

Guide méthodologique

La démarche d'investigation :
Comment faire en classe ?



Texte : Edith Saltiel¹

Mise en page : Mercè Montané

¹ L'auteur tient à remercier Jean-Pierre Sarmant pour ses commentaires et suggestions. Son expertise a été capitale dans la préparation de ce document

Sommaire

Quelques principes de base de la démarche d'investigation	5
Unité et diversité de la démarche d'investigation	9
L'investigation : un processus itératif - La démarche pas à pas	10
Mise en oeuvre concrète d'une démarche d'investigation	12
Les traces écrites	22
L'Evaluation	29
FAQ	30
Annexes	33



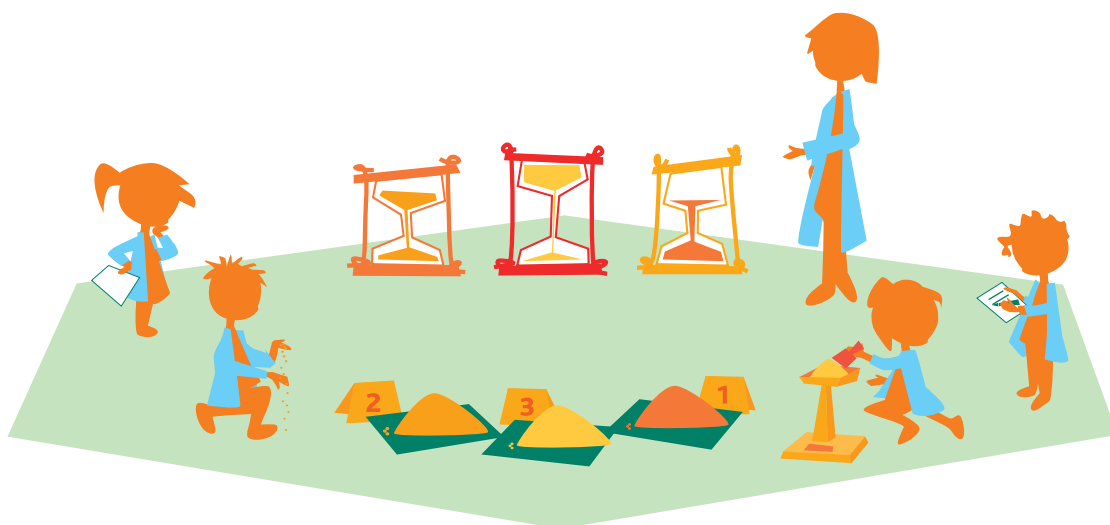
Quelques principes de base de la démarche d'investigation

1. De l'importance de s'approprier la question de départ

Pour qu'un enfant cherche effectivement à résoudre un problème, il est nécessaire que ce problème ait un sens pour lui, qu'il ait participé dans la mesure du possible à son émergence, en un mot que le problème devienne son problème et qu'il ait, de ce fait, envie de le résoudre.

Imaginons qu'un enseignant souhaite que les enfants travaillent sur des sabliers (observation, fonctionnement, construction...) et cherchent à déterminer les paramètres dont dépend la durée de chute du sable. Plusieurs possibilités s'offrent à lui :

- A. L'enseignant montre un sablier aux élèves et déclare que le temps de chute du sable dépend de... et que les élèves vont le vérifier. Là on se rapproche des méthodes traditionnelles, dites magistrales, dans lesquelles le maître se contente d'énoncer des résultats : on est très loin d'une démarche d'investigation.
- B. Les élèves observent, dessinent, décrivent un sablier installé sur le bureau du maître, puis l'enseignant demande aux élèves de trouver de quoi dépend la durée de chute du sable, ce qui a du sens pour la majorité des enfants, mais pas pour tous.



- C. Après avoir observé un sablier, l'enseignant demande aux élèves comment faire en sorte que le temps d'écoulement soit plus long ou plus court. Ici l'enfant commence à se poser des questions en cherchant comment faire pour que...
- D. Le maître prépare au moins trois sabliers dont l'un met beaucoup plus de temps que les autres à se vider. Les élèves, répartis par groupe, observent, dessinent et décrivent le sablier qu'ils ont devant eux. Compte tenu de la spécificité des sabliers présentés, il y en a un qui va continuer à couler alors que les autres ont terminé leur course. Les enfants vont donc s'en apercevoir et vont d'eux-mêmes se demander de quoi dépend cette durée de chute du sable. C'est une façon (pas la seule, cf. c) de faire en sorte que les élèves s'approprient le problème.

2. De l'importance d'expérimenter soi-même

Expérience ici ne signifie pas expérience compliquée qui implique du matériel sophistiqué et onéreux. Le lecteur constatera que les expériences citées sont en fait très simples et ne demandent qu'un matériel usuel, peu cher. Les exemples d'activités qui se trouvent sur le site Pollen sont un bon exemple de ce qui peut être réalisé par des enfants.

Les enfants se souviennent très bien des expériences qu'ils ont eux-mêmes réalisées. Par ailleurs, ils ont très tôt des idées sur un certain nombre de phénomènes. Il ne suffit pas, la plupart du temps, de leur dire que telle expérience donnera tel résultat (sans faire l'expérience ou simplement en la leur montrant) ou de leur dire que ce qu'ils pensent est entaché d'erreurs, il est nécessaire qu'ils en prennent conscience : d'où la nécessité de les laisser tester eux-mêmes les expériences qu'ils ont imaginé (à condition que ce soit réalisable en classe) et de les laisser argumenter entre eux. Voici deux exemples :

- A. Dans l'exemple des sabliers, les enfants peuvent penser à la quantité de sable, la largeur du goulot, la grosseur des grains de sable, la taille du sablier, la présence de certains colorants... Rien ne vaut de laisser les enfants réaliser eux-mêmes les expériences pour qu'ils prennent conscience qu'ils ne pourront obtenir des résultats exploitables que s'ils ne font varier qu'un seul paramètre à la fois (les autres étant maintenus constants) et que, compte tenu de cela, la taille du sablier ne joue pas de rôle important.
- B. L'exemple qui suit est issu d'un travail réalisé à Bergerac (Dordogne, France). Durant l'année 1998-1999, deux enseignants (A et B) ont dans leur classe de CE2 (8 ans) travaillé sur « fusion et solidification de l'eau » et, en particulier sur la température de fusion de la glace. Ces deux enseignants qui ont suivi le même stage de formation sur le sujet, ont mené différemment leurs séances. Deux ans plus tard, la question suivante a été posée à ces élèves « quelle est la température minimum à partir de laquelle la glace fond ? ». Voici les résultats :

Réponses	Ecole A	Ecole B
3°C ou plus	83%	36%
entre -1°C et 2°C	13%	63%
Autres	4%	1%

- C. En comparant ces réponses avec les cahiers d'expériences, on s'aperçoit que la majorité des élèves de la classe B donne le résultat qu'ils ont obtenu deux ans auparavant lors de la réalisation de leurs propres expériences – ce qui n'est pas le cas des élèves de la classe A – ce qui explique l'étalement des réponses 1/3 et 2/3.

En fait, le maître de la classe B a fait travailler les élèves en groupe, chaque groupe cherchant à mesurer la température de la glace. De plus, ces élèves ont eu la possibilité de refaire l'expérience après une première confrontation des résultats alors que le maître de la classe A a réalisé sur une table une seule expérience, les élèves venant à tour de rôle relever la température.

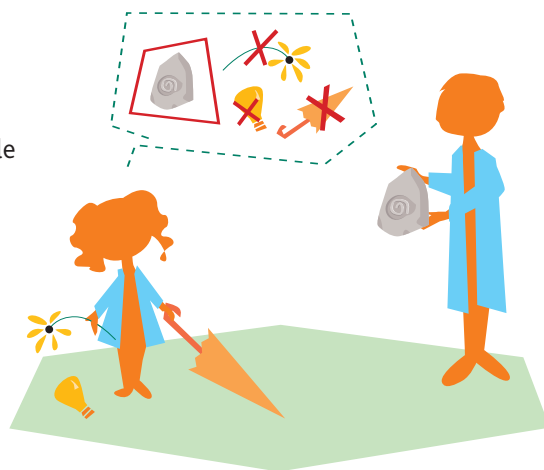
Ce résultat indique à quel point ce que l'élève apprend par lui-même, en faisant lui-même les expériences, est important et est resté ancré dans sa mémoire.

3. On n'observe que ce que l'on cherche à observer

En d'autres termes, il faut savoir ce que l'on veut regarder pour le « voir ». De nombreux travaux montrent très bien cela.

Citons quatre exemples :

- Le premier concerne un futur professeur des écoles qui, durant sa dernière année de formation, a eu à réaliser un mémoire professionnel sur le sujet de son choix. Elle a choisi le thème de l'observation, se souvenant de sa propre scolarité. En effet, lors d'une sortie scolaire elle avait pour consigne de trouver des fossiles. Elle était revenue les mains vides car elle ne savait pas ce qu'elle devait chercher, n'ayant aucune idée de ce que pouvait être un fossile.
- Le second concerne un enseignant¹ qui souhaitait montrer aux enfants qu'une bougie placée sous un bocal brûlerait plus longtemps si le bocal était plus grand. Cet enseignant avait pris trois bocaux de tailles différentes et expliqué aux enfants comment les placer en même temps par dessus les trois bougies. Tout se passa bien. Pourtant lorsque le professeur leur demanda quelle différence ils avaient noté entre les bocaux, il fut déçu par leur réponse : *Aucune. C'est pareil pour tous. Toutes les bougies se sont éteintes*. Il est clair qu'aucun enfant n'avait observé ce que le professeur espérait. La réaction des élèves auraient été différentes si, avec une bougie et un bocal, les enfants avaient tout d'abord constaté que la bougie s'éteignait, qu'ensuite ils avaient observé trois bocaux avec chacun une bougie avec comme consigne de noter si les trois bougies s'éteignaient en même temps.
- Le troisième ne concerne pas vraiment les élèves du primaire. Beaucoup d'adultes ont vu et admiré deux arcs en ciel. Si vous leur demandez dans quel ordre sont les couleurs, il y a un tout petit pourcentage qui vous dira que les couleurs sont inversées. Cela ne suffit pas de regarder, faut-il encore savoir ce que l'on cherche à voir.



¹ HARLEN W., JOS ELSTGEEST, SHEILA JELLY *Primary Science: Taking the Plunge* – Vol 2. Heinemann eds, UK., 2001, 160pp ou W. HARLEN, 2004. *Enseigner les sciences : comment faire ?* - Collection La main à la pâte, Le Pommier Eds, 220 pp.

