent peu de place aux démarches de découverte plaçant l'élève dans la situation de concevoir un protocole d'expérience en rapport avec les hypothèses posées. Daphné Orban, étudiante en régentat sciences, associée au groupe de recherche-action, propose dans son travail de fin d'étude<sup>79</sup> une démarche permettant de passer graduellement d'un mode de fonctionnement dirigé (expérience-outil) comparable à ce que les élèves avaient vécu jusqu'à présent, à une expérimentation où chacun est autonome. L'objectif était de faire prendre conscience aux élèves de l'importance de faire varier un seul facteur à la fois et de penser à la procédure la plus adaptée pour contrôler au mieux les variables.



« Expérimentons l'Expérimentation ! »  
Travail réalisé par Daphné Orban en vue de l'obtention du diplôme A.E.S.I en sciences – Année 2006-2007

*« ...Tout au long d'une séquence portant sur la propagation de la chaleur et les matériaux conducteurs et isolants, j'ai voulu amener les élèves à travailler par eux-mêmes, à être capables d'imaginer des dispositifs expérimentaux et à travailler de façon rigoureuse.*

*En variant les types d'expériences proposées, en plaçant les élèves en situation de conception d'un protocole expérimental plutôt que d'exécution d'un protocole pré-établi, en les perturbant afin de les obliger à réfléchir sur leurs pratiques afin qu'ils perçoivent les critères de rigueur nécessaires à l'élaboration d'une expérience valide, en passant par des débats et des critiques de démarches menées en classe, j'ai voulu faire évoluer*

<sup>78</sup> Un problème est posé sur papier et demande une réflexion mentale sans matériel disponible

<sup>79</sup> ORBAN D. – 2007 – « Expérimentons l'expérimentation » : Travail réalisé par en vue de l'obtention du diplôme A.S.E.I en sciences - HE ISELL – rue Hors château ,61 4000 Liège

*l'image linéaire que les élèves avaient des sciences et la leur faire apparaître comme un vrai processus de recherche, mais également leur faire acquérir une démarche scientifique rigoureuse et leur permettre d'exercer leur esprit critique.(...)  
Pour ce faire, il a fallu construire une gradation des expériences proposées afin d'éviter que les élèves, peu habitués à travailler par la recherche, soient amenés à effectuer des activités dont ils ne comprennent pas le sens et qui n'auraient dès lors eu aucune efficacité dans la construction d'une démarche expérimentale rigoureuse».*

Nous vous invitons à consulter sur le site interactif de la recherche-action<sup>80</sup> cette gradation intéressante et son analyse.

Une activité dans cette séquence est particulièrement intéressante car elle a permis aux élèves d'appliquer un recul critique sur leurs propres pratiques. Le compte-rendu de cette partie de la séquence vous est présenté ci-dessous. Dans cette démarche, un temps est consacré à la prise de risque de l'élève et à la possibilité de vivre des erreurs constructives. Les élèves sont amenés à prévoir une expérience et la réaliser en choisissant le matériel nécessaire. Mais le matériel proposé est inadéquat et ne permet pas une expérimentation rigoureuse. Vont-ils s'en rendre compte ?



De l'expérience pour voir à l'expérience pour prouver  
Sujet : les conducteurs thermiques

Analyse à priori :

Dans cette activité, la transition entre l'expérimentation directive et l'expérimentation autonome est continue. L'élève est à présent appelé à réfléchir lui-même et à concevoir une expérience qu'il pourrait mener afin de vérifier l'hypothèse. Il n'est cependant pas encore tout à fait autonome ; c'est toute la classe qui réfléchit à une expérience et non l'élève seul.

Le fait que l'expérience ne soit pas valable va permettre au professeur de mener une discussion critique de l'expérience réalisée et de faire réfléchir les élèves sur ce qu'ils doivent mettre en place pour qu'une expérience soit rigoureuse.

Objectif : Permettre à l'élève de prendre conscience de l'importance de faire varier une seule variable à la fois lors d'une expérimentation, d'utiliser un matériel adéquat en fonction du paramètre étudié, de penser la procédure afin de contrôler au mieux les variables.

Description de l'activité :

Le professeur rappelle l'expérience qui a été faite pour illustrer la propagation de la chaleur par conduction et pose une nouvelle question : « *Tous les matériaux permettant à la chaleur de se propager de proche en proche conduisent-ils la chaleur de la même manière ?* ».

Les élèves proposent des expériences permettant de vérifier l'hypothèse et le groupe se met d'accord sur une expérience commune : plonger 3 barres constituées de matériaux différents dans de l'eau bouillante et fixer un bouton sur chacune à l'aide de cire de bougie. Ils espèrent ainsi prouver que des matériaux différents conduisent différemment la chaleur. Le matériel est ensuite distribué par le professeur et les élèves réalisent l'expérience par paires.

<sup>80</sup> <http://www.hypo-these.be>

Remarque : Volontairement, le matériel distribué par le professeur ne permet pas une expérimentation rigoureuse. En effet, les barres n'ont pas le même diamètre. De plus, les élèves ne réfléchissent pas assez à l'expérience pour pouvoir mettre en place certaines choses indispensables à une expérimentation rigoureuse. En effet, ils ne placent pas les boutons à la même hauteur sur chaque objet, n'utilisent pas la même quantité de cire pour chaque bouton, placent les barres avant que l'eau ne soit chaude et ne chronomètrent pas...

