

collection École
documents d'accompagnement des programmes

Enseigner les sciences à l'école

outil pour la mise en œuvre des programmes 2002
cycles 1 et 2

Ministère de la Jeunesse, de l'Éducation nationale et de la Recherche
Direction de l'enseignement scolaire
Académie des sciences – *La main à la pâte*

applicable à la rentrée 2002

Centre national de documentation pédagogique

Comité de lecture

François Chevalérias, direction de l'enseignement scolaire
Pierre Léna, Académie des sciences
Édith Saltiel, INRP – *La main à la pâte* ; université Paris 7
Jean-Pierre Sarmant, inspection générale de l'Éducation nationale

Les auteurs

• Groupe technique :

Lise Adam, IEN – Saint-Fons
Jean-Claude Arrougé, responsable de la division de l'animation pédagogique et de l'intégration des ressources – CNDP
Jean-Michel Bérard, inspecteur général de l'Éducation nationale, groupe du premier degré
Nadine Belin, IEN – Bergerac-Est
René Cahuzac, inspecteur général de l'Éducation nationale, groupe des sciences et techniques industrielles
François Chevalérias, IEN – DESCO A1
David Jasmin, ingénieur de recherche INRP – *La main à la pâte*
Henri Kighelman, IEN – Bonneville
André Laugier, maître de conférences – didactique des sciences IUFM – antenne de Bordeaux-Caudéran
Bernard Leroux, IA-IPR sciences physiques et chimiques – académie de Nantes
Francine Malexis, IA-IPR SVT – académie de Lille
Renée Midol, IEN – Vaulx-en-Velin
Jean-Michel Rolando, professeur d'IUFM – académie de Grenoble
Jean-Pierre Sarmant, IGEN, président du Comité national de suivi du plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école
Guy Simonin, conseiller éditorial sciences – CNDP ; professeur à l'IUFM de Versailles, antenne de Cergy
Jacques Toussaint, maître de conférences en physique ; directeur adjoint de l'IUFM de Lyon
Danièle Villemin, IEN – sud Loire-Bouguenais

• Équipe *La main à la pâte* (équipe placée auprès de l'Académie des sciences par convention avec l'INPR et l'École normale supérieure – Ulm) :

Jean-Marie Bouchard, INRP – *La main à la pâte*
Alain Chomat, INRP – *La main à la pâte*
Nicolas Poussielgue, INRP – *La main à la pâte*
Béatrice Salviat, INRP – *La main à la pâte*
Claudine Schaub, directrice d'école – Issy-les-Moulineaux
David Wilgenbus, équipe de *La main à la pâte*

Remerciements

De nombreux maîtres ont contribué à cet ouvrage par l'apport de documents de classe ; les écoles sont citées dans les séquences correspondantes. L'ouvrage bénéficie également d'autres apports d'enseignants ou de scientifiques : Carole Broisi, Bernard Calvino, Annie Deforge, Sylvie Frémineur, Guy Gauthier, Brice Goineau, François Gros, Didier Geffard, Déborah Katz, Bernard Kloareg, Jean Matricon, Michel Mocellin, Jocelyne Nomblot, Tatiana Tomic, Denis Weber, Anne-Muriel Winter.

Coordination : Jean-Marc Blanchard, bureau du contenu des enseignements, direction de l'enseignement scolaire
Jean Denis, bureau des écoles, direction de l'enseignement scolaire.

Suivi éditorial : Christianne Berthet

Secrétariat d'édition : Élise Goupil

Maquette de couverture : Catherine Villoutreix et Atelier Michel Ganne

Mise en pages : Atelier Michel Ganne

© CNDP, octobre 2002

ISBN : 2-240-00998-5

ISSN : en cours

Sommaire

Préface	5
Introduction	7
L'eau à l'école maternelle – cycle 1	15
La place dans les programmes	16
Des ateliers sur le thème de l'eau – une séquence en petite section	17
Des situations problèmes en petite ou moyenne section autour du transport de l'eau	21
Une séquence en grande section – approche du phénomène de dissolution	24
Bibliographie	28
L'air est-il de la matière – cycle 2	29
La place dans les programmes	30
Un déroulement possible de la séquence	31
Séance 1. Qu'y a-t-il dans les sacs cachés dans les cartons ?	32
Séance 2. Que savons-nous sur l'air, peut-on en attraper ?	33
Séance 3. Comment prouver que le sac contient quelque chose ?	33
Séance 4. Comment récupérer l'air du sac ?	35
Conclusion	38
Pour aller plus loin	38
Indications bibliographiques	38
Une graine, une plante ? – cycle 2	39
La place dans les programmes	40
Un déroulement possible de la séquence	41
Séance 1. Graine ou pas graine ? – conceptions initiales	42
Séance 2. Graine ou pas graine ? – récolte du matériel expérimental	42
Séance 3. Graine ou pas graine ? – tri du matériel et hypothèses	43
Séance 4. Graine ou pas graine ? – expérimentation sur les semis	44
Séance 5. Graine ou pas graine ? – observation des semis, interprétation	45
Séance 6. Qu'y a-t-il dans une graine ? – conceptions initiales	47
Séance 7. Qu'y a-t-il dans une graine ? – anatomie de la graine	48
Séance 8. Que faut-il à la graine pour germer ? – conceptions initiales	49
Séance 9. Que faut-il à la graine pour germer ? – expérimentation	50
Séance 10. De quoi a besoin la graine pour germer ? – conclusion	51
Séance 11. Comment les graines germent-elles ? – expérimentation	52
Séance 12. Comment les graines germent-elles ? – exploitation des données	52
Séance 13. Le rôle de la graine – la graine et ses réserves	53
Séance 14. Le rôle de la graine – unité et diversité des êtres vivants	54
Conclusion	56

La version de ce document incluse dans le cédérom l'accompagnant comprend également quatre séquences concernant le cycle 3 :

- Que deviennent les aliments que nous mangeons ?
- Quelle heure est-il à Paris, Pékin ou Sydney ? – Étude des fuseaux horaires
- Le fonctionnement du levier – « Donnez-moi un point d'appui : je soulèverai le monde »
- Comment savoir d'où vient le vent ?

La version complète de ce document est également accessible sur le site du Scérén-CNDP : www.cndp.fr, rubrique « École ».

Préface

En juin 2000, après avoir rendu hommage à l'opération La main à la pâte, « cette heureuse initiative de Georges Charpak et de l'Académie des sciences, relayée par l'Institut national de la recherche pédagogique », le ministre de l'Éducation nationale annonçait la mise en place du plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école¹ : « C'est une opération de grande ampleur que je mets en place. Elle s'installera à l'école primaire et préfigurera les changements que j'entends conduire au collège puis au lycée. »

En février 2002, de nouveaux programmes d'enseignement de l'école primaire ont été publiés², ils entrent en vigueur à la rentrée 2002. Les rubriques « Découverte du monde » (école maternelle et cycle des apprentissages fondamentaux) et « Sciences et technologie » (cycle des approfondissements) de ces programmes sont en cohérence avec les recommandations du plan de rénovation.

Il n'est pas nécessaire d'être un spécialiste pour conduire des activités scientifiques à l'école primaire. Le travail expérimental d'investigation peut être simple, les connaissances mises en œuvre sont accessibles. Le maître peut susciter et partager le plaisir et la curiosité des élèves, favoriser une exploration raisonnée du monde qui les entoure, qu'ils peuvent mettre en mots, en images et en arguments. L'univers de la science, où œuvrent les scientifiques dont le métier est la découverte et les ingénieurs qui créent de nouveaux objets ou produits, est vraiment à la portée des maîtres polyvalents de l'école et de leurs élèves.

Outil pour la mise en œuvre du plan de rénovation et des nouveaux programmes, le présent volume a pour ambition d'accompagner les maîtres dans le développement d'un enseignement basé sur le questionnement et sur l'expérimentation par les élèves eux-mêmes.

Les auteurs

1. Note de service n°2000-078 du 8 juin 2000 parue au *BO* n° 23 du 15 juin 2000.

2. Arrêtés du 25 janvier 2002 parus au *BO* hors-série n° 1 du 14 février 2002.

Introduction

Après une présentation, dans cette introduction, de textes d'orientation pédagogique, ce volume propose sept séquences pédagogiques. Réparties entre les cycles et les divers domaines couverts par le programme, ces séquences présentent des exemples entièrement explicités de la mise en œuvre des démarches actives recommandées.

Cette brochure est destinée à aider l'enseignant à mettre en œuvre un enseignement rénové des sciences et de la technologie, tant du point de vue de la méthode pédagogique que des éléments de connaissance scientifique nécessaires. Il ne s'agit en aucune manière d'un manuel d'enseignement des sciences à l'école primaire. Les séquences pédagogiques, dont les thèmes sont tirés du cœur même des programmes, visent à fournir un outil de démarrage au maître engagé dans la voie de la rénovation de l'enseignement des sciences. Le maître qui aura assuré sa démarche au cours de ces quelques séquences sera progressivement à même de poursuivre à l'aide des outils déjà disponibles¹ et qui continueront à lui être proposés.

La prise en compte du développement des capacités d'expression, tant écrites qu'orales, est au cœur de la pédagogie suscitée par le programme de sciences et technologie. La partie « Sciences et langage dans la classe » présente diverses recommandations à cet égard. Concernant la langue française, cet aspect est développé tout au long des séquences présentées dans ce document².

Il est également possible que le travail sur la langue auquel une activité scientifique doit donner lieu soit étendu à la langue étrangère ou régionale étudiée dans la classe. La séquence « Quelle heure est-il à Paris, Pékin ou Sydney ? » présente un exemple d'une telle incitation, portant sur des énoncés ou des structures syntaxiques dont l'acquisition est prévue par le programme.

Cette introduction est due au groupe technique associé au comité de suivi national du plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école.

Les séquences d'enseignement résultent de la collaboration du même groupe technique et d'une équipe de *La main à la pâte* (Académie des sciences – Institut national de recherche pédagogique – École normale supérieure ULM).

La rédaction de cet ouvrage résulte de la collaboration de personnes d'horizons très variés : maîtres, enseignants en IUFM, inspecteurs territoriaux, scientifiques. La collaboration étroite au sein d'une même équipe de spécialistes des domaines abordés et d'acteurs de terrain a eu pour but de traiter avec la même exigence la qualité scientifique de l'ouvrage et sa qualité pédagogique. La signature « Ministère de la Jeunesse, de l'Éducation nationale et de la Recherche – Direction de l'Enseignement scolaire & Académie des sciences – *La main à la pâte* » témoigne du rôle notable joué par *La main à la pâte* dans le contexte du plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école : « L'opération *La main à la pâte* est poursuivie. Elle conserve sa dynamique propre ainsi que sa spécificité apportée notamment par l'association de partenaires scientifiques. Intégrée au plan en tant que pôle innovant et centre de diffusion, elle en est un élément essentiel³. »

Repères pour la mise en œuvre d'une séquence⁴

Le canevas ci-dessous est destiné aux maîtres. Il a pour objet de leur donner des repères pour la mise en œuvre d'une démarche d'enseignement respectant l'esprit de la rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie et celui des programmes 2002.

1. Notamment sur le site www.inrp.fr/lamap.

2. Les documents d'élèves qui sont reproduits peuvent contenir des fautes de syntaxe ou d'orthographe. Il s'agit bien entendu de traces écrites restées dans leur état premier et destinées à être retravaillées avec le maître.

3. Extrait de la déclaration commune du 8 septembre 2000 signée par les secrétaires perpétuels de l'Académie des sciences, le directeur de l'enseignement scolaire et le président du Comité de suivi national du plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie. Le texte complet est en ligne à l'adresse www.eduscol.education.fr.

4. Dont la démarche répond au schéma « Du questionnement à la connaissance en passant par l'expérience », le mot « expérience » étant pris ici dans le sens large de démarche expérimentale d'investigation.

Il s'agit d'un document pédagogique opérationnel qui n'a pas la prétention de définir « la » méthode scientifique, ni celle de figer de façon exhaustive le déroulement qui conduit de la problématique à l'investigation, puis à la structuration. Apparentée aux méthodes actives, la démarche proposée pourra être comparée à celle qui est recommandée pour la résolution de problèmes en mathématiques. Par commodité de présentation, cinq moments essentiels ont été identifiés. L'ordre dans lequel ils se succèdent ne constitue pas une trame à adopter de manière linéaire. En fonction des sujets, un aller et retour entre ces moments est tout à fait souhaitable. En revanche, chacune des phases identifiées est essentielle pour garantir l'investigation réfléchie des élèves.

Divers aspects d'une démarche expérimentale d'investigation

La démarche qui sous-tend le plan de rénovation des sciences et de la technologie à l'école obéit aux principes d'unité et de diversité.

– Unité : cette démarche s'articule sur le questionnement des élèves sur le monde réel : phénomène ou objet, vivant ou non vivant, naturel ou construit par l'homme. Ce questionnement conduit à l'acquisition de connaissances et de savoir-faire, à la suite d'une investigation menée par les élèves guidés par le maître ;

– Diversité : l'investigation réalisée par les élèves peut s'appuyer sur diverses méthodes, y compris au cours d'une même séance :

- expérimentation directe,
- réalisation matérielle (construction d'un modèle, recherche d'une solution technique),
- observation directe ou assistée par un instrument,
- recherche sur documents⁵,
- enquête et visite.

La complémentarité entre ces méthodes d'accès à la connaissance est à équilibrer en fonction de l'objet d'étude.

Chaque fois que cela est possible, d'un point de vue matériel et déontologique, on doit privilégier l'action directe et l'expérimentation des élèves.

Canevas d'une séquence⁶

Le choix d'une situation de départ

- Paramètres choisis en fonction des objectifs des programmes.
- Adéquation au projet de cycle élaboré par le conseil des maîtres du cycle.
- Caractère productif du questionnement auquel peut conduire la situation.
- Ressources locales (en matériel et en ressources documentaires).
- Centres d'intérêt locaux, d'actualité ou suscités lors d'autres activités, scientifiques ou non.
- Pertinence de l'étude entreprise par rapport aux intérêts propres de l'élève.

La formulation du questionnement⁷ des élèves

- Travail guidé par le maître qui, éventuellement, aide à reformuler les questions pour s'assurer de leur sens, à les recentrer sur le champ scientifique et à favoriser l'amélioration de l'expression orale des élèves.
- Choix orienté et justifié par le maître de l'exploitation de questions productives (c'est-à-dire se prêtant à une démarche constructive prenant en compte la disponibilité du matériel expérimental et documentaire, puis débouchant sur un apprentissage inscrit dans les programmes).
- Émergence des conceptions initiales des élèves⁸, confrontation de leurs éventuelles divergences pour favoriser l'appropriation par la classe du problème soulevé.

L'élaboration des hypothèses et la conception de l'investigation

- Gestion par le maître des modes de groupement des élèves (de niveaux divers selon les activités, de la dyade au groupe-classe entier) ; consignes données (fonctions et comportements attendus au sein des groupes).
- Formulation orale d'hypothèses dans les groupes.
- Élaboration éventuelle de protocoles⁹, destinés à valider ou à invalider les hypothèses.
- Élaboration d'écrits précisant les hypothèses et protocoles (textes et schémas).
- Formulation orale et/ou écrite par les élèves de leurs prévisions : « que va-t-il se passer selon moi », « pour quelles raisons ? ».

5. Voir le paragraphe suivant, « Statut de la recherche documentaire et des TIC ».

6. Constituée en général de plusieurs séances relatives à un même sujet d'étude.

7. Voir les textes « Du questionnement à la connaissance en passant par l'expérience » et « L'enseignement des sciences à l'école primaire » en ligne à l'adresse www.eduscol.education.fr.

8. Le guidage par le maître ne doit pas amener à occulter ces conceptions initiales.

9. Au sens large, incluant notamment un projet de construction.

- Communication orale à la classe des hypothèses et des éventuels protocoles proposés.

L'investigation conduite par les élèves

- Moments de débat interne au groupe d'élèves : les modalités de la mise en œuvre de l'expérience.
- Contrôle de la variation des paramètres.
- Description de l'expérience (schémas, description écrite).
- Reproductibilité de l'expérience (relevé des conditions de l'expérience par les élèves).
- Gestion des traces écrites personnelles des élèves.

L'acquisition et la structuration des connaissances

- Comparaison et mise en relation des résultats obtenus dans les divers groupes, dans d'autres classes...
- Confrontation avec le savoir établi (autre forme de recours à la recherche documentaire), respectant des niveaux de formulation accessibles aux élèves.
- Recherche des causes d'un éventuel désaccord, analyse critique des expériences faites et proposition d'expériences complémentaires.
- Formulation écrite, élaborée par les élèves avec l'aide du maître, des connaissances nouvelles acquises en fin de séquence.
- Réalisation de productions destinées à la communication du résultat (texte, graphique, maquette, document multimédia).

Statut de la recherche documentaire et des TIC¹⁰

La méthodologie mise en œuvre par le plan est définie par le *BO* n° 23 du 15 juin 2000 :

« Les élèves construisent leur apprentissage en étant acteurs des activités scientifiques.

– Ils observent un phénomène du monde réel et proche, au sujet duquel ils formulent leurs interrogations.

– Ils conduisent des investigations réfléchies en mettant en œuvre des démarches concrètes d'expérimentation, complétées le cas échéant par une recherche documentaire. Il est important que les élèves pratiquent l'une et l'autre de ces deux voies complémentaires. »

Le déroulement d'une séquence conforme aux objectifs du plan de rénovation a été décrit dans le document ci-dessus. L'objet des développements qui suivent est de préciser comment la recherche documentaire peut et doit intervenir en complément d'une démarche qui conduit du questionnement à la connaissance en passant par l'expérience.

Précisons d'abord les divers sens qu'il est possible de donner à la « recherche documentaire ».

La recherche de documents

En bibliothèque, en BCD, dans un dictionnaire, une encyclopédie ou sur Internet, pour répondre aux questions « productives » de la classe et pour résoudre des problèmes scientifiques qui n'ont pu l'être totalement par la confrontation expérimentale au réel, l'élève doit être capable de :

- rechercher dans un dictionnaire le mot qui pourra éventuellement lui donner des éléments de réponse ;
- savoir utiliser un index dans une encyclopédie ;
- comprendre l'organisation d'une bibliothèque pour en tirer quelques ouvrages accessibles et intéressants ;
- savoir utiliser le sommaire d'un livre ;
- savoir extraire d'un article l'information intéressante ;
- savoir décrypter texte, schémas et illustrations d'un article ;
- formuler une requête efficace dans un moteur de recherche approprié, et savoir distinguer des réponses pouvant présenter un intérêt pour l'investigation.

En fait, ces compétences s'établissent progressivement et se renforceront au cours de la scolarité, dans le cadre des enseignements, des dispositifs interdisciplinaires, comme les TPE, les PPCP ou les TIPE, ou dans les projets de mémoires universitaires...

La recherche sur documents¹¹

Avec la multiplication des images et des écrans, on assiste à des réactions contradictoires souvent passionnelles vis-à-vis de leur impact pédagogique. Entre les tenants de l'éducation informelle (« de toute façon les écrans sont là, les jeunes en profitent plus qu'on ne peut imaginer... ») et ceux qui craignent pour la santé morale et intellectuelle des enfants, quel parti peut-on raisonnablement adopter ?

L'impact psychologique des documents

– Impact historique : l'introduction de documents audiovisuels pédagogiques depuis le début du siècle a été marquée par une apogée, notamment avec les films courts muets (dans les années 1970) présentant des phénomènes que l'élève et la classe devaient interpréter. L'avènement des émissions télévisuelles enregistrées ensuite sur VHS a pu faire considérablement régresser la part active de l'élève.

– Impact géographique : la qualité des télévisions éducatives mondiales s'est avérée très dépendante des dispositifs pédagogiques accompagnant leur

10. Technologies de l'information et de la communication. Cette réflexion entre dans le cadre du plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école.

11. En particulier les documents images.

diffusion. Des revues puis des sites Internet proposent de nombreuses pistes d'activités à partir des images diffusées (TéléQuébec, BBC Education, NOT, ou France 5 proposent des documents d'accompagnement pour les programmes éducatifs).

– Impact pédagogique : quels statuts et quelle place donner aux documents par rapport à la confrontation à des phénomènes réels, directement perceptibles par l'élève ? Dans quel type de démarche pédagogique ?

Quels documents ?

Il faut distinguer les documents interprétés explicatifs, montrant et donnant du sens, des documents bruts non interprétés où le travail de recherche de sens est à faire par les élèves (exemple : la radio d'une fracture de la jambe, une séquence non commentée d'une éruption volcanique, ou des images en accéléré du développement d'une plante, de la fleur au fruit...).