- Le quatrième concerne l'histoire des sciences qui fourmille d'exemples semblables. Ainsi, les notes d'Ampère et d'Arago² indiquent que des courants ont parcouru leur instrument de mesure (mesurant des intensités électriques, instrument que l'on appelle aujourd'hui *ampèremètre*) quand ils approchaient une bobine parcourue par un courant d'une autre bobine, non reliée à un générateur. Ils n'ont pas « vus » ces courants car ceux-ci étaient transitoires (c'est-à-dire disparaissaient lorsqu'on cesse de déplacer la bobine) et le phénomène qu'ils cherchaient à mettre en évidence devait, dans leur attente, se manifester par un courant permanent. Ils ont ainsi laissé à Faraday, près de 10 ans plus tard, la gloire de la découverte du phénomène d'*induction électromagnétique*.



4. On trouve dans la documentation beaucoup d'informations, mais on trouvera encore mieux si l'on sait ce que l'on cherche

Pour illustrer ce point, citons ce qui a été observé dans une classe : La séance observée portait sur les os. Durant la séance précédente, la maîtresse avait distribué à chaque élève une feuille (format A4) représentant la silhouette d'un être humain et chaque élève devait dessiner les os, tel qu'il les *imaginait*.

Au cours de la séance, les élèves ont été mis par groupe de 4. Une feuille (format A3 avec une silhouette dessinée) a été donnée à chaque groupe afin que le groupe dessine d'une certaine couleur (mettons rouge) les os pour lesquels tous les membres du groupe étaient d'accord sur leur existence et d'une autre couleur (mettons bleue) ceux pour lesquels il y avait désaccord.

Quand ceci fut fait, les feuilles A3 ont été affichées au tableau et la maîtresse a affiché au mur une nouvelle silhouette (format A0). Toute la classe a alors commencé à discuter et à mettre sur la grande feuille en rouge les os sur lesquels il y avait accord de toute la classe. Les désaccords ont débouché sur des questions précises : les dents sont-elles des os ? Combien d'os y a-t-il dans la colonne vertébrale ? (Cette question est venue car quelques enfants pensaient que la colonne vertébrale était constituée d'un seul os, mais d'autres ont fait remarquer que si c'était le cas, il serait impossible de se baisser pour ramasser un crayon par terre). A la fin de tout ce travail, des questions précises ont émergé et les enfants sont allés chercher des réponses dans la documentation, en sachant très bien ce qu'ils cherchaient.

5. Ce n'est pas qu'en agissant sur et avec les objets que l'on apprend, c'est aussi en parlant avec les autres enfants et en écrivant aussi bien pour soi que pour les autres

Inutile d'insister longuement sur ce dernier point car nous aurons l'occasion d'y revenir. Retenons seulement qu'il ne suffit pas d'apprendre par cœur pour être capable de résoudre des problèmes et que bien souvent c'est en essayant de faire connaître son point de vue que l'on arrive à trouver des réponses à ses questions. Qui n'a jamais dans sa vie rencontré un problème et, en essayant d'explicité ce problème à une tierce personne, trouvé lui-même une partie de la solution ?

² ANDRÉ-MARIE AMPÈRE (1775-1836) physicien français, mais aussi chimiste, biologiste et mathématicien. Ayant observé en 1820 l'expérience, dite d'Oersted, dans laquelle l'aiguille d'une boussole est déviée quand un courant parcourt un fil électrique situé près d'elle, il édifie en quelques jours la théorie des *champs magnétiques* : un circuit parcouru par un courant agit sur une boussole au même titre qu'un aimant, il crée donc un champ magnétique. L'unité de courant électrique porte son nom.

FRANÇOIS ARAGO (1786-1853), physicien et astronome français. Il a apporté d'importantes contributions au développement de l'optique et de l'électromagnétisme.

2

Unité et diversité de la démarche d'investigation

- **Unité³** : une caractéristique essentielle de ce type d'enseignement n'est pas d'enseigner uniquement les résultats de la science, mais de permettre aux enfants de construire les connaissances souhaitées en leur permettant d'exprimer leurs idées, d'explicitier leur raisonnement, de tester leurs hypothèses et de chercher à être rigoureux. Ce type de démarche s'articule sur le questionnement des élèves sur le monde réel. Ce questionnement conduit à l'acquisition de connaissances et de savoir faire, à la suite d'une investigation menée par les élèves eux-mêmes guidés par le maître.
- **Diversité des méthodes** : l'investigation réalisée par les élèves peut s'appuyer sur diverses méthodes, y compris au cours d'une même séance comme l'expérimentation directe, une réalisation matérielle (construction d'un objet, d'un modèle, recherche d'une solution technique), une observation directe ou assistée par un instrument (qui ne soit pas l'ordinateur), une recherche sur documents, une enquête, la réalisation d'une émission de radio, d'un petit film et une visite. Les élèves ne font pas qu'observer : ils peuvent identifier, classer, questionner, faire des prévisions en explicitant les raisons de leur choix, faire des simulations, expérimenter lorsque le sujet s'y prête, noter leurs observations, pour ensuite en faire une synthèse.

Il va de soi que ces méthodes d'accès sont complémentaires et sont à équilibrer en fonction du sujet d'étude. Cependant, à chaque fois que cela est possible l'action directe et l'expérimentation des élèves sont à privilégier.



³ « Enseigner les sciences à l'école » 2002. Ministère de l'Education - Académie des sciences, CNDP- Paris, Collection Ecole, 79 pp.



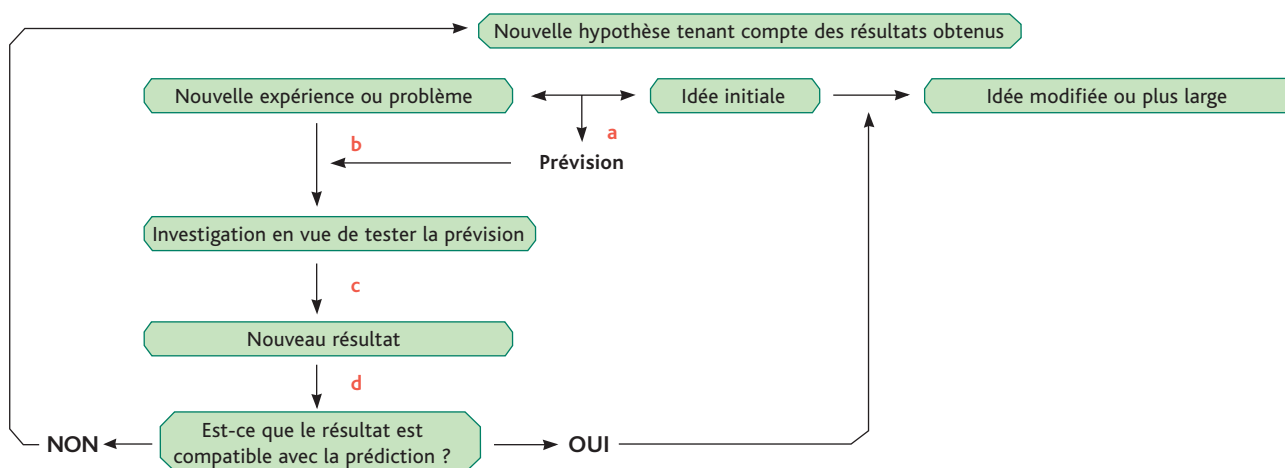
L'investigation : un processus itératif

La démarche pas à pas

Il est important de faire en sorte que les élèves *comprennent ce qui est appris*, de ne pas favoriser un apprentissage superficiel qui résulte d'une motivation débouchant sur la satisfaction d'une récompense et non sur la satisfaction d'avoir appris et compris quelque chose et donc acquis une ou des connaissances.

L'ensemble de la démarche peut-être représentée par l'extrait suivant⁴ qui définit un cadre. Cependant, il est important de noter que ce cadre n'est pas un mode d'emploi que l'on doit suivre étape par étape, mais un guide qui a pour objectif premier d'aider le maître à mieux situer ce qu'il est en train de faire.

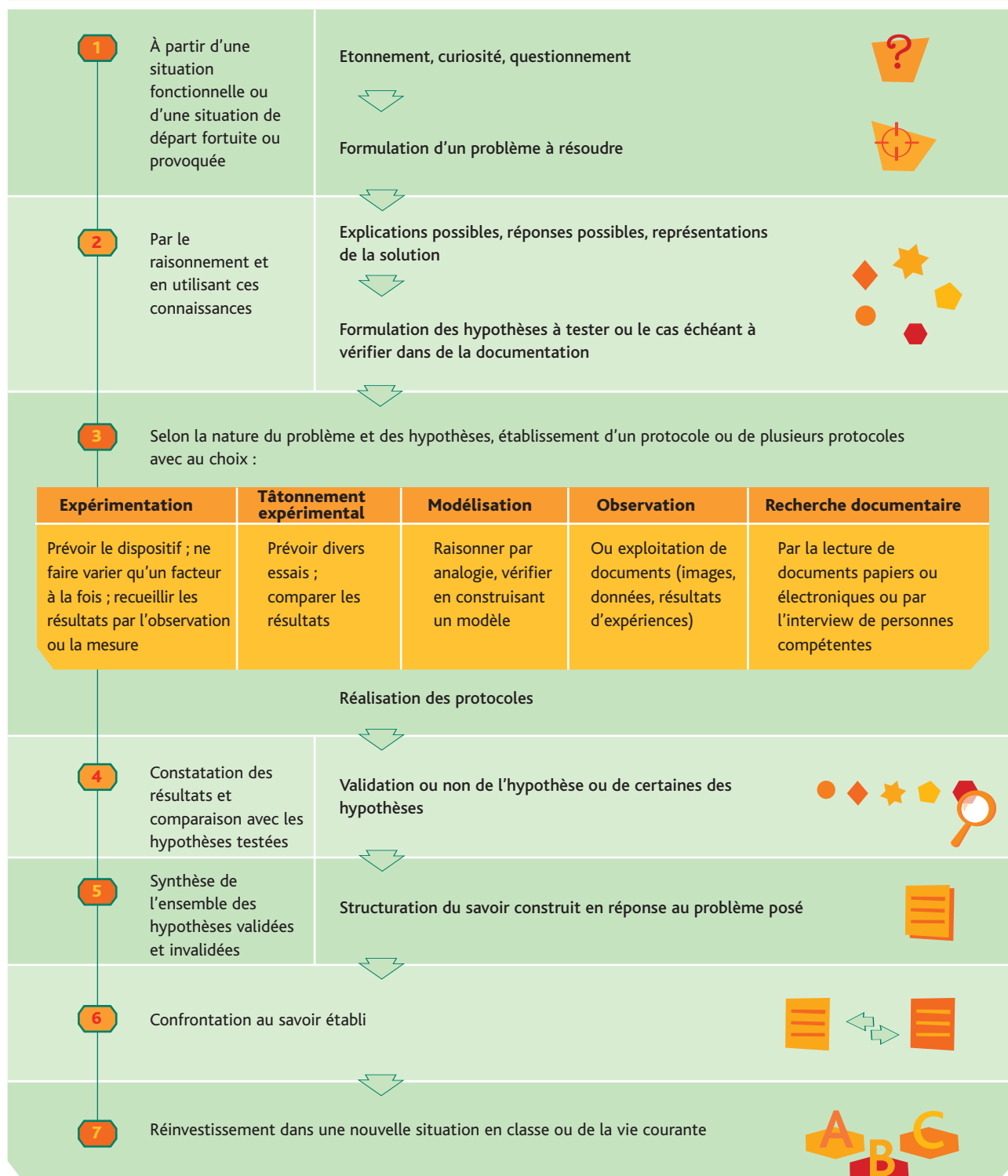
Il va de soi que, selon les thèmes traités, que selon les exigences des expérimentations envisagées (par exemple toute germination demandera du temps), le maître se retrouvera à l'un des moments de ce cadre. De même, un point extrêmement important ne figure pas sur ce schéma, c'est la possibilité de revenir fréquemment à la phase 2 après les résultats obtenus lors de la phase 4, c'est à dire de se requestionner et de repartir vers une nouvelle expérimentation. Ainsi il existe d'éventuelles boucles explicitées par le schéma suivant⁵.



