



PRINTEMPS
DES SCIENCES

L'INITIATION SCIENTIFIQUE

Réflexions et pistes de travail
pour une initiation scientifique
en classes maternelles et primaires



1. INTRODUCTION

EN matière d'initiation scientifique, la mission de l'enseignement fondamental est de garantir à tous les élèves une formation scientifique de base. Ce que le Conseil de l'Education et de la Formation appelle, de manière explicite, "*l'alphabétisation scientifique et technologique*" de tous les enfants (1).

Comme l'alphabétisation prise dans son sens strict (apprentissage de la lecture), l'alphabétisation scientifique suppose une participation active des élèves à la construction de leurs apprentissages. Amener tous les enfants à s'interroger, à distinguer le réel du virtuel, à créer des dispositifs, à adopter un point de vue critique, ne peut se faire seulement par des leçons magistrales ou par des livres, si intéressants et nécessaires soient-ils aussi. Cela suppose la mise en oeuvre d'une démarche qui passe par l'observation, la description, l'analyse, la recherche personnelle, la pratique de l'expérience, la confrontation des théories... Et tout cela s'élabore *dès l'enseignement fondamental, dès les classes maternelles puis dans le primaire*.

Programmes désuets et cloisonnement précoce

Or, depuis de nombreuses années, l'enseignement des sciences laisse à désirer chez nous.

L'école évidemment n'est pas seule en cause, loin s'en faut. Les programmes que les enseignants sont tenus de suivre étaient trop anciens et peu

adaptés à l'évolution des sciences et des techniques. De plus, ils prévoyaient trop peu d'heures de sciences et ils opéraient un "découpage" trop précoce entre les matières. Du coup, les sciences paraissaient bien éloignées des réalités quotidiennes de chacun alors même que leur but est de contribuer à les com-



prendre et à les expliquer. De plus, les programmes étant ce qu'ils étaient, beaucoup de futurs enseignants n'étaient plus suffisamment formés à la construction d'expérimentations avec leurs élèves. Cet environnement pédagogique peu satisfaisant s'est évidemment répercuté directement dans les classes. Si bien qu'en 1997, Christian Monseur (Service de Pédagogie expérimentale de l'Université de Liège) constatait: "*En Communauté française, les programmes pour les disciplines scientifiques à l'école primaire sont moins exigeants et, de surcroît, les instituteurs n'y consacrent pas le temps prescrit. De plus, l'enseignement des sciences tel qu'il est pratiqué au quotidien met l'accent sur la mémorisa-*

tion plutôt que sur une réelle compréhension" (2).

Renouveau de l'approche scientifique et technologique

Ce constat suivait la publication par l'Association internationale pour l'évaluation du rendement scolaire (I.E.A.) des premiers résultats d'une enquête comparative sur les connaissances en mathématiques et en sciences des élèves de 13-14 ans de 41 systèmes scolaires. On se souvient qu'en maths, les résultats de nos élèves étaient encourageants. En revanche, en sciences, ils étaient préoccupants puisque 31 pays sur 41 obtenaient des résultats significativement supérieurs aux nôtres. Les pédagogues, les pouvoirs publics aussi ont pris conscience de cette "déficiência" scientifique. Et ils ont réagi en mettant en oeuvre des moyens divers pour remédier aux lacunes décelées.

Ce dossier se situe dans la ligne de ce renouveau de l'initiation scientifique et technologique. Il souhaite pouvoir nourrir la réflexion des enseignants sur leurs pratiques et leur proposer des ressources et des outils concrets pour leur pratique quotidienne.

(1) Conseil de l'Education et de la Formation, "*Education scientifique, éducation citoyenne*", Avis n° 67 du 24 septembre 1999.

(2) Dans "*Pilotinfo*", le périodique d'information du Ministère de l'Education, de la Recherche et de la Formation n° 20 de septembre 1997. (2) Dans "*Pilotinfo*", le périodique d'information du Ministère de l'Education, de la Recherche et de la Formation n° 20 de septembre 1997.

II. LE B, A, BA

DE LA DEMARCHE SCIENTIFIQUE

II. 1. Mettre en œuvre une démarche

Une alphabétisation scientifique

L'enseignement de la science est une école extraordinaire de liberté et de rigueur. Ce peut être un véritable plaisir à partager. Cela, c'est Albert Jacquard, polytechnicien et généticien, qui l'affirme dans un livre revigorant basé sur ses rencontres multiples et fréquentes avec des enfants du fondamental et du secondaire (1). Il explique bien l'essentiel de la tâche qui incombe aux enseignants du fondamental en ces matières: *"Même les concepts les plus subtils peuvent être présentés aux jeunes très tôt, sans prétendre les leur faire comprendre dans toute leur subtilité, mais afin de donner le goût d'aller plus loin dans la direction qu'ils indiquent"*.

Elèves et enseignants "chercheurs"

Longtemps, on a présenté les théories scientifiques comme l'aboutissement d'une démarche quasi automatique d'observations, d'hypothèses, d'expériences, de vérifications et de lois. On pensait en quelque sorte que les faits "parlent d'eux-mêmes". La vérité est bien différente! Aujourd'hui, les scientifiques préfèrent adopter une conception constructiviste, autrement dit une démarche de construction progressive des connaissances. Concrètement, ils entendent

donc, en se frottant à la matérialité des situations, "mettre de l'ordre dans un domaine" et même "créer de la réalité". *La réflexion du chercheur se confronte en permanence aux observations et aux expériences.* Ainsi, il n'y a rien d'automatique dans la conception toute provisoire qui se dégage de cette confrontation. Si bien que le même matériau de départ peut donner naissance à des théories distinctes...

per avec les élèves:

- Questionnement;
- Emission d'hypothèses;
- Capacité de chercher des informations et de les trier;
- Mise au point des dispositions expérimentales et des pratiques d'expérimentation.