À quel moment les utiliser ?

– Pour aider à faire émerger un questionnement, de façon motivante. Exemples : une séquence ou une image d'actualité (tremblement de terre) ; une séquence d'activité professionnelle (un chantier de fouilles archéologiques pour introduire le travail sur les fossiles et les traces d'évolution), etc.

– Pour donner des compléments d'information à faire analyser par les élèves. Exemple : imagerie médicale du corps humain, ou les exemples des documents bruts cités précédemment.

– Pour aider à élaborer une synthèse collective, avec reformulation par la classe de ce qui sera noté dans le carnet d'expériences, à l'issue d'un travail de recherche. Exemples : tous les documentaires explicatifs souvent issus des émissions de télévision (*C'est pas sorcier*, *E = M6...*), ou toutes les séquences en images de synthèse à visées explicatives (avec la difficulté d'explicitier les codages ou les images analogiques employées).

– Pour réinvestir les connaissances acquises dans d'autres exemples ou pour l'évaluation. Par exemple : séquences ou images montrant des sources d'énergie autres que celles abordées dans le cours, documents ouvrant sur des problèmes plus larges d'éducation à la santé ou à l'environnement (par exemple à partir d'une étude très précise sur les pelotes de déjection de rapaces, d'un documentaire sur l'importance écologique de la protection des rapaces...) ou de l'impact des gestes quotidiens sur l'équilibre de certaines chaînes alimentaires...

Complémentarité entre objets/phénomènes réels et documentation

Certains phénomènes ou objets ne sont pas perceptibles directement car ils sont trop grands (en astronomie), trop petits (microbes), trop longs (croissance

d'un arbre), trop courts, trop rares ou trop dangereux (éruptions, séismes), trop coûteux (fusée) ou encore appartenant au passé (histoire des sciences et des techniques).

Le réel lui-même peut être investi sous différents angles : par des observations, des expérimentations, des comparaisons...

Mais des documents complémentaires peuvent enrichir ce questionnement du réel. Par exemple, une séquence sur la banquise ou sur un glacier, sur une chute de neige ou sur la prise en glace d'un ruisseau sera intéressante à analyser, en complément d'une démarche expérimentale sur les changements d'état de l'eau.

Un va-et-vient sera fécond entre le concret et l'abstrait, entre des phénomènes scientifiques et techniques et leurs applications (par exemple, dans le monde professionnel ou dans le fonctionnement d'objets quotidiennement utilisés par l'élève).

La rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école vise l'acquisition de connaissances et de savoir-faire, grâce à un juste équilibre entre l'observation de phénomènes et d'objets réels, l'expérimentation directe et l'analyse de documents complémentaires, afin de former l'élève aux méthodes scientifiques d'accès à la connaissance, de l'habituer à identifier et à vérifier ses sources d'information, développant ainsi son esprit critique et citoyen.

Le rôle des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans le cadre du plan peut être précisé dans la même logique : « L'expérimentation directe, réalisée par les élèves, est à la base de la démarche mise en œuvre. Dans cette perspective, l'observation du réel et l'action sur celui-ci ont la priorité sur le recours au virtuel. »

Cette considération ne minore en rien l'intérêt de recourir aux TIC, que ce soit pour la consultation de documents qui viennent compléter l'observation directe ou pour la recherche de références permettant la confrontation de résultats d'expériences au savoir établi.

Sciences et langage dans la classe

Dans la démarche qui sous-tend l'activité de la classe en sciences et technologie, le langage n'est pas l'objet d'étude premier.

Mais dans les allers et retours que le maître organise entre observation du réel, action sur le réel, lecture et production d'écrits variés, l'élève construit progressivement des compétences langagières (orales et écrites¹²) en même temps que s'élabore sa pensée. Individuellement ou collectivement, en sciences, le langage est notamment mobilisé pour :

12. Y compris images et schémas.

- formuler des connaissances qui se construisent : nommer, étiqueter, classer, comparer, élaborer des référents, transmettre ;
- mettre en relation : interpréter, réorganiser, donner du sens ;
- faire valoir son point de vue : convaincre, argumenter ;
- interpréter des documents de référence : rechercher, se documenter¹³, consulter.

L'expression des conceptions initiales des élèves pourra se faire aussi bien à l'oral que lors d'écrits individuels, mais ne sera bien souvent complète qu'à l'occasion de la mise en œuvre d'une première expérimentation. Celle-ci permet au maître de mieux cerner les théories implicites des élèves, et à ces derniers de mieux identifier la nature scientifique du problème posé.

L'oral

L'initiative laissée aux élèves dans la conception des actions et dans l'organisation des confrontations permet d'installer dans la classe des échanges oraux chargés d'utilité et porteurs de sens.

L'expression parlée favorise une pensée à la fois réfléchie et spontanée, divergente, flexible et propice à l'invention. Ceci implique que les temps de parole s'inscrivent dans la durée grâce au questionnement du maître et à l'organisation du travail entre pairs.

De l'oral à l'écrit

Le projet développé par les élèves nécessite que certains éléments du discours soient fixés comme traces provisoires ou définitives, comme éléments de référence, comme notes et relevés, comme messages à communiquer.

En prenant appui sur l'écrit, la parole peut aussi s'assurer, être remodelée, réécrite, mise en relation avec d'autres écrits. La langue, vecteur de la pensée, permet d'anticiper sur l'action. Lorsque la parole précède l'écriture, le discours de l'élève passe d'un langage parlé nourri d'implicite à un langage plus précis, respectant la monosémie du langage scientifique et intégrant à l'écrit des formes variées : schémas, graphiques, alinéas, soulignements...

Écrire favorise alors le passage à des niveaux de formulation et de conceptualisation plus élaborés.

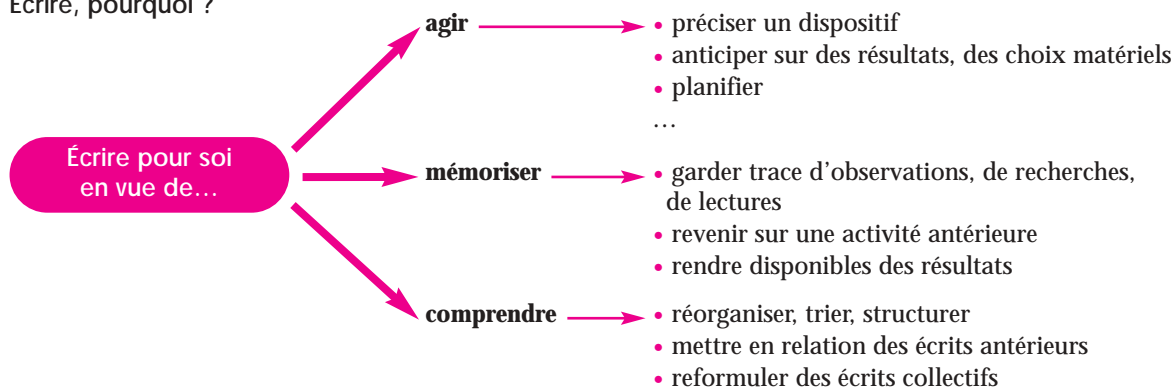
L'écrit

L'écrit invite à objectiver, à mettre à distance. Produire des écrits pour d'autres nécessite de les rendre interprétables dans un système de référents qui n'appartient plus en propre à leur seul auteur, et donc de clarifier les savoirs sur lesquels il s'appuie. En classe de sciences, le travail de production d'écrits n'a pas comme visée principale de montrer que l'on sait écrire, mais bien de favoriser les apprentissages scientifiques de l'élève et de faciliter le guidage pédagogique du maître.

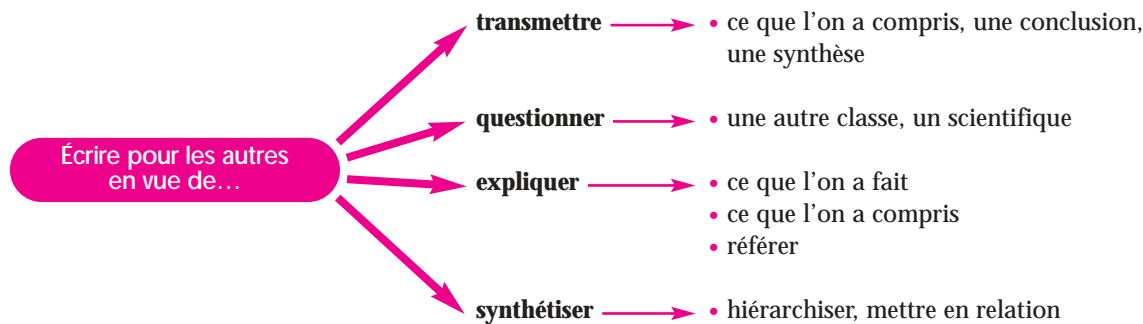
Les élèves sont invités, individuellement ou en groupe, à produire des écrits qui sont acceptés en l'état, et utilisés en classe comme moyens pour mieux apprendre.

Au-delà du texte narratif, très usité à l'école, on introduit d'autres usages de l'écrit. Ce rapport renouvelé à l'écrit présente un intérêt tout particulier pour les élèves qui n'ont pas spontanément envie d'écrire ou qui ont peu l'habitude de réussir dans ce domaine.

Écrire, pourquoi ?



13. Voir paragraphe « Statut de la recherche documentaire et des TIC ».



Le carnet d'expériences

Il appartient à l'élève ; il est donc le lieu privilégié de l'écrit pour soi, sur lequel le maître n'intervient pas d'autorité ; mais c'est aussi un outil personnel de construction d'apprentissages.

À ce titre, il est important que l'élève garde son carnet tout le long du cycle : qu'il puisse y retrouver la trace de sa propre activité, de sa propre pensée, y rechercher des éléments pour construire de nouveaux apprentissages, des référents à mobiliser ou à améliorer... Le carnet comprendra aussi bien les traces personnelles de l'élève que des écrits élaborés collectivement et ayant le statut de savoir, que la reformulation par l'élève de ces derniers écrits.

Toutefois, l'élève doit pouvoir ne pas tout garder de ses tâtonnements et de ses brouillons. Ses critères pour garder ou non une trace doivent concerner la pertinence de l'écrit par rapport à l'intention qui est la sienne, non la qualité intrinsèque de cet écrit en tant que telle.

Les écrits de statuts différents gagneront à être facilement repérables par l'élève : par exemple, chaque fois que possible, la synthèse de classe sera traitée sur ordinateur puis photocopiée pour chacun.

Dans la situation d'écriture en sciences, l'élève mobilise l'essentiel de ses efforts sur le contenu des connaissances en jeu et sur son activité (expérimentation, interactions...). Il intègre d'autre part des mots, des signes, des codes, spécifiques aux textes à caractère scientifique.

La nécessaire implication des élèves dans le travail doit amener le maître à une tolérance raisonnée. Les compétences spécifiques liées à la production d'écrits en sciences se construisent sur le long terme.

Le va-et-vient permanent et réfléchi entre l'écrit personnel et l'écrit institutionnalisé favorise l'appropriation par l'élève de caractéristiques du langage scientifique :

- représentations codifiées ;
- organisation des écrits liés aux mises en relation (titres, typographies, connecteurs...), en particulier à la relation de causalité ;
- usages des formes verbales : présent, passif.

Le rôle du maître

Le maître apportera des aides sous des formes variées :

- en réponse à une demande ;
 - sous la forme d'un glossaire affiché construit au fur et à mesure des besoins, et relatif à un domaine identifié ;
 - en proposant des outils pour garder trace des observations, tels que :
 - bandes de papier quadrillé, ligné, qui favorisent le passage au graphique,
 - gommettes autocollantes de couleurs, qui favorisent la compréhension statistique (nuages de points),
 - papier calque pour extraire les éléments jugés pertinents ou réutiliser tout ou partie d'un document antérieurement construit ou sélectionné au cours d'une recherche ;
 - en proposant des cadres d'écriture pour guider sans enfermer :
 - tableaux à double entrée,
 - calendriers ;
 - en organisant la communication d'expériences ou de synthèses dans la classe et avec d'autres classes pour permettre aux élèves de tester l'efficacité de leurs choix ;
 - en mettant à la disposition des élèves des documents, des supports d'analyse, des référents, écrits de forme complexe et dont l'usage est bien identifié ;
- Ces aides seront efficaces lors des confrontations.

Les écrits intermédiaires

Produits par les groupes ou à la suite d'interactions entre élèves, ils permettent le passage du « je » au « nous », la généralisation (passage du « nous » au « on ») se faisant en général en classe entière, avec l'aide du maître. Ils permettent soit le retour de chaque élève sur son propre cheminement, soit l'élaboration de propositions pour la synthèse de classe. Ils sont enrichis par tous les documents mis à disposition des élèves.

Les documents de la classe

Ils s'appuient sur les écrits produits individuellement et par les groupes. Le maître y apporte les éléments d'organisation, de formalisation, qui permettent de résoudre les problèmes posés par la confrontation des outils intermédiaires entre eux.

Le niveau de formulation de ces documents sera compatible avec les niveaux de formulation du savoir établi que le maître aura choisis.

Enfin, il est important que le maître permette à chaque élève de reformuler, avec ses propres mots et supports, la synthèse collective validée. Le maître s'assurera ainsi du degré d'appropriation de la notion.

Les écrits personnels pour	Les écrits collectifs des groupes pour	Les écrits collectifs de la classe avec le maître pour
<ul style="list-style-type: none">- exprimer ce que je pense- dire ce que je vais faire et pourquoi- décrire ce que je fais, ce que j'observe- interpréter des résultats- reformuler les conclusions collectives	<ul style="list-style-type: none">- communiquer à un autre groupe, à la classe, à d'autres classes- questionner sur un dispositif, une recherche, une conclusion- réorganiser, réécrire- passer d'un ordre chronologique lié à l'action, à un ordre logique lié à la connaissance en jeu	<ul style="list-style-type: none">- réorganiser- relancer des recherches- questionner, en s'appuyant sur d'autres écrits- préciser les éléments du savoir en même temps que les outils pour les dire- institutionnaliser ce que l'on retiendra

L'eau à l'école maternelle

Le thème de l'eau est le fil conducteur de ce texte. L'importance de cette matière dans tous les domaines scientifiques est évidente (l'eau est un constituant important de la planète Terre et le milieu naturel de développement de tous les organismes vivants.) En outre on connaît l'attrait des élèves de tous âges vis à vis de l'eau. Grâce à ses propriétés (elle coule...), aux transformations qu'elle subit (changements d'état) et à celles qu'elle fait subir aux autres substances (mélanges, dissolutions...), elle se prête à de nombreuses activités susceptibles d'aider l'élève à opérer de premières abstractions (idée de matière et de conservation ; approche de l'état liquide...). Le thème de l'eau est abordé tout au long de la scolarité. Après une première approche à dominante sensorielle à l'école maternelle, les apprentissages se poursuivent aux cycles 2 et 3 où les premières propriétés sont énoncées. On ne perdra pas de vue que l'étude des propriétés de l'eau se poursuit jusque dans l'enseignement supérieur.

La pédagogie, au début du cycle 1, s'appuie souvent sur des ateliers utilisant des matériaux familiers. Les principes d'organisation d'ateliers scientifiques ont pour but de dépasser la simple découverte libre (partie «Principes d'organisation d'activités scientifiques»). La partie «Des ateliers sur le thème de l'eau» développe un exemple de progression de ces ateliers scientifiques en petite section. Progressivement, l'enfant acquiert des capacités permettant d'envisager des séquences d'apprentissage constituées de séances qui se succèdent et s'articulent les unes aux autres. Deux exemples montrent comment mettre en scène un questionnement scientifique et comment le traiter pour aboutir à des acquisitions scientifiques en quatre ou cinq séances. Le premier exemple est adapté à la petite ou à la moyenne section (partie «Des situations problèmes en petite ou moyenne section autour du transport de l'eau»), le second concerne spécifiquement la grande section (partie «Une séquence en grande section : approche du phénomène de dissolution».)

Compte tenu du caractère particulier de l'enseignement en maternelle, le plan de cette séquence est légèrement distinct du schéma général adopté pour les autres séquences.

La place dans les programmes

Extraits du programme	Extrait du document d'application
<p>Découverte sensorielle – Exploration des caractéristiques gustatives et olfactives de quelques aliments.</p> <p>Exploration du monde de la matière Il (l'enfant) peut ainsi s'exercer à modeler, tailler, couper, morceler, mélanger, assembler, fixer, transporter, transvaser, transformer en agissant sur des matériaux nombreux et variés. En rapprochant l'eau du robinet, la pluie, la neige, la glace, il commence à élaborer un premier niveau, très modeste, d'abstraction et à comprendre que ces diverses réalités renvoient à une même substance : l'eau. Il compare des mélanges : sirops, peintures. Cette exploration conduit à des dialogues avec l'enseignant qui permettent de repérer, classer, sérier, désigner les matières, les objets et leurs qualités.</p> <p>Découvrir le monde des objets, éducation à la sécurité La prise de conscience des risques occupe une place importante dans ce domaine d'activités : – Risques de l'environnement familier proche (objets dangereux et produits toxiques) ou plus lointain (risques majeurs).</p>	<p>Quel que soit le projet en cours, pas nécessairement à dominante scientifique, l'utilisation de matériaux variés est requise. L'enseignant cherche à développer une attitude réfléchie devant leur choix. Les exemples sont nombreux. La confection de vêtements (en vraie grandeur ou pour des jouets) destinés à protéger de la pluie conduit à s'interroger sur les notions de perméabilité et d'imperméabilité et débouche sur la comparaison de différents tissus entre lesquels il faut choisir.</p> <p>Il convient aussi de saisir ou de provoquer des situations dans lesquelles l'élève va agir sur la matière pour modifier ses propriétés en fonction de son projet. C'est le cas dans les activités culinaires où il faut décider de rajouter du sel ou du sucre pour modifier le goût d'une préparation, de la farine ou de l'eau pour changer la consistance d'une pâte. La fabrication de pâte à sel, outre son intérêt plastique, offre de même l'occasion d'éprouver les effets des bons et des mauvais dosages. Les mélanges de peintures conduisent à des résultats, fortuits dans un premier temps, mais qui peuvent être objectivés par une démarche plus méthodique...</p> <p>De nombreuses situations peuvent être saisies ou provoquées sans nécessairement donner lieu à un projet élaboré. Mais au-delà de la simple constatation, il est nécessaire de penser à leur exploitation. Exemples : à l'occasion de séances de natation, les élèves éprouvent les différences dans les déplacements dans l'air et dans l'eau. De retour en classe, des essais plus systématiques peuvent être menés en déplaçant différents objets de différentes formes dans des cuvettes d'eau.</p>
<p>Ces premières connaissances marquent le début d'un apprentissage qui sera poursuivi dans la scolarité ultérieure.</p> <p>– Au cycle 2 : l'eau (liquide) et la glace sont deux états d'une même substance. L'eau est liquide à une température supérieure à zéro degré et solide à une température inférieure à zéro degré. La matière n'apparaît pas et ne disparaît pas, même si, parfois, elle n'est pas perceptible.</p> <p>– Au cycle 3 : le principal objectif est de consolider la connaissance de la matière et de sa conservation. États et changements d'état de l'eau. Mélanges et solutions.</p>	

Des ateliers sur le thème de l'eau – une séquence en petite section

Le nombre d'élèves est à adapter en fonction du matériel et de l'équipement. En moyenne, quatre élèves au-dessus d'un bac à eau ou d'une grande cuvette apparaît raisonnable.

Chaque séance dure environ quarante-cinq minutes, introduction, rangements et bilan compris, ce qui équivaut à quinze minutes de manipulations effectives.

L'introduction et le bilan se font en classe entière. Ces moments restent nécessairement courts mais ils se reproduisent régulièrement pendant la période au cours de laquelle se déroule la progression. Les élèves y participent avec des investissements différents qui évoluent au fil des séances. Les répétitions, la verbalisation de ce qu'ils ont déjà vécu ou de ce qu'ils vivront ultérieurement, concourent aux apprentissages tant langagiers que scientifiques.