⁴ Ce cadre est inspiré de celui défini par Françoise Drouard, Document en ligne http://ienpassy.edres74.net/article.php3?id_article=31

⁵ W. HARLEN : *The interdependence of process and content in learning science*, dans *Conference - IAP Workshop on the Evaluation of inquiry based Science Education programs* (Stockholm, September 21-23, 2005)

LA DÉMARCHE D'INVESTIGATION RAISONNÉE DANS L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES





Mise en œuvre concrète d'une démarche d'investigation

Il existe maintenant beaucoup de documents, soit sous forme papier soit sur des sites Internet qui fournissent des propositions d'activités à réaliser avec les élèves en classe (par exemple le site Pollen, www.pollen-europa.net, section Learning Units). Sur chaque sujet, sont proposés des *modules assez longs* qui regroupent plusieurs séances (10 à 15) de sciences, le tout constituant une progression pédagogique et scientifique et non une juxtaposition de séances indépendantes les unes des autres. En effet, un même thème (ou sujet) est ainsi développé pendant plusieurs semaines pour éviter un éparpillement de sujets abordés, à peine ébauchés et vite abandonnés, ce qui laisse aux enfants le temps de se mettre en situation de recherche et de se construire des connaissances. Deux exemples de progressions dans un module sont donnés en annexe 1.

Par ailleurs, une activité s'inscrit toujours dans un avant et un après, ne serait-ce que pour l'enfant. Cette progression est importante car elle permet aux enfants d'aborder successivement et graduellement les différents aspects d'un même thème et, du coup, de cerner de façon plus approfondie quelques notions clés de ce thème.

Enfin, l'activité et l'initiative des élèves sont essentielles, la répartition, lorsque le sujet s'y prête, des élèves en groupe de 3-4 les incite à s'organiser, à se répartir les tâches, à communiquer les uns avec les autres, ce qui les rend de plus en plus autonomes. Les regroupements en classe entière qui permettent à chaque groupe de rendre compte de ce qu'il a fait et obtenu sont également un bon apprentissage de l'écoute de l'autre, de découvrir qu'il peut y avoir plusieurs approches d'un même problème, etc.



Cette démarche d'investigation suppose plusieurs moments importants :

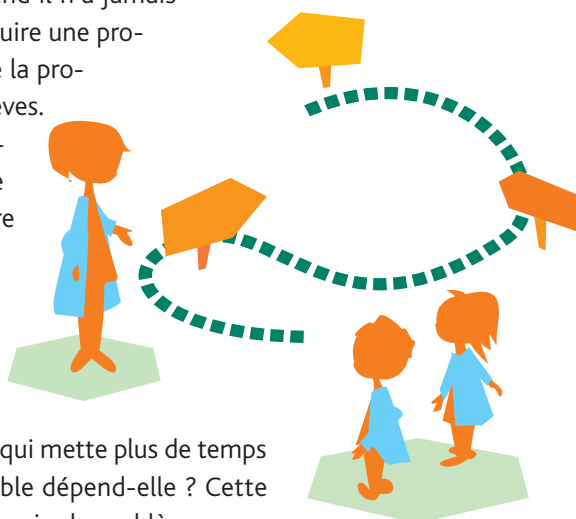
A. Le choix d'une situation de départ

Il convient tout d'abord de choisir un domaine d'étude qui fasse partie de l'environnement culturel des élèves (la germination, les ombres, les leviers, l'alimentation, les circuits électriques...), des programmes en vigueur et des objectifs généraux adaptés aux enfants de l'âge considéré. Lorsque cet objet d'étude est choisi, il est important de définir la suite des notions que l'on souhaite que les enfants acquièrent. Ceci étant réalisé, il s'agit de commencer, mais comment ? Quelle situation de départ choisir ? Il convient que cette situation favorise un questionnement de la part des élèves et aboutisse à l'énoncé d'un problème à résoudre, problème qui pourra prendre du temps pour sa résolution. Arriver à énoncer un problème est important car la science part de problèmes à résoudre et pas seulement de l'observation.

● Comment faire ?

Quand un enseignant n'a jamais enseigné de sciences ou quand il n'a jamais enseigné de cette façon, cela n'est pas toujours facile de construire une progression et de trouver des situations de départ tout au long de la progression qui permettent le questionnement⁶ et l'action des élèves. C'est pourquoi, il peut être utile de consulter des exemples d'activités et de les essayer afin de se familiariser avec la méthode préconisée. C'est par la suite que l'enseignant pourra construire lui-même ses propres situations de départ.

Reprenons l'exemple des sabliers : la demande initiale était d'observer un sablier, mais le choix par le maître de sabliers qui ont des temps de chute très différents aboutit à un premier questionnement des élèves : comment se fait-il qu'il y en ait un qui mette plus de temps que les autres ? De quels facteurs cette durée de chute du sable dépend-elle ? Cette situation, choisie par le maître, a permis aux enfants de s'approprier le problème en se posant eux-mêmes les questions que le maître souhaitait voire abordées.



Parfois, l'étude peut aussi commencer par une question (comment mesurer la température de fusion de la glace ou bien faire faire de l'eau sale et demander comment la nettoyer...). Toute situation de départ devant conduire à l'émergence d'un problème et susciter l'action, la formulation de la question de départ est par conséquent importante. Par exemple si un enseignant souhaite que les enfants créent un spectacle d'ombres chinoises, il peut soit demander aux enfants de le créer (ce qui risque d'amener l'enseignant à fournir le matériel et les fiches adaptées), soit leur demander « *comment pourrions-nous faire ?* ».

⁶ Cf. le site Pollen (www.pollen-europa.net) section "Learning Units"



B. Quelles questions poser aux enfants et comment les poser ?

Cet aspect est essentiel. En effet, il y a beaucoup de questions qui ne peuvent absolument pas faciliter une activité et un raisonnement, ce que W. Harlen⁷ appelle des questions stériles par opposition à des questions fécondes qui, elles, débouchent sur une activité intellectuelle ou manuelle des enfants, sur une investigation. Les questions stériles font souvent appel à des réponses verbales (comment s'appelle ceci ? qu'est-ce qu'une pile ? pourquoi le courant va du pôle plus au pôle moins ?...). Ceci ne signifie pas que le maître ne doit jamais poser ce type de questions, mais ce n'est pas ce type de questions qui permettra de mettre en œuvre une démarche d'investigation que l'enfant peut conduire lui-même.

Les questions dites fécondes (ou encore productives) sont des questions qui posent problème aux enfants et qui suscitent action et raisonnement. Ce type de questions peut apparaître au début d'une séance, mais pas seulement puisqu'il s'agit, tout au long de la séance, de permettre aux enfants d'agir et de raisonner.

Comment faire ? Il est possible de poser des questions du type « *quelles différences et ressemblances voyez-vous entre ces différents objets (ou entre ces différentes situations) ?* », « *Est-ce plus ou moins que dans l'autre expérience ?* », « *Peux-tu trouver un moyen pour... ?* », « *A ton avis, que se passerait-il si ?* » (Le « *A ton avis* », est ici extrêmement important car ne bloque pas l'élève qui ne se sent pas obligé de donner « la bonne réponse » qu'il ne connaît pas forcément), « *Comment pourrait-on faire pour...* », « *Comment peux-tu expliquer ?* », « *Comment savoir ?* » ou encore si le sujet se prête à des questions quantitatives « *Combien ? Quelle température ?* ».

Comme le déclare Sheila Jelly, dans le livre de W. Harlen, « *la clé permettant de formuler des questions spécifiques dans des situations particulières n'est autre que la pratique* ». Ainsi elle donne quelques conseils : examiner les questions posées dans des livres de science pour enfants en se demandant si elles sont stériles ou fécondes, en cherchant quelle expérience scientifique est encouragée ou encore utiliser ses moments de liberté pour pratiquer la recherche de questions fécondes.

C. Tenir compte des questions et des idées des élèves

Quels que soient leur culture et leur âge, les élèves ont en général beaucoup d'idées sur les phénomènes qu'ils ont pu rencontrer dans leur expérience personnelle et ce, indépendamment d'un quelconque travail scolaire. Il est important de connaître ces idées, que l'on appelle « idées préalables » ou « représentations initiales » ou « conceptions initiales » des élèves, car cela aide le maître à connaître tout d'abord les raisonnements des élèves, puis à leur poser certaines questions afin d'orienter les activités de la classe et vérifier au final qu'ils ont bien compris les notions introduites. En prenant au sérieux les idées des élèves et en tenant compte de leurs questions, l'enseignant fait en sorte que chacun puisse s'apercevoir qu'il existe d'autres idées que les siennes, que ces idées peuvent être fondées sur des faits auxquels il n'avait pas pensé.