Il ne faut pas pour autant brûler les étapes ni dans la manipulation, ni dans la conceptualisation et le développement des compétences. La construction progressive et



Le CEF invite les enseignants à adopter le même type de démarche dans leurs classes, avec leurs élèves (2). Et donc dès la préparation de leurs leçons. Réaliser l'alphabétisation scientifique de tous les élèves suppose donc avant tout les initier à une démarche. Essentielle, cette démarche consiste à ne pas prendre toute affirmation pour argent comptant, mais de la soumettre à l'épreuve de la vérité par la confrontation, par la recherche documentaire, par l'expérimentation. Ceci implique diverses démarches à dévelop-

per continue des savoirs et savoir-faire constitue l'élément fondateur de toute démarche scientifique. En sciences, le rôle de l'école maternelle et primaire est bien d'aborder les notions, de rencontrer les phénomènes naturels, d'ouvrir les jeunes à leur environnement naturel. Et de susciter leur curiosité et leur esprit critique.

(1) Albert Jacquard, "L'équation du nénuphar. Les plaisirs de la science", Calmann-Lévy.

(2) Conseil de l'Education et de la Formation, "Education scientifique, éducation citoyenne", Avis n° 67 du 24 septembre 1999.

II. 2. Construire le bagage scientifique du citoyen

Un outil pour affronter les problèmes de l'époque

Albert Jacquard affirme dans *"L'équation du nénuphar"*: *"Certes les jeunes acquièrent à l'école l'indispensable savoir qui leur permettra d'agir, mais surtout ils y forment l'esprit critique qui leur permettra de choisir."*

L'enseignement de la science joue là un rôle décisif en montrant à chacun qu'il peut construire sa liberté".

A terme, ainsi que le rappelle le CEF, il s'agit de former des citoyens capables d'affronter les problèmes de leur époque, de poser des choix judicieux dans la gestion de leur vie quotidienne et de résister à l'autorité des experts lorsque les choix ne sont pas démocratiques.

Bien entendu, les enseignants ne sont pas seuls pour assumer cette tâche colossale. Il leur appartient d'exploiter les ressources qui leur sont offertes là où elles se trouvent. Et au cours des dernières années, celles-ci se sont heureusement multipliées. L'enseignement supérieur et les universités ont élaboré des activités à l'intention des jeunes élèves. Elles proposent aussi des expositions et des ateliers. (Voir l'aperçu des ressources offertes dans le chapitre V de ce dossier).

II.3. Quelle pédagogie pour l'initiation scientifique?

S'approprier savoirs et savoir-faire

Les socles de compétences détaillent un florilège de savoirs et de savoir-faire que les élèves doivent acquérir et s'approprier tout au long de leur scolarité obligatoire. L'apprentissage du français et des mathématiques y occupent une place de choix et les enseignants n'ont jamais cessé d'insister sur ces matières véritablement fondamentales. Mais l'initiation scientifique et technologique figurent elles aussi en bonne place dans ce florilège. Elles doivent donc retrouver dans les horaires la place qui leur revient, tant dans des activités disciplinaires que par le biais de projets interdisciplinaires.

Des activités simples et concrètes

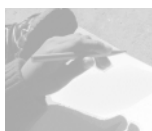
Les socles constituent le "fil rouge" que doivent suivre tous les établissements scolaires. Les programmes élaborés par les réseaux d'enseignement en découlent directement. Au-delà de la formulation nécessairement un peu abstraites des compétences à acquérir, les socles proposent en fait la mise en oeuvre d'activités simples et très concrètes.: *"Le but de l'éveil scientifique dans le fondamental est de faire redécouvrir le plaisir perdu depuis des générations,"* explique Philippe Delfosse, inspecteur, président de la Commission des socles de compétences en éveil - initiation scientifique. *Ainsi, l'approche des phénomènes électriques commence très simplement, mais c'est important, par la manipulation d'un interrupteur: le démonter, le remonter, comprendre son fonctionnement..."*

Ici, initiation scientifique et éducation technologique se rencontrent. Différentes l'une de l'autre, elles ont en effet partie liée. Les techniques, ce sont des procédés, des matériaux, des machines... Bref *"des combinaisons d'un principe scientifique avec des appareils construits pour un usage précis de ces principes"*. Et la technologie, c'est un système complexe qui, autour d'un procédé central, combine des techniques particulières. (Socles de compétences pour l'enseignement fondamental et le premier degré du secondaire, page 62).



III. QUELLE PÉDAGOGIE POUR L'INITIATION SCIENTIFIQUE ?

Un certain nombre de reherches montrent qu'actuellement le savoir scientifique enseigné durant la scolarité est très vite oublié et n'est guère réutilisable dans la vie courante. Son transfert est laborieux et n'assure pas son rôle intégrateur, notamment par rapport aux informations qui viennent des médias. Or, l'école doit promouvoir le savoir en tant qu'outil et doit nécessairement apprendre aux élèves à trier les connaissances, les gérer, les structurer, se situer par rapport à elles, connaître leur degré de validité et même en produire. *"A partir de là, la question se pose de savoir comment "faire passer" les connaissances pour qu'elles conservent leurs qualités d'efficacité et donc leur intérêt instructif"* (1). La prise en compte des processus d'acquisition des connaissances est essentielle.



L'acquisition des connaissances

Par rapport aux pratiques les plus courantes dans l'enseignement des sciences, on peut mentionner trois types de pédagogie dont les caractéristiques principales sont reprises dans le tableau ci-contre : la pédagogie de la révélation, la pédagogie de la contemplation, la pédagogie de la construction.