Séances	Question de départ	Principales attitudes recherchées	Activités conduites avec les élèves	Connaissances, savoirs et savoir-faire en jeu
Séance 1	Que se passe-t-il quand je joue avec de l'eau ?	Sécurité. Propreté. Respect des autres, du matériel.	Découverte sensible. Jeux avec les mains, avec des récipients variés (transvasement, immersion des récipients...).	Description des actions réalisées. Approche des propriétés de l'état liquide : « ça coule, ça mouille, ça déborde, ça se renverse... ».
Séance 2	Qu'est-ce que l'eau pour moi ?	Sécurité. Contrôle des actions pour opérer sur de petites quantités.	Comparaison de liquides, mobilisation des sens pour les analyser et les différencier.	Critères de reconnaissance de l'eau : couleur (elle n'est pas bleue !), opacité, transparence, odeur et éventuellement goût de l'eau. Acquisition d'une méthode. Prévention.
Séance 3	Quels bruits fait l'eau ?	Respect des conditions d'écoute.	Analyse d'un document audio. Identification de différents bruits de l'eau, dans la vie quotidienne, dans la nature.	Discrimination auditive. Première approche des caractéristiques d'un son.
Séance 4	Que fait l'eau avec d'autres matières ?	Recherche de la rigueur. Persévérance.	Expérimentation de mélanges avec des matières identifiées. Classements.	Description des mélanges observés. Approche des notions de dissolution, de mesure, de dosage. Acquisition d'une méthode.
Séance 5	Comment fait-on des glaçons ?	Formulation d'hypothèses, anticipation d'un résultat.	Découverte sensible de la glace. Fabrication de glaçons en utilisant des moules variés.	Approche du changement d'état solide/liquide de l'eau. Approche des différences entre état liquide et état solide.
<p><i>N.B.</i> - Les séances 1 et 2 sont autonomes. Les séances 3 et 5 sont « semi-guidées » avec, éventuellement, l'aide d'un aide-éducateur ou de l'ATSEM (agent territorial spécialisé dans les écoles maternelles). La séance 4 est guidée par l'enseignant.</p>				

Séance 1. Que se passe-t-il quand je joue avec de l'eau ?

Matériel

- Bac à eau transparent, divers récipients, de taille et de forme variées ;
- cuillères, fourchettes en plastique, vêtements de poupées ;
- entonnoirs, passoires ;
- tabliers imperméables, éponges, serpillières.

Consignes

« Jouez avec l'eau ; essayez tout le matériel que vous avez ; restez au-dessus du bac ; épongez si c'est nécessaire. »

Apprentissages langagiers

Description des actions (remplir, vider, transvaser, déborder, éponger...) et des états (sec, mouillé, humide...).

Apprentissages scientifiques

- Approche de l'état liquide de l'eau : elle coule ; elle passe à travers la passoire, à travers la serpillière...
- explicitation des déplacements de l'eau (en préparation de l'idée de conservation, il est important de suivre les déplacements de l'eau pour habituer peu à peu les élèves au fait qu'elle ne disparaît pas¹) : l'eau est dans cette bouteille, je la transvase dans ce bidon ; j'ai essuyé l'eau avec l'éponge, lorsque je presse l'éponge, l'eau coule ; etc.

Liens avec d'autres situations vécues à l'école ou dans la famille

L'enseignant encourage les élèves à établir des liens pertinents (un verre d'eau renversé à table qu'il faut éponger, la pluie qui mouille et qui passe à travers les vêtements...).

Prolongements possibles

L'explicitation des problèmes rencontrés (c'est difficile de tenir l'eau dans ses mains ; c'est difficile de jouer sans se mouiller, sans mouiller le sol) conduit à d'éventuels prolongements.

Avec quoi peut-on se protéger lorsqu'on joue avec l'eau ? (notions de perméabilité, d'imperméabilité ; test de différents tissus).

Avec quoi peut-on essuyer le sol ? (notion d'absorption, test de différents tissus, de différents papiers).

Séance 2. Qu'est-ce que l'eau pour moi ?

Introduction à la séance : prévention, éducation à la santé

Les produits préparés ne sont pas toxiques et sont dosés en petites quantités. Cela est expliqué aux enfants. Mais ils doivent aussi savoir, et c'est ce que le maître rappelle dans cette introduction, qu'ils ne doivent jamais goûter s'ils ne savent pas.

Matériel

- Plusieurs petites bouteilles contenant différents liquides plus ou moins épais, transparents, opaques, colorés (eau du robinet, eau gazeuse, eau et sucre, eau et extrait d'amande amère, eau et alcool de menthe, eau et citron, eau et sel, eau et vinaigre, eau et extrait d'anis, eau et huile...) et une ou deux bouteilles contenant de l'eau du robinet ;
- des gommettes bleues et des gommettes rouges ;
- des gobelets transparents, des seaux ;
- un pichet rempli au robinet par les enfants eux-mêmes.

1. Au cycle 1, on se limite aux cas où le phénomène d'évaporation n'intervient pas.

Consignes

« Trouvez l'eau du robinet parmi les petites bouteilles en vous servant des petites quantités de liquide et en comparant avec l'eau du pichet. Si ce n'est pas pareil, collez une gommette rouge sur la bouteille; si c'est pareil, collez une gommette bleue sur la bouteille. »

Apprentissages langagiers

Description de l'aspect (couleur, présence de bulles, claire, trouble, épais, fluide...) des saveurs (sucré, salé, piquant, amer, acide...), présence d'une odeur (« ça sent, ça ne sent rien, ça sent bon, ça sent mauvais »).

Apprentissages scientifiques

Approche d'une démarche : regarder (ce qui suffit à éliminer certains liquides), puis sentir, puis enfin goûter. Souvent, on n'a pas besoin de toucher.

Liens avec d'autres situations vécues à l'école ou dans la famille, éducation à la sécurité

Évocation des récipients contenant des liquides, trouvés à la maison, auxquels il ne faut pas goûter (liquide vaisselle, lessive, produits pour le nettoyage de la maison, produits pour le jardin...). Décodage des étiquettes et des symboles prévenant du danger.

Prolongements possibles

Jeux de reconnaissance de liquides à partir du goût, les yeux bandés (sirops, lait, eau...).

Séance 3. Quels bruits fait l'eau ?

Matériel

- Un enregistrement, réalisé à cet effet dans l'école, reproduisant des bruits d'eau familiers aux élèves (dix minutes). Il est intéressant d'avoir des « intrus » (chants d'oiseaux, voix humaine imitant le bruit de l'eau, son d'un instrument de musique...) et des reprises des mêmes sons avec des intensités sonores différentes;
- des photos ou des dessins illustrant les différentes situations enregistrées (douche, robinet, chasse d'eau, cuvette, arrosoir, tuyau d'arrosage, remplissage de verres...);
- des photos ou des dessins illustrant l'eau en dehors des enregistrements effectués (torrent, mer, pluie, fontaine...);
- des photos ou des dessins « intrus », évoquant le bruit de l'eau (piano, harpe, grelots, oiseaux...);
- une boîte pour les photos et les illustrations.

Consignes

« Écoutez la cassette et classez les photos ou les illustrations. Mettez dans la boîte ce que vous parvenez à entendre et laissez sur la table ce que vous n'entendez pas. »

Apprentissages langagiers

Caractérisation d'un son : fort, faible, aigu, grave, bref, long...

Apprentissages scientifiques

On approche ainsi les caractéristiques d'un son : intensité, hauteur, timbre.

Prolongements possibles

Utilisation d'enregistrement de bruits moins familiers (torrent, vagues...). Imitations possibles. Instruments de musique (maracas à eau, percussions sur des verres plus ou moins remplis). Jeux d'écoute. Comparaison du bruit d'une goutte qui tombe sur un couvercle, sur de la faïence ou sur un autre matériau. Imitation du bruit de l'eau : bruitage.

Séance 4. Que fait l'eau avec d'autres matières ?

Introduction à la séance

Différents produits se mélangent plus ou moins bien à l'eau. On évoque des situations vécues si possible à l'école (collation, cuisine, lavage) : « que se passe-t-il lorsqu'on met dans l'eau du sucre, du sirop, du sable, des bonbons, de la salade... ? » Les élèves s'expriment avec leurs mots : « ça disparaît, ça fond, la salade ça fond pas, etc. »

Matériel

- 4 petits pichets remplis d'eau ;
- 12 à 16 petits pots pour bébés transparents avec couvercle ;
- 4 bacs ou cuvettes basses ou plateaux de service ;
- 4 cuillères à café, 4 petites cuillères spatules à glace ;
- des étiquettes adhésives et un stylo bille ;
- des matières solides et liquides : farine, sucre, graines, bonbons, gâteaux, encre, peinture, craie, paillettes, papier, terre, sable, colle, herbe, écorce, café soluble, chocolat, lait, huile, craies grasses...

Consignes

« Mélangez un seul produit à l'eau dans un petit pot. Refermez bien le petit pot avant de l'agiter. Dicter-moi le nom du produit mélangé à l'eau pour l'écrire sur l'étiquette. Essayez les autres produits. Vous pouvez mettre beaucoup de produit dans un petit pot et peu dans un autre. Dans cet atelier, vous ne devez pas goûter. »

Rôle de l'enseignant

L'enseignant guide les élèves par ses questions (est-ce que les mêmes mélanges donnent les mêmes résultats ?). Il les accompagne dans leur réflexion, les incite à procéder avec soin, à compter le nombre de spatules du produit qu'ils ajoutent à l'eau.

Apprentissages langagiers

Tel produit se mélange, tel autre ne se mélange pas². Aspect du mélange obtenu : trouble, clair...

Apprentissages scientifiques

Première approche de la dissolution et de la saturation. Prise de conscience des contraintes liées à la reproductibilité (les mêmes causes produisent les mêmes effets) : nécessité de doser soigneusement. Approche de la mesure, du dosage.

Prolongements possibles

Lorsqu'on suit une recette (cuisine, pâte à sel, préparation d'encre pour les arts plastiques...) il faut respecter les quantités indiquées.

Séance 5. Comment fait-on des glaçons ?

Introduction à la séance

Que se passe-t-il lorsqu'on sort des glaçons du réfrigérateur ? Que peut-on faire avec ces glaçons ? Comment en fabriquer ?

Matériel

- Une réserve de glaçons (à ne sortir que petit à petit) ;
- des récipients divers pour faire des moules ;
- de la pâte à modeler (pour faire des moules ou pour être moulée dans les récipients).

Consignes

« Sortez les glaçons, jouez avec en utilisant vos mains et des récipients. »

2. En petite section, il est prématuré de vouloir introduire le terme exact « se dissoudre ».

Un peu plus tard, après la phase de découverte libre : « Peut-on fabriquer des glaçons ? Avec quoi ? Peut-on utiliser l'eau du glaçon qui a fondu pour refaire des glaçons ? »

Rôle de l'enseignant

Solliciter les hypothèses et les anticipations : « Comment peut-on faire des glaçons ? Est-ce qu'ils auront tous la même forme ? »

Adapter les consignes aux capacités des enfants. Beaucoup, en petite section, ne réussissent pas à faire des moules en pâte à modeler. On leur propose d'utiliser d'autres moules. On les incite aussi à remplir un moule avec de la pâte à modeler pour s'apercevoir plus tard qu'un même moule conduit à une forme unique, qu'on le remplisse d'eau ou de pâte à modeler (forme témoin).

Faire remarquer la transformation de la glace en liquide.

Apprentissages langagiers

Le glaçon, la glace (polysémie du mot : glace alimentaire, vitre...). Fondre, geler (polysémie).

Apprentissages scientifiques

Première approche des changements d'état de l'eau et de leur réversibilité.

Prolongements possibles

La neige : elle devient de l'eau mais à partir d'eau il n'est pas possible, à l'école, de refaire de la neige...

Des situations problèmes en petite ou moyenne section autour du transport de l'eau

Lorsque des ateliers d'exploration (libres et dirigés) sont mis en place régulièrement avec le souci des apprentissages comportementaux, les élèves, même en petite section, acquièrent l'attitude qui convient pour expérimenter et chercher. Cette dernière étant acquise (la condition est importante) on peut les confronter à des situations, appelées ici « situations problèmes » : une question étant soulevée, les élèves tâtonnent, cherchent, expérimentent, pour lui trouver la meilleure réponse. C'est l'activité expérimentale qui, au premier chef, valide les méthodes imaginées par les élèves.

Chacune des séances présentées ci-dessous consiste en la résolution d'une situation problème où il est question de transporter l'eau du bac à eau (ou d'une grande bassine) vers des cuvettes plus petites. Les consignes sont formulées par l'enseignant (au début) puis par les enfants qui, très vite, comprennent la logique de la séquence. Après une phase d'action, les séances se terminent par un bilan. Dans chaque cas, les acquisitions que l'on peut envisager seront précisées. Enfin, chaque séance se prolonge par l'élaboration de dessins que les élèves réalisent individuellement et qu'ils légendent en dictant à l'enseignant. Il est intéressant de prendre régulièrement des photos des élèves en train d'expérimenter car elles servent de supports à des séances de langage qui peuvent se dérouler à un autre moment de la journée. Les dessins auxquels sont adjointes les éventuelles photos prises pendant l'activité sont réunis en un grand livre d'expériences constitué collectivement et mis à disposition des élèves qui s'y plongent toujours avec grand intérêt. Ces prolongements très importants, qui peuvent avoir lieu systématiquement et éventuellement être communiqués aux parents, ne seront pas rappelés dans le descriptif de chaque séance.

Avec les mains

Il est très important que les enfants aient un contact physique avec l'eau. Les manipulations se font tout d'abord sans intermédiaire.

Consigne

« Transporter l'eau se trouvant dans le grand bac, dans de petites cuvettes vides disposées à quelques mètres. »

Exemples de comportements observés

Les enfants sont souvent déstabilisés par l'absence de matériel. Au début, certains n'osent pas toucher l'eau. Ils ne savent pas comment s'y prendre. Ils s'enhardissent, prennent l'eau dans le creux des mains et courent pour en perdre le moins possible. Ils rapprochent la cuvette du bac à eau. Certains coopèrent, l'un d'eux tenant la bassine au-dessus de l'eau et l'autre la remplissant avec ses mains.

Bilan, structuration

Les enfants expriment leurs actions, leurs difficultés : « J'ai mis les mains comme ça ». « C'est difficile ». Ils formulent des explications à leurs difficultés : « L'eau s'en va ». « L'eau coule » ; « Nos mains ont des trous. »

Avec du matériel

La mise en place et la consigne sont identiques à celles de l'activité précédente, mais les élèves peuvent utiliser différents outils plus ou moins adaptés : arrosoirs, bouteilles, verres, dinette, entonnoirs, tamis, bouteilles trouées (un trou ou plusieurs trous)... La liste n'est pas fermée. Les élèves peuvent aller chercher d'autres ustensiles auxquels ils pensent.

Exemples de comportements observés

Certains élèves persistent longtemps dans l'utilisation d'outils peu efficaces (récipients trop petits). D'autres essayent tout ce qui leur tombe sous la main, sans réflexion apparente. D'autres s'orientent assez rapidement vers des méthodes optimales (récipients de taille adaptée). Certains élèves prennent leur cuvette et vont la plonger dans le grand bac.

Bilan, structuration

Les élèves décrivent ce qu'ils ont fait : « Boucher le trou de l'entonnoir avec un doigt » ; « Se mettre à deux pour boucher les trous de la bouteille » ; « Courir, comme ça l'eau n'a pas le temps de partir. »

Puis l'enseignant les engage à formuler les raisons pour lesquelles certains outils sont plus efficaces que d'autres : « Certains outils ne marchent pas, ils ont des trous ». Ils nomment les outils, les décrivent, les comparent : « On peut boucher le trou de l'entonnoir, mais on ne peut pas boucher tous les trous du tamis. »

Trier les outils

Dès le début de l'école maternelle, il est fréquent d'habituer les élèves à utiliser des symboles pour signifier une réussite ou un échec. Ils font ici la même chose avec les outils mis à disposition pour transporter l'eau.

Consigne

« Essayer de transporter l'eau avec un objet. Ranger ceux qui fonctionnent dans une bassine, ceux qui ne fonctionnent pas dans une autre bassine. »

Structuration

Différents documents, à adapter selon l'âge des élèves et le moment de l'année, peuvent être imaginés pour conserver la trace des essais réalisés.

- Tri de photos : réalisation d'un panneau « fonctionne » et « ne fonctionne pas » ;
- document individuel : à partir d'images des objets (photos, dessins), affecter le symbole approprié ; variante : découpage, collage dans la bonne colonne ; etc.

Et avec moins d'eau... ?

Après les nombreuses manipulations de la troisième étape, les enfants ont appris à choisir le matériel adapté au transport de l'eau. De ce fait, ils remplissent rapidement les petites bassines et le niveau d'eau du grand bac diminue visiblement. Cela pose un

nouveau problème : les outils qui fonctionnaient le mieux auparavant (bouteilles, arrosoirs), deviennent peu pratiques.

Consigne

Le problème fait l'objet d'une formulation avec les élèves.

« Lorsque nous avons beaucoup d'eau, nous vidons avec nos outils. Maintenant, nous n'avons presque plus d'eau et certains outils ne fonctionnent plus. Comment finir de vider le grand bac avec les outils que nous avons? »

Exemples de comportements observés

Les élèves trouvent des solutions : ils prennent des objets plus petits qui peuvent toujours se remplir ; certains utilisent des petits récipients pour remplir les gros.

Bilan, structuration

Les élèves nomment les outils qui fonctionnent encore.

L'enseignant les guide dans des formulations plus complètes et plus complexes sur le plan de la langue. Ils expliquent pourquoi les gros récipients ne fonctionnent plus : « on ne peut plus enfoncer la bouteille parce qu'elle touche le fond. » Ils justifient leurs choix : « j'ai choisi la petite cuillère parce que l'arrosoir ne va pas. » Ils formulent des comparaisons : « la cuillère va mieux que l'arrosoir » ; « la cuillère va mieux que l'arrosoir parce qu'elle est plus petite ».

À travers ces dernières formulations, les élèves approchent la notion de capacité.

Il ne reste que quelques traces

L'étape précédente et ses conclusions introduisent le problème suivant : que faire, s'il ne reste que très peu d'eau, et qu'aucun outil ne fonctionne plus?

Consigne

« Enlever toute l'eau du grand bac et la transporter dans les petites cuvettes. »

Matériel

En plus des récipients utilisés jusqu'alors (qu'on conserve pour laisser malgré tout aux élèves la possibilité de les essayer) différents objets et matériaux plus ou moins adaptés (serpillières, éponges, papier absorbant, carton, papiers divers, feuilles d'aluminium, balayettes, raclettes...) sont proposés.

Exemples de comportements observés

Certains enfants ignorent le matériel et se servent de leurs mains. Mais grâce à l'expérience quotidienne, ils vont facilement vers les éponges et les serpillières. L'enseignant encourage les commentaires et les comparaisons avec le vécu familial. Il incite à essayer les autres outils et les autres matériaux. Il s'assure que les élèves pressent les différents matériaux et voient sortir l'eau. C'est important pour comprendre qu'elle y était entrée.

Bilan, structuration

Les élèves nomment les différents outils et verbalisent leurs actions : éponger, serrer... Ils décrivent ce qui se passe : « l'eau rentre dans l'éponge ; elle ressort quand on la serre ». Ils expliquent pourquoi le matériau convient, ou non : « L'eau ne rentre pas » ; « L'eau abîme le papier. »

Ces activités donnent aux élèves l'occasion de se familiariser avec la notion d'absorption. Il paraît toutefois prématuré de vouloir leur faire utiliser le vocabulaire scientifique (l'éponge absorbe l'eau).

Trier les matériaux

Les enfants ont déjà trié les différents objets. Ici, ils trient les différents matériaux (absorbants ou non).

Consigne

« Essayer de transporter l'eau avec l'un des matériaux. Le ranger dans la bonne bassine selon qu'il a fonctionné ou non. »

Structuration

On peut se reporter au paragraphe ayant traité d'une question voisine (trier les outils), les choix à effectuer étant du même ordre.

Prolongements possibles

Activité cuisine : confectionner un taboulé, afin de montrer des aliments qui gonflent sous l'action de l'eau : « l'eau rentre dans la semoule et ne ressort pas. »

Comparer le transport de l'eau et celui des cailloux : les outils les mieux adaptés ne sont pas les mêmes. Les élèves approchent par le vécu les différences entre état solide et état liquide.

Mettre en relation la grosseur du récipient, l'effort nécessaire et le nombre de voyages : « Avec un gros récipient c'est plus lourd mais on fait moins de voyages ; avec un petit récipient, c'est moins lourd, mais on fait plus de voyages. »

Approche de la mesure : combien de récipients faut-il pour remplir une cuvette ?, etc.