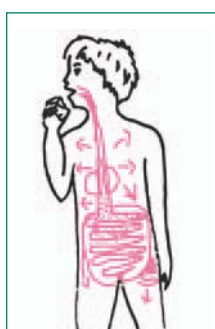
⁷ Cf. référence dans note 1

⁹ Par exemple « *How do we know where the wind comes from ?* », titre de l'une des séquences décrites dans « *Teaching sciences at primary school* » et que l'on trouve sur le site Pollen –section Learning Units. Les titres des séquences de cet ouvrage sont autant d'exemples de questions dites fécondes ou productives.

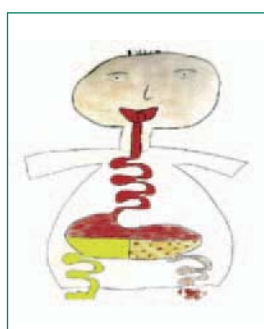
Donnons un exemple dans le domaine de l'optique⁹ : pour les enfants l'œil est perçu comme un agent actif et non comme un récepteur et, pour voir un objet il faut que quelque chose parte de l'œil vers l'objet. Ces enfants, comme nos ancêtres, ont beaucoup de mal à accepter que, pour voir un objet, il faut que de la lumière (invisible) quitte l'objet et entre dans l'œil. Les jeunes enfants appuient ce type de raisonnement sur le fait que lorsqu'on est ébloui, on ne voit rien... Il faut du temps pour arriver à ce qu'ils distinguent le regard (pour voir un objet, il faut bien sûr le regarder) de la lumière issue de l'objet qui entre dans l'œil...

De même en électricité, on s'aperçoit qu'un certain nombre d'enfants pensent qu'il suffit de poser une ampoule sur l'une des bornes d'une pile pour qu'elle brille. Rien ne vaut de les laisser faire pour qu'ils s'aperçoivent tout seuls que la lampe ne brille pas. Plus tard, beaucoup pensent que de l'électricité quitte chaque borne de la pile pour aller dans la lampe (certains précisant que c'est cette rencontre qui permet à l'ampoule de briller). Il est important de faire en sorte que les enfants puissent expliciter ce point de vue et de leur demander ensuite d'expliquer pourquoi lorsqu'il y a trois ampoules en série, elles brillent toutes les trois...

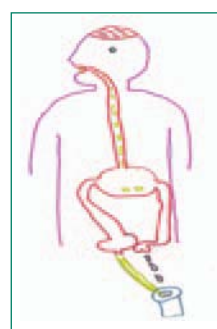
Enfin, quand on demande aux enfants ce que deviennent les aliments¹⁰ que nous mangeons, il est bien connu que beaucoup pensent qu'il y a deux tuyaux, l'un pour les liquides, l'autre pour les solides, idée qui est renforcée par le fait qu'il y a deux sorties, l'anus et une autre pour l'urine.



Nanjing (Chine)



Paris (France)



Sao Carlos (Brésil)

Il est donc important de faire en sorte que les enfants puissent exprimer ces idées et ensuite de les inciter à réfléchir en posant par exemple des questions de ce type : « *que se passe-t-il quand on mange du minestrone ?* », « *Vous est-il arrivé d'avalé de travers, qu'est ce que cela signifie pour vous ?* », etc.



⁹ L. VIENNOT, 2001 "Reasoning in physics, the part of common sense". Kluwer Academic Publisher, 248 pp. (traduit du français).

¹⁰ See Pollen website (www.pollen-europa.net) "Learning Units" section and GIORDAN A., DE VECCHI G., 2002. *L'enseignement scientifique. Comment faire pour que ça marche ?* Delagrave – collection Pédagogie et formation, 271pp.



Bien souvent (mais pas toujours) ces idées entrent en conflit avec les explications scientifiques des phénomènes étudiés. Il est important de permettre une recherche d'une nouvelle explication, plus cohérente et cette recherche ne sera d'autant plus motivée que les élèves prendront conscience que leurs idées sont inexactes, incomplètes ou en contradiction avec d'autres.

Comment faire ? Permettre aux élèves d'exprimer leurs idées, les inciter à les exprimer oralement ou par écrit. Prendre en compte ces idées, sans les juger. Ne pas les éliminer d'entrée de jeu même si elles sont considérées par l'enseignant comme « incorrectes ». Les prendre toutes en considération, sans aucun jugement de valeur. C'est ensuite le travail d'investigation qui permettra à la plupart de ces idées de se modifier.

D. Organiser un débat collectif

Après une réflexion individuelle des élèves, après leur avoir permis d'échanger entre eux (et pas forcément par l'intermédiaire du maître), en prenant au sérieux les idées des élèves et en tenant compte de leurs questions, l'enseignant, en organisant un débat collectif, permet à chacun de s'apercevoir qu'il existe d'autres idées que les siennes, que ces idées sont peut-être fondées sur des faits auxquels il n'avait pas pensé (exemple des os de la colonne vertébrale cité plus haut) et qu'il peut dans certains cas les tester en les soumettant à l'expérimentation. Ce type de débat peut intervenir à différents moments de la séance :

- au début lorsque les élèves font le tri entre leurs questions afin d'arriver à une ou plusieurs questions productives ;
- ou bien lorsque les enfants font des hypothèses et qu'ils proposent des protocoles expérimentaux ;
- enfin, lorsque les expériences ont été réalisées par chacun et qu'il faut énoncer des conclusions valides par rapport aux résultats obtenus...
- et les repérer par rapport au savoir scientifique (ce dernier point sera abordé dans g et h).

Comment faire ?

Organiser de tels débats n'est pas toujours facile car c'est durant ces débats que des questions stériles ou improductives peuvent apparaître comme des suggestions « étranges » de certains élèves : par exemple, lorsqu'on demande aux enfants de trouver un moyen pour récupérer le sucre qui a été dissous dans l'eau, un enfant peut proposer « *pour récupérer le sucre qui s'est dissous dans de l'eau il suffit de dire Abracadabra* ». Une façon de procéder est de noter au tableau toutes les questions, propositions, suggestions, hypothèses sans aucune restriction. Selon la question posée, ces propositions peuvent être individuelles ou bien élaborées en groupes (par exemple élaboration d'un protocole expérimental). C'est en prenant en considération toutes les propositions et en les travaillant (en tout cas toutes celles qui peuvent l'être) que se construit un savoir.



Pendant toute cette phase, il est essentiel que l'enseignant s'abstienne de fournir les « bonnes réponses ». De même, il doit éviter de qualifier trop vite de vraie ou fausse une affirmation d'un élève, d'arbitrer entre deux élèves. Il doit adopter une attitude d'expectative : « nous allons voir, nous allons essayer... » qui permet de mettre en place un véritable débat.

Revenons sur la dissolution du sucre, il est important de prendre au sérieux cette proposition de laisser l'enfant faire son expérience et de noter le résultat ; car c'est après cela, qu'il constatera (ainsi que les autres enfants) que cette proposition ne répond pas à la question initiale soulevée.

Il s'agit, à chaque fois que cela est possible, d'aider les élèves à prendre conscience que ces questions (ou réponses), soit ne peuvent être testées, soit conduisent à des impasses, soit ne donnent rien. C'est aussi durant ces périodes de débat collectif que les élèves peuvent être amenés à soulever des questions difficiles auxquelles l'enseignant ne sait pas répondre. La réponse scientifique est de dire « *je ne sais pas ; mais nous allons chercher ensemble* ». Selon la nature de la question, une expérimentation permettra d'explorer des réponses possibles, mais il y a un risque pour que cette recherche ne débouche sur rien. Il faudra alors soit aller chercher dans de la documentation soit s'adresser à un scientifique (par l'intermédiaire d'un réseau de consultants scientifiques du site Internet ou un accompagnateur scientifique par exemple sur le site Pollen www.pollen-europa.net, section « Hotline ») afin que personne ne reste sur une question sans réponse.



E. Elaborer des protocoles expérimentaux

Il s'agit ici de savoir comment il est possible d'aider les élèves à planifier une recherche en fonction du matériel qui existe dans l'école pour ensuite avoir la possibilité d'interpréter les résultats. Tout élève doit savoir exactement ce qu'il cherche (la question que l'on se pose), avoir réfléchi au problème, explicité ses hypothèses et avoir conçu l'expérience avant de la réaliser.

Comment faire ? Un premier problème apparaît au niveau du matériel mis à disposition des élèves. Ici plusieurs possibilités : soit, l'enseignant donne à chaque groupe d'élèves le matériel nécessaire à (aux) expérience(s) proposée(s), soit le matériel est sur une table et les élèves travaillent ensemble à réfléchir à un protocole et au matériel nécessaire à la réalisation de ce protocole. Ici, encore différentes possibilités selon le thème choisi et l'âge de l'enfant : soit chaque enfant réfléchit tout seul à ce qu'il veut faire puis le réalise, soit il y a un travail en groupe au cours duquel les enfants doivent définir ensemble un protocole qui sera proposé à toute la classe et discuté collectivement.

● Tenir compte des résultats obtenus pour arriver à des conclusions valides

Après que chaque enfant (groupe) a réalisé l'expérience prévue et noté les résultats obtenus, il y a une mise en commun de tous les résultats afin de faire le point : y a-t-il des doutes sur certains résultats obtenus ? Faut-il recommencer certaines expériences ? Quelles hypothèses ont été validées, quelles hypothèses ne l'ont pas été ?



Est-il nécessaire de faire d'autres hypothèses et expériences et si oui, lesquelles ? Cela peut être un moment qui correspond à la boucle décrite plus haut.

L'efficacité de ces débats dépend non seulement de l'aptitude des élèves à s'exprimer oralement, mais aussi de leur capacité à s'écouter les uns les autres. Il peut arriver dans certaines classes que la parole transite systématiquement par l'enseignant alors que les élèves pourraient débattre sans son intermédiaire. Cet apprentissage mérite qu'on lui consacre le temps nécessaire, tout en étant patient et déterminé. Grâce à lui, la séance de sciences est aussi l'école de la citoyenneté.

F. Organisation de la classe

Pour réaliser ce type de travail, il est important d'organiser déjà spatialement la classe afin que les élèves et le maître soient bien installés. Soit l'école dispose d'une salle de sciences (avec une répartition des tables qui permettent aux élèves et à l'enseignant de travailler comme il faut) soit elle n'en comporte pas et dans ce cas, il ne faut pas hésiter à perdre un peu de temps à déplacer tables et chaises, afin qu'un travail en groupe soit possible et que les élèves aient facilement accès au matériel.