Pour le cours suivant, les élèves doivent rédiger le rapport de laboratoire ainsi qu'un commentaire concernant la validité de l'expérience et ce qui devrait être mis en place pour l'améliorer. Par cette consigne, l'enseignante donne la permission aux élèves de critiquer la démarche suivie lors de l'activité.

#### Analyse :

Devant le protocole imprécis et le matériel inadéquat, aucun élève n'a émis d'objection ; ils se lancent tous dans l'action. Pendant celle-ci, aucun élève ne se questionne sur la validité de la manipulation et des constats. Ils réalisent l'expérience sans se soucier du fait que plusieurs facteurs varient en même temps (quantité de cire, section des barres, taille et position des boutons ...).

Pourtant, devant la grande différence de section des barres utilisées, l'enseignante avait imaginé qu'ils réagiraient à cette aberration.

Ce manque d'esprit critique et cette confiance aveugle dans les activités proposées par le professeur sont certainement dus, en partie, au contexte scolaire : les élèves sont très souvent mis dans des situations linéaires dirigées, où les protocoles sont prévus, ce qui ne leur permet pas de développer un esprit critique. Ils sont très rarement mis en situation d'apprendre à concevoir des protocoles expérimentaux. De plus, les expériences proposées par les professeurs sont toujours des expériences qui fonctionnent. L'élève n'est que rarement sollicité pour émettre un avis critique sur ce qui lui est proposé. Dès lors, l'élève ne doit pas réfléchir à ce qu'il fait et se conforte dans cette attitude passive. Les enseignants, en appliquant cette procédure linéaire, croient cependant apprendre aux élèves à réaliser des protocoles expérimentaux.

Cet extrait permet de se rendre compte que passer d'un statut d'expérience-outil à une expérience-objet est difficile pour l'élève. Il ne suffit pas d'essayer une fois pour que cela fonctionne. L'enseignant devra travailler de manière progressive en se fixant un objectif à la fois et en acceptant de « perdre du temps » à analyser les démarches vécues pour faire progresser au mieux ses élèves. Mais s'agit-il vraiment d'une perte de temps ? Si l'on vise la maîtrise des savoir-faire, il faut s'en donner les moyens et accepter que cet apprentissage soit coûteux en temps.

## 5.4 Et dans les livres scolaires ? Quel statut pour quelle expérience ?

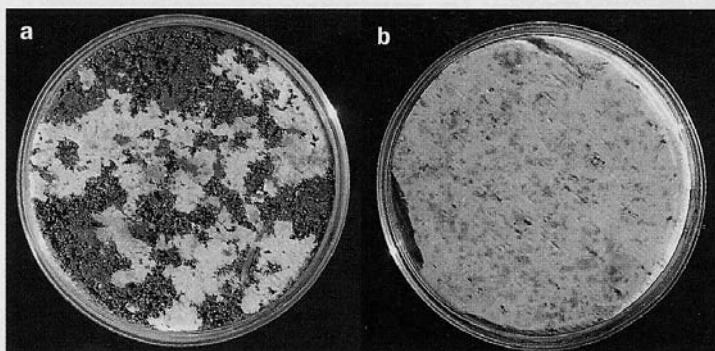
Voici trois approches différentes du même sujet de leçon : *les décomposeurs*.



**Document 1 : Les décomposeurs** version protocole expérimental (Duco A., 2002)<sup>81</sup>.

### Protocole expérimental Doc. 5

- 1** Placer un disque de papier filtre (à base de cellulose) sur le fond d'une boîte de Pétri.
- 2** Recouvrir de terreau de jardin humide.
- 3** Placer à l'étuve durant une semaine.
- 4** Réaliser la même expérience avec de la terre stérilisée. Conclure.



**5** La décomposition expérimentale de la cellulose: après une semaine avec du terreau (a), avec de la terre stérilisée (b). La cellulose est un polymère (molécule ramifiée à base de monomères de glucose:  $[C_6H_{10}O_5]_n$ ). C'est le principal constituant de la biosphère. Environ  $10^{15}$  kg de cellulose sont synthétisés et dégradés sur Terre chaque année.

### Doc. 7: La décomposition de la production primaire.

2. Démarche scientifique : La partie B expose les mécanismes de cette décomposition, puis généralise l'importance de ce phénomène à l'échelle du globe.
3. Conseils et documents complémentaires. L'expérimentation concernant la dégradation de la cellulose nécessite une bonne semaine d'incubation. Si ce chapitre est traité en premier, il est préférable de préparer quelques boîtes avant la rentrée, pour qu'elles soient disponibles au moment voulu.

<sup>81</sup> DUCO A., 2002. Sciences de la vie et de la Terre. Terminale S. Spécialité. Belin. Paris. 287p. (p : 13) et Duco et al., 2002. SVT Term. S Spécialité. Livre du professeur. Sciences de la vie et de la Terre. Belin. P. 172 (p : 11)





## Document 2. Les décomposeurs version Calmettes B et al., 2005<sup>82</sup>.



ÉDUCATION À  
L'ENVIRONNEMENT

# Le rôle discret mais efficace des décomposeurs

INTERROGE-TOI

### Avant d'étudier les documents...

■ Sais-tu ce que deviennent les feuilles des arbres qui tombent à l'automne ?