Le maître explique en montrant sur un schéma au tableau. OU Les élèves lisent dans un manuel ou une encyclopédie. Le savoir scientifique est révélé.	Le maître procède à une expérience devant les élèves. OU Les élèves réalisent étape par étape une expérience sous la conduite du maître. Le maître fait ainsi apparaître les principes en cause, les élèves regardent, écoutent, observent, en un mot, contemplent.	Un problème : Pourquoi l'ouvrier qui travaille dans la cour de l'école a-t-il allongé les manches de sa cisaille à couper les fers à béton ? On émet et on confronte des hypothèses. On organise rationnellement la recherche, on expérimente, on observe. On modifie ses représentations, on se construit un savoir scientifique.
Pédagogie de la REVELATION	Pédagogie de la CONTEMPLATION	Pédagogie de la CONSTRUCTION

Pédagogie de la révélation et pédagogie de la contemplation peuvent se regrouper sous l'étiquette "pédagogie de la transmission".

Dans un cas comme dans l'autre, c'est l'enseignant qui est au centre de l'activité: il expose, explique, guide, montre les choses. L'élève ne prend aucune initiative, il écoute les informations fournies pas à pas et enregistre. Par contre, dans la pédagogie de la construction, c'est l'élève qui, par son activité propre, construit ses connaissances et développe ses compétences. Les recherches actuelles s'accordent **sur l'aspect constructiviste** de l'acquisition des connaissances. On reconnaît largement aujourd'hui que **la compréhension** des choses ne se transmet pas et que celle-ci ne peut s'opérer

que moyennant la **participation centrale** de l'élève.

Exemple: **Le développement du papillon**

Illustrons dans les grandes lignes, par un exemple, ce qui différencie pédagogie de la transmission et pédagogie de la construction.

Thème abordé:
Le développement du papillon (Le cycle du papillon).

	Pédagogie de la transmission	Pédagogie de la construction
Emergence du thème.	L'enseignant propose le thème : - <i>On va voir le développement du papillon.</i>	Les élèves ont remarqué des chenilles sur les fanes de carottes. Une question naît : - <i>Que vont devenir ces chenilles ?</i>
Développement de l'activité.	L'enseignant pose questions et sous questions, il rectifie l'apport de certain élèves et tente de faire exprimer des mots comme "larves", "chrysalide", ...	Les élèves expriment des hypothèses qui correspondent à leurs conceptions du moment : - <i>Les chenilles vont mourir...</i> - <i>Elles vont pondre un papillon</i> - <i>Elles vont se transformer en papillon</i> Ils notent ces hypothèses pour garder la mémoire. Une autre question se fait jour : - <i>Comment faire pour savoir ce que vont devenir les chenilles ?</i> Les élèves décident de placer des chenilles dans le terrarium et de les nourrir afin d'observer ce qui va se passer. Les élèves nourrissent les chenilles et les observent régulièrement.
Organisation du savoir.	L'enseignant fait exprimer les étapes du développement du papillon dans l'ordre adéquat mais sans mentionner la durée de chacun des états (en effet, on ne peut cerner ces durées puisqu'on ne sait pas de quel papillon il s'agit et que la durée de chacun des états dépend du type de papillon (piéride du chou, machaon, ...) Il propose un schéma "standard" reprenant le cycle entier.	Les élèves notent leurs observations sur une ligne du temps - chenilles en mouvement, chenilles immobiles - chrysalides- en respectant l'ordre des étapes et en prenant en compte les durées. Ils reprennent les hypothèses émises précédemment et les confrontent aux faits observés. Certains élèves sont amenés à rectifier leurs conceptions premières. Ils se posent de nouvelles questions et émettent de nouvelles hypothèses : - <i>Que vont devenir les chrysalides ?</i> Les observations se poursuivent jusqu'à la naissance d'un machaon.
	L'enseignant transmet un savoir standardisé : le cycle du papillon.	La ligne du temps complétée au fur et à mesure par les élèves reprends de manière précise les étapes du développement du grand machaon. Les élèves, par leur activité (questions/hypothèses/observations, notations) construisent le cycle du machaon. Ils mettent en œuvre des compétences : formuler des questions, émettre des hypothèses, prendre des notes, structurer les informations, ...

La pédagogie de la construction - pédagogie constructiviste - s'oppose à la pédagogie de la transmission en plaçant l'élève au centre de l'apprentissage et en faisant de lui l'acteur qui construit concomitamment ses savoirs et ses

compétences de manière progressive. La mise en œuvre d'une telle pédagogie implique le respect d'un certain nombre de principes parmi lesquels nous retiendrons notamment l'importance du questionnement par l'é-

lève, la prise en compte des représentations des élèves, la pratique des expériences et le rôle fondamental de l'enseignant.

(1) Michel Develay, "De l'apprentissage à l'enseignement", Paris, ESF, 1992.

IV. LES GRANDS AXES DE L'ÉDUCATION SCIENTIFIQUE

IV. 1. La classe: un lieu de questionnement.....

Le questionnement, moteur du savoir

On n'insistera jamais assez sur l'importance du questionnement. L'élève vient à l'école pour mettre de l'ordre dans le monde et dans les choses. Pour ce faire, il s'interroge sur le quoi des choses, le comment, le pourquoi... et il interroge ses proches, ses condisciples, son instituteur(trice). Il s'agit d'encourager - et surtout pas de décourager - cette tendance naturelle de l'enfant pour le questionnement. Celui-ci revêt une grande importance à plusieurs niveaux. D'abord, le désir de connaître le pourquoi des choses, la volonté d'accéder à la compréhension profonde de ce qui se passe correspondent à des attitudes citoyennes qui doivent se mettre en place dès le plus jeune âge. Ensuite, et ceci est capital pour l'apprentissage, le questionnement traduit une motivation venant de l'élève lui-même et est l'expression d'un réel besoin d'explication. C'est le moteur du savoir. Enfin, comme le mentionnent Giordan et de Vecchi, *"les questions posées permettent de caractériser le niveau de pensée et les préoccupations de l'apprenant; elles mesurent ainsi son écart par rap-*

port au savoir qu'on prétend lui enseigner. L'absence de questionnement sur un point l'empêche d'aller plus avant, et même, le plus souvent, de comprendre l'adulte: l'enfant accorde un statut de vérité à ce qu'il "croit" et cela peut même aller jusqu'à déformer les faits. (...° L'absence de questionnement en sciences fait que l'apprenant se contente de ce qu'il sait; or, il peut s'agir de simples mots donnant l'illusion de connaître. En réalité, lorsqu'il n'y a pas de véritable questionnement, on assiste à un arrêt dans la construction de la pensée". (1)