● Le matériel

A l'école primaire, le matériel n'est en général pas du matériel sophistiqué : bouteilles plastiques, ballons de baudruche, sacs en plastique et en papier, plantes, graines, terre, carton, caoutchoucs, ficelles, ciseaux, trombones, récipients de différentes tailles, fruits, légumes, différents liquides, etc. En gros, du matériel ordinaire, courant et peu onéreux excepté des piles et des ampoules, des thermomètres, des boussoles, une balance, une loupe binoculaire... Il faut noter qu'il n'est pas toujours possible d'expérimenter sur les objets réels : c'est souvent le cas en astronomie, mais également lorsqu'on étudie des êtres vivants. Dans ce cas, on a recours soit à la modélisation (par exemple un modèle matériel (maquette) de la Terre et du Soleil pour rendre compte de la variation de la durée de la journée au cours de l'année ou un modèle des muscles du bras pour rendre compte du fait que l'on peut lever et baisser le bras, ou...), soit à de la documentation (cf. l'exemple des os plus haut), ce qui suppose d'avoir le matériel adapté et une source proche de documentations.

COMMENT FAIRE ?

Soit le matériel existe dans l'école, soit il peut être emprunté auprès de centres ressources ou auprès de scientifiques, soit l'enseignant essaie de réunir le matériel nécessaire en faisant éventuellement appel aux élèves et aux parents, ce qui fonctionne souvent très bien.

Travail en groupes

Il est important que tous les élèves puissent participer à ce travail expérimental. Les moments pendant lesquels les élèves travaillent en groupe peuvent être particulièrement riches si les élèves sont encouragés à discuter, confronter leurs points de vue et essayer de se mettre d'accord sur une conclusion commune. Chaque groupe peut avoir un porte parole (désigné par les élèves du groupe ou désigné par le maître) qui exprime à toute la classe cette conclusion en la justifiant.



COMMENT FAIRE ?

Répartir les enfants en groupes d'au moins 3-4 élèves (le nombre de groupes pouvant difficilement dépasser huit car au delà de ce nombre, il devient difficile pour l'enseignant de gérer seul tous ces groupes). Au sein de chaque groupe, attribuer à chaque élève un rôle : par exemple, l'un sera responsable du matériel, un autre sera le secrétaire qui notera tout ce que le groupe dit et décide (il peut être aidé par un troisième), un autre distribuera la parole au sein du groupe, etc. La distribution des différents rôles peut être faite par l'enseignant ou, si la classe le permet, réalisée par le groupe lui-même. Il est important en revanche que les rôles tournent au sein du même groupe, d'une part afin que chaque enfant prenne conscience de chacun de ces rôles, d'autre part pour limiter les effets de personnalité dominante ou les attitudes sexistes telles par exemple l'attribution systématique du rôle de parole à un garçon ou le mélange de liquides à une fille.

Un groupe peut également avoir à faire une affiche qui sera ensuite exposée en classe entière. L'enseignant qui essaie de faire travailler une classe en groupes pour la première fois, peut rencontrer au début de grosses difficultés : groupes improductifs, niveau sonore très élevé, chahut, disputes, etc. C'est tout un apprentissage et pour l'élève et pour le maître. Pour minimiser ce type d'ennuis, il est conseillé au début de distribuer soi-même les rôles, de donner des consignes claires sur ce que les enfants doivent produire (un texte, un protocole, une affiche, une expérience, un exposé...), prévoir un découpage du temps très précis pour chaque étape et, en tout cas, prévoir un signal lorsque le niveau sonore est trop élevé (éteindre et allumer la lumière ou taper dans les mains ou agiter une clochette ou demander aux enfants de poser leur tête sur la table en fermant les yeux...). Au début, il est conseillé de décomposer le travail en petites unités dont le maître gère le temps. Ensuite, lorsque les enfants ont appris à travailler de la sorte, ils s'organisent eux-mêmes et le maître intervient beaucoup moins souvent.

G. Guider les élèves dans la conception des protocoles, dans la recherche des variables pertinentes, les rendre conscients du besoin d'un groupe témoin

Souvent il s'agit de savoir de quels facteurs dépend tel phénomène et de tester ces facteurs les uns après les autres. Pour que les résultats des expériences réalisées soient interprétables, il existe des contraintes, à savoir ne faire varier qu'un seul facteur à la fois (tous les autres étant maintenus constants) et avoir donc une expérience témoin.

Par exemple, si l'on veut savoir de quoi dépend la durée de chute du sable dans un sablier et si l'on veut savoir si cela dépend de la taille du trou, il est indispensable de faire en sorte que les enfants se rendent compte qu'il faut mettre en œuvre deux expériences où la seule chose qui change entre les deux est la taille du trou (la quantité de sable est la même, les tailles des bouteilles sont les mêmes, la grosseur du sable est la même, etc.). Cette contrainte ne sera pas imposée de facto, on pourra au contraire laisser les enfants libres de faire varier plusieurs paramètres en même temps pour se rendre compte par eux-mêmes que leurs résultats ne sont pas exploitables et comparables. Il se trouve que cette nécessité de ne faire varier qu'une seule chose à la fois (les autres facteurs restant constants) n'apparaît pas toujours évidente aux adultes. Citons le cas de ces enseignants en stage de formation qui devaient monter une expérience montrant que les engrais déposés sur les sols peuvent se retrouver dans les nappes phréatiques. Pour ce faire, ils ont envisagé de prendre deux bouteilles plastiques dont le fond était percé, de mettre dans les deux la même quantité de terre, dans l'une de l'eau et dans l'autre de l'eau plus de l'engrais et de récupérer dans une soucoupe le liquide qui, après avoir traversé la terre, sort de la bouteille, puis de faire évaporer ce liquide et de voir si dans l'une des soucoupes il y avait un résidu solide qui indiquerait la présence d'engrais. Il se trouve que certains enseignants qui déclaraient ne vouloir faire varier qu'une seule chose

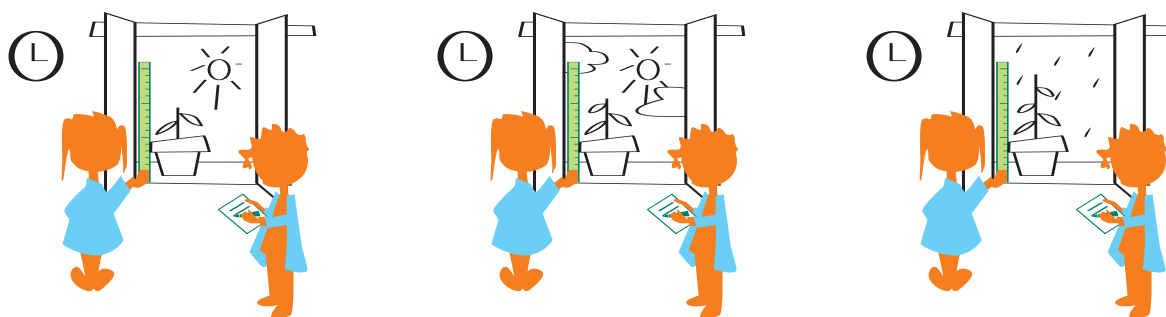
à la fois ont versé dans l'une des bouteilles non pas de l'eau plus de l'engrais, mais de l'eau, de l'engrais et ... un colorant. C'est en les laissant faire que ces enseignants se sont aperçus qu'ils ne pouvaient rien conclure de cette expérience, puisqu'ils avaient fait varier deux choses différentes en même temps (engrais et colorant) !

Ceci suppose que l'enseignant soit non seulement conscient de ce problème mais également vigilant en classe. Citons un autre exemple :

Une classe expérimente sur l'évaporation. Le but est de mettre en évidence l'influence du caractère ouvert ou fermé du récipient. Le maître demande de dessiner des schémas d'expérience. Les élèves proposent bien entendu de comparer les niveaux de liquides dans des récipients munis ou non de bouchons. Malheureusement, nombreux sont les élèves qui proposent de comparer des récipients dans lesquels les surfaces libres des liquides sont très différentes, de telle sorte qu'une partie de la classe s'engage dans des expériences dont le caractère probant est douteux.

Comment faire ? Tout d'abord, il est important que les enfants réalisent que de faire varier tout en même temps ne permet pas d'arriver à des conclusions. Ainsi, si les enfants font des expériences en faisant varier plusieurs facteurs en même temps, ils risquent d'obtenir des résultats très différents d'un groupe à l'autre. Le maître, au moment de la mise en commun des résultats, par son questionnement, aide les enfants à prendre conscience de cette difficulté. Ensuite, il est important de leur donner des outils pour arriver à élaborer des protocoles « corrects ». Là, il y a plusieurs possibilités : apprendre aux enfants à faire des tableaux dans lesquels seront indiqués les valeurs des différents facteurs et en notant que les valeurs de ces facteurs seront identiques d'une ligne à l'autre sauf pour celui que l'on cherche à tester, ou bien de mettre sur un petit carton des étiquettes¹¹ qui indiquent :

1. la question sur laquelle porte l'expérience ;
2. la liste des choses qui peuvent varier ;
3. le nom de la variable que l'on souhaite faire varier et enfin ;
4. la liste des variables qui ne doivent pas varier.



¹¹ W. HARLEN, 2004. *Enseigner les sciences : comment faire ?* - Collection La main à la pâte, Le Pommier Eds, 220 pp.



H. Comment tenir compte des résultats obtenus par chacun, les relier aux hypothèses de départ et aboutir à une synthèse ?

Après chaque recherche, expérimentation, il est important de faire le point sur ce qui a été obtenu et de relier cela aux hypothèses, idées de départ. Il s'engage alors une discussion collective, animée par le maître qui veille à ce que chacun s'exprime et que tous les points de vue soient respectés. Ce sont les résultats expérimentaux et l'argumentation qui permettent de trancher entre les éventuelles divergences, pas le nombre de partisans de telle ou telle opinion, ni la voix des « leaders ».

Afin qu'il n'y ait pas de contestation sur les résultats expérimentaux, il est important que l'enseignant veille à ce qu'une expérience soit réalisée plusieurs fois soit par le même groupe soit par deux groupes différents afin de vérifier qu'aucune erreur expérimentale n'a été commise, ce qui donnera une meilleure confiance dans les résultats obtenus et ce qui, au passage, officialise le droit de se tromper ! Il peut arriver qu'il soit nécessaire de refaire une expérience...