Une séquence en grande section – approche du phénomène de dissolution

Au début de l'école maternelle un enfant sait bien qu'un objet qui disparaît de ses yeux n'a pas cessé d'exister. Il peut par exemple faire un caprice pour qu'on lui rende le jouet qu'on vient de ranger. Tout se passe comme s'il était capable du raisonnement suivant : « Je sais que ce jouet existe encore ; il n'a pas disparu même si je ne le vois plus. » Bien sûr, l'enfant ne mène pas réellement ce raisonnement de manière consciente. On peut dire toutefois qu'il maîtrise l'idée de permanence de l'objet. Il est incapable de la mettre en mots, mais ses actes en attestent. Nous dirons que l'enfant utilise ou met en œuvre un début de raisonnement conservatif (consciemment ou non). Le terme *conservatif* renvoie à la permanence de la matière et à sa conservation, propriété fondamentale en physique et chimie classique (« Rien ne se perd, rien ne se crée » disait Lavoisier).

Les objets ne sont que des cas particuliers parmi les nombreuses formes que prend la matière. Ils sont visibles, possèdent une forme caractéristique qui ne change pas ou très peu. Lorsqu'ils sont rangés dans un meuble, ils conservent toutes leurs caractéristiques. Dans cette séquence, nous nous intéressons au phénomène de dissolution. Lorsqu'elle est dissoute, la matière change d'apparence. Un morceau de sucre dissous dans l'eau ne se voit plus. Pourtant, l'eau est transparente. On voit à travers elle. Pourquoi ne voit-on pas le sucre ? A-t-il disparu ? Un adulte sait qu'une substance dissoute n'a pas disparu, même si elle n'est plus visible. Son système cognitif a parfaitement intégré la conservation de la matière et il sait que sa validité est générale, quelles que soient les apparences. Vers 4 ou 5 ans, l'enfant a acquis la conservation dans certains cas particuliers, notamment lorsqu'elle ne remet pas en cause ses perceptions immédiates. Mais ce n'est pas encore, pour lui, une propriété générale.

Pour aider les élèves à progresser dans la voie de la conservation, même lorsque les apparences sont contraires, l'idée est d'exploiter quelques situations dans lesquelles les sens (la vue, le goût) peuvent encore servir de point d'appui. Le goût de l'eau sucrée est un indice (et non une preuve) de la non-disparition du sucre. La séance 4 « Que fait l'eau avec d'autres matières ? » présentée dans la séquence en petite section fournit un exemple d'exploitation de cette idée.

La séquence présentée ici va dans le même sens en proposant de s'appuyer sur la vue. On propose d'utiliser, comme matériau principal, des bonbons (bien connus des enfants de cet âge) dont le cœur en chocolat est enrobé de sucre (de couleur blanc) puis d'un glaçage de couleur variée (ils seront nommés par la suite « bonbons enrobés » ou tout simplement « bonbons »). La dissolution de cette enveloppe extérieure colorée communique sa couleur à l'eau, ce qui occasionne les différentes activités présentées ci-dessous qui,

dans une phase de synthèse, sont mises en relation avec le comportement d'autres substances (en particulier du sel et du sucre manipulés au cours des ateliers). Le sucre, le sel, l'enveloppe des bonbons se dissolvent dans l'eau; le sucre et le sel disparaissent de la vue mais le goût reste présent; l'enveloppe des bonbons disparaît (on ne la distingue plus en tant que telle) mais la couleur reste présente. Le point d'appui sensoriel (goût, couleur) et le parallélisme établi entre des substances différentes peut contribuer à un début de construction du concept de dissolution.

Précaution

Les bonbons enrobés utilisés sont des produits alimentaires. Les substances qui se dissolvent dans l'eau ne se conservent pas (des moisissures apparaissent rapidement). Il ne faut donc pas chercher à conserver les solutions obtenues, pas même d'un jour sur l'autre. Le nettoyage doit être systématiquement effectué à la fin de chaque activité.



Gratter les bonbons pour les rendre blancs

Des bonbons enrobés sont décolorés en les passant sous l'eau et séchés avant l'arrivée des enfants. Ils sont négligemment mis en évidence sur une table.

Exemple de déroulement

Les élèves découvrent les bonbons et réagissent immédiatement: « Ils sont blancs; ils n'ont plus de couleur. » L'enseignant prend un air catastrophé: « On a volé la couleur des bonbons! » Les élèves ne sont pas dupes et fournissent immédiatement une explication: « Quand on les suce, ils deviennent blancs... »

L'enseignant explique qu'il ne les a pas sucés (ce ne serait pas propre) et, prenant une attitude énigmatique, il met ses élèves au défi de trouver des idées pour enlever leur couleur. Les hypothèses sont relevées. Exemples: cracher dessus; gratter; frotter; laver avec de l'eau, du savon, du « produit à vaisselle »... On se met d'accord pour refuser certaines solutions (cracher dessus) et on décide de tester les autres en commençant par l'idée de gratter. Il reste à choisir avec quoi. Différentes propositions sont retenues: les ongles, des ciseaux, des fourchettes et des couteaux du coin cuisine, des tournevis ou des râpes du coin bricolage...

Les élèves s'affairent. L'enseignant se joint à eux, gratte lui aussi ses bonbons, sollicite les réactions, encourage les discussions entre élèves.

Exemple de discussions.

- « C'est difficile »;
 - « La couleur, elle ne part presque pas »;
 - « Moi j'y suis arrivé, on voit un peu le blanc »;
 - « Le mien, il s'est cassé. On voit le chocolat, et aussi le blanc »;
 - « La couleur, elle va sur la table »;
 - (Enseignant) « Oui, les débris de bonbons vont sur la table. De quelle couleur sont-ils? »; etc.
- L'enseignant aide à l'amélioration des formulations (ce n'est pas la couleur qui tombe sur la table, mais les débris colorés) et à l'enrichissement du vocabulaire (débris, poussière, morceaux, poudre...).

Aboutissement

Les élèves, éventuellement guidés par les questions de l'enseignant, devraient réussir à formuler une phrase rendant compte du déplacement de la matière: « En grattant, on casse l'enveloppe des bonbons. Les petits morceaux colorés tombent sur la table. »

Laver la couleur, oui mais avec quoi ?

Il s'agit maintenant d'essayer la deuxième idée : laver la couleur avec de l'eau, du savon, du produit à vaisselle. L'activité se fait autour d'un « coin-eau » aménagé. C'est l'enseignant qui fournit le savon et le produit à vaisselle au moment où les élèves le demandent, en veillant à ce que les solutions restent diluées.

Exemple de déroulement

L'enseignant laisse les élèves tâtonner. Il ne cherche pas à leur faire adopter une démarche méthodique qui serait prématurée pendant les premiers moments de l'atelier. Il les aide à repérer les différentes phases de la décoloration : l'enveloppe extérieure colorée se dissout, puis la partie blanche. Si l'on prolonge le jeu, on aboutit au cœur du bonbon constitué de chocolat dont la dissolution colore immédiatement l'eau d'une teinte marron sombre.

Tous les enfants réussissent à décolorer leurs bonbons. Ils remarquent également que l'eau perd sa couleur transparente : « Elle devient toute sale. » En fait, la dissolution des colorants de toutes les couleurs aboutit à une teinte marron peu engageante... Les élèves prennent beaucoup de plaisir dans cette activité mais, et c'est tout à fait normal, ils manipulent sans la moindre méthode. Tous les produits sont essayés et mélangés si bien qu'on ne sait pas si une solution est plus efficace qu'une autre. On décide donc de mettre en place trois postes de travail pour mener de nouveaux essais de manière plus méthodique : dans le premier on teste seulement l'eau, dans le second l'eau savonneuse et dans le troisième, l'eau additionnée d'un peu de produit à vaisselle. Les élèves passent à tour de rôle sur tous les postes.

Aboutissement

Les élèves formulent leurs observations en adoptant un vocabulaire approprié (coloré, décoloré) : les bonbons se sont décolorés ; l'eau s'est colorée ; l'eau s'est colorée en marron. Au final, il s'agit de bien établir la corrélation entre la décoloration des bonbons et la coloration de l'eau : c'est parce que les bonbons se sont décolorés que l'eau s'est colorée.

Colorer l'eau en une teinte prévue à l'avance

Exemple de déroulement

L'enseignant fait rappeler l'activité précédente, et met l'accent sur la couleur de l'eau. D'où vient sa couleur marron ? Les avis ne manquent pas : « C'est de la saleté ; c'est parce qu'on ne s'est pas lavé les mains ; c'est le chocolat qui est dedans », etc. À ce stade, les élèves ne comprennent pas, en général, que la teinte marron vient du mélange de toutes les autres couleurs. La première étape consiste à vérifier les différentes hypothèses.

On va se laver les mains.

On enlève les bonbons dès qu'ils se sont décolorés, avant d'arriver au chocolat.

L'eau obtenue est plus claire, mais sa couleur est toujours dans les teintes marron.

L'enseignant déplace légèrement le problème : « Et si l'on voulait obtenir de l'eau jaune, comment pourrait-on faire ? » Les réponses évoluent facilement vers l'idée attendue : « Il faudrait ne prendre que les bonbons jaunes. »

On trie les bonbons selon leur couleur et les élèves vont les laver dans un petit pot transparent. Ces derniers sont rassemblés à la fin des activités, ce qui permet de valider l'idée initiale.

Aboutissement

On rappelle la conclusion de la veille : les bonbons se décolorent et, en même temps, l'eau se colore.

On la complète : si les bonbons sont rouges, l'eau se colore en rouge.

Si on mélange des bonbons de toutes les couleurs, l'eau se colore en marron.

En grande section, les enfants peuvent en général mettre cette conclusion en relation avec les mélanges de peinture : en décolorant des bonbons jaunes et des bonbons bleus, on obtiendra peut-être de l'eau verte... Bien sûr, il est important de vérifier ces hypothèses si elles se présentent.

Comparer sucre, sel, bonbons et autres matières

Lors d'ateliers consacrés à l'eau et menés à la même période, les élèves ont mélangé des substances diverses à l'eau. Ils ont constaté que certaines « se mélangent³ » et d'autres non. Ils ont pu observer, à l'œil nu et même à la loupe, de petits morceaux de sucre « disparaître » dans l'eau. Bien sûr, il leur a été suggéré de goûter pour percevoir que le sucre, bien qu'invisible n'avait pas disparu. Mais une occasion n'est jamais suffisante pour installer durablement les apprentissages. Les activités menées sur les bonbons donnent l'occasion de revenir sur l'idée de dissolution, de l'enrichir par d'autres exemples, et de mieux la structurer.

Exemple de déroulement

Le maître prépare différentes matières contenues dans des récipients appropriés : du sel, du sucre en poudre, un bonbon enrobé, du lait en poudre. Chaque élève dispose en outre de petits récipients transparents contenant de l'eau. Les élèves commencent à gratter le bonbon de manière à obtenir des débris colorés. Ils mélangent ensuite chaque substance à l'eau et observent ce qui se passe. L'enseignant les engage à s'exprimer : « Qu'est-ce qui est pareil, qu'est-ce qui n'est pas pareil ? »

Aboutissement

Les discussions et les reformulations aboutissent aux idées suivantes.

Au début, on voit les grains de sel, de sucre, les débris colorés du bonbon, et la poudre du lait. Ensuite, on ne les voit plus.

Pour le sucre et le sel : on ne les voit plus mais si on boit, on sent le goût.

Pour les débris de bonbons : on voit la couleur et si on boit on sent un peu le goût.

Pour le lait en poudre : on voit la couleur blanche.

Il est difficile d'aller plus loin et de vouloir convaincre les élèves de la conservation de la matière. À l'école maternelle, l'importance de la perception immédiate l'emporte sur tout autre argument. La construction cognitive de la conservation de la matière sera poursuivie à l'école élémentaire. On pourra, par exemple, retrouver les substances dissoutes par évaporation. Ce n'est qu'en fin de cycle 3 qu'on peut espérer avoir installé, chez les élèves, des raisonnements conservatifs stables qui seront exploités au collège.

Conditions de la mise en œuvre des séquences

L'objectif général est de réussir à développer chez l'élève une attitude de « chercheur ». Pour se faire, la forme des activités va évoluer au cours de l'année de manière à développer progressivement les comportements indispensables pour aborder de véritables ateliers scientifiques avec toute l'autonomie requise.

Évolution des formes d'activité

Exploration libre ; exploration dirigée par des consignes de l'enseignant portant sur la tâche à effectuer et sur les observations à mener ; tâtonnement expérimental pour explorer des propriétés plus précises ; confrontation à des situations de recherche, nécessitant essais, erreurs et communication entre élèves.

C'est à travers les ateliers d'exploration libre et dirigée que les objectifs comportementaux sont prioritairement développés. Les objectifs scientifiques sont plus efficacement poursuivis dans un second temps par des activités plus ouvertes (tâtonnement expérimental et situations de recherche). La progression est à penser sur l'année. Il est possible d'engager des élèves dans des situations de recherche dès la petite section (voir par exemple la partie « Des situations problèmes en petite ou moyenne section autour du transport de l'eau »).

Repères sur les objectifs comportementaux à développer

Respecter les camarades et l'organisation du groupe. Respecter les règles d'hygiène et de sécurité. Contrôler ses actions. Évoluer de manière autonome dans le milieu préparé et balisé par l'enseignant. Accepter de rentrer dans un processus d'apprentissage ; aller au bout de la tâche ; accepter de recommencer ; fixer son attention ; rechercher la qualité. Accepter les autres, communiquer, proposer, rendre compte, montrer ses trouvailles, aider et accepter d'être aidé...

3. terme employé avec les élèves pour dire se « dissolvent ».

Rôle de l'enseignant

La présence de l'enseignant n'est pas constante dans chacun des ateliers en même temps. Les ateliers d'exploration libre, puis d'exploration guidée nécessitent une présence moindre de sa part. En début d'année, au moment où les enfants sont moins autonomes, ces ateliers prennent place le plus opportunément. Lorsque les élèves sont confrontés à des tâches plus complexes, puis à des situations où ils doivent rechercher et tâtonner, la présence de l'enseignant devient davantage nécessaire pour les guider et pour relancer l'activité à partir de nouvelles questions. Si les élèves ont acquis au cours des premières périodes de l'année une autonomie suffisante, le maître pourra organiser des ateliers fonctionnant en autonomie pendant qu'il animera et fera évoluer une situation particulière.

Exploitation

Les séances se terminent par un moment de bilan où l'on échange les trouvailles et où l'on compare les différentes solutions expérimentées. C'est un important moment de langage (acquisition d'un vocabulaire plus précis, formulations plus justes). Le plus facile, pour un jeune élève d'école maternelle, est de verbaliser ses actions (j'ai fait ceci, puis cela...). Il est utile de l'aider à se décentrer et à formuler des propositions plus générales portant sur un objet, une matière, un phénomène, une propriété (l'eau est comme ceci; elle se comporte comme cela...). Complémentaire des activités vécues, la verbalisation est nécessaire pour que s'installent les premières acquisitions scientifiques. Des traces visuelles et écrites (panneaux, photographies, dessins, textes dictés à l'adulte...) prolongent et complètent ces moments de bilan et contribuent, eux aussi, aux apprentissages.

Précautions

Les exigences de sécurité imposent une vigilance particulière de la part de l'enseignant qui veillera en particulier à prévenir les élèves contre les risques inhérents à la manipulation d'eau dans des bassines, de glaçons dont il veillera à ce que la température ne soit pas trop basse et de produits non consommables.

Bibliographie

La bibliographie de la version cédérom de cette séquence est complétée par une sélection d'albums, de vidéo et autres supports destinés aux élèves.

– *L'Éducation enfantine* n° 6, février 2000.

Cahier 2-6 ans. Fiches sur le thème de la neige.

– Nesteroff A., et Bernardis M.A., *Le Grand Livre de l'eau*, La manufacture/Cité des sciences et de l'industrie, 1990.

Cet ouvrage est épuisé, mais consultable dans de nombreuses bibliothèques.

– Parent-Schaeber Y., «L'Eau potable: le temps des responsabilités», *Textes et documents pour la classe*, n° 677, 1994.

– Pedoya C., *La Guerre de l'eau: genèse, mouvements et échanges, pollutions et pénuries*, Frison-Roche, 1990.

Sources

Travaux expérimentés à Issy-les-Moulineaux dans l'école maternelle des acacias, à Vaulx-en-Velin dans la classe de moyenne section de l'école maternelle Martin Luther King et à Seynod dans la classe de grande section de l'école de la Jonchère.

Une partie du travail a trouvé son inspiration sur les sites Internet suivants : www.ac-grenoble.fr/savoie/Disciplines/Sciences/Index.htm et www.innopale.org

L'air est-il de la matière ?

La séquence présentée ci-après concerne l'étude de la matière en fin de cycle 2 ou début de cycle 3 (CE1-CE2). Elle se réfère à la fiche connaissance n° 3, « Air », et aux séquences vidéo fournies avec le cédérom. En référence à la partie « Repères pour la mise en œuvre d'une séquence » de l'introduction, les moments clés de chaque séance y sont illustrés par une courte vidéo.

Cette séquence a été mise en œuvre dans le cadre d'un projet des classes du niveau CE1-CE2. Par projet, il convient d'entendre un ensemble d'activités liées à la recherche, par les élèves, de réponses possibles à une problématique construite collectivement. On distinguera :

- la problématique de l'enseignant : comment convaincre ses élèves de la matérialité de l'air ;
- la problématique des élèves qui oriente leur travail lors de chaque séance. C'est à partir de la situation de départ proposée aux élèves par l'enseignant, sous forme de questions/défis au début de chaque séance, que ceux-ci vont découvrir des questions qu'ils ne se seraient pas posés sans ces situations et à partir desquelles, après reformulation, vont pouvoir émerger des problèmes dont la résolution constituera pour eux l'enjeu de la séance.

C'est au cours de ces activités que les élèves vont peu à peu construire les concepts visés (ici l'air est de la matière au même titre que l'est un solide ou un liquide.) Les pratiques langagières, tant orales qu'écrites, relatives à la pratique expérimentale sont privilégiées dans cette démarche. Elles engendrent une activité récurrente d'analyse et de réflexion, et participent ainsi à la conceptualisation.

Ce document, outre son objectif conceptuel sur la matérialité de l'air, se propose d'illustrer :

- la possibilité pour un enseignant de gérer les différentes phases de ce type d'activités ;
- la capacité des élèves à imaginer une expérience, la mettre en œuvre et en tirer des informations pertinentes même lorsque l'expérience ne « vérifie » pas les hypothèses initiales ;
- la place et le rôle des différents écrits produits au cours des activités (gestion sur le long terme du carnet d'expériences).

La place dans les programmes

- Au cycle 1 : l'élève entre en relation avec le monde par les sens. Les activités proposées lui permettent de développer sa perception, notamment tactile. En ce sens, le vent (air en mouvement) constitue une première approche de l'existence de l'air. La fabrication raisonnée d'objets utilisant le vent (moulinet...)¹ peut venir en appui pour établir cette existence.
- Au cycle 2 : la découverte du monde de la matière se poursuit. Des matières solides ou liquides ont été rencontrées, manipulées, certaines de leurs propriétés découvertes. Les élèves vont maintenant progressivement établir l'existence d'une matière qui n'est pas visible, qui peut se conserver, se déplacer, agir même immobile. Cette matière, ils la retrouveront aussi lors de l'étude des cinq sens ou des manifestations de la vie chez les animaux (conditions pour réaliser un élevage, étude des modes de déplacement, comme le vol des oiseaux).

Extraits du programme	Extraits du document d'application	
<p>La matière</p> <p>– Prise de conscience de l'existence de l'air, première manifestation d'une forme de la matière distincte du solide et du liquide (l'étude de la matérialité de l'air et la construction de l'état gazeux sont poursuivies au cycle 3).</p>	Compétences spécifiques	Commentaires
	<p>Être capable de mettre en évidence que les espaces couramment qualifiés de « vides » sont remplis d'air. Savoir réaliser et interpréter quelques situations simples mettant en œuvre les règles suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> – l'air peut se déplacer ; – l'air ne disparaît et n'apparaît pas : s'il semble disparaître d'un lieu, c'est qu'il s'est déplacé vers un autre lieu. Savoir que le vent est de l'air en mouvement. 	<p>Au début du cycle 2, les élèves sont capables de formuler des raisonnements relatifs à la conservation de la matière pour des substances solides ou liquides ; l'objectif est de les amener à construire des raisonnements analogues dans le cas de l'air. On s'appuie en premier lieu sur des situations où l'air se manifeste de façon perceptible, l'objectif est de reconnaître la présence de l'air même lorsqu'il est immobile.</p>

- Au cycle 3 : l'étude de la matière est poursuivie : l'air, son caractère pesant. Le fait que l'air soit pesant (ait une masse) va être établi, une autre matière invisible, la vapeur d'eau, va être rencontrée. La notion d'état gazeux se construit peu à peu. Des considérations sur l'adaptation des êtres vivants à leur milieu permettent de considérer l'air (respiration, circulation) d'un point de vue vital.
- Au collège : une propriété de l'air en tant que gaz est mise en évidence, la compressibilité. L'étude de l'air d'un point de vue chimique (combustions, modèle particulaire), permet d'approfondir la connaissance de la matière. La rencontre d'autres gaz (dioxygène, diazote) tant en chimie qu'en sciences de la vie permet d'avancer dans la construction de la notion d'état gazeux. Enfin, des études comme celles des végétaux chlorophylliens et des conditions d'élevage des animaux conduiront à considérer l'air en tant que milieu de vie.