De l'étonnement au questionnement

Si la classe est effectivement un lieu qui favorise la curiosité intellectuelle des élèves, ceux-ci cherchent à connaître et à comprendre les phénomènes. Ils ont l'habitude d'exprimer leur étonnement face à certaines situations. Mais les problèmes proposés par les élèves risquent de se perdre en anecdotes si les préoccupations ne sont pas formulées clairement et ne sont pas relayées. Le rôle de l'enseignant est déterminant à cet égard. Il doit en effet veiller à ce que l'intérêt porté par un élève à telle question soit partagé par le groupe classe, à ce qu'une question "banale" évolue pour aboutir à la formulation d'un vrai problème scientifique.

Comment faire émerger de "vraies" questions à caractère scientifique?



A) Une question.... suite à une question d'élève:

Un élève propose ces questions: - *Pourquoi a-t-on mis au bord de la route un panneau triangulaire "Attention, grenouilles!"* - *Pourquoi a-t-on tendu un long plastique le long de la route?*

Répondre vite et bien à de telles questions est insuffisant et relève de l'anecdote. Pour approcher le caractère scientifique du problème soulevé, il s'agit de faire évoluer les questions qui deviennent: *Que font les grenouilles à cet endroit à ce moment de l'année?* - *Pourquoi les grenouilles viennent-elles à cet endroit à ce moment de l'année?* - *Pourquoi veulent-elles passer de l'autre côté de la route?*

Le rôle de l'enseignant, ici, est de percevoir quel concept scientifique est abordable à travers les questions que la curiosité des élèves soulève. Les questions soulevées ici tournent autour de la reproduction des grenouilles et, d'une manière plus générale, de la reproduction des batraciens.



B) Une question suite à une confrontation entre des représentations d'élèves:

La confrontation entre certaines conceptions chez les

élèves peut faire naître une telle question. Face aux chenilles observées sur des feuilles de choux, les élèves expriment ce qu'ils pensent à propos du devenir des chenilles: *Elles vont mourir - Elles vont pondre des petites chenilles - Elles vont pondre un papillon - Elles vont devenir un papillon....* La question devient: *Que vont devenir les chenilles du chou? Comment faire pour le savoir?*



C) Une question au départ d'une situation paradoxale:

Une question à caractère scientifique peut naître d'un paradoxe c'est-à-dire d'une situation qui va à l'encontre du "bon sens" des élèves. Ainsi, dans une classe de 4e année, deux dessins sont épinglés par le haut (rien ne les maintient par le bas) au-dessus d'un radiateur et près d'une fenêtre ouverte. Les dessins se soulèvent, ils "volent" en quelque sorte comme disent les élèves. Et ils ajoutent: *C'est parce que la fenêtre est ouverte. C'est à cause du vent.*

L'enseignant s'empare de ces réflexions et les fait rebondir. Il propose de fermer la fenêtre: les dessins "volent" encore. Que se passe-t-il? Etonnement d'abord.... émission d'hypothèses ensuite et formulation de la question: *La chaleur du radiateur fait-elle "voler" les dessins?*



D) Une question suite à la panne d'un appareil

Une question de type scientifique peut être amenée au départ de la panne d'un appareil. L'ampoule de la lampe de poche ne brille

plus. Pourquoi? Que se passe-t-il? La question peut être simplement formulée ainsi: *Comment réparer la lampe de poche?* Mais elle peut évoluer et prendre d'autres formes: *Comment faire briller une ampoule au moyen d'une pile?* - *Comment faire briller une ampoule au moyen d'une pile et de fils?* - *Pourrait-on faire briller plusieurs ampoules? Comment?*



E) Une question amenée par l'enseignant:

Le poirier proche de l'école est en fleurs. *Il est magnifique*, remarque une élève. Voilà un moment important pour la classe: la sensibilisation aux beautés de la nature est plus que jamais nécessaire à notre époque du "tout béton". Mais, plutôt que d'en rester là, l'enseignant demande: *Que vont devenir toutes ces fleurs?* La question de l'enseignant devient la question de toute la classe et les activités qui permettront de suivre les "métamorphoses" de l'arbre seront d'un grand intérêt scientifique.

Enseignant/Elève: le rôle de chacun pour aborder les questions à caractère scientifique.

Ce qui précède montre à la fois la place centrale de l'élève et le rôle déterminant de l'enseignant dans la manière d'aborder les questions à caractère scientifique.

- La place de l'élève est centrale car c'est lui qui en s'interrogeant et en amenant étonnement et/ou question donne à la fois vie et sens à l'activité.
- Le rôle déterminant de l'enseignant: il fait émerger les préoccupations des élèves, relaye leurs conceptions par rapport au problème posé, fait évoluer les questions en fonction du cadre de référence des élèves et de leur niveau de connaissance, cerne les concepts qui sont abordables au départ des questions des élèves.

(1) Giordan et de Vecchi, *"Les origines du savoir"*, Neuchâtel-Paris, Delachaux et Niestlé, 1987.