Durant les étapes précédentes, l'enfant se construit un savoir (ou des savoirs) qui, si l'enseignant en reste là, risque d'être fragmenté, fragile, voire éphémère. Un bilan et une synthèse des résultats expérimentaux ou des recherches documentaires permettent aux enfants de structurer ce qu'ils ont découvert et de commencer à se construire véritablement un savoir plus solide et qui a du sens. Il ne faut pas oublier que cette synthèse prend du sens pour l'enfant parce qu'il a vécu toutes les étapes précédentes. Cette synthèse ne saurait toutefois conduire de façon certaine à un savoir incontestable sans que, guidée par le maître, la classe confronte ses résultats à ce que l'on appelle « le savoir établi », celui que l'on trouve dans les livres.

I. Confrontation avec le « savoir établi »

Cette confrontation est indispensable, comme le montre l'exemple vécu suivant :

Une classe expérimente sur le thème des « mélanges entre solides et liquides » (en termes savants : la dissolution). En fin de séance, les cahiers de plusieurs groupes portent en conclusion « *le sel et l'eau ne se mélangent pas* ».

Le maître ne s'émue pas devant ce qu'il considère comme « le résultat des enfants » et envisage pour la prochaine séance un autre type d'activité.

Que s'est-il passé ? Par souci d'économie, le maître avait donné des consignes sur les quantités de solide à utiliser, mais pas sur celles de liquide. Les groupes qui ont utilisé une faible quantité d'eau ont bien entendu constaté que, même après agitation, il restait du sel au fond du récipient. Ce qui pêche dans leur conclusion est bien entendu sa généralité. Une séance ultérieure dans laquelle il aurait été recommandé d'augmenter progressivement les quantités de liquide aurait conduit aux conclusions « correctes », c'est à dire conforme au *savoir établi*, celui dont on peut prendre connaissance dans les ouvrages de référence (dans le cas considéré, la quantité de solide qui peut être mise en solution ne peut pas dépasser une certaine valeur - environ 360 grammes de sel ordinaire par litre d'eau à la température ordinaire), d'où l'importance des ouvrages pour le maître.

La démarche pédagogique préconisée s'apparente à celle d'un chercheur tout en s'en différenciant. En effet, les enfants, pour « découvrir » phénomènes et propriétés de la nature expérimentent et confrontent entre eux leurs conclusions, tout comme le font les chercheurs de la communauté scientifique. Mais, contrairement aux chercheurs, ces mêmes enfants n'ont pas à découvrir phénomènes et lois encore inconnues de la communauté scientifique, tout ce qu'un enfant apprend à l'école étant bien connu de cette communauté.



Les traces écrites



L'expression « traces écrites » englobe plusieurs documents différents : textes, dessins, schémas, graphes, tableaux, affiches, etc.

Les élèves sont invités individuellement ou en groupe à produire des écrits (textes, dessins, schémas, graphes) qui sont acceptés en l'état et utilisés en classe comme moyens pour mieux apprendre. Les élèves possèdent chacun un cahier d'expériences qui comporte en général trois types d'écrits bien distincts : les écrits individuels, les écrits intermédiaires et les écrits collectifs, les deux premiers étant libres, peu organisés tout au moins au début. En effet, progressivement avec l'aide du maître mais aussi par autocorrection, l'élève organise ses notes, améliore son orthographe et son expression écrite.



- A. Les écrits individuels.** Selon l'âge des enfants, cette partie individuelle comprend des dessins (essentiellement pour les 5-6 ans qui ne savent pas encore ni lire ni écrire), des schémas, des textes divers, un protocole expérimental, le matériel nécessaire, une hypothèse et ce que l'élève pense faire ou voir, un compte rendu de l'expérience réalisée, les résultats.

L'objectif de ce type d'écrits est d'aider non seulement l'élève à se souvenir mais aussi à structurer sa pensée. C'est bien souvent en écrivant que l'on est amené à réfléchir et, comme le dit cet enseignant « *Quand les élèves avaient peu écrit, ils avaient insuffisamment réfléchi et le débat qui s'instaurait pour valider les hypothèses dans les échanges collectifs à l'oral était pauvre sans cette phase d'écriture* ». Il est donc très important que chaque enfant l'utilise sans crainte d'être jugé par l'enseignant (fautes d'orthographe, contresens, dessin incomplet ou avec trop d'embellissements, conclusion erronée...) et comprenne qu'il s'agit d'un support à l'activité scientifique. C'est la raison pour laquelle nous proposons de ne pas juger ces écrits individuels à ce stade ni dans un premier temps de les corriger. Une contrainte cependant : l'enfant doit pouvoir se relire.



COMMENT FAIRE ?

Se réserver des moments (pas trop longs) où les élèves écriront chacun sur son cahier. Cela peut consister à demander de dessiner un montage expérimental, à faire des prévisions en justifiant sa prévision (par exemple prévoir si tel objet va couler ou flotter en essayant de dire pourquoi - à élaborer un protocole expérimental, etc.).

- B. Les écrits intermédiaires.** Ces écrits sont en général des écrits de groupe et ont très souvent pour vocation de communiquer aux autres ce que le groupe pense et/ou a fait. Il s'en suit que cet écrit est plus travaillé dans sa forme que l'écrit individuel puisque les autres élèves de la classe doivent pouvoir le lire et le comprendre. Il se présente sous différents formats : affiche, compte rendu de groupe, etc. et ne devrait pas en principe comporter de fautes d'orthographe, mais il peut comporter des dessins incomplets, des contresens et des conclusions erronées.



COMMENT FAIRE ?

Il s'agit à chaque fois que les élèves travaillent en groupe de leur demander un écrit précis : écrire une affiche, un protocole expérimental, dessin en vue d'une réalisation d'objet technique....

- C. Les écrits de la classe ou écrits collectifs.** Il s'agit de traces élaborées collectivement en classe entière avec l'aide du maître qui aide à la formalisation et à l'organisation et qui veille à ce que ces écrits ne s'éloignent pas du savoir établi par la communauté scientifique. Ces écrits ont en effet le statut de « savoir » (cela est l'équivalent du résumé qui est bien souvent dicté par le maître mais qui, ici, est élaboré par la classe et le maître) et se distinguent des autres écrits soit par la couleur de la feuille ou de l'encre utilisée ou parce qu'ils sont dans des encadrés, sur une affiche... L'exigence sur le respect des règles orthographiques et syntaxiques est ici très grande.

L'ensemble de ces écrits permet à l'enfant de réaliser les progrès qu'il a fait, de se souvenir de ce qui a été fait et de constater l'évolution de sa pensée au cours de l'année, voire de plusieurs années successives. Par ailleurs, la lecture par le maître des écrits individuels et intermédiaires lui permet de suivre le cheminement personnel de l'élève et du groupe, de prendre connaissance des idées préalables, des essais, erreurs, et progrès. C'est souvent en lisant ce cahier que l'enseignant s'aperçoit que telle notion, qu'il croyait être bien assimilée par l'ensemble de la classe, a été comprise totalement différemment, et cette lecture lui permet d'organiser et de modifier le contenu des séances de classe plutôt que d'attendre l'évaluation qui peut avoir lieu plusieurs semaines plus tard. Cependant, il est nécessaire d'être vigilant à ne pas transformer totalement une classe de sciences en cours de langue maternelle et de faire seulement en sorte que les activités scientifiques donnent à l'élève une occasion supplémentaire de s'exercer à la pratique de l'écrit, de l'oral et de renforcer ses compétences langagières.



COMMENT FAIRE ?

Lorsque les enfants sont jeunes, et qu'ils ne savent pas encore écrire, l'enseignant leur demande de représenter ce qu'ils ont vu ou fait. Or, bien souvent, ces mêmes enfants représentent, en plus des objets étudiés, le Soleil, des fleurs, la maîtresse... C'est en précisant les questions que l'on arrive à ce que les enfants comprennent ce qu'ils doivent représenter. Par exemple si de jeunes enfants travaillent sur les ombres, c'est en leur demandant explicitement ce qu'il faut pour avoir des ombres qu'ils se focaliseront sur le matériel et non sur la maîtresse.

De même plus tard, lorsqu'ils travaillent en électricité, au début ils représentent une pile, une ampoule et des fils qui arrivent un peu n'importe où sur l'ampoule. C'est en leur demandant de dessiner les montages qui marchent (l'ampoule brille) et ceux qui ne marchent pas (l'ampoule ne brille pas) qu'ils réalisent eux-mêmes l'importance du culot et du plot de l'ampoule. Avec des enfants de 5 ans, il est possible de leur proposer une structure de cahier comme le montre l'illustration suivante : ces enfants sont habitués à faire des dessins qui correspondent à des questions précises.

D'autres enseignants utilisent aussi un codage différent selon les âges, comme l'indique l'illustration suivante, ce qui aide à structurer le cahier, la partie individuelle comme la partie collective :

MÉLANGES DE LIQUIDES – LIQUID MIXTURES

	Que va-t-il se passer si on met dans un verre d'eau et du sirop ?
	Ce que je pense :
	Ce que je fais :
	Ce que j'observe :



« Nous ne savons pas » « Nous ne sommes pas d'accord » « Nous sommes d'accord » « Nous nous interrogeons » « Nous pensons que »

Exemples, École de Montmorency (en haut) ; Evelynne Villard, Mâcon (en bas).