Connaissances et savoir-faire que l'on souhaite voir acquis ou en cours d'acquisition par les élèves à l'issue de la séquence

- Savoir différencier les états de la matière par quelques-unes de leurs propriétés.
- Avoir commencé à prendre conscience de l'existence d'un nouvel état de la matière : l'état gazeux. L'air est de la matière à l'état gazeux.
- Savoir imaginer puis mettre en œuvre un protocole expérimental pour répondre à une problématique.
- Mettre en œuvre les premières étapes d'une démarche expérimentale.

1. La construction d'une girouette fait l'objet de la séquence « Comment savoir d'où vient le vent ? » qui est destinée au cycle 3.

Un déroulement possible de la séquence

Séances	Question de départ	Activités conduites avec les élèves	Connaissances, savoirs et savoir-faire en jeu	Activités langagières
Séance 1	Qu'y a-t-il dans les sacs cachés dans les cartons ?	Manipuler les sacs contenant différents matériaux sans les voir, sentir, éprouver des perceptions, les caractériser, les nommer, puis les communiquer et les confronter à celles ressenties par leurs camarades.	Une approche sensorielle des états de la matière. Différencier ces états par quelques-unes de leurs propriétés : rigide, solide, mou, lourd, léger, conductibilité thermique (sensation de froid ou de chaud), etc.	Verbaliser ce que l'on sent (nommer, décrire). Construire une trace écrite collective.
Séance 2	Que savons-nous sur l'air ?	L'enseignant organise une discussion collective sur les idées des élèves sur l'air : où y en a-t-il ? à quoi sert-il ?, etc.	Représentations des élèves sur l'air. Prise de conscience du fait que tout le monde dans la classe n'est pas d'accord sur l'existence de l'air, les endroits où il y en a, son rôle, etc.	Débattre avec ses camarades. Exprimer les concepts spontanés construits dans l'expérience familière. Construire une trace écrite collective par mise à distance des concepts spontanés.
	Peut-on attraper de l'air ?	Imaginer un moyen de remplir un sac avec de l'air : ouvrir le sac dans la classe ; souffler dedans ; courir dans la cour avec le sac ; etc.	Savoir réaliser une expérience simple : ouvrir le sac, le remplir d'air, le sceller. L'air existe et est de la matière puisqu'on peut l'attraper et en remplir un récipient.	Verbaliser un protocole d'expérience.
Séance 3	Comment prouver que le sac contient quelque chose ?	Imaginer une expérience pour répondre à la question de départ. Par analogie avec des situations de la vie quotidienne, les élèves proposent de « vider » le sac après l'avoir percé. Ils pensent sentir l'air sortir. L'échec constaté de l'expérience précédente conduit l'enseignant à organiser un débat pour permettre aux élèves de surmonter cet échec en imaginant de nouvelles expériences.	Réaliser une expérience selon un protocole établi. Savoir en tirer des informations. Reconnaître qu'une expérience « ne marche pas » : l'air n'est pas une substance palpable comme un solide ou un liquide. Première distinction état gazeux/état liquide. Remettre en cause son protocole pour en élaborer un nouveau.	Rédiger par écrit un protocole d'expérience par petits groupes. Le présenter à l'ensemble de la classe et l'argumenter.
Séance 4	Comment récupérer l'air du sac ?	Imaginer une nouvelle expérience. La mettre en œuvre et la modifier si nécessaire pour transvaser l'air du sac dans une bouteille remplie d'eau.	Mise en œuvre effective d'une démarche expérimentale. L'air peut se transvaser : c'est de la matière.	Rédiger un protocole expérimental. Rédiger un compte rendu d'expérience.

Séance 1. Qu'y a-t-il dans les sacs cachés dans les cartons ?

Par le toucher, les élèves vont tenter une différenciation des matières selon leur expérience personnelle.

Phase 1

L'enseignant dispose dans des cartons au fond de la salle quatre sacs en plastique contenant : 1.) de l'eau ; 2.) du sable ; 3.) de l'air ; 4.) une briquette. Il propose à ses élèves de manipuler sans les voir les quatre sacs et de deviner ce qu'il y a dans chacun d'eux². Les élèves vont à tour de rôle au fond de la classe, manipulent les sacs, décrivent leurs perceptions et les notent sur un document qui constituera leur trace écrite personnelle³.

	SAC 1	SAC 2	SAC 3	SAC 4
Qu'ai-je ressenti ?	du froid	mou	dit rien	du dur
Qu'est-ce que c'est ?	de l'eau	du sable	de l'air	de la pierre
Mon dessin				

Figure 1. Chaque élève garde la trace de son activité.

Phase 2

Quand tous les élèves sont passés à l'atelier manipulation, une discussion collective⁴ guidée par le maître permet de faire la synthèse de ce que l'on a ressenti (travail sur l'objectivation des perceptions) et de caractériser ce qui est contenu dans le sac 3 (l'air) en référence aux états déjà connus de la matière, état solide, état liquide⁵.

Cette phase fait apparaître un problème pour les élèves : le contenu du sac 3⁶. La discussion entre les élèves porte sur « Est-il vide ? », « Est-ce du rien ? » (voir la trace écrite ci-dessus) ou bien « Est-ce comme les autres mais pas pareil ? », « Plus léger ? ».

La validation se fait bien sûr par l'ouverture des sacs. Pour le sac 3, comme rien ne « sort » du sac, les discussions reprennent de plus belle⁷.

À la suite de cette discussion, un document collectif est élaboré sous l'autorité scientifique du maître⁸ précisant quelques caractéristiques distinguant les deux états de la matière déjà connus de l'état de ce qui est dans le sac 3 (impossibilité d'arriver à un aplatissement complet du sac, constat qui indique « qu'il y a quelque chose »). Les élèves sont

2. Vidéo 1, séance 1.

3. Vidéo 1, séance 1.

4. La formulation du questionnement, travail guidé par le maître. Voir « Canevas d'une séquence », partie « Repères pour la mise en œuvre d'une séquence » de l'introduction.

5. Vidéo 2 et 3, séance 1.

6. L'élaboration des hypothèses et la conception de l'investigation à réaliser pour valider/invalidier, formulation orale d'hypothèses dans les groupes, formulation orale et/ou écrite par les élèves de leurs prévisions.

7. Vidéo 4, séance 1.

8. L'acquisition et la structuration des connaissances, comparaison et mise en relation des résultats obtenus dans les divers groupes, confrontation avec le savoir établi.

ensuite invités à proposer des exemples d'autres matériaux entrant dans les trois catégories ainsi apparues⁹. Cette phase participe à l'élaboration et à la structuration des connaissances¹⁰.

Séance 2. Que savons-nous sur l'air, peut-on en attraper ?

Les élèves sont conduits à manipuler, donc à considérer comme matériel, un « quelque chose » appelé « air ».

Phase 1

L'enseignant demande à un élève de rappeler ce qui a été fait lors de la séance précédente et invite les élèves à revenir sur les questions que la classe s'était posées, pendant la séance, à propos de l'air¹¹.

L'objet du débat n'est pas de trouver des réponses immédiates à toutes les questions des élèves (d'ailleurs certaines d'entre elles ne relèvent pas du niveau de l'école élémentaire) mais d'amener tous les élèves à prendre conscience de l'ensemble des questions que l'on peut se poser à son sujet : « Que peut-on faire avec de l'air ? peut-on le toucher ? y en a-t-il partout ? existe-t-il des endroits où il n'y en a pas ? »¹².

La discussion peut porter sur sa présence ou son absence dans la cour (« il y en a, c'est sûr »), dans la classe (« sûrement parce que sinon on ne pourrait pas respirer »), dans le placard (il n'y a plus unanimité, surtout si celui-ci est entr'ouvert car « alors l'air peut s'échapper »)¹³. Une trace écrite collective, recensant les différentes questions qui ont été abordées se construit peu à peu. Mise au propre par l'enseignant, elle figurera dans le carnet d'expériences (voir la trace écrite collective, séance 4).

À la fin de cette phase, l'enseignant propose aux élèves « d'attraper de l'air » au moyen de sacs en plastique.

Phase 2

Les élèves « remplissent » les sacs dans la cour, dans la classe, mais aussi dans le placard. Les sacs, une fois remplis, sont étiquetés par chaque élève qui y inscrit son nom¹⁴ ainsi que le lieu où le sac a été rempli d'air.

Séance 3. Comment prouver que le sac contient quelque chose ?

Mettre en évidence la présence de l'air, c'est affirmer son existence.

Phase 1

L'enseignant propose aux élèves¹⁵, organisés par petits groupes, d'imaginer une expérience qui prouverait que le sac n'est pas vide mais contient bien quelque chose¹⁶.



Figure 2. Une proposition d'expérience qui ne donnera pas le résultat escompté.

9. Vidéo 5, séance 1.

10. L'acquisition et la structuration des connaissances.

11. Le choix d'une situation de départ, caractère productif du questionnement auquel peut conduire la situation.

12. La formulation du questionnement, travail guidé par le maître.

13. Vidéo 1, 2 et 3, séance 2.

14. Vidéo 5, séance 2.

15. Le choix d'une situation de départ, caractère productif du questionnement auquel peut conduire la situation.

16. Vidéo 1, séance 3.

Les élèves commencent par proposer des expériences¹⁷ dans lesquelles il s'agit de « vider » le sac (la poche) pour mettre cet air en évidence.

Ces propositions d'expériences sont faites sur des affiches et/ou sur le carnet d'expériences, puis elles sont présentées à la classe.



Figure 3. Un autre protocole fondé sur une conception erronée de la matérialité de l'air.



Figure 4. Un protocole qui sera repris après discussion avec toute la classe.

Phase 2

Après réalisation des expériences, si les élèves constatent que « ça ne marche pas », l'enseignant gère la discussion collective pour comprendre les raisons de ces échecs¹⁸. Les élèves reviennent sur l'idée « L'air, on ne peut pas le voir ». L'enseignant substitue à « le voir » l'expression « le mettre en évidence ». Le concept se construit progressivement, au gré des expériences vécues de chacun (dans mon bain, à la piscine...): il faudrait faire des bulles¹⁹.

Mais ce n'est pas aussi simple. Si très rapidement tous les groupes s'accordent sur la nécessité d'utiliser une bassine avec de l'eau, encore faut-il savoir comment opérer.

L'idée, chez les enfants de cet âge, que l'air allait s'écouler du sac percé vers la bassine d'eau, est souvent observée, comme on peut le constater dans l'extrait du carnet d'expériences ci-contre.

Phase 3

La solution trouvée ne donnant pas le résultat escompté, les élèves peuvent envisager d'immerger le sac dans l'eau et de le crever sous l'eau pour voir apparaître les bulles.

La réalisation par tous les groupes de cette expérience « qui marche »²⁰ provoque une joie intense chez les élèves, véritables moments d'euphorie²¹ où, après les échecs et les espoirs déçus, tous les élèves réussissent enfin à mettre en évidence ces fameuses bulles qui s'échappent du sac.

17. L'élaboration des hypothèses et la conception de l'investigation à réaliser pour les valider/invalidier.

18. L'investigation conduite par les élèves.

19. Vidéo 2, séance 3.

20. L'investigation conduite par les élèves, reproductibilité de l'expérience (relevé des conditions de l'expérience par les élèves).

21. Vidéo 3, séance 3.

Séance 4. Comment récupérer l'air du sac ?

L'air, maintenant considéré comme étant de la matière, va faire l'objet de manipulations diverses.

Phase 1

La situation de départ, proposée par l'enseignant²², consiste à demander aux élèves de recueillir ces bulles d'air dans une bouteille en plastique ou tout autre récipient au choix. Avant de lancer les investigations par petits groupes, le maître fait rappeler par les élèves les principales étapes dans l'élaboration d'un protocole expérimental (formulation précise de la question à laquelle on va chercher à répondre, hypothèses envisagées, matériel nécessaire, protocole d'expérience proprement dit). Cette mise au point méthodologique interviendra périodiquement au cours de cette séquence (neuf séances dans le projet global), la rigueur dans la démarche d'investigation ne s'acquiert que progressivement et ces phases d'explicitation sont nécessaires pour permettre à chacun de l'acquiescer à son rythme²³.



Figure 5. Une première expérience qui échouera.

L'enseignant invite chaque groupe à élaborer et à discuter²⁴ en son sein un protocole puis à le mettre par écrit sur une affiche²⁵. Ce travail de rédaction, systématique dans la démarche adoptée, a une double fonction : favoriser au sein du groupe une réflexion sur les phénomènes en jeu et sur la modalité de leur étude expérimentale²⁶ ; ultérieurement, permettre au groupe de communiquer à la classe le protocole qu'il a imaginé²⁷. Dans cette phase chaque groupe travaille en autonomie.

Bien sûr des erreurs d'orthographe sont commises par les élèves. Mais sauf demande expresse de l'élève, le maître n'intervient pas dans cette phase. Le choix a été fait de leur laisser, lors de cette phase, un espace de liberté afin qu'ils puissent tous se concentrer sur l'imagination et la créativité nécessaires pour bâtir le protocole. Ces erreurs

seront corrigées lors de la rédaction collective de la trace écrite institutionnelle qui figurera dans le carnet d'expériences avec un signe distinctif (par exemple un rond vert) permettant aux élèves de distinguer ce qui a été validé par l'enseignant (correct sur le plan du savoir et de l'orthographe) et ce qui relève du travail personnel du petit groupe (voir les exemples de traces écrites ainsi que les carnets d'élèves). Pour la gestion des écrits produits en classe, se reporter au paragraphe « Sciences et langage dans la classe » de l'introduction.

Il faut souligner la maturité qu'acquiescent les élèves dans ce domaine lorsque le contrat a été clairement explicité. Les élèves savent que, dans cette phase-là de leur travail, ils ont une certaine liberté vis-à-vis de l'orthographe, mais qu'ils ne doivent pas la négliger pour autant²⁸. Ils se posent des questions (comment tel mot s'écrit-il ?) car ils savent qu'il y a des règles, mais acceptent sans « se bloquer » de rédiger un document qui sera présenté à tous car ils ne craignent pas de sanction de la part de l'enseignant.

22. Le choix d'une situation de départ, caractère productif du questionnement auquel peut conduire la situation.

23. L'investigation conduite par les élèves, moments de débat interne au groupe d'élèves : les modalités de la mise en œuvre de l'expériences, contrôle de la variation des paramètres.

24. Vidéo 2, séance 4.

25. Vidéo 3, séance 4.

26. L'investigation conduite par les élèves, reproductibilité de l'expérience (relevé des conditions de l'expérience par les élèves).

27. L'acquisition et la structuration des connaissances, comparaison et mise en relation des résultats obtenus dans les divers groupes.

28. Vidéo 3, séance 4 ; vidéo 1, séance 3.

Ce choix pédagogique a été explicité en début de cycle avec les élèves et avec leurs parents, par exemple à l'aide d'une lettre destinée aux parents.

Phase 2

L'enseignant demande à chaque groupe d'exposer son protocole à la classe puis de réaliser l'expérience devant tout le monde (après avoir éventuellement testé le matériel). S'il y a échec, l'expérience est alors soumise à la discussion critique pour essayer d'en comprendre les raisons²⁹. Un nouvel essai tenant compte des considérations précédentes est alors réalisé.

Quelques exemples de propositions d'élèves :

– Parmi les propositions exotiques et inattendues, un groupe propose, dans une classe, de recueillir les bulles qui se dégagent avec une cuillère et de les transvaser ensuite « très délicatement » dans la bouteille³⁰. L'expérience est, hélas, un échec mais les élèves s'entêtent, persuadés que si les bulles d'air se crèvent lorsque la cuillère sort de l'eau c'est parce que l'opérateur n'a pas été assez habile. Mais devant la persistance des échecs, malgré les changements d'opérateurs, il faut se rendre à l'évidence : le problème est ailleurs. La discussion qui suit se termine lorsqu'un élève finit par dire « Les bulles d'air dans l'air on ne peut pas les voir. »

– Un autre groupe propose de relier par un tuyau le sac d'air à un autre sac d'air mais « vide » c'est-à-dire aplati, puis d'appuyer avec les mains sur le sac gonflé. Le succès est immédiat : le sac aplati se gonfle tandis que l'autre se vide de son air. En revanche, ceux qui relient directement les deux sacs ne peuvent réussir : s'ils ne les serrent pas avec un cordon à la jonction, il y a des fuites ; s'ils les serrent, l'air ne peut plus passer.

– La majorité des groupes propose de relier le sac à une bouteille... mais les bulles d'air ne peuvent pénétrer dans la bouteille.

Il faudra là aussi plusieurs expériences non concluantes pour qu'ils réalisent que :

on ne peut pas remplir la bouteille qui a déjà de l'air

Phase 3

Même une fois que la bouteille est pleine d'eau, les élèves ne réussissent pas nécessairement. En effet l'idée de « verser l'air » dans la bouteille en mettant le sac au-dessus peut encore resurgir. La discussion porte sur le fait de savoir si la bouteille doit être pleine d'eau à ras bord ou non. Un argument est que si la bouteille n'est pas pleine d'eau « ça fera jamais des bulles »³¹.

Il faudra de nombreux essais pour que les élèves, voyant que « ça ne marche pas » aient l'idée de renverser le dispositif. C'est alors un moment d'intense satisfaction lorsque les premières bulles montent dans la bouteille d'eau placée au-dessus du sac.

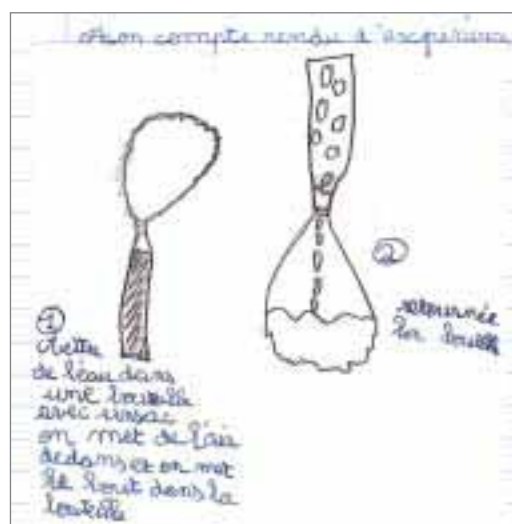


Figure 6. Une expérience qui tire la leçon des échecs précédents.

29. Vidéo 4, séance 4.

30. Vidéo 5, séance 4.

31. Vidéo 6, séance 4.

Le rôle de l'enseignant est de faire expliciter le passage de l'air dans la bouteille et de l'eau dans le sac (et inversement).

Alors chaque groupe mettra en œuvre cette procédure correcte³². Une trace collective sera ensuite élaborée en commun et portée sur le carnet d'expériences (le rond vert indique qu'il s'agit d'un écrit collectif, élaboré sous l'autorité scientifique de l'enseignant.)