IV. 2. La prise en compte des conceptions (représentations) des élèves

Mobilisation des connaissances antérieures, conceptions et représentations

Transmettre le savoir scientifique sans prendre en compte l'élève, ce qu'il sait déjà dans un domaine déterminé, à un moment donné, ne semble guère efficace. L'élève ne peut être assimilé à un sac vide que l'on peut remplir de connaissances ni à un système cognitif qui enregistre passivement des informations juxtaposées. Au moment d'entamer un apprentissage donné, tout élève a en lui une "certaine connaissance" des choses que l'on veut lui faire apprendre. Face à ce qui lui est demandé, il mobilise ses connaissances antérieures, ses représentations, ses conceptions liées à l'apprentissage envisagé. Il met en oeuvre un "modèle explicatif" dont il dispose.

Une exemple :

La question porte sur la connaissance du concept "oiseau"

Réactions de Charlotte (7 ans)
Trace une croix en face des noms d'**oiseaux**

hirondelle	x
mouche	
pigeon	x
dindon	
poule	
papillon	
moineau	x
canard	x
chauve-souris	
mésange	x



Questionnée sur ses choix, Charlotte fournit les réponses suivantes:

- La mouche et le papillon ne sont pas des oiseaux?
- Non, c'est des bêtes, des petites bêtes...
C'est pas vraiment comme un oiseau... Ca n'a pas des ailes comme un oiseau
- Et la poule?
(Et le dindon)?
- Je sais pas, mais ça ne vole pas.
- Et la chauve-souris?
- Ca vole la nuit...
pas les oiseaux!
- Et les autres, ce sont des oiseaux?
- Oui, ça a des ailes pour voler.

Pour Charlotte, un oiseau a des ailes et doit voler (de jour). C'est son "idée" du concept "oiseau" au moment où on l'interroge. C'est sa conception ou sa représentation de ce concept. On voit ici que la représentation de Charlotte est un système explicatif, une théorie personnelle située à plus ou moins grande distance du concept. Précisons que pour être "oiseau" en effet, il faut deux conditions: avoir le corps recouvert de plumes et pondre des oeufs.

L'ENSEIGNANT DOIT-IL PRENDRE EN COMPTE LES CONCEPTIONS DES ELEVES?

Pour Giordan et de Vecchi, une représentation est un modèle explicatif organisé, simple, logique, utilisé le plus souvent par analogie. Les enfants possèdent un certain nombre de ces modèles avec lesquels ils essaient d'interpréter leur environnement. Pour Michel Develay, l'enseignant doit donc l'analyser et la comprendre en termes d'obstacles ou de points d'appui pour atteindre le concept. La représentation est alors à prendre en compte de manière centrale dans un apprentissage donné. Apprendre devient la capacité pour le sujet à changer de système de représentation. C'est par une série de corrections, de rectifications successives que l'apprenant peut accéder à un niveau de formulation plus adéquat.

COMMENT FAIRE EVOLUER LES CONCEPTIONS DES ÉLÈVES?

Envisageons deux voies en
terme d'exemples.

1er exemple: Par la confrontation

Reprenons le cas de Charlotte pour qui la poule n'est pas un oiseau puisqu'elle ne vole pas. Suite à la mise en présence d'autres enfants qui expriment leur avis (leur conception) sur cette question, la discussion s'installe. Des avis contradictoires sont avancés. Il y a une confrontation: Les poules aussi ont des ailes - Certaines poules volent - On a coupé les ailes à certaines poules - Comme le pigeon, le merle, la poule pond des oeufs - La poule a des plumes comme les oiseaux.

Les enfants sont amenés à justifier ce qu'ils avancent. Face à certaines justifications qui lui paraissent plausibles, Charlotte est interpellée et sa conception est déstabilisée. Chez elle, il y a maintenant un conflit "dans sa tête". Elle est en train de remettre en question et de rectifier sa conception première. L'aide de l'enseignant et une documentation fiable l'aideront, en fin de compte, à reconstruire un modèle explicatif plus satisfaisant et plus proche de la vérité scientifique: la poule ne vole pas (du moins les poules qu'elle connaît et auquel elle se réfère), mais c'est quand même un oiseau.

2e exemple: Par l'expérimentation (1)

Adrian qui participe au repas de midi explique qu'il apporte des boissons "glacées" dans son thermos. La majorité des élèves de la classe après un moment d'étonnement, infirment ce fait. Pour eux, le thermos sert à garder les boissons bien chaudes. Suite aux observations qu'ils ont effectuées dans la vie courante, ces élèves ne conçoivent pas qu'il soit possible de garder des boissons glacées dans un thermos. Notons ici que les conceptions s'élaborent, dans la grande majorité des cas, sur une période assez longue, à partir des observations menées dans la vie courante, familiale, culturelle. Elles n'en sont que plus tenaces.

Comment procéder pour faire évoluer ces conceptions bien ancrées dans certains esprits, pour les transformer radicalement dans ce cas? L'argument d'autorité est mal venu. Les explications pour convaincre risquent d'être insatisfaisantes. *L'expérimentation s'impose.*

Cette situation, née d'un étonnement, débouche sur la formulation d'une question-problème: *Le thermos garde-t-il vraiment le froid?*

Comment? La même bouteille garde-t-elle aussi la chaleur?

Une première hypothèse des élèves doit être vérifiée: La bouteille thermos ne garde pas le froid. Un dispositif expérimental simple est mis en place par les élèves. Deux bouteilles thermiques identiques sont remplies, l'une avec de l'eau très froide, l'autre avec de l'eau très chaude. À l'aide d'un thermomètre approprié, les élèves relèvent les températures à plusieurs reprises et les notent dans un tableau. L'analyse des résultats conduit les élèves à constater *objectivement* que le thermos garde aussi bien le chaud que le froid. Les avis subjectifs, les croyances liées à cette problématique sont démentis par les faits. Les conceptions premières de la plupart des élèves sont ébranlées suite à cette expérimentation.