■ Cherche dans la litière de feuilles mortes qui recouvre le sol d'un jardin ou d'une forêt, les petits animaux qui y vivent.

■ Dans un aquarium, mets une couche de feuilles mortes d'une dizaine de centimètres d'épaisseur. Ferme l'aquarium avec une feuille de matière plastique afin de maintenir l'humidité. Observe régulièrement ce que deviennent les feuilles.

### Activités

#### Document 1 :

- Résume en une phrase les informations qui te semblent les plus importantes dans le texte de B. Fischesser.

Document  
**1**

### Quelques habitants des feuilles mortes.



« Il y a plus d'organismes vivants dans un hectare de forêt que d'humains sur l'ensemble du globe. Un gramme de sol peut abriter jusqu'à trois milliards de micro-organismes.

Un hectare de forêt renferme près de 600 kilogrammes de vers de terre, avec un effectif approchant la population de Marseille. Les vers de terre sont capables de transporter 1 000 tonnes de terre par an. »

D'après Bernard Fischesser



<sup>82</sup> Calmettes B, Canal J-L, Coqblin M-J, Lamarque J, Margotin-Passat M, Pierrard M-A, Tavernier R, 2005. Sciences expérimentales et technologie. CM2 cycle 3. Bordas. P : 32-33.


**Document 3 les décomposeurs** : version De Vecchi G, 2004<sup>83</sup>.

**DES FEUILLES... QUI DISPARAISSENT?**

Description résumée de la démarche :

**Objectifs** : Comprendre que les feuilles constituant la litière d'une forêt se décomposent. Savoir quelles sont la composition et l'origine du sol. Prendre conscience que c'est un milieu de vie très peuplé.

**Niveau** 6<sup>e</sup> de collège.

**Situation-problème 1** : Chaque année, un chêne perd ses feuilles en automne. Sous l'arbre, on voit 20 cm de feuilles mortes. En combien d'années, un élève de 6<sup>ème</sup> qui mesure 1,40 m, sera-t-il recouvert? La calculatrice est autorisée.

*Les élèves n'envisagent pas le phénomène de décomposition des feuilles. En grande majorité, ils font un calcul (1,40 : 20 ou 20 x... = 1,40 m).*

*Pour les aider, je leur dis : « 1,40 m, c'est la même chose que 140 cm. » La réponse est alors trouvée plus facilement : 7 ans. Quelques élèves par groupe disent ne pas pouvoir répondre puisqu'ils ne mesurent pas 1,40 m! Ils font le calcul pour 1,50 m au 1,60 m. Un élève répond : « C'est des maths ! » Un autre, qui l'a entendu, lui dit : « Mais non, on parle de feuilles et d'un arbre ! »*

*Aucun élève ne trouve ma question bizarre. Puisque tous ont réfléchi et trouvent une ou des solutions, je leur dis : « je vais vous donner un renseignement ».*

**Situation-problème 2 :**

Qui est déjà allé dans la forêt voisine? Tous! Donc vous allez vite trouver la réponse ! Sachant que dans la forêt voisine, on voit des chênes qui ont 300 ans, quelle hauteur de feuilles mortes y a-t-il en dessous ? calculatrice autorisée. Ils me répondent : « C'est facile, vous nous aidez ! ».

*Et tous font la multiplication: 20 cm x 300 ans = 6 000 cm. Qui a trouvé la réponse? (Je ne dis pas laquelle !) Tous sont contents. Je précise alors : « 6 000 cm = 60 m. » Un élève me dit : « ça fait comme la tour Eiffel ! » Je précise: « Non, mais c'est comme 10 collèges superposés. » Ils réalisent alors que cela n'est pas possible... mais pas pour la raison à laquelle je pense. Pour eux, ce n'est pas 20 cm de feuilles mortes qui étaient tombés, mais beaucoup moins. Je me suis donc trompé ! Ils refont le calcul avec 10 cm, puis 5 cm... Cela n'est pas satisfaisant!*

**Situation-problème 3 :** Mais alors, où sont passées les feuilles ?

*Leurs réponses sont diverses...*

- Les feuilles sont utilisées : « Les feuilles sont ramassées par les gens au par un homme » (un balayeur comme dans les jardins publics!); « On les utilise pour faire du papier, du terreau (orthographe : terro, terrot, terreaux, en terrau), de la terre. » - Les feuilles disparaissent : « C'est le vent qui les emporte » ; « Elles sont balayées par le vent » ; « La plupart des feuilles sont en miettes » ; « Elles s'éparpillent dans la forêt » ; « Elles entrent en terre » (sous-entendu, on les piétine et elles s'enfoncent).

- Les feuilles sont consommées : « Les animaux les mangent » (précisions demandées et apportées : les renards, les oiseaux, les petites bêtes, les « verres » de terre, les « bactériens » !). - Les feuilles « se décomposent » (Peu d'élèves - entre 5 et 10 % -

<sup>83</sup> De Vecchi G, 2004, Une banque de situations-problèmes. Tous niveaux.Vol.1. Hachette Education. Paris. P : 94-96.