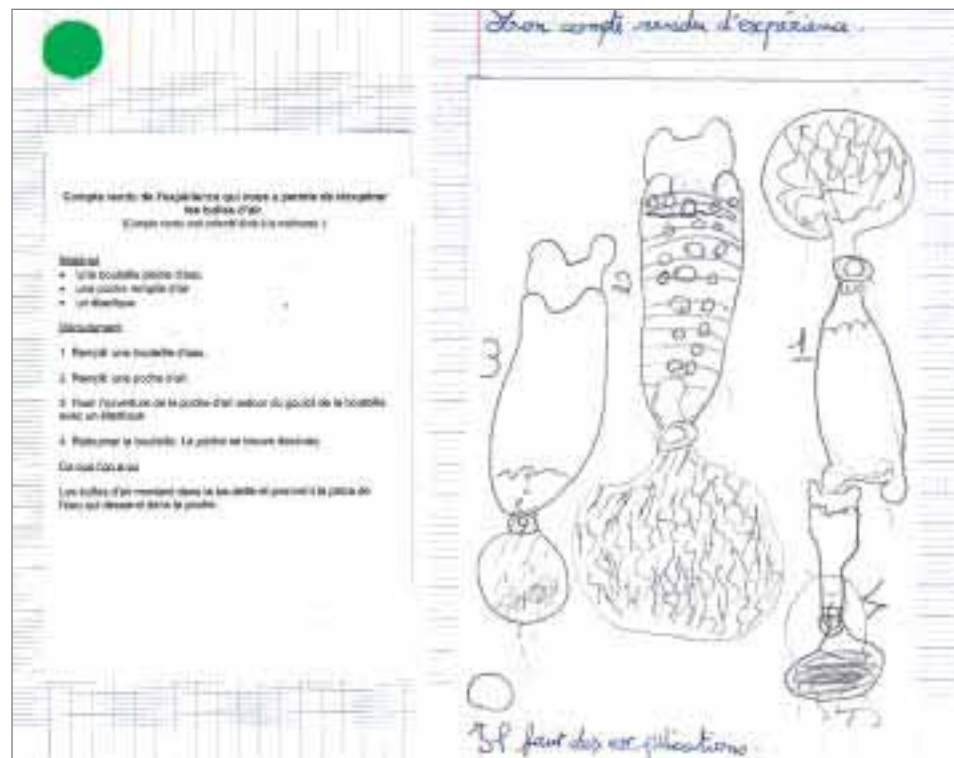


Figure 7. La trace collective construite avec l'enseignant (rond vert).

Phase 4

À l'issue de ces quatre séances, un premier bilan de ce qui a été découvert concernant l'air peut être établi : on peut l'attraper, en remplir un récipient, le transvaser (le faire passer d'un récipient dans un autre). Cela conduit à un premier pas vers la caractérisation d'un troisième état de la matière, le gaz, dont l'air est un représentant.

Conditions de la mise en œuvre de la séquence

Durée raisonnable

Ce type de travail ne peut être ponctuel ; il ne prend tout son sens que s'il est effectué sur le long terme, ce que permet justement le cadre d'une séquence. Les quatre séances décrites dans ce document font partie d'une séquence mise en œuvre dans les classes ayant participé au projet. L'ensemble de ce travail est présenté sur le cédérom *La matérialité de l'air* mentionné en bibliographie à la fin de ce chapitre.

Matériel

Le matériel utilisé pour ces quatre séances ne pose pas de difficultés : sacs plastiques, cuvette d'eau, bouteilles en plastique...

Fiche connaissance conseillée

Fiche n° 3, « Air ».

32. Vidéo 8 et 9, séance 4.

Conclusion

Cette séquence privilégie deux objectifs, un objectif en terme de savoir à acquérir en référence au programme de cycle 2 et un autre en terme de démarche expérimentale et d'autonomie. La mise en évidence expérimentale, par les élèves, de la présence d'air dans le sac n'est pas aussi simple à réaliser que ce qu'ils imaginent au départ : pour montrer que le sac contient quelque chose, il suffit de le percer pour qu'il se vide.

Pour beaucoup d'entre eux, la prise de conscience du problème (l'air ne tombe pas dans l'eau quand on ouvre le sac au-dessus de la bassine d'eau) ne peut se faire qu'après avoir tenté l'expérience. Dans cette démarche l'élève apprend grâce à une expérience qui « ne marche pas » (pourvu bien sûr que les raisons de cet échec soient analysées collectivement). Lorsqu'il s'agit de récupérer l'air dans une bouteille, les élèves pensent très vite à utiliser une bouteille, puis à la remplir d'eau (pour voir les bulles). Les élèves placent le sac d'air au-dessus de la bouteille et ne comprennent pas pourquoi les bulles ne descendent pas dans la bouteille. S'ils finissent par penser à renverser le dispositif (sac d'air au-dessous de la bouteille d'eau), c'est pendant l'action, c'est-à-dire en pensant avec les mains. *A priori* ils n'envisagent pas de mettre la bouteille d'eau au-dessus car ils pensent que l'eau va tomber et qu'ainsi l'expérience échouera.

Il est intéressant de noter que cette expérience est très rarement faite en classe. L'expérience qui est proposée aux élèves dans la quasi-totalité des manuels scolaires consiste à placer directement la bouteille pleine d'eau au-dessus, le sac d'air au-dessous et le tout dans l'eau, comme s'il était évident que c'était la seule possibilité.

Durant cette séquence les élèves ont effectué sur l'air des opérations faites couramment avec d'autres matières (attraper, transporter, conserver, transvaser). Ils n'ont pas encore tous construit l'idée de la matérialité de l'air ; il faudra pour cela d'autres séances dans lesquelles l'air sera utilisé pour remplir des ballons, des bouteilles, dans lesquelles cet air en s'échappant mettra des objets en mouvement. Ce concept de la matérialité de l'air ne peut se construire que dans la durée et la diversité des situations. D'autres situations doivent être présentées dans lesquelles les élèves seront amenés à sentir le vent³³, à s'interroger sur le caractère pesant de l'air (au cycle 3) ainsi que sur la nécessité de sa présence pour les êtres vivants (ouvertures souhaitables sur les autres cycles et sur le vivant).

Pour aller plus loin

Le travail sur l'air qui vient d'être présenté ici n'est pas exhaustif, d'autres activités sur l'air doivent être abordées en référence à d'autres points du programme tant du cycle 2 que du cycle 3. Au cours du débat sur l'air (séance 2) les élèves ont d'ailleurs montré que ces éléments faisaient partie de leurs préoccupations³⁴.

Indications bibliographiques

Sites Internet

Les sites Internet présentés dans cette liste comportent une documentation pédagogique et/ou scientifique pour les maîtres sur le thème de l'air :

- site national de *La main à la pâte* : www.inrp.fr/lamap/activites/air/accueil.htm
- site de la Desco : www.eduscol.fr/D0048/r_prim.htm
- site des Côtes-d'Armor : www.lamap22.fr.st
- site de la Dordogne : <http://eds24.free.fr/PAGES/MATIERE/EVIDAIR/SoMod.htm>
- site des Pyrénées-Orientales :
www.ac-montpellier.fr/cd66/map66/pages/activites_scientifiques/air/cadre_air.htm
- site de la Haute-Savoie :
<http://iufm74.edres74.ac-grenoble.fr/travaux/tphysique/air3c.htm>
- site de la Savoie : www.ac-grenoble.fr/savoie/Disciplines/Sciences/Index.htm
- site de la Seine-Saint-Denis : <http://lamap93.free.fr/preparer/gg/gg-00-01ind.htm>

Cédérom

- *La matérialité de l'air* aux cycles 2 et 3, CRDP de Bordeaux.

33. Voir séquence « Comment savoir d'où vient le vent ? ».

34. Vidéo 1, 2 et 3, séance 2.

Une graine, une plante ?

cycle 2

Cette séquence propose de prolonger, en l'affinant, la réflexion sur le vivant que l'élève a débutée en maternelle et de l'aider à trouver progressivement les indices lui permettant de reconnaître la vie. De manière plus générale, la séquence proposée ici, permet de construire progressivement, à l'aide d'activités pédagogiques, la notion de graine. La graine (sa définition et son rôle) et la germination sont présentées au cycle 2 comme des étapes, le cycle de développement ne sera conceptualisé qu'au cycle 3. Ces séances permettent de développer une démarche d'investigation scientifique ; leur mise en œuvre est aisée et ne nécessite aucun achat de matériel spécifique et/ou onéreux.

L'étude de la graine et de son importance, en tant que telle, au tout début du développement végétal (pour les plantes à fleurs et les conifères) est particulièrement adaptée à l'école primaire car accessible aux élèves. Les activités de jardinage à partir de semis sont nombreuses à l'école maternelle et les enfants ont, en général, une connaissance intuitive de la notion de graine, ainsi que de son rôle primordial (produit de la reproduction et moyen de dispersion).

La place dans les programmes

- Au cycle 2 : il s'agit de construire la notion de graine. La graine peut être définie de la façon suivante : un être vivant végétal, déshydraté, constitué par un germe à l'état de vie ralentie, entouré de réserves et protégé par une enveloppe. L'élève sera donc conduit à s'interroger sur les conditions nécessaires à la reprise d'une vie active qui aboutira au développement d'une plante adulte.

Extraits du programme	Extraits du document d'application
<p>De l'espace familier aux espaces lointains Compétences devant être acquises en fin de cycle :</p> <ul style="list-style-type: none"> - repérer les éléments étudiés sur des photographies prises de différents points de vue, sur des plans ; - avoir compris et retenu quelques aspects de la diversité des formes de végétation, de la vie animale et des habitats. 	
<p>Le temps qui passe Compétences devant être acquises en fin de cycle :</p> <ul style="list-style-type: none"> - être capable de fabriquer et d'utiliser différents types de calendrier et d'y situer les événements étudiés. 	
<p>Le monde du vivant - Les manifestations de la vie chez les animaux et les végétaux. Compétences devant être acquises en fin de cycle :</p> <ul style="list-style-type: none"> - être capable d'observer, identifier et décrire quelques caractéristiques de la vie animale et végétale ; - avoir compris et retenu ce qui distingue le vivant du non-vivant en se référant aux grandes fonctions du vivant et aux manifestations de la vie animale et végétale. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en place et entretenir des cultures en classe et dans l'école. - Rechercher les caractéristiques d'objets ou d'êtres vivants pour distinguer monde animal, végétal ou minéral et pour les organiser.

- Au cycle 3 : sera présentée l'origine de la graine, avec la mise en évidence des transformations du cycle des végétaux à fleurs (de la fleur au fruit). Au cours de ce cycle, il est possible d'approfondir une démarche expérimentale en recherchant l'influence simultanée de quelques facteurs de germination.

Extraits du programme	Extraits du document d'application
<p>Unité et diversité du monde vivant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les stades de développement d'un être vivant ; - les conditions de développement des végétaux ; - les divers modes de reproduction (animale ou végétale) : procréation et reproduction non sexuée. 	

- Au collège (classe de 6^e) : une expérimentation pour éprouver les hypothèses sur les conditions de germination des graines est proposée ; elle conduit à une réflexion sur l'influence des conditions climatiques (deux au maximum) et sur la germination des graines dans le milieu. Il est rappelé que la graine provient de la fleur et qu'elle est ensuite étudiée en tant que forme de dispersion qui permet aux végétaux à fleurs et aux conifères de peupler les milieux.
- Au lycée : les élèves s'intéresseront à la morphogenèse végétale : la morphologie d'un végétal dépend des caractéristiques génétiques de l'espèce à laquelle il appartient mais aussi de son environnement.

Connaissances et savoir-faire à acquérir à l'issue de la séquence

- Distinguer le vivant du non-vivant à travers l'exemple d'une forme végétale connue de tous : la graine.
- Acquérir la notion de graine.
- Concevoir et mettre en œuvre un protocole expérimental.

Un déroulement possible de la séquence

Séances	Question de départ	Activités conduites avec les élèves	Démarche scientifique	Activités langagières
Séance 1	Graine ou pas graine ?	Conceptions initiales. Préparation de la sortie éventuelle.	Observation et expérimentation.	Communication orale. Écrits et dessins individuels. Écrit collectif.
Séance 2		Récolte des échantillons.		
Séance 3		Tri et formulation des hypothèses.		
Séance 4		Plantation des semis.		
Séance 5		Observation et interprétation.		
Séance 6	Qu'y a-t-il dans une graine ?	Conceptions initiales.	Observation à la loupe et dissection.	Communication orale. Dessins individuels.
Séance 7		Observation, interprétation, discrimination des échantillons.		
Séance 8	De quoi a besoin une graine pour germer ?	Conceptions initiales.	Expérimentation.	Communication orale. Écrits et dessins individuels. Écrit collectif.
Séance 9		Hypothèses.		
Séance 10		Protocole expérimental. Analyse des résultats et conclusion.		
Séance 11	Comment les graines germent-elles ?	Élaboration du protocole expérimental, observation.	Observation continue et recherche documentaire.	Écrits individuels. Communication orale. Écrit collectif. Lecture.
Séance 12		Activités collectives autour de l'importance sociale de la graine.		
Séance 13				
Séance 14	Prolongement : les graines voyagent-elles ?	Activités collectives autour du rôle biologique de la graine.	Observations et recherches documentaires.	Communication orale. Lecture.
<p><i>N.B.</i> – Entre les séances 4 et 5 et les séances 11 et 12, une période d'observation continue sera nécessaire pour suivre l'évolution des semis. Les activités langagières (voir tableau) pourront soit être menées avec la classe ou en petits groupes, soit être individuelles.</p>				

Séance 1. Graine ou pas graine? – conceptions initiales

Les élèves cherchent à déterminer ce qu'est une graine.

Cette séance est intégrable à la séance 2 en fonction du temps consacré à chaque séance de sciences.

L'enseignant peut choisir entre les deux termes d'une alternative: organiser une sortie naturaliste, lors de laquelle sera constitué un échantillonnage par les enfants ou proposer un ensemble d'échantillons qu'il a rassemblé à l'avance.

La séance peut commencer en demandant à chaque enfant de dessiner une (des) graine(s), telle(s) qu'il se la (les) représente et d'exprimer ce qu'est, pour lui, une graine.

De manière à construire leur carnet d'expériences, les élèves formulent par écrit (texte, dessin, ...), l'idée qu'ils se font d'une graine.

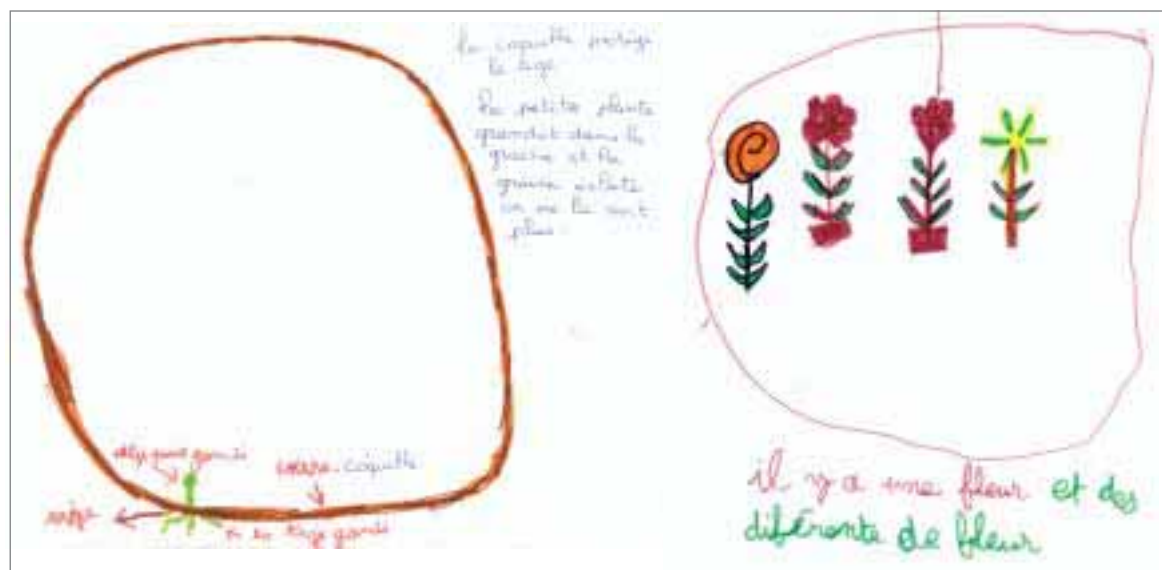


Figure 1. Les élèves représentent l'idée qu'ils se font d'une graine.

Séance 2. Graine ou pas graine? – récolte du matériel expérimental

À l'occasion d'une sortie dans la nature, les enfants prélèvent ce qu'ils pensent être des graines.

Le point de départ de la séquence peut être une sortie réalisée dès le mois de septembre¹.

Collectivement

L'enseignant demande aux enfants de récolter ce qu'ils pensent être des graines et, afin d'établir un rapport entre les échantillons récoltés et leur origine, propose aux enfants de noter soigneusement sur leur carnet d'expériences l'endroit où ils ont récolté l'échantillon (sous/sur un arbre ou une plante; sur le sol, sous les feuilles...).

Pour les classes des zones fortement urbanisées, qui ne pourraient pas effectuer cette récolte, une alternative peut être la préparation préalable, par l'enseignant, d'un ensemble de graines et de divers autres échantillons en plusieurs exemplaires, ce qui

1. À cette période, les vêtements, les lacets de chaussures se couvrent de graines et de semences dès que l'on pénètre dans un modeste terrain vague. L'enseignant pourra récolter ces échantillons qui auront leur intérêt pour la séance 14.

permet de s'affranchir de la sortie. Le matériel expérimental étant connu à l'avance, le maître est quasiment assuré de la viabilité des graines et l'expérimentation sera plus satisfaisante.

À l'issue de la récolte, la classe dispose d'un choix important et varié d'échantillons.



Figure 2. Exemples de petits échantillons (graines, thé, petits cailloux). La pièce de monnaie (ici, dix centimes d'euro) donne une idée de l'échelle.

Séance 3. Graine ou pas graine ? – tri du matériel et hypothèses

Plusieurs échantillons sont à disposition des élèves qui réfléchissent au moyen de reconnaître les graines parmi ceux-ci et effectuent le tri.

Afin d'être sûr que l'échantillonnage à étudier comprend aussi bien des échantillons « graines » que « non-graines », le maître peut, soit rassembler l'échantillonnage de la récolte et le redistribuer aux groupes d'élèves², soit suggérer aux élèves d'un groupe de mettre en commun leur récolte.

Par petits groupes

L'enseignant présente aux élèves les différents échantillons (graines et non-graines) sans préciser si ce sont ou non des graines. Il demande à l'ensemble de la classe : « Qu'est-ce que c'est ? » ou « À votre avis, lesquels de ces éléments sont des graines ? ». Après cette réflexion en petits groupes, qui aboutit à un premier tri des échantillons, il est fort possible que tous ne soient pas d'accord pour considérer tel ou tel échantillon comme étant une graine.

Collectivement

De manière à engager plus en avant les élèves dans le raisonnement, l'enseignant demande : « Comment vérifier si ce sont des cailloux, des... ou des graines ? ». Un consensus peut se dégager rapidement : « Pour vérifier, il faut semer ». L'enseignant engage un échange oral collectif dans le but d'amener les élèves à formuler leurs prévisions du résultat.



J'ai mis de la terre sur les
graines
J'ai semé des graines.

Figure 3. « Pour vérifier, il faut semer... »

2. Selon la nature de la récolte, l'enseignant peut éventuellement introduire, à ce moment, des échantillons supplémentaires «graines viables» et des échantillons «non-graines» choisis pour l'intérêt qu'ils peuvent représenter dans cette séquence et pour améliorer les résultats. Dans cette perspective, il est conseillé d'éviter l'introduction d'échantillons dont la présence, dans la nature, est peu probable (grains de semoule, vermiculite).

Plusieurs questions sont utilisées pour accompagner les élèves dans ce raisonnement : « Que peut-il se passer si on sème tout ceci ? » Le débat conduit à l'anticipation suivante : « Si cela pousse, cela veut-il dire que ce sont des graines ?³ ». Les élèves schématisent le protocole expérimental et notent l'anticipation du résultat en explicitant les raisons.

Séance 4. Graine ou pas graine ? – expérimentation sur les semis

Les élèves organisent leur plantation et réalisent leurs semis.

Par petits groupes

Un groupe de deux à quatre élèves peut prendre en charge le semis de, par exemple, deux échantillons disposés sur la table d'expériences. Les élèves délimitent deux secteurs dans un banc en polystyrène rempli d'un mélange humide de terre de jardin et de sable. Pour chaque secteur, les élèves plantent les échantillons en les espaçant et en les comptant. Chaque secteur est identifié par un petit drapeau (pied en bois ou en fil de fer et étiquette), sur lequel il est possible d'indiquer le nombre d'éléments semés dans le secteur concerné.

Le maître peut proposer la conception ou l'utilisation d'un calendrier sur lequel les élèves pourront, le jour venu, coller un échantillon identique à celui du secteur lorsqu'une première pousse a été repérée.



Figure 4. Exemples de plantations réalisées par les élèves.

Au cycle 2, il est difficile de faire la différence entre graine et fruit contenant une graine comme la semence de l'érable. La distinction se fera au cycle 3 après avoir étudié l'origine de la graine ; le terme de semence (ce que l'on sème), peu précis, est toutefois utile, d'un point de vue langagier, lors de la mise en route de certains semis. Pour lever toute ambiguïté, on ne proposera, au cycle 2, que l'observation systématique de « vraies graines » lors de l'étude de la germination.