La poursuite de l'expérimentation aidera à comprendre le pourquoi de ce phénomène: la bouteille interne est en verre qui est mauvais conducteur de chaleur. Elle présente une double enveloppe entre les parois desquelles on a fait le vide (c'est lui l'élément fondamental permettant le bon fonctionnement, car il supprime les pertes de chaleur par conductibilité et par convection).

(1) D'après A. Joachim, "Activités d'éveil-sciences", in "L'Ecole belge", janvier-février 1980.

IV. 3. La pratique des expériences



“Pour voir si...” et “Pour prouver que...”

On peut distinguer deux grands types d'expériences à faire réaliser par les élèves dès l'école fondamentale: les expériences “pour voir si...” et celles “pour prouver que...”

Les expériences “pour voir si”

Ce type d'expériences concerne les plus jeunes élèves. Leur activité est orientée par le jeu, l'intérêt immédiat et pragmatique, la gratuité. Elle consiste à se livrer à des essais “pour voir” peu performants sur le plan strictement scientifique mais indispensables pour que les élèves puissent se représenter et investir les situations à partir de leurs représentations initiales.

EXEMPLES:

Jouer avec des aimants pour voir si les aimants attirent la feuille, le clou, l'attache tout, le cube, le crayon, la gomme, le fil...

Jouer avec l'eau et différents objets pour voir si ces objets flottent sur l'eau: papier, arton, plastique, clou, boîte à conserve, morceau de bois, pierre, bille...

Jouer avec une pile (batterie), une ampoule, des fils électriques fins pour voir comment faire briller l'ampoule.

Jouer avec de l'eau et une boîte à conserve que l'on remplit progressivement de petites

pierres pour voir si (quand) la boîte va couler.
Mettre des graines de haricots dans de la terre, du sable, du terreau...pour voir si les haricots vont pousser.

Les expériences “pour prouver que”

Il s'agit d'expériences qui se fondent sur un raisonnement expérimental. On passe ici à la démarche O.H.E.R.I.C. (Observation - Hypothèse(s) - Expérimentation - Résultat(s) - Interprétation - Conclusion(s)).

Il convient, sans négliger ce type de démarche, de l'utiliser avec prudence à l'école primaire. Ce type de démarche consiste en effet à passer de l'hypothèse à la conclusion anticipée puis à revenir à l'hypothèse en intégrant les résultats expérimentaux.

Ceci nécessite, de la part de l'élève, l'usage de la pensée formelle et de la réversibilité opératoire. A ne voir que l'aspect logico-déductif de ce type de démarche expérimentale, le risque existe de plonger les élèves dans un formalisme aussi grand que si on leur exposait les choses. En outre, fournir la démarche O.H.E.R.I.C. à l'élève, c'est lui fournir une démarche toute faite. Plutôt que d'imposer une telle démarche, il s'agit précisément de la faire émerger progressivement.

EXEMPLE:

QUELLES MATIÈRES SONT BONNES CONDUCTRICES DE L'ÉLECTRICITÉ? (1)

Des élèves de 4e année ont construit un circuit électrique très simple comme celui représenté ici. Ils ont utilisé une pile plate, une planchette, un soquet, une ampoule de lampe de poche et du fil électrique fin. Résultat obtenu: l'ampoule brille.

Un échange entre élèves amène la réflexion suivante: *Si on utilise “d'autres fils”, l'ampoule ne brillera pas!*

La question peut aussi être formulée ainsi: *Quelles matières utiliser pour faire briller l'ampoule?*

Ou encore: *Quelles matières sont bonnes conductrices de l'électricité? Lesquelles ne le sont pas?*

L'expérience consiste à faire varier la nature du fil utilisé: cuivre, fer, nylon, laine, coton mouillé, laine mouillée. Les éléments du circuit ne sont pas modifiés sauf un, la nature du fil. On fait varier un seul facteur à la fois; ceci est important pour arriver à des conclusions claires.

Pour chaque matière, les élèves émettent une hypothèse: *La laine ne permettra pas de faire briller l'ampoule - La laine est mauvaise conductrice de l'électricité.* Plusieurs essais sont menés pour prouver que...

(1) Exemple tiré de Bailly, Dacier, Péters, Pirotte, “Démarches d'éveil scientifiques”, Labor, 1998.

IV. 4. Le rôle déterminant de l'enseignant dans l'initiation scientifique

Le rôle de l'enseignant n'est pas de communiquer aussi rapidement que possible aux élèves des concepts scientifiques savamment élaborés ou des processus qu'emploient les experts pour traiter ces concepts. La tâche de l'enseignant est de trouver des moyens didactiques qui permettent aux élèves de construire progressivement, par leur activité propre, ces processus et ces concepts. Ce sont les élèves qui sont au centre de l'apprentissage, mais la fonction de l'enseignant reste primordiale. "On peut parler avec Bruner de "fonction d'étayage" c'est-à-dire un mode d'intervention qui essaie de se régler sur le fonctionnement intellectuel des élèves afin de mieux en réussir le dépassement" (1).

L'enseignant doit notamment:

- Orienter le questionnement des élèves en fonction de leurs intérêts, mais aussi de leurs possibilités du moment.
- Aider les élèves à formuler la (les) questions, l'énigme.
- Faire émerger les différents systèmes d'explications "naïfs" et spontanés des élèves coprésents dans une classe.
- Veiller à la mise en place d'expériences et de dispositifs de recherche à la portée des élèves et en adéquation avec la question posée.
- Veiller à maintenir l'orientation de l'activité.
- Aider les élèves à jeter des ponts, établir des relations entre ce qu'ils savent déjà, même de façon globale et imprécise.

- Aider les élèves à formuler, représenter, modéliser les choses.
- Aider les élèves à organiser et réorganiser leur savoir et à évoluer

progressivement vers la maîtrise d'un savoir socialisé.