*fournissent cette explication).*

*Les hypothèses sont posées. Des recherches vont les mettre à l'épreuve.*

*Obstacles et ruptures : Les élèves n'envisagent que très difficilement la décomposition des feuilles et leur absorption comme « nourriture » par les végétaux verts. « Se nourrir de terre, c'est sale »... mais ce n'est pas le cas si elles se nourrissent d'engrais ! II n'est pas question, à cet âge, d'aborder ces problèmes dans le détail. Par contre, observer une coupe du sol, puis en analyser les composants en classe, permet de prendre conscience que ce sol est constitué de plusieurs couches, chacune étant formée d'un mélange de composants organiques (restes d'animaux et de végétaux) et de composants minéraux (provenant des roches du sous-sol). Le sol contient en outre un grand nombre d'animaux (microfaune du sol) et de végétaux (bactéries et champignons). Ceux-ci sont responsables de la décomposition de la litière et de sa transformation progressive en humus.*

On voit dans ces exemples qu'il faut être très attentif à la façon dont le problème est posé et dont la démarche est suggérée ou imposée à l'élève.

Le document 1 s'adresse à des élèves du secondaire. Une expérience est suggérée, mais les informations à recueillir sont déjà présentes, clairement. L'enseignant peut, s'il le souhaite vraiment, faire les expérimentations avec ses élèves, mais il n'en a pas besoin.


Une autre approche est suggérée dans le document 2, qui s'adresse à des élèves du primaire. Posons-nous d'abord les questions, avant d'aller plus loin. « *Interroge-toi... avant d'étudier les documents...* ». Ici, une démarche un peu plus ouverte est suggérée directement à l'élève, acteur de son apprentissage. L'enseignant ne consacrerait peut-être pas de temps à cet encart du livre, mais l'élève est libre de faire ses propres recherches. Bien entendu, la suite des apprentissages est présente sur la même page : réponse tacite à la question posée dans l'encart...

Le dernier document (3) s'adresse directement à l'enseignant et pas uniquement du fondamental. Il suggère, par témoignage interposé, de laisser les élèves mener une réflexion sur le sujet, avant tout apport de concepts ou de contenus. On part de l'élève, de ses représentations pour le mener vers la question à se poser et surtout les démarches à faire pour y répondre.

Il n'y a pas la « bonne » technique, mais il faut savoir ce que l'on met en jeu avec les élèves, en fonction de la présentation d'un document papier.

Un autre exemple, dans le domaine de l'électricité.

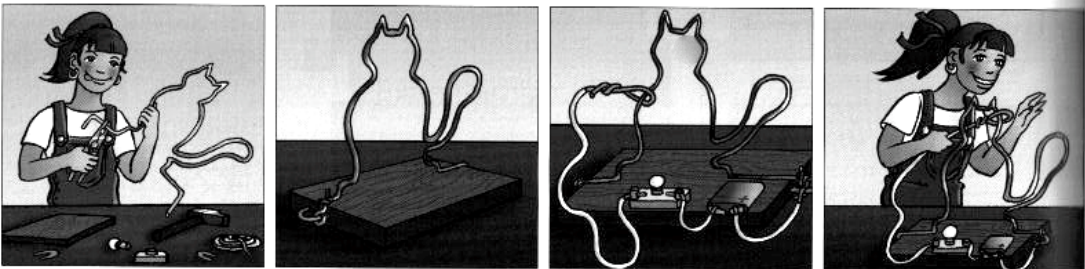
Deux enseignantes de l'équipe avaient l'habitude d'introduire la notion de circuit électrique en demandant aux élèves (secondaire) de construire le jeu du « fil qui chante ». Les consignes et le matériel étaient fournis aux élèves. Cette façon de faire, semblable à celle présentée dans le document 4, consiste en une expérience-outil, selon la gradation construite ensemble : l'élève est un exécutant, il applique le protocole donné.



**Document 4 : l'électricité**, extrait de BOËCHE S. et al. 2004<sup>84</sup>.

---

**Réalise un jeu électrique.**  
 Matériel : une planchette – une pile de 4,5 V – une ampoule et sa douille – du fil de métal rigide – du ruban adhésif – un marteau – une pince – 2 crampons en U – 3 morceaux de fil électrique aux extrémités dénudées, dont un de 50 cm de long.



1. Avec la pince, donne une forme au fil rigide (animal, monument...), en prévoyant plusieurs courbes. Fais un crochet aux extrémités.

2. Fixe cette forme sur la planchette avec les crampons en U.

3. Fais une boucle (d'environ 1 cm de diamètre) à l'extrémité du fil électrique le plus long. Puis réalise les branchements comme indiqué sur le dessin.

4. Déplace la boucle sans allumer l'ampoule. La boucle joue le rôle d'interrupteur : quand elle entre en contact avec le fil de fer, elle ferme le circuit et l'ampoule s'allume.

Que nous apprend cet extrait ?

📌 **L'enfant est un exécutant.** Il agit en suivant les indications qui lui sont fournies. L'activité s'apparente à un bricolage « scientifique ». Il doit être rigoureux et précis, en respectant les consignes qui lui sont données.

📌 **Le questionnement de l'enfant** est peu présent, voire inexistant, et non pris en compte dans la démarche proposée.

📌 **L'explication scientifique (le contenu matière)** est donnée à l'enfant. Dans cet exemple, elle apparaît à la fin de la marche à suivre. Dans d'autres cas, elle est proposée dans un encart situé, soit avant, soit après l'activité.