3. Plusieurs solutions sont envisageables pour semer : en pleine terre, construction d'une serre (objet technologique), bac préalablement conçu par l'enseignant, bac acheté chez un éditeur de matériel pédagogique.

Séance 5. Graine ou pas graine ? – observation des semis, interprétation

Les élèves observent en continu l'évolution des semis et tirent les premières conclusions. On reconnaît une graine parce qu'elle est capable de changer : elle pousse si on la met dans la terre ; une graine qui pousse donne une plante ; deux graines qui se ressemblent donnent deux pousses qui se ressemblent.

Individuellement

Durant un quart d'heure d'activités (observation et traces écrites) environ – tous les deux jours pendant une semaine à dix jours – en fonction de l'importance de l'évolution des semis, les élèves observent les changements : c'est une observation continue. Chaque fois, chacun dessine et écrit ce qu'il observe en indiquant la date. À l'issue de chaque observation, les élèves qui le souhaitent rapportent au groupe-classe leurs remarques.

Au fur et à mesure de l'avancée dans le temps, des différences apparaissent dans l'évolution des semis : des jeunes plantes sortent de terre dès le troisième jour, d'autres, seulement au bout du septième jour. Pour certains semis, aucune plante n'apparaît. Les élèves proposent « d'enlever la terre » pour mieux observer ce qu'ils y ont mis. Ils constatent ce qui a changé.

Collectivement

Quatre ou cinq jours environ après la mise en route des semis, il est possible de faire un premier bilan et de noter :

- ce qui n'a pas poussé⁴ ;
- ce qui a poussé.

Les élèves remarquent que, pour un secteur donné, les jeunes pousses sont apparues presque toutes en même temps, et qu'il y a des différences entre les secteurs (parfois plusieurs jours). Dans un même secteur, toutes les pousses se ressemblent entre elles comme les graines qui ont été semées et il y a autant de pousses que de graines, quelquefois moins (si une graine ne s'est pas développée), mais jamais plus.

Synthèse collective

L'enseignant invite les élèves à relire leurs traces écrites afin de leur permettre de se remémorer la situation de départ, le questionnement, l'anticipation. Les élèves tentent d'expliquer ce que l'expérience a montré en référence au questionnement de départ. Puis chaque groupe présente à la classe son explication. L'enseignant propose un débat qui va permettre de construire, à l'aide de toutes les propositions, une phrase adaptée. Par exemple, une phrase du type : « Des plantes ont poussé. Cela veut dire que c'étaient des graines » sera retenue par le groupe-classe et validée par l'enseignant. On reconnaît une graine à ce qu'elle est capable de changer⁵.

Chacun écrit la conclusion retenue lors du débat.

Ces premières observations sont à l'origine d'un nouveau questionnement concernant les critères de discrimination d'une graine.

4. Les secteurs où rien n'a poussé peuvent représenter des secteurs pour lesquels n'étaient plantés que des éléments qui n'étaient pas des graines, mais aussi des graines non-viables, ou des graines pour lesquelles les conditions de germination n'ont pas été favorables ; l'hypothèse de départ « Si ce sont des graines, ça pousse... » paraît se confirmer mais ne suffit pas : il faut trouver d'autres critères de discrimination...

5. Cette aptitude à changer dans le temps et à réaliser des échanges avec le milieu sont des indices qui permettent de détecter le vivant. Le concept de vivant ne pourra se construire que très progressivement à partir de nombreuses autres activités.

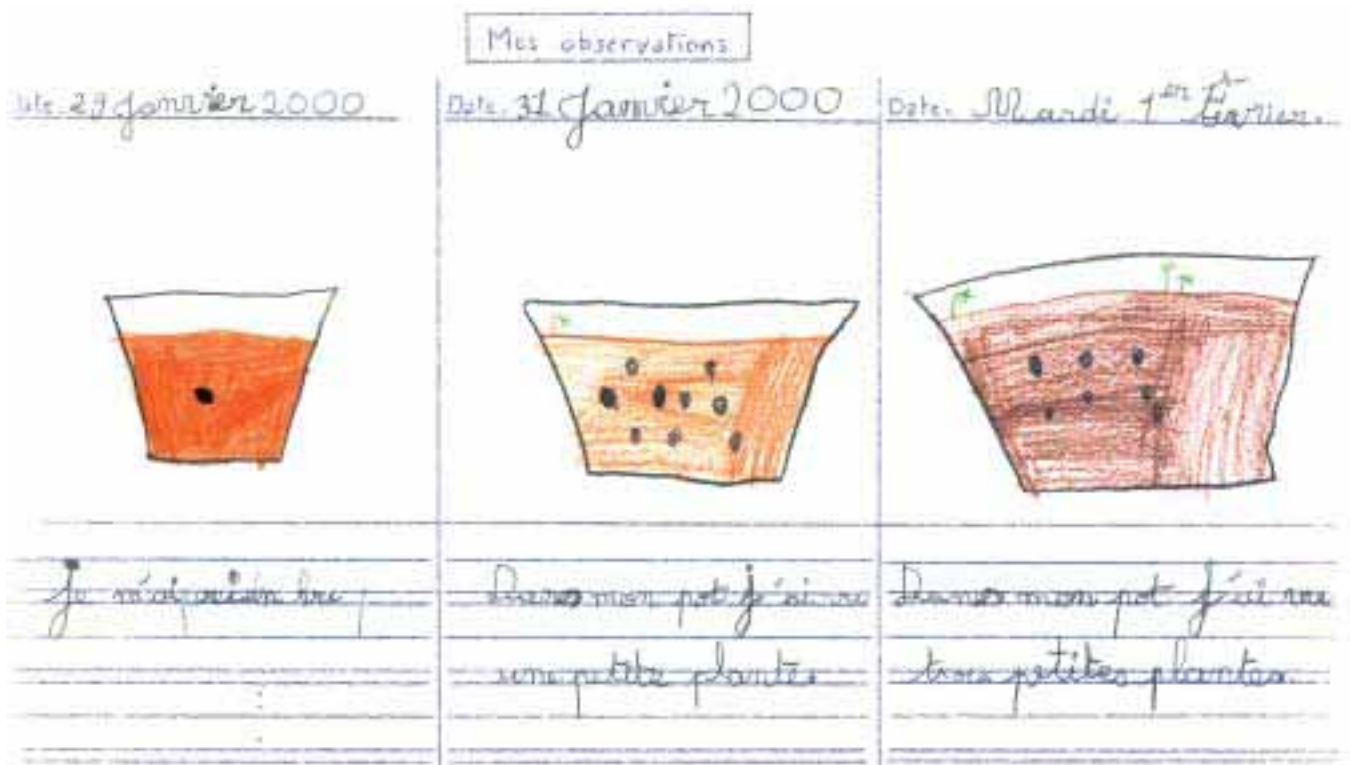


Figure 5a

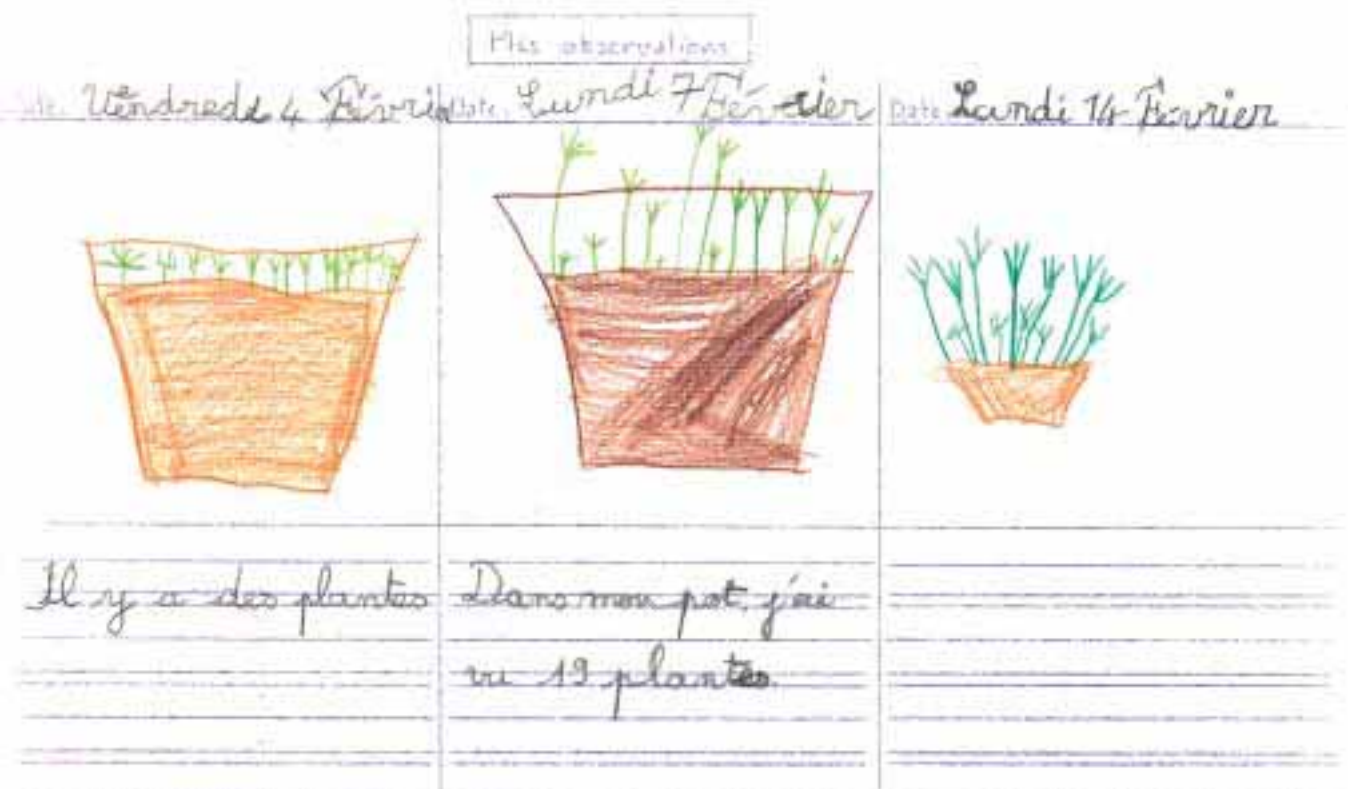


Figure 5b

Figure 5. Les élèves observent et reportent l'évolution des semis sur le carnet d'expériences.

Séance 6. Qu'y a-t-il dans une graine ? – conceptions initiales

Après avoir dégagé des caractéristiques morphologiques (aspect extérieur), ontogéniques (étapes du développement de la graine), les élèves s'intéressent aux critères anatomiques visibles (disparition interne des différentes parties de la graine).

Afin de dégager de nouveaux critères, les enfants viennent à s'intéresser à ce qu'il y a à l'intérieur de la graine. Ils livrent leurs conceptions sur l'organisation interne de la graine.

Collectivement

En formulant les questions découlant de leurs observations et difficultés issues des séances précédentes, l'enseignant recueillera les conceptions initiales des enfants :

- comment séparer les éléments « non-graines » des éléments « graines non viables » ? ;
- comment expliquer cette relation entre une graine et une plante ? ;
- comment (et grâce à quoi) une graine pousse ?

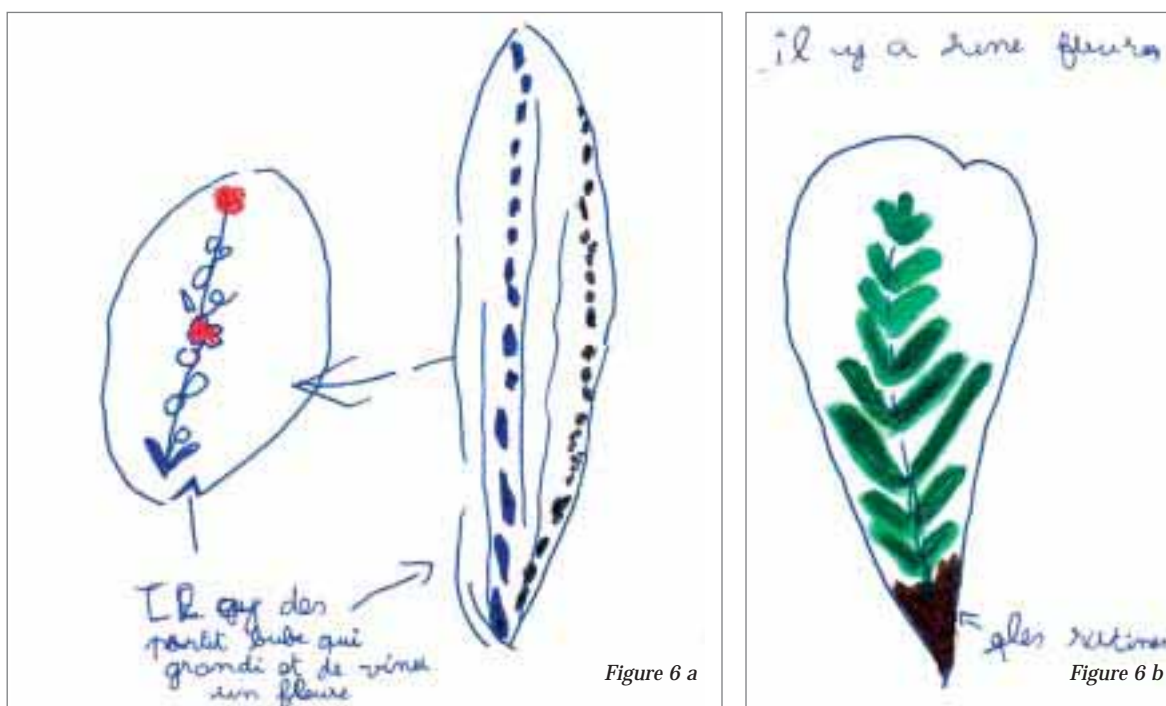


Figure 6. Deux exemples de représentations initiales concernant ce qui se trouve dans la graine.

« Il faut aller voir dans les graines », « il y a une petite plante dans la graine »... seront des propositions probablement formulées oralement. On peut proposer aux élèves de dessiner comment ils imaginent ce qu'il y a à l'intérieur de la graine avant de la semer et de constater ce qui se passe lorsqu'elle germe.

Il est possible d'analyser et de confronter collectivement quelques productions d'élèves⁶. Afin de confronter la réalité aux conceptions et de répondre au questionnement, il est décidé, d'un commun accord, d'observer l'intérieur d'une graine. Pour que l'observation et la comparaison aient un sens, il s'agit de comparer un échantillon « vraie graine » avec les autres échantillons (dont les « non-graines » et « graines non-viables »). Le choix de l'échantillon « vraie graine » est donc primordial⁷.

6. Dans un certain nombre de dessins on voit apparaître à la fois une graine et une plante développée sans relation souvent entre les deux : l'idée de transformation de la graine n'est pas encore présente. Par ailleurs, des élèves peuvent dessiner à l'intérieur de la graine non pas une plantule mais une plante adulte en miniature, la notion de germe qui se transforme reste, elle aussi, à construire.

7. Selon l'expérimentation précédente, l'élément de référence est un échantillon qui a germé et qui confirme (partiellement) l'hypothèse. L'enseignant aura donc, en prévision de cette séance, soigneusement conservé des exemplaires non germés de ces échantillons.

L'élément de référence est choisi de façon à ce qu'il soit aisément observable, de préférence parmi des graines de taille importante qui s'ouvrent facilement en deux parties : petit pois, haricot, lentille, fève. Il est plus facile de proposer, dans un premier temps, l'observation de la même graine pour toute la classe.

Séance 7. Qu'y a-t-il dans une graine ? – anatomie de la graine

Les élèves décortiquent et observent, à l'aide d'un instrument grossissant, l'intérieur de diverses graines ; ils y découvrent et dessinent les différents organes de la graine : le germe, les éléments de réserve et l'enveloppe qui la protège. Ils discriminent définitivement les éléments de l'échantillonnage : graine ou non-graine ?

La graine choisie comme référence peut être décortiquée par l'enseignant, afin de montrer aux élèves la technique à adopter, qui peut s'avérer délicate à cause de la taille de la graine. Les échantillons à comparer ont préalablement été mis à tremper la nuit précédente afin de ramollir les téguments et ainsi faciliter l'ouverture des graines par les élèves.

Individuellement

Après avoir décortiqué leur graine, les élèves disposent d'un petit moment d'observation en autonomie. En fonction du matériel disponible, les enfants peuvent dans un premier temps faire une observation à l'œil nu, puis, dans un second temps à l'aide d'un instrument grossissant (loupe binoculaire, loupe à main).

Simultanément à leur observation, ils sont invités à réaliser un dessin pour confronter leurs conceptions initiales à ce qu'ils voient.

Synthèse collective

Une phase de débat collectif conduit à un dessin individuel structuré et annoté. Sur ce dessin, on peut mentionner le germe avec ses deux petites feuilles embryonnaires blanches⁸ (que l'on peut désigner par le terme de cotylédons ou premières feuilles) et bien visibles sur la graine de haricot (les deux moitiés intérieures de la graine) et la « peau » ou enveloppe (ou tégument).

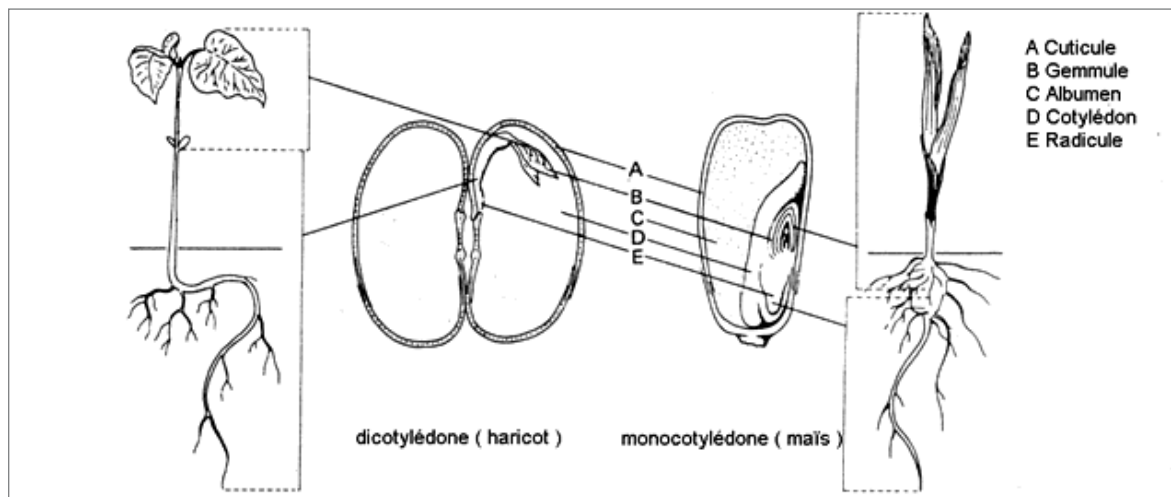


Figure 7. Organisation anatomique des graines des plantes à fleurs. *Nouveau Manuel de l'Unesco pour l'enseignement des sciences*, © UNESCO 1973, reproduit avec la permission de l'UNESCO.

8. Chez les légumineuses (haricot, petit pois, lentilles, etc.), végétaux dicotylédones (embryon à deux cotylédons), les deux feuilles embryonnaires deviennent de plus en plus petites (les réserves qu'elles constituent sont progressivement utilisées) et finissent par disparaître lorsque la plantule se développe. Chez le maïs, les graminées (blé, « gazon », etc...), végétaux monocotylédones (embryon à un seul cotylédons), un des deux cotylédons ne se développe pas et on ne voit émerger de la graine qu'une seule feuille embryonnaire ; l'autre fait office d'organe de réserve mais reste dans, ou sur le substrat.

Individuellement

Dans un souci de généralisation les élèves observent, individuellement, d'autres graines afin d'identifier les mêmes constituants. Dès lors, tous les élèves n'observent plus la même graine en même temps ; il est nécessaire de différencier les observations et de généraliser ensuite.

Lors de la séance 2, les échantillons qui n'ont pas poussé (mais que l'on a soigneusement conservé) ne contenaient probablement pas de germes. Il est possible de le vérifier en écrasant (si cela est possible) les petits grains de nature minérale : on obtient de la poussière mais pas de germe ; de plus, on ne trouve pas d'enveloppe (de tégument) autour du grain.