(1) Jean-Pierre Astolfi et Michel Develay, "La didactique des sciences", P.U.F., 1989.

V. RESSOURCES EXTERIEURES

Pour construire ces démarches et ces apprentissages, les enseignants ne sont pas seuls dans les classes. Ils peuvent s'appuyer sur les compétences de divers spécialistes des sciences.

V. 1. Universités et Hautes écoles

Le printemps des sciences

Depuis quelques années, les universités organisaient toutes des activités d'initiation scientifiques intéressantes. La ministre de l'enseignement supérieur, Françoise Dupuis leur a proposé d'organiser ces activités durant une même semaine et sur un même thème. L'objectif étant, bien sûr, de démultiplier ainsi les efforts considérables déployés par chacune d'elles au service d'un même objectif: (re)donner aux jeunes le goût des sciences. C'est ainsi que le "Printemps des sciences" a vu le jour. Il s'est déroulé du 22 au 28 mars sur le thème de l'eau. L'initiative est appelée à se renouveler et à s'élargir vers d'autres partenaires au fil des années.

Renseignements: cabinet de la Ministre de l'enseignement supérieur: Tél.: 02/533.71.11.
E-mail: Cabinet.Dupuis@cfwb.be

Par ailleurs, les institutions universitaires organisent régulièrement ou en permanence des activités pédagogiques de sensibilisation aux sciences.

Celles-ci sont renseignées sur leurs sites Internet:
ULB: www.ulb.ac.be/infor-sciences - *Faculté agronomique de Gembloux*: www.fsagx.ac.be/ai/rhetos -
ULG: www.ulg.ac.be/printsci -
UCL: www.sc.ucl.ac.be/scienceinfuse - *Université de Mons-Hainaut*: <http://eurekalia.umh.ac.be/sitecds> -
Faculté polytechnique de Mons: <http://fpms.ac.be> -
FUNDP à Namur: www.fundp.ac.be/sciences/pramosci -
Haute école Charlemagne: www.isiv.be/tf/ - *Haute école Lucia De Brouckere*: <http://haulot.heldb.be> - *Haute école namuroise catholique*: www.henac.be - *Haute école Roi Baudouin*: <http://www.herb.be/indbe> -
Haute école Robert Schuman: www.hers.be -
Haute école Paul Henri Spaak: www.isib.be

V. 2. Associations et Mouvements scientifiques

Le club des petits débrouillards

Objectif: éveiller le goût des sciences expérimentales des *enfants âgés de 7 à 12 ans*. De plus, il forme les éducateurs à aborder l'expérimentation scientifique lors d'ateliers organisés avec les enfants. Avenue du Roi Albert, 52 à 1120 Bruxelles.
Tél. 02/268.40.30 et fax: 02/262.45.29.
Site: www.Citylang.com/Petits

Réseau IDée

Destiné aux enseignants du fondamental et du secondaire, aux éducateurs, aux parents, le réseau IDée (Information et diffusion en éducation à l'environnement) propose une panoplie de services: outils et ressources pédagogiques, centre de documentation et banque de données d'outils, magazine trimestriel "Symbioses", forums d'échange d'outils et de réflexions.
Renseignements:
Tél.: 02/286.95.70 et Fax: 02/286.95.79.
E-mail: info@reseau-idee.com et site: www.reseau-idees.be

V. 3. Musées et expositions

- **Musée des sciences et techniques de Parentville:** Situé sur le campus de Parentville (Charleroi), dans un superbe parc, le Musée des sciences et des techniques de l'ULB a pour but la diffusion de la culture scientifique par le jeu et l'interactivité. ULB, Campus de Parentville, rue de Villers, 227 à 6010 Charleroi.

Tél. 071/600.300 et Fax 071/600.305. E-mail: muscitec@ulb.ac.be et site: www.ulb.ac.be/musees/parentville

- **L'Experimentarium de l'ULB:** Une série d'expériences de physique attractives, démonstratives et formatives, avec des applications adaptées à tous. Expérimentarium de l'ULB, Tél.: 02/650.06.18. Site: www.ulb.ac.be/musees/experimentarium

- **De la plante au médicament:** Les serres de l'Observatoire du monde des plantes de l'Université de Liège proposent de développer divers thèmes en relation avec les plantes, essentiellement médicinales. ULG - OMP - Sart-Tilman B77 Tél. 04/366.42.70. E-Mail: omp@ulg.ac.be et site: www.ulg.ac.be/omp/

- **Le Parc d'aventures scientifiques (PASS):** Installé sur l'ancien site minier du Crachet, à Frameries, le PASS est une structure de découverte et de diffusion de la culture scientifique avec un espace spécial pour les enfants de 3 à 12 ans. PASS, Frameries.
Tél. 070/22.22.52.
Site internet: www.pass.be

- **Electralis: "Qu'y a-t-il derrière la prise?":** Destinée aux enfants âgés de 5 à 12 ans, l'exposition "Qu'y a-t-il derrière la prise?" leur permet de découvrir l'électricité, ce phénomène invisible, notamment grâce aux propriétés conductrices du corps humain. Elle est ouverte jusqu'à la fin du mois de juin au Palais des Sports de Liège, quai de Wallonie, 7 à 4000 Liège. Informations et réservations: Tél. 04/254.97.82 et Fax: 04/254.97.89. E-mail: cite@electralis.com et site Internet: www.electralis.com

VI. DES OUTILS PEDAGOGIQUES UTILES

Bibliographie

- *"Comment les enfants apprennent les sciences"* par Jean-Pierre Astolfi, Retz.

- La collection *"Agir et inter-agir à l'école maternelle"* dirigée par Marcel Crahay et Arlette Delhaxhe du Service de pédagogie expérimentale de l'Université de Liège. Editions Labor.