L'implication de ces deux enseignantes dans le travail de recherche les a amenées à modifier leur façon de faire. Elles ont décidé de changer le statut de leur séquence expérimentale en évoquant le jeu à construire et en fournissant aux élèves un matériel vaste et varié, pas nécessairement utile à la réalisation. Les élèves devaient donc réfléchir à la conception du jeu et assembler eux-mêmes le matériel sélectionné par leur soin. Ici, l'expérimentation s'apparente


<sup>84</sup> BOËCHE S. et al. 2004. – Sciences – cycle 3 – Collection « A nous le monde » - Sedrap.

davantage à une expérience-action : l'élève procédait par essais et erreurs pour monter lui-même le dispositif.

On pourrait même imaginer de demander à l'enfant d'imaginer le dispositif, de le dessiner avant de passer à la phase de réalisation. Dans ce cas, on se rapproche de l'expérience-objet. C'est la démarche qui est suggérée dans le document 5. L'auteur demande à l'enfant de réfléchir au dispositif évoqué par ce jeu, avant de se lancer dans sa réalisation concrète. Bien sûr, le manuel donne la liste du matériel utile et propose un exemple de réalisation, mais il laisse tout de même la possibilité aux élèves (et à l'enseignant) de faire émerger leurs représentations avant l'apprentissage.

**Document 5 : l'électricité**, extrait de GRATIAN M., et al. (2004)<sup>85</sup>

**1 J'observe et je réfléchis.**



1. Comprends-tu la règle du jeu auquel jouent ces enfants?  
À ton avis, comment ce jeu fonctionne-t-il? Peux-tu imaginer ce qu'il y a dans la boîte?

2. Note dans ton cahier d'expériences tes remarques et tes questions.

En tant qu'enseignant, il faut donc être très attentif à la façon de proposer l'activité aux élèves, puisque, selon la formulation même de la consigne, suivant le matériel que l'on va mettre à disposition des élèves, le statut de leur apprentissage scientifique expérimental va changer.

Ces considérations sur le statut de l'expérience vont plus loin que l'on ne pourrait l'imaginer car, suivant la manière de concevoir et d'animer les activités scientifiques, c'est l'image des sciences véhiculée auprès des élèves qui diffère.


<sup>85</sup> GRATIAN M., MATEU I., MORVAN M. et MORVAN Y., (2004). J'apprends les sciences par l'expérience - Cycles 2 et 3 - Ed. Belin


## 6. Position épistémologique du savoir enseigné

Selon la manière de concevoir et d'animer des séances d'apprentissage en sciences, les enseignants véhiculent, le plus souvent à leur insu, une image de la science. La place donnée à l'expérience renforcera également certaines conceptions de la science.

Par exemple, lorsque l'enseignant propose à l'élève un protocole préétabli dont les résultats illustrent une loi ou un phénomène qu'il veut mettre en évidence (expérience-outil), la connaissance scientifique est alors présentée comme l'interprétation univoque des résultats observés. Autrement dit, le réel semble se comporter comme dit la loi.

Dans un souci de clarté, les connaissances sont amenées de façon très linéaire, structurée, comme coulant de source. Loi et réalité se confondent, la science apparaît comme dogmatique et se rapproche du courant positiviste. Or, nous trouvons qu'il est important, comme le défendent la plupart des chercheurs en didactique des sciences, d'inscrire notre enseignement dans un courant constructiviste. Il nous importe également de montrer comment la connaissance est et *n'est qu'une* modélisation du réel, une construction collective, une écriture du réel (écriture rigoureuse, il faut d'ailleurs en apprendre la grammaire !), mais qui n'est pas le réel. Cette vision bien plus créative de la science permet à l'enfant de se projeter comme scientifique potentiel. Lire le réel s'apprend, comme le reste. On est loin de cette représentation du scientifique - savant fou, être d'exception - qui aurait des lunettes particulières pour deviner lois et théories !

 « Le **courant positiviste** est important dans l'histoire de l'épistémologie. (...) Cette représentation estime découvrir les lois de la nature et de la société, en partant des phénomènes. Elle a peu à peu donné naissance au positivisme « vulgaire » qui est devenu la philosophie spontanée de beaucoup de scientifiques. Il s'agit d'une croyance selon laquelle la science découvre les lois universelles et éternelles de la nature, d'une façon méthodique et rationnelle. LA science permettrait ainsi d'atteindre une vérité aussi objective que possible, même si l'on sait que cette proposition est provisoire et que l'on peut être amené à en adopter une autre, plus conforme à ce que nous dicte la « réalité » des choses » (LAROCHELLE & DESAUTELS, 1992).<sup>86</sup>

 « Le **courant constructiviste** « propose un nouveau scénario dans lequel le « sujet-en-quête-de-connaissance », les « choses-à-connaître » et « le processus de connaître » se redéfinissent mutuellement par les nouvelles relations qui s'établissent entre eux. Dans ce scénario, les connaissances n'existent pas en soi parce qu'elles ne peuvent être que construites par le sujet à travers l'expérience qu'il fait du monde dans lequel il vit. (...) ».

Donc, et contrairement au courant positiviste : « La connaissance entendue comme une copie plus ou moins achevée de la réalité n'a pas de sens puisque

<sup>86</sup> LAROCHELLE M., DESAUTELS J, 1992. Autour de l'idée de science. De Boeck.

*nous n'avons accès à la réalité que par nos représentations* » (LAROCHELLE & DESAUTELS, 1992).