Des observations identiques sont faites avec des grains de nature organique, mais non-vivants. On constate alors que certains échantillons, assimilables à des graines, qui n'ont pas poussé, sont en phase de décomposition (ils sentent mauvais lorsqu'on les ouvre). Ces graines sont donc « non-viables » (pas mûres) ou mortes (à cause des conditions de germination).

Séance 8. Que faut-il à la graine pour germer ? – conceptions initiales

La notion de graine étant maintenant précisée d'un point de vue morphologique, ontogénique et anatomique, il semble intéressant de s'interroger sur les besoins physiologiques de cet être vivant, c'est-à-dire sur les conditions⁹ de l'environnement nécessaires à son développement.

Les enfants cherchent à savoir de quoi la graine a besoin pour qu'elle réussisse sa germination. L'observation des différences dans l'évolution des semis (voir séance 5 : phase 1) amène les élèves à formuler « Qu'est-ce qui fait que certaines graines poussent plus vite que d'autres ? ».

Individuellement

Dans un premier temps, l'enseignant demande à chacun d'écrire ce qu'il pense des besoins de la graine. Majoritairement la formulation « Peut-être que... » est utilisée par les élèves. Sur l'ensemble du groupe-classe, certains élèves n'émettent qu'une idée, d'autres plusieurs.

Collectivement

Dans un second temps, les idées des élèves sont mises en commun et deviennent « les idées de la classe¹⁰ ». Voici un échantillonnage de ce que peuvent proposer les élèves :

- « Peut-être qu'il ne faut pas planter trop profond ? »
- « Peut-être qu'il faut les mettre à la lumière ? »
- « Peut-être qu'il ne faut pas trop d'eau ? »
- « Peut-être que ce ne sont pas les mêmes plantes ? »
- « Peut-être qu'il ne faut pas d'air froid ? »
- « Peut-être qu'il ne faut pas trop appuyer ? »

Chacun note les idées de la classe.

À la suite des questions formulées par les élèves, l'enseignant en retient une et la renvoie au groupe-classe¹⁰. Dans cette séquence, la question retenue est « Peut-être qu'il ne faut pas trop d'eau ? ». Les séances suivantes découlent de ce choix, mais peuvent être adaptées à d'autres facteurs environnementaux.

9. On choisira au cycle 2 de ne traiter qu'un ou deux facteurs de la croissance (eau, nutriments), un travail plus complet sur la croissance des végétaux étant envisageable au cycle 3.

10. Le choix d'une question peut être motivé par différentes raisons :

- la faisabilité du point de vue du matériel et de la sécurité, de l'expérience sous-jacente ;
- la notion qui pourra être construite, en référence aux programmes (cycle 2, cycle 3) ;
- les compétences méthodologiques qui seront mises en œuvre.

Séance 9. Que faut-il à la graine pour germer? – expérimentation

Les enfants mettent en place un protocole expérimental afin de vérifier si l'eau est un facteur nécessaire à la germination.

La question choisie est: « Peut-être qu'il ne faut pas trop d'eau? ». Un débat s'instaure et la discussion tourne autour de l'expression « pas trop d'eau ». Certains élèves avancent que « pas trop d'eau » ne veut pas dire « grand chose ». « On ne sait pas combien c'est, pas trop d'eau! ». L'échange se poursuit, une idée est avancée: « Il faudrait dire pas d'eau et de l'eau ».

Le questionnement de départ devient: « Quand on met de l'eau est-ce que la graine pousse ou pas? » et « Quand on ne met pas d'eau est-ce que la graine pousse ou pas? ». Ces questions vont permettre aux élèves de travailler sur les conditions de germination des graines mais aussi sur une compétence méthodologique, la mise en place d'une expérience et d'une contre-expérience pour pouvoir comparer les résultats et affirmer les conclusions.

Il est préférable de choisir, comme matériau expérimental, deux ou trois types de graines différents. Ceci permet de se rendre compte que les besoins pour la germination sont communs à toutes les graines. Certaines graines (haricot, blé, petit pois...) peuvent être qualifiées de « graines de référence » (voir séance 2, phase 2) et permettent d'optimiser la réussite expérimentale.

En petits groupes

En choisissant une serre adaptée à cette expérimentation (où il est possible d'isoler des secteurs sans eau), les élèves ensemenceront différentes sortes de graines, dans des secteurs avec eau et dans des secteurs sans eau, en notant sur la petite étiquette le type de graine, la date, l'heure et la présence ou non d'eau¹¹.

Les enfants schématisent le protocole expérimental sur leur carnet d'expériences en n'oubliant pas d'expliquer et de légender le dessin.



Figure 8. Exemple de représentation schématique expliquant le protocole expérimental mis en place par la classe.

11. Il est important de s'assurer que les secteurs graines + eau ne souffrent pas de l'évaporation. On peut, soit poser un élément permettant de limiter l'évaporation, soit rajouter de l'eau jusqu'à un niveau que l'on contrôlera régulièrement.

Séance 10. De quoi a besoin la graine pour germer ? – conclusion

Les élèves concluent sur les résultats qu'ils ont obtenus de leur expérimentation et rédigent leurs conclusions : pour germer, une graine a besoin d'eau ; sans eau, elle ne germe pas.

L'enseignant propose aux enfants d'analyser les résultats de l'expérimentation.

Collectivement

Au bout de quelques jours, on peut constater que dans les secteurs où il n'y a pas d'eau, les graines n'ont pas germé. Inversement, dans les secteurs où les graines étaient en présence d'eau, des pousses sont apparues. Une ou deux petite(s) « feuille(s) » verte(s) sont apparues, le(s) cotylédon(s), ainsi qu'un petit système racinaire, blanc.

Il est alors possible de comparer les secteurs dans lesquels des graines de même nature ont été semées ; les élèves constatent alors que les plantules présentent des similitudes, et que des graines différentes produisent des plantules qui diffèrent sensiblement.

Individuellement

Chaque élève consigne, dans son carnet d'expériences, les résultats de l'expérimentation de son groupe ainsi que les conclusions du groupe-classe.

Il est possible de prolonger cette expérimentation sur l'eau comme facteur nécessaire à la croissance des végétaux¹².

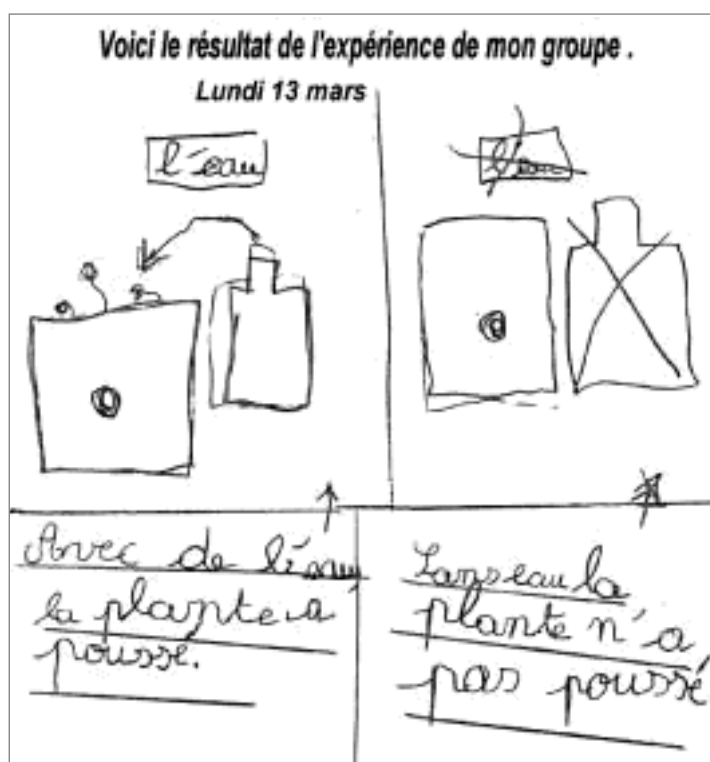


Figure 9. Exemple de représentation schématique rapportant les résultats de l'expérimentation.

12. Plusieurs expérimentations sont envisageables, en voici deux exemples :

– laisser se poursuivre la croissance, mais ne pas rajouter d'eau. Le niveau d'eau va baisser (voir note précédente) pour se garantir contre l'évaporation, puis la plantule va dépérir lorsque le niveau d'eau sera au plus bas. Pour se développer la plantule a besoin d'eau (et pas seulement la graine pour germer) ;

– laisser tremper les graines une nuit dans un verre d'eau puis les répartir dans des secteurs sans eau ; observer le lendemain. On voit « quelque chose » en train de sortir (la radicule) de la graine. Si on n'ajoute pas d'eau, la graine ne se développe plus et finit par mourir. Si on ajoute ensuite de l'eau, elle ne repart pas.

Séance 11. Comment les graines germent-elles? – expérimentation

Cette étape va permettre de définir la germination comme le premier stade de développement d'une nouvelle plante à partir de la graine. Cette notion sera reprise au cycle 3 lors de l'étude des stades de développement d'un végétal à fleurs, que celui-ci soit une plante annuelle ou une plante vivace. À l'issue de la séquence, les élèves auront observé une transformation biologique et rendu compte par écrit des différents stades d'évolution d'un être vivant. Un premier prolongement est possible par la mise en parallèle de l'évolution de l'alimentation humaine et de l'évolution des sciences et des techniques.

Les élèves cherchent, à l'aide de semis, à savoir comment la graine se « réveille » et comment elle devient une plantule.

Collectivement

Des semis sont à nouveau organisés pour voir comment le germe de la graine se transforme en plante. Les élèves savent que, pour germer, les plantes ont besoin d'eau, eau qu'elles trouvent dans la terre que l'on arrose mais : « la terre nous gêne pour l'observation ». Quels dispositifs peut-on alors mettre en place pour s'affranchir de la terre ?

Aux élèves de proposer d'autres dispositifs afin que les graines restent dans une ambiance humide tout en pouvant les observer. Le maître peut aider les élèves dans cette recherche : semis sur du coton hydrophile (avec risque de pourriture des cultures) ; sur du papier filtre, du papier buvard ou mieux sur des plaques de polystyrène percées de trous – un pour chaque graine – et flottant à la surface de l'eau d'un bac.

Au cours de cette première phase le maître peut également organiser, avec les élèves, les traces écrites¹³ de l'observation continue qui va être mise en route.

Individuellement ou par petits groupes

L'observation continue peut être proposée durant un quart d'heure environ (observation et traces écrites), en fonction de l'importance de l'évolution des semis, tous les deux jours pendant une semaine à dix jours.

Séance 12. Comment les graines germent-elles? – exploitation des données

Les enfants découvrent que les organes qu'ils ont observés dans la graine ont tous un rôle bien défini : la racine se développe la première, elle se dirige vers le bas ; la tige feuillée se développe ensuite vers le haut ; les deux moitiés de la graine font office simultanément de « premières feuilles » et d'organe de réserves au sortir de la plantule.

Individuellement ou par petits groupes

Chaque élève, en autonomie, observe la frise (dessins, collages de plantes, diapositives, photos) qu'il a obtenue ou la frise collective et produit un court texte écrit qui correspond à son compte-rendu d'observation.

Collectivement

Exploitation en commun des travaux précédents c'est-à-dire description orale de l'évolution qui a été observée lors du développement du germe.

Un document vidéo (voir cédérom) montrant la germination en accéléré du pois ou du haricot, peut aider à la formulation de ces résultats. On peut aussi parvenir au même

13. Plusieurs possibilités existent :

- dessins des observations réalisées avec dates, mesures (au CE1) et en annotant les remarques faites individuellement ou par petits groupes ;
- photographies réalisées par l'enseignant ou les enfants ;
- à chaque observation, prélèvement et mise en herbarium d'une graine en train de germer afin de réaliser une frise d'échantillons séchés permettant de suivre les différentes étapes de germination.

résultat à l'aide d'une succession de vues prises par un appareil numérique. Un document photocopié peut être utilisé à cette étape de la démarche : ce document reprend en plusieurs dessins les étapes d'une germination (petit pois ou haricot) et que les élèves annoteront collectivement ou individuellement.

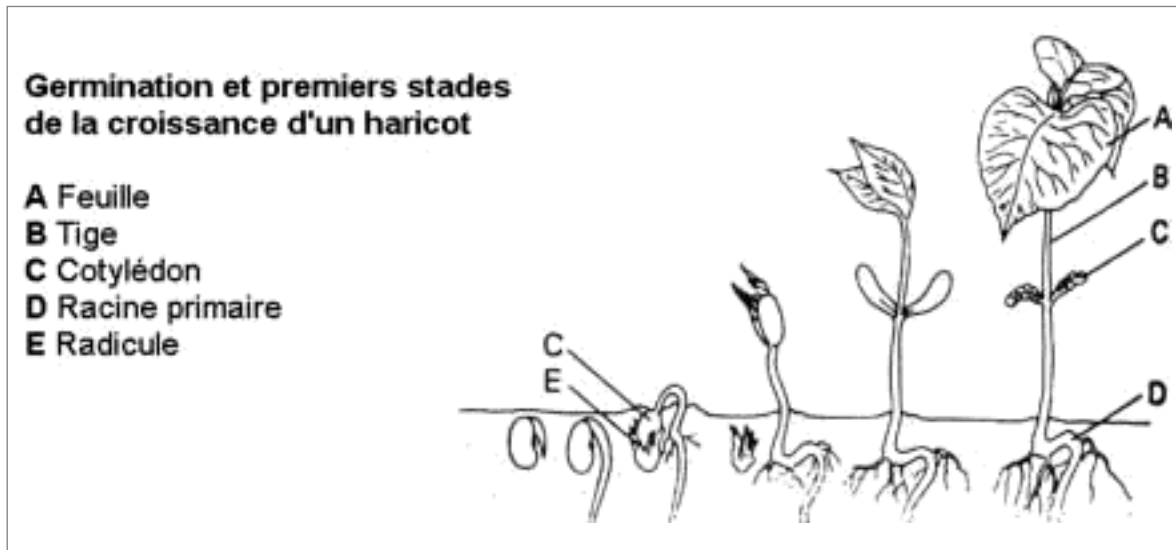


Figure 10. Les différents stades de germination. *Nouveau Manuel de l'Unesco pour l'enseignement des sciences* © UNESCO 1973, reproduit avec la permission de l'UNESCO.

Individuellement

Des élèves peuvent reprendre le dessin de l'observation anatomique de la graine réalisé antérieurement et mieux décrire les différentes parties de la graine. La notion de graine est maintenant construite¹⁴.

Séance 13. Le rôle de la graine – la graine et ses réserves

Lorsque la notion de graine est acquise, de nombreux prolongements et évaluations sont envisageables à l'initiative du maître. Ils peuvent déboucher sur des activités collectives ou individualisées telles que l'observation d'autres germinations réalisées dans la classe, à la maison, rencontrées lors d'une sortie ou encore découvertes sur documents (livres, film vidéo, site Internet...). C'est l'occasion pour les élèves d'effectuer des comparaisons qui mettent en évidence similitudes et différences et sensibilisent à l'unité et la diversité du vivant.

Ces prolongements stimulent la curiosité des élèves vis-à-vis de leur environnement, de l'unité et de la diversité des êtres vivants ainsi que des relations de ces êtres dans un même milieu. De plus, des collections d'échantillons ou de documents de substitution (par exemple des photos) peuvent être réalisées lorsque les êtres vivants doivent être préservés. Les deux séances suivantes constituent des pistes de prolongements possibles autour de deux thèmes : les réserves de la graine et le rôle biologique de ce que l'on appelle la forme graine.

Les élèves cherchent à déterminer l'importance du rôle spécifique de la graine dans la croissance des végétaux à fleurs et particulièrement le rôle socio-économique des graines alimentaires.

14. La graine contient un germe ou plantule et des réserves protégées par une enveloppe. Au cours de la germination la graine absorbe de l'eau. La plantule se développe en utilisant ses réserves : elle n'a pas besoin de terre, mais a besoin d'eau. Après le développement de la plantule la graine n'existe plus (cette remarque permet aussi de sensibiliser les élèves à la notion de phénomène biologique irréversible).

Il est possible de réaliser des expériences pour confirmer le rôle des réserves au moment du développement du végétal : on peut semer un germe sans ses réserves ou bien avec une seule moitié de graine.

Une expérience simple à mettre en œuvre visant à comparer les premiers stades de germination à la lumière et à l'obscurité pourrait être entreprise par la classe. Elle aurait pour avantage de montrer que l'exposition à la lumière n'est pas obligatoire, car la graine est pourvue des réserves nécessaires aux premiers stades du développement de la plante. Cette expérience renforcerait l'idée que la graine est une forme de réserve.

Le développement de la jeune plante peut être suivi au-delà de l'utilisation de ses réserves : les élèves peuvent comparer l'évolution de jeunes plants qui poussent dans la terre ou sur un autre substrat (coton ou papier filtre). Ils peuvent noter par ailleurs à quel moment les jeunes feuilles verdissent. Toutes ces observations servent de points de départ, au cycle 3, à l'étude des besoins nutritifs des végétaux verts.

Les graines contiennent des réserves que l'être humain peut utiliser pour son propre compte. Il est possible, par exemple, de rechercher dans les menus proposés en restauration scolaire toutes les graines et semences consommées telles quelles (haricots, petits pois, pois chiches, lentilles...) ou après transformations (grains de blé).

Une liaison peut se faire avec l'histoire : les graines et semences ont toujours eu dans le passé une place importante dans l'alimentation humaine car des aliments déshydratés naturellement se conservent facilement lorsqu'ils sont à l'abri de l'humidité. L'évolution des sciences a permis de développer des techniques de conservation de nos aliments (conserves et congélation), ce qui explique qu'actuellement notre alimentation est toujours très variée en toute saison.

Séance 14. Le rôle de la graine – unité et diversité des êtres vivants

Les élèves cherchent à déterminer l'importance du rôle spécifique de la graine dans la dissémination de l'espèce.

Il peut être envisagé de constituer des classements en utilisant des critères objectifs et en s'appuyant sur la documentation, et ainsi de familiariser les élèves à la lecture de courts textes à caractère scientifique.

Collectivement

Le questionnement peut apparaître, par exemple, lors d'une sortie dans la nature (qui peut être celle de la séance 2). Revenus en classe, les élèves constatent qu'ils ont emporté jusque-là des graines et des semences (graines contenues dans un fruit) qui se sont accrochées sur leurs vêtements (semelles des bottes, vêtements en laine).

Si une sortie n'est pas possible, des graines avec un système d'accrochage peuvent être rassemblées par l'enseignant et une démonstration de son efficacité proposée en classe,



Figure 11. Exemples de graines qui volent ; d'autres flottent ou s'accrochent.

au cours d'un questionnement collectif. De même, le prélèvement d'un peu de litière de forêt (couche de feuilles et d'humus) révélera de nombreuses petites graines, qui peuvent être emportées, par un promeneur, dans la rainure des semelles de ses chaussures.

La similitude du mode de transport des graines entre les élèves et les animaux (pattes, fourrure des mammifères ou plumes des oiseaux et chaussures ou vêtement des élèves) peut être abordée. Par ailleurs, les semences et les graines peuvent s'envoler avec le vent ou être déplacées par l'eau.

En classe, en collant leurs récoltes séchées sur des petits rectangles de carton blanc, les élèves se constituent une collection diversifiée et effectuent ensuite des activités de classement : graines et semences transportées par le vent (elles sont légères et ont des systèmes pour planer), ou par l'eau (elles sont enrobées d'une gangue et équipées de systèmes pour flotter), ou par les animaux (graines et semences peuvent s'accrocher aux plumes et surtout aux fourrures, elles ont alors un dispositif d'accrochage qui peut être observé à la loupe).

Il arrive fréquemment que les graines soient ingérées par les animaux et se retrouvent parfois dans leurs excréments si l'enveloppe de la graine a résisté à la digestion.

Le recours aux ressources documentaires confirme les propositions de classement pour quelques plantes familières.

Des textes ou une bande dessinée illustrant la colonisation d'un milieu par les végétaux peuvent être proposés (colonisation d'une île déserte, par exemple). On peut citer la végétation originale des terrils due en partie aux semences véhiculées par des bois venus d'ailleurs et ayant été utilisés pour étayer les galeries de mine ou encore la végétation pionnière d'une île volcanique récente qui s'explique par les graines et semences apportées par la mer, les animaux ou le vent.

Tous les végétaux à fleurs produisent des graines mais les graines et les semences peuvent présenter des dispositifs anatomiques variés afin d'assurer la dissémination de l'espèce dans l'environnement proche ou lointain. Il peut être utile de faire remarquer aux