- *"La main à la pâte: les sciences à l'école primaire"* sous la direction de Georges Charpak, Flammarion.

- *"Enseigner la physique à l'école primaire"* par Jean-Pierre Bonan chez Hachette Education.

POUR LES ÉLÈVES:

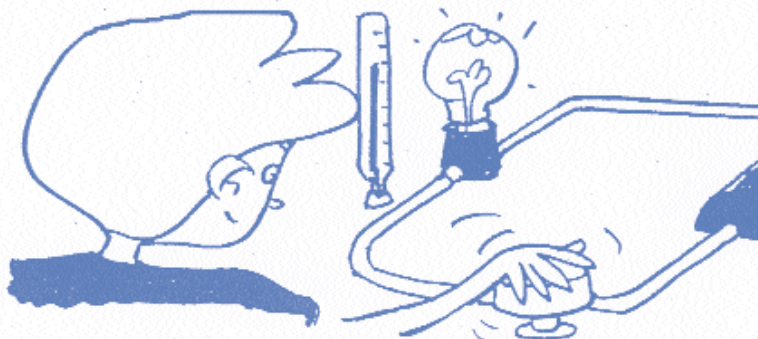
- *"Dictionnaire visuel des sciences"* / Collectifs jeunesse, Gallimard.

- Pour les enfants de 5 à 7 ans: *"L'odorat et la nature: 10 expériences et 10 jeux à faire avec votre enfant"* par Frédéric Benaglia, Albin Michel. Dans la collection **"Les petits débrouillards"** qui compte aussi plusieurs autres titre.

Dans cette même collection, par exemple, pour des enfants un peu plus âgés: *"L'infiniment petit"*.

- *"Les secrets de..."*. Une collection de Gallimard Jeunesse. (Exemple: Les secrets de la boussole...).

- *"Jouons avec les sciences"* chez Hatier, collection **"Les ateliers de la récré"**.



MANUELS SCOLAIRES

- *"Multiéveil"* par Alain Filleul, Michèle Morcimen-Fauviaux, Jacques Paquay, Daniel Sacré, Luc Tilkens et André Wartel. Collection dirigée par Guy Dupont, chez Labor.

Premier cycle: *"Jouons l'éveil"* - Deuxième cycle: *"Vivons l'éveil"* - Troisième cycle: *"Construisons l'éveil"*.

- *"Démarches d'éveil scientifique au service de la conquête de l'environnement"*, Le livre de l'élève, par A. Bailly, P. Dacier, J. Peters et T. Pirotte chez Labor.

- *"Vocabulaire scientifique de base"* par T. Pirotte chez Labor.

CD-ROM

- Pour les enfants de 3 à 5 ans: : *Cent et un exercices pour découvrir le monde*. Emme Kids (Versions PC et Mac)

- Pour les enfants de 8 à 12 ans: *Cent et trois découvertes au labo de physique*. Emme Editions (Versions PC et Mac).

- A la découverte de la vie: *Les expériences des Petits débrouillards*. Montparnasse Multimédia (Versions PC ou Mac).

- *Inventions et Inventeurs*. Hachette Multimédia.

- *Comment ça marche ? Une découverte des inventions, des machines et des techniques*. Liris Interactive.

La Médiathèque dispose de nombreux outils pédagogiques (vidéos et CD-Rom) en matière d'environnement et

de santé. Voir le dossier de mai 99 publié dans *"L'école des années 2000"*.

Sites Internet

www.jsb.be

Le site des Jeunesses scientifiques de Belgique (actuellement en reconstruction).

On y trouve notamment un agenda des activités des JSB qui peuvent intéresser les enseignants et leurs classes.

- www.inrp.fr/lamap/

Le site de "La main à la pâte": on y trouve de nombreuses ressources et un lieu de débats.

-

www.france3.fr/fr3/sorcier/index.html

Le site de l'intelligente émission de télévision de FR3: "C'est pas sorcier".

-

ourworld.compuserve.com/homepages/noe.education

Un site qui propose aux enseignants diverses ressources et de nombreux documents pédagogiques.

Pour les enfants

- www.lesdebrouillards.qc.ca

Un formidable site québécois. Il propose: "Terre des débrouillards" y propose un sujet bien développé (ex "Le monde à la portée des souris), "L'oeil sur la nature", la présentation d'une carrière scientifique, la mise en ligne d'un journal scientifique et un forum de discussion.

- perso.wanadoo.fr/dit papa/

Ce site présente de nombreuses questions posées par les enfants avec des réponses à leur portée. Son intérêt est de

partir de la manière dont les enfants voient les choses et s'interrogent.

- www.cybersciences.com

Ce site présente des dossiers scientifiques mis à la portée des enfants et donne une vision de l'actualité scientifique.

- www.enfants-du-net.org/labo/labo.htm

Pour s'initier aux sciences en s'amusant, ce site propose un petit labo avec des expériences faciles à reproduire en classe.

Sommaire

	PAGES
1. Introduction	II.
2. Le B,A, BA de la démarche scientifique	
- Mettre en oeuvre une démarche	III
- Construire le bagage scientifique du citoyen	IV
3. Quelle pédagogie pour l'initiation scientifique?	V
4. Les grands axes de l'éducation scientifique	
- La classe un lieu de questionnement	VII
- La prise en compte des conceptions	IX
- La pratique des expériences	XI
- Le rôle déterminant de l'enseignant dans l'initiation scientifique	IX
5. Ressources extérieures	
- Universités et Hautes écoles	XII
- Associations et Mouvements scientifiques.	XIII
- Musées et Expositions	XIII
6. Outils pédagogiques utiles	
- Bibliographie	XIV
- CD-ROM	XV
- Sites Internet	XV
Un dossier réalisé par Anne-Marie Pirard pour "L'Ecole des années 2000" avec le soutien du Ministère de la Communauté française	



Avec la participation de la Communauté française