Beaucoup de manuels de sciences, utilisés notamment au premier degré du secondaire, proposent une ou plusieurs expériences ou observations à réaliser ; des résultats à collecter ou des comparaisons à faire et une connaissance scientifique est amenée comme conclusion. Une analyse comparative de manuels scientifiques scolaires français (GALIANA, 1999)<sup>87</sup> a montré que sur un plan de la logique expérimentale, les manuels présentent fréquemment des interprétations abusives et une imposition dogmatique du savoir sous couvert de l'expérience. Cette étude dénonce les problèmes en termes d'apprentissage des méthodes de redécouverte par l'élève et de l'utilisation exclusive des processus inductifs dans la présentation. Les démarches proposées ne permettent pas de rendre compte du travail scientifique dans toute sa richesse.

Plusieurs remarques peuvent être exprimées à partir de l'exemple présenté à la page suivante.

Tout d'abord, du point de vue de l'apprentissage, il faut souligner qu'un saut conceptuel important est demandé à l'élève pour passer des résultats à leur interprétation (passer du glaçon qui fond plus vite ou moins vite sur différentes matières à la conductivité thermique spécifique de chacune d'elle !). La réponse finalement apportée par l'enseignant est, pour l'élève, une réponse parmi d'autres possibles. L'élève est, il faut bien l'avouer, placé dans une situation de soumission devant l'interprétation apportée (imposée) par l'adulte « qui sait » ce qu'il faut mettre dans la case vide titrée : « conclusion ».

Devant ces manuels présentant des vides à remplir à la suite de questions et d'observations et d'expériences à réaliser, les enseignants eux-mêmes se disent bien incapables d'animer le cours s'ils n'ont pas le manuel « corrigé à destination du professeur » qui présente les réponses attendues dans les cases vides...

Si ce système livre des connaissances très structurées, il exprime par ailleurs une vision très dogmatique de la science, plaçant l'apprenant dans une position de soumission par rapport au savoir scientifique ou aux scientifiques qui eux, savent.

Cette démarche permet l'apprentissage de savoirs scientifiques chez les élèves qui perçoivent les attentes du professeur ou chez ceux qui ont assez de référents pour accepter comme étant logique, la conclusion présentée. Par contre, ceux (nombreux !) qui veulent jouer le jeu impossible d'induire un modèle explicatif à partir des situations telles que cela leur est demandé, échouent dans l'exercice et considèrent le cours de sciences comme une « *activité mentale qui n'est pas de leur ressort* ». **On peut peut-être trouver là une cause possible d'un certain décrochage en sciences...**


---

<sup>87</sup> GALIANA, 1999. *Les pratiques expérimentales dans les manuels scolaires des lycées*. ASTER n°28



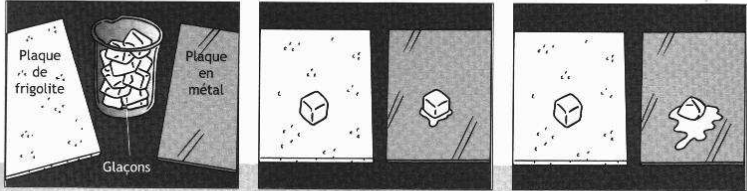
Exemple d'activité proposée au premier degré du secondaire (SCULIER, 2002 : p. 53)<sup>88</sup>

Version élève

 **V. CONDUCTEURS ET ISOLANTS THERMIQUES**

**A. Expérimentation 1**

À l'aide des illustrations suivantes, rédige un rapport dans la fardé. Celui-ci reprendra le matériel utilisé, le mode opératoire, les observations et une conclusion. Tu peux réaliser cette expérience toi-même.



**B. Expérimentation 2**

À l'aide du matériel suivant, imagine et réalise une expérience qui montre qu'une vitre épaisse arrête le rayonnement : rédige un rapport reprenant le mode opératoire, les observations et une conclusion.

**1. Matériel**  
Une bougie, une vitre épaisse (plaque en verre ± 30 cm sur 30), des allumettes.

**2. Mode opératoire**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**3. Observations et conclusion**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

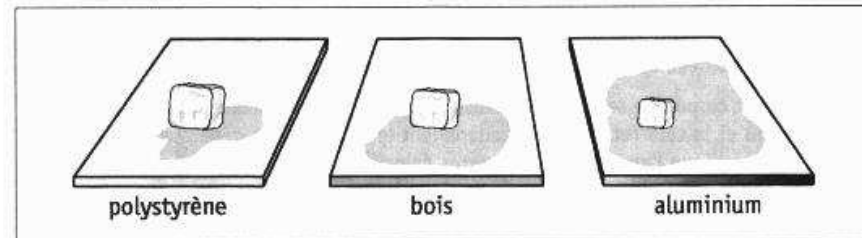
Version corrigée

### B. Conductivité thermique de différents milieux

① Situation-problème.

La bouteille thermos empêche la chaleur ambiante d'atteindre le liquide qu'elle contient alors que les glaçons placés dans la soucoupe, au contact de l'air chaud ambiant, fondent.

④ Schéma expérimental.



**P 84.**

⑤ Résultat expérimental.

Le glaçon fond le plus rapidement sur l'aluminium puis sur le bois et enfin sur le polystyrène.


⑥ Interprétation du résultat expérimental et généralisation.