D'autres enseignants peuvent aussi afficher dans leur classe un document plus complet auquel enseignant et élèves se réfèrent en permanence (cf. annexe 2)

LA DÉMARCHE EXPÉRIMENTALE EN SCIENCES

EXPÉRIENCE

ce que nous pensons
ce que nous cherchons

ce que nous retenons

ce que j'observe

CONCLUSION

ce que je cherche

ce que ja fais

ce que nous proposons

ce que nous observons

HYPOTHÈSE

ce que je propose

ce que je mesure

RÉSULTATS DE L'EXPÉRIENCE

ce que je peux dire

ce que je retiens

ce que nous faisons

ce que nous mesurons

PROBLÈME

ce que nous pouvons dire

ce que je pense faire

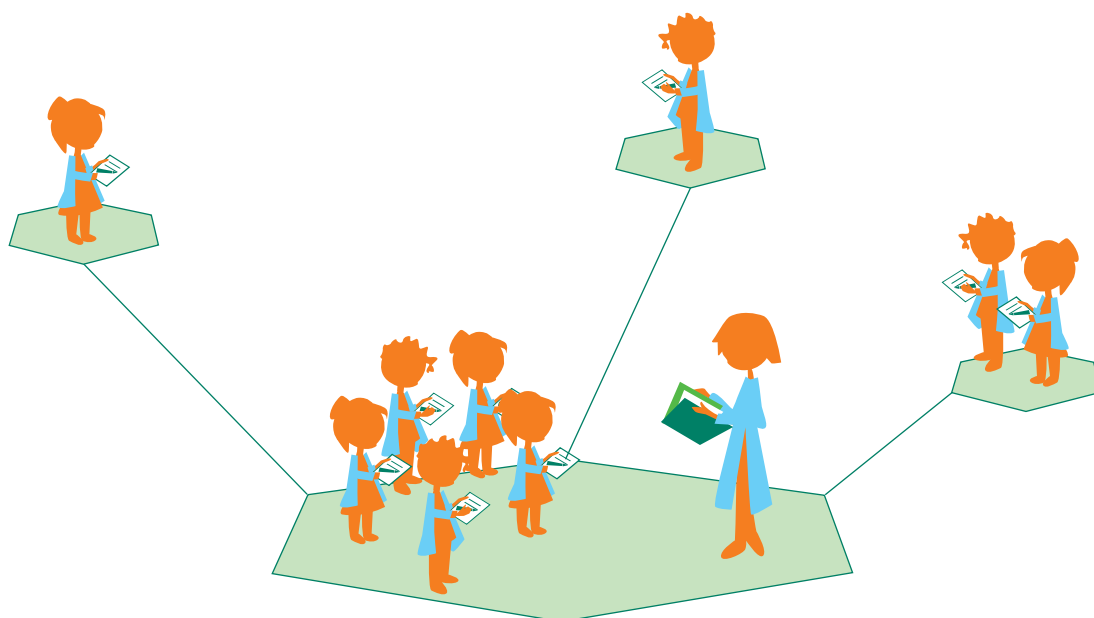
ce que je veux vérifier

NOTE : exemple de présentation de la page du cahies d'exepériences de l'école de Bergerac.

Liens entre écrits individuels, intermédiaires et collectifs

Donnons, à titre d'illustration deux exemples :

- Un enseignant demande à ses élèves de relever la température d'un glaçon au cours du temps et de noter individuellement les résultats de mesure. L'enseignant constate alors que ces résultats sont présentés un peu n'importe comment. Il regroupe quelques présentations sur une même feuille et demande aux élèves réunis en petits groupes de travailler sur ces présentations afin de dégager ce qui manque, ce qui est important de faire apparaître et comment le faire apparaître. Une mise en commun permet d'établir collectivement une façon de présenter (en tableau) les résultats, présentation qui sera ensuite utilisée sans aucune difficulté par tous les élèves de la classe. Ce travail a pris du temps mais l'acquis est là car les élèves ont ensuite, d'après leurs cahiers, présenté tous de façon correcte les résultats de mesure.
- De même, il est possible de demander à des élèves plus âgés (9-10 ans) d'écrire individuellement un compte rendu d'expérience sans aucune consigne de la part du maître. Le résultat est très varié : des compte rendus comprenant trois lignes, d'autres des dessins et peu de textes ou le contraire... Là encore l'enseignant peut choisir quelques compte rendus très différents et demander à des groupes d'élèves de travailler sur l'un d'eux et de dégager ce qui manque, ce qui devrait apparaître, etc. La mise en commun permet alors d'élaborer collectivement ce que doit comporter un compte rendu. Là encore, il est possible de penser que cela prend du temps mais l'acquisition est loin d'être négligeable !



Exemples d'écrits individuel et collectif :

Voici (en haut) un extrait du cahier de Sidonie d'une école de Bergerac qui a, comme les autres élèves, observé des sabliers et écrit ce qu'elle avait remarqué et les questions qu'elle se posait. Après cela, les enfants ont mis en commun leurs observations et réflexions (en bas).

ÉCRIT INDIVIDUEL



Les sabliers

Observe et compare puis note tes idées.
(ce que je remarqué - ce que je pense).

1. Le sable peut avoir plusieurs largeurs de grain.
2. Il y a des sabliers plus longs que d'autres.
3. Il y en a qui ont des plus gros trous.
4. Les différentes couleurs peuvent changer la vitesse à laquelle le sable coule.

Les sabliers n'ont pas toujours la même quantité de sable

sable qui coule sable qui coule moins vite

5. Les sables qui coulent de moins vite au plus vite :



ÉCRIT COLLECTIF



Les sabliers

Après l'utilisation nous observons des différences.

Problème : Comment expliquer que des sabliers durent plus ou moins longtemps ?

Hypothèses

Peut être que cela dépend de :

1. La quantité de sable
2. la largeur du goulot
3. la grosseur des grains de sable
4. la taille du sablier
5. la présence de certains colorants
6. la masse de la poudre

- Pour vérifier, nous allons faire des expériences.
- Il nous faut fabriquer des sabliers.

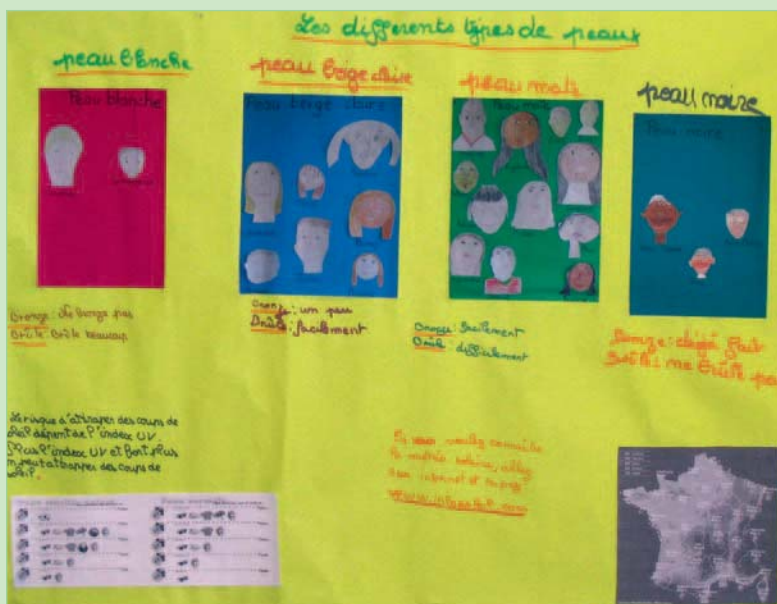
ECRIT INTERMÉDIAIRE



Classification par type de peau.

Classe d'Emmanuelle Wilgenbus
Elèves de 9 ans
Ecole A. Pajeau, France

ECRIT COLLECTIF



Descriptions par type de peau ;
écrit collectif de la classe.

Classe d'Emmanuelle Wilgenbus
Elèves de 9 ans
Ecole A. Pajeau, France

6



L'évaluation

Qui dit enseignement dit bien souvent évaluation. Nous ne parlerons pas ici d'évaluation « sommative », c'est à dire d'évaluation qui aboutit à des notes et des classements. Ici, nous ne parlerons que d'évaluation que certains appellent formative, c'est à dire qui aide les enfants à apprendre et qui n'est pas un examen bien souvent vécu comme une sanction. L'enseignant, en remarquant comment les enfants effectuent leurs observations, expriment leurs prédictions, leurs explications et leurs protocoles expérimentaux, arrive à avoir beaucoup d'informations sur le degré de compréhension de telle notion par les élèves, sur certaines de leurs aptitudes, etc. De ce point de vue, le cahier d'expériences est un outil qui peut être très utile. Cependant, indépendamment du cahier, ceci peut se manifester à tout moment. Reprenons l'exemple de l'électricité.

Il est possible, en particulier :

- De proposer aux enfants une feuille avec différents schémas de montage d'une pile et d'une ampoule et de demander lesquels fonctionnent et lesquels ne fonctionnent pas. Cette demande peut être considérée comme une évaluation. Si ensuite, après avoir répondu, les enfants peuvent tester effectivement les montages proposés, ils vont être amenés à identifier leurs réussites et leurs erreurs et à faire le bilan de ce qu'ils ont compris.
- Ou de laisser les groupes d'enfants réaliser des montages électriques simples, et de leur demander de dessiner tous les montages réalisés, y compris ceux qui ne marchent pas. Ensuite de demander aux autres groupes de vérifier les affirmations en réalisant les montages dessinés, ce qui va permettre aux enfants de bien mettre en évidence ce qu'ils ont compris et ce qui n'était pas encore très clair.

Ce type d'évaluation s'avère très efficace quand le maître l'utilise pour améliorer son enseignement, pour donner à l'enfant un retour qui ne soit pas un jugement, pour permettre à l'enfant de s'autoévaluer, pour l'impliquer dans des prises de décision qui concernent la suite du travail, etc.



FAQ

Quelques questions fréquentes d'enseignants¹².

1. Comment démarrer un nouveau sujet ?

On dit très souvent que l'intérêt de l'enfant doit être central dans ces activités d'investigation. Cela ne veut pas dire qu'il faille impérativement partir des centres d'intérêt a priori des enfants. De la même manière, prévoir une mise en scène pour qu'il n'y ait qu'un seul enfant qui se préoccupe du sujet ne garantit pas la mobilisation de toute la classe sur le sujet en question. Il est possible de démarrer un sujet de manière relativement artificielle, à condition d'amener les enfants à se questionner.

2. Doit-on tolérer les écarts orthographiques dans le cahier d'expériences ?

Dès l'instant où les élèves produisent eux-mêmes des écrits, il faut s'attendre à des erreurs notamment orthographiques et grammaticales. C'est normal : cela traduit le fait qu'ils ne sont pas capables de faire ce qu'ils n'ont pas encore appris... Si c'est le maître qui corrige, il est peu probable que cela se traduise par un progrès chez l'élève. Il est de loin préférable que ce soit l'élève lui-même qui s'en charge. Mais le risque est alors de transformer les activités scientifiques en séances d'orthographe et d'aboutir à une lassitude (voire un blocage) des élèves. Une certaine tolérance paraît donc nécessaire. Pour autant, aller trop loin dans celle-ci aboutirait à l'effet pervers consistant à laisser croire aux élèves qu'il n'y a qu'au moment des séances de langue maternelle qu'ils doivent être attentifs à l'orthographe. On les priverait d'une occasion supplémentaire pour exercer leur attention face aux règles orthographiques qu'ils sont censés connaître, reconnaître et appliquer. Pour que l'orthographe soit peu à peu maîtrisée en fin d'école primaire, il faut lui accorder un effort permanent, y compris pendant les activités scientifiques.