L'aluminium conduit très bien la chaleur ambiante et le glaçon fond rapidement alors que le polystyrène la conduit mal ; le bois se situe entre ces deux extrêmes. Les corps ont une conductivité thermique différente. S'ils sont bons conducteurs de la chaleur, ils auront une conductivité thermique importante et réciproquement.

<sup>88</sup> SCULIER D. & WATERLOO D., 2002. Sciences et compétences au quotidien. Corrigé et notes pédagogiques. De Boeck. P. : 52-53.



Par ailleurs, la connaissance scientifique est présentée dans la conclusion comme une vérité univoque. Le manuel présente donc la connaissance scientifique construite comme l'unique modèle explicatif qui découlerait des observations.

 Or, comme le précise Fourez<sup>89</sup> lorsqu'il définit l'induction, «*étant donné un nombre fini d'observations, il y a toujours une infinité de modèles qui peuvent en rendre compte (comme il y a une infinité de récits d'un évènement)... Il y a généralement abus de langage quand on semble prétendre qu'un certain nombre d'expériences conduisent à un seul modèle. Il n'est pas correct de dire que « ces expériences montrent que tel modèle est le bon » ; il serait plus correct de dire « ce modèle rend assez bien compte de ces expériences »*».

Dans l'exemple cité plus haut, les expériences mentionnées ne « prouvent » pas que les matières ont une conductivité thermique différente, mais elles « aident à nous convaincre » que le modèle théorique que les scientifiques ont construit est fécond !

La nuance est très importante et l'enseignant doit la percevoir s'il veut donner une image plus créative de la science. S'il veut, comme l'auteur de l'analyse comparative de manuels mentionnée plus haut<sup>90</sup>, faire passer que « *l'expérimentation scientifique, plus qu'une démarche, est un processus qui permet d'aboutir à la construction de connaissances nouvelles* » et que « *c'est à ce titre de processus dynamique et producteur de savoir qu'elle doit être appréhendée par les élèves, car l'enjeu est de taille : redonner aux jeunes le goût de faire des sciences.* »

En effet, ces démarches faussement inductives, ne permettent finalement pas une implication et une participation. Elles ne mobilisent pas l'enfant.

Les analyses critiques actuelles de l'enseignement scientifique concernent essentiellement des situations du secondaire. La tendance étant d'amplifier le temps consacré aux apprentissages en sciences dans le fondamental, nous pouvons nous inquiéter de voir apparaître les mêmes écueils dans les démarches qui fleuriront au primaire.

De nombreux livres d'éveil qui apportent des idées pratiques aux enseignants et des interprétations théoriques simplifiées, sont d'ailleurs porteurs de mêmes avatars en matière de conception de la science : protocole à suivre, observations bien choisies comme preuves induisant une théorie explicative présentée comme la vérité, peu de liens entre le nouveau savoir et l'utilité de cette connaissance dans la société. Le tout donne une image idéalisée de la science, excluant toute controverse et polémique.

Dans ce travail de recherche-action mené avec les enseignants du primaire et dans l'objectif d'établir des repères méthodologiques en matière d'apprentissage de savoirs et savoir-faire en sciences expérimentales, nous avons cherché des pistes concrètes pour :

- éviter le dogmatisme ;
- éviter le saut trop important entre l'activité proposée en classe et le « savoir savant » imposé ensuite ;

<sup>89</sup> FOUREZ G, ENGLEBERT V., MATHY P, 1997. Nos savoirs sur nos savoirs. De Boeck

<sup>90</sup> GALIANA, 1999. Les pratiques expérimentales dans les manuels scolaires des lycées. ASTER n°28

- éviter de piéger l'élève dans des processus faussement inductifs ;
- donner des sciences une image d'une activité mentale créative dans laquelle tous peuvent participer ;
- sortir du savoir notionnel scolaire et inscrire les apprentissages dans leur utilité sociétale ;
- passer d'une vision dogmatique des sciences à une vision constructiviste (passer de « la science qui explique le réel » à « la science qui permet de construire des modèles explicatifs du réel »).

Voici deux de ces pistes, présentées ci-après.

### ***Piste°1: Constater plutôt que théoriser !***

Certains enseignants redoutent ce moment où il faut passer de l'action menée à la structuration. Certains expriment la crainte de ne pouvoir donner d'explications justes aux situations vécues. Nous prenons le parti de dire qu'en primaire, la structuration repose essentiellement sur les **constats** et, comme dit plus haut, elle doit respecter un niveau de formulation accessible. Quelques interprétations peuvent être suscitées, mais sans dépasser le champ de référence de l'enfant. Le travail de l'animateur sera d'aider l'enfant à préciser l'idée et à l'exprimer pour tous dans un langage accessible. Il s'agit de vérifier que le constat est bien en accord avec ce qui a été réalisé et observé et non de donner l'explication toute faite des scientifiques sur le sujet.



Dans l'exemple ci-dessous, l'enseignant aide à exprimer l'idée et ce qui est noté au cahier ne comporte pas d'explications scientifiques complexes.

#### **Les constats :**

Ce 20 Février 2007, les élèves de 6° primaire de l'école « Y » ont construit des roues à l'aide de matériaux divers. Ils ont constaté que:

1. Lorsque l'eau tombe de plus haut, la roue tourne mieux, mais lorsque l'eau tombe de trop haut, la roue ne tourne plus très régulièrement.
2. S'il y a trop peu de pales (4 pales) la roue ne tourne pas bien. Le mouvement est saccadé (irrégulier). La roue avec 8 pales présente par contre un mouvement régulier. S'il y a trop de pales (16 pales), la roue ne tourne pas mieux qu'avec 8 pales.
3. La roue du groupe 2 et celle du groupe 3 ont le même nombre de pales et pourtant celle du groupe 2 tourne bien mieux.
4. Les roues tournent grâce à l'eau qui tombe, mais aussi si on souffle sur la roue.

#### **Les idées que l'on a eues par rapport à ces constats :**

1. X et V ont vu qu'il y avait plus d'éclaboussures quand l'eau tombait de trop haut, peut-être que cela empêche la roue de tourner correctement.
2. Quand il y a trop de pales, l'eau rebondit dessus. Il y a des pertes d'eau et ce serait pour cela que la roue de 16 pales fonctionne moins bien que la roue de 8 pales
3. On dirait que la roue en plastique du groupe 3 est plus freinée que la roue « de hamster » en métal, utilisée par le groupe 2. La tige du groupe 2 frotte plus sur la roue, c'est pour cela qu'elle est freinée...

La théorie concernant la transformation de l'énergie potentielle (contenue dans une masse d'eau tombant une certaine hauteur) en énergie mécanique cinétique entraînant un mouvement de rotation de la roue, ou plus encore, l'expression formulaire  $E_{\text{pot}} = mgh$  et  $E_{\text{cin}} = mv^2/2$  ne seront bien évidemment abordées qu'au secondaire. Pourtant, nous faisons le pari que les enfants qui auront fait de tels essais et formulé de tels constats à partir de ces activités concrètes, entreront plus facilement dans les explications plus abstraites et formulaires qu'ils rencontreront dans la suite de leur scolarité.

Dans l'exemple ci-dessus, des phrases introductives du type : «*Aujourd'hui, le ... les enfants de telle année de l'école ... ont réalisé telles actions et ont observé que ...* » permettent d'éviter toute généralisation abusive. De plus, cela donne à l'enfant une vision socio constructiviste qui, comme le précise Fourez<sup>91</sup>, présente les sciences, non pas comme des connaissances individuelles, mais comme le produit standardisé d'une action collective.

Nous ne voulons toutefois pas occulter la difficulté qu'expriment ces enseignants quant à leur propre maîtrise des notions scientifiques. Une connaissance minimale des principes de bases des sujets traités est bien sûr nécessaire. Mais cette maîtrise nous semble plus essentielle encore, lors de la phase de conceptions de situations riches d'apprentissage, afin que celles-ci abordent le problème sous ses multiples facettes, que lors de la phase de structuration proprement dite.

### ***Piste 2: Faire lien entre les situations de vie et les activités en classe.***

C'est important que l'enfant fasse le lien entre les apprentissages scolaires en sciences et la vie de tous les jours.

Les visites extérieures permettent d'établir ce lien. Qu'elles soient en début de démarche pour ouvrir le questionnement, qu'elles soient en cours de démarche pour apporter des éclaircissements supplémentaires, les visites ont permis de susciter un raisonnement analogique entre les observations faites en classe et les situations de terrain.

Les activités que nous avons conçues avec les enseignants présentent un fil conducteur en lien avec le réel. Les activités d'expérimentation sont fonctionnelles, car elles sont un moyen de répondre à des questions en lien avec la vie.

Nous trouvons très important de garder ce lien avec le réel et d'être très explicites sur l'intérêt et la place de l'activité dans le cadre plus large de la recherche envisagée.

De plus, des rencontres avec des personnes de terrain donnent aux enfants des exemples d'utilisations techniques des notions scientifiques et une rencontre des métiers techniques et scientifiques.

---

<sup>91</sup> FOUREZ G, ENGLEBERT V., MATHY P, 1997. Nos savoirs sur nos savoirs. De Boeck.



Compte-rendu de visite de la classe de 6<sup>o</sup> primaire à l'usine « Mérytherm » d'Hony (Esneux).

Dans la petite usine d'affinage de pièces métalliques « Mérytherm » que nous avons visitée, nous avons vu qu'une chute d'eau permettait de faire tourner une turbine. Comme dans le mouvement de la roue de moulin qui permettait de moudre le grain, ici le mouvement de rotation de la turbine permet de chauffer du métal dans des cuves. Quand l'usine est fermée, le mouvement de la turbine permet de fabriquer de l'électricité.

Monsieur X, Directeur de l'usine, nous a montré une photo de l'ancienne turbine. Il a placé une nouvelle turbine, car avec l'ancienne, il y avait des pertes dues aux éclaboussures de l'eau.

Suivant la quantité d'eau de la rivière et la hauteur de la chute, il a choisi la turbine la mieux adaptée au niveau de sa forme, sa dimension et son nombre de pales.

Nous avons aussi remarqué en classe, lorsque nous avons construit des roues, que le nombre de pales, leur forme et la dimension des roues, influençaient leur efficacité.

### ***Piste 3: Identifier et varier le statut des expériences en classe.***

C'est surtout cette piste que nous avons essayé de travailler avec les enseignants de l'équipe. Le résultat de ce travail est présenté de manière concrète au chapitre III, sous la forme de séquences d'activités d'enseignement.