Toute la compétence de l'enseignant consiste à exercer une exigence raisonnable sur ses élèves :

- suffisamment forte pour ne pas tolérer une écriture qui ne tiendrait aucunement compte des apprentissages en cours ou passés dans le domaine de la langue ; il s'agit de développer des automatismes de fonctionnement/comportement de rédacteur.
- mais aussi correctement dosée pour ne pas détourner certains élèves de l'envie d'écrire qui, souvent, se manifeste dans les activités scientifiques.

Remarque : il est conseillé d'informer les parents des « règles du jeu » adoptées dans le cahier d'expériences afin qu'ils n'interprètent pas la présence d'erreurs comme du laxisme, voire de l'incompétence de la part de l'enseignant(e).

¹² Questions et réponses extraites

1- du « Guide des formations adaptées à la mise en œuvre des programmes rénovés de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école primaire », Ministère Education Nationale. France,

2- d'un document en ligne sur :

http://gdes74.edres74.ac-grenoble.fr/rubrique.php3?id_rubrique=30

3. Comment s'appuyer sur les acquis antérieurs des élèves issus de classes différentes ?

Une solution réside en partie, dans les outils mis en place pour assurer la continuité des apprentissages d'une classe à l'autre, voire d'une école à l'autre. Le cahier d'expériences que l'élève conserve durant sa scolarité, est l'un de ces outils.

Le cahier journal du maître, les progressions, programmations sont aussi des outils de continuité qui pourront renseigner les maîtres sur ce qui a été traité antérieurement.

Enfin, au cours de la séquence elle-même, il est souvent possible de dégager plusieurs questionnements ou plusieurs composantes du même questionnement, ce qui permet de faire travailler sur un même thème des élèves ayant des acquis différents.

4. Comment écarter les argumentations erronées sans écarter les élèves auteurs eux-mêmes ?

Cette question pose le problème de l'amalgame souvent établi entre l'auteur et l'idée exprimée. L'esprit scientifique consiste, entre autre chose, à distinguer le contenu (l'hypothèse par exemple) du contenant (l'auteur de l'hypothèse). On peut affirmer que faire preuve d'un esprit scientifique, c'est admettre presque comme constitutif le droit à l'erreur et au tâtonnement, fruits d'une pensée toujours fondée même si elle s'avère inexacte ou incomplète. Il est donc du rôle du maître de ne pas systématiquement prendre en compte toutes les propositions erronées mais de ne pas non plus les rejeter systématiquement. Certaines permettront de faire avancer l'étude en cours. Par ailleurs, les rapports établis dans la classe entre toutes ses composantes humaines doivent permettre l'accueil de toutes les propositions et leur traitement sans jugement sur les personnes, mais en mettant le savoir questionné à l'épreuve. La posture professionnelle de l'enseignant est fondamentale dans ce domaine.

5. Que faire si les élèves ne posent pas de questions ?

Le questionnement peut venir du maître, mais prévoir un questionnement suffisamment ouvert pour ne pas bloquer les élèves et suffisamment complexe pour qu'ils ne trouvent pas immédiatement la réponse (*cf. plus haut*).

6. Que faire quand un élève fournit immédiatement la solution à toute la classe (par exemple lors d'un débat) ?

La prendre comme hypothèse au même titre que les autres. L'énoncé de la solution par un élève ne remplace ni le débat, ni l'expérimentation. Rester neutre, imperturbable.

7. Demander leurs hypothèses aux élèves est une idée intéressante. Mais alors ne risque-t-on pas de se retrouver face à un grand nombre d'hypothèses différentes : faut-il toutes les vérifier, est-ce possible ?

Il faut toutes les faire émerger, mais il est rarement souhaitable de les vérifier toutes. Les hypothèses doivent être discutées. Le tri entre celles qui sont traitées et celles qui peuvent être rejetées doit être explicité avec les élèves : certaines ne sont pas vérifiables, d'autres peuvent être momentanément écartées par l'argumentation. Certaines hypothèses peuvent être mises de côté momentanément pendant qu'on en expérimente une autre. Quelquefois, l'expérimentation rend inutile le retour sur l'hypothèse provisoirement mise de côté.

8. Comment gérer au mieux le bruit, l'excitation, le dérangement qu'occasionne souvent une activité expérimentale ?

- Acquérir un comportement adapté est un apprentissage qui ne concerne pas seulement les sciences. Une pratique régulière est nécessaire.
- Le maître doit avoir fixé des objectifs comportementaux et donc viser une progression chez ses élèves.
- Mais, les objectifs sont à adapter au comportement initial des élèves et à leur âge. Il doit donc choisir l'activité expérimentale en tenant compte du comportement de sa classe.
- Prévoir une bonne organisation de l'espace, du matériel et du temps. La phase expérimentale doit être courte au début (il faut savoir s'arrêter, même si des groupes n'ont pas fini).
- Revenir en permanence sur les règles de vie de la classe. Montrer sa présence, circuler. Ne pas baisser les bras.
- Les élèves ont besoin de faire des expériences. C'est une composante importante du développement de la pensée.

9. Les élèves ne savent pas travailler en groupes. N'est-il pas, dès lors, très difficile de faire des sciences ?

- Il faut considérer le travail de groupes comme un véritable apprentissage.
- Pour cela, ne pas hésiter à déplacer les tables pour que tous les élèves et le maître soient bien installés. Donner des rôles à chaque membre du groupe (président, secrétaire, responsable du matériel, etc.).
- Ne pas hésiter à continuer si les premières séances n'ont pas été exemplaires : c'est le prix à payer pour apprendre.
- Imposer un certain nombre de règles auxquelles il est important de se tenir comme :
 - les rôles
 - un découpage précis du temps
 - les consignes : ce que les enfants doivent faire et produire
 - un signal si le niveau sonore est trop élevé
 - varier les demandes de production des groupes (faire un texte, un schéma, une affiche, un exposé, des hypothèses, de la recherche documentaire, répondre à un questionnaire).



Annexes



Annexe 1

Un exemple de progression du module : les circuits électriques (à partir de 8 ans)

1^{ère} étape : comment allumer une ampoule avec une pile plate (4.5 V, ref R12) et sans fils ?

(première approche de notion de circuit fermé qui insiste surtout sur la nécessité de contacts)

Dans certains pays ces piles ne sont pas disponibles. Dans ce cas, passer directement à la 3^{ème} étape.



Pile (model 3R12) qui n'est pas distribuée dans tous les pays

2^{ème} étape : comment allumer une ampoule avec une pile plate et des fils ?

(deuxième approche de circuit fermé)

3^{ème} étape : comment allumer une ampoule avec une pile ronde ? et qu'y a-t-il dans une ampoule ?

(troisième approche de circuit fermé : chaîne continue de conducteurs qui forme une boucle)

4^{ème} étape : comment allumer et éteindre une ampoule sans toucher aux fils ? Un interrupteur- fonction et fabrication

(dès qu'un circuit est ouvert, l'ampoule ne brille plus. Renforcement de la notion de circuit fermé)

5^{ème} étape (facultative) : des applications comme :

- fournir différentes piles et ampoules, certaines en état de fonctionnement et d'autres hors d'usage, et trouver celles qui marchent et celles qui ne marchent pas
- ou considérer un circuit série avec plusieurs ampoules et voir ce qui se passe si l'on dévisse une ampoule

6^{ème} étape : Comment savoir si de l'électricité traverse ou non le circuit ?

(notion de conducteurs et d'isolants et application à des problèmes de sécurité)

7^{ème} étape (facultative) : Comment faire pour que, si on retire une ampoule du circuit, les autres ampoules ne s'éteignent pas ? (notion de circuits dérivés)

8^{ème} étape : des applications diverses au choix

- fabriquer un clown qui a son nez rouge qui s'allume quand ses bras se touchent (renforcement de la notion de circuit fermé)
- construire un jeu 'questions –réponses » (renforcement des notions de circuits fermé et ouvert)
- électrifier une maison de poupées
- faire construire par chaque groupe d'enfants des circuits électriques cachés et demander à d'autres enfants de découvrir le circuit « caché »
- etc.

Annexe 2

Un autre exemple progression du module « Que deviennent les aliments que nous mangeons ? »

(8-11 ans)

1^{ère} étape : manger (par exemple une pomme ou du pain)
observer et décrire ce qu'il se passe et ce que l'on ressent quand on mastique
(première approche de la notion de digestion)

2^{ème} étape : boire (par exemple de l'eau)
dessiner le trajet des aliments à l'intérieur du corps, tel qu'on l'imagine
(première approche de la notion de transit)

2^{ème} étape bis (facultative): disséquer un animal (par exemple un lapin ou un poulet) observer où se trouvent les aliments transformés
(renforcement des notions de digestion et de transit)

3^{ème} étape (facultative): observer un film montrant le trajet des aliments dans le tube digestif
(renforcement de la notion de transit)

4^{ème} étape (facultative): réaliser une maquette à partir d'un profil de tête avec éléments mobiles en carton et attaches parisiennes permettant de modéliser le fonctionnement de la déglutition
(renforcement de la notion de transit)

5^{ème} étape : réaliser un modèle avec balles de ping-pong et bas de nylon pour expliquer comment les aliments peuvent avancer de la bouche à l'intestin
(renforcement de la notion de transit)

6^{ème} étape : comparer la masse de déchets sortant à la masse d'aliments entrant si possible à partir d'un élevage, faire des hypothèses pour expliquer les différences constatées
(première approche de la notion d'absorption intestinale)

7^{ème} étape : modéliser le passage des aliments à travers la paroi intestinale dans le sang en utilisant un bas nylon et un mélange d'aliments (par exemple pomme coupée en morceaux de diverses tailles en suspension dans l'eau et cuvette pour récupérer ce qui sort du bas)
(renforcement de la notion d'absorption intestinale)

Conclusion

1. Digestion : c'est-à-dire la transformation des aliments en morceaux très petits.
2. Transit des aliments : c'est-à-dire le déplacement des aliments en cours de transformation depuis la bouche vers l'anus.
3. Absorption intestinale : c'est-à-dire le passage dans le sang des aliments suffisamment petits à travers la paroi de l'intestin – les gros morceaux restant piégés dans l'intestin seront évacués sous forme de selles –.

Notes

This image shows a single sheet of white paper with horizontal green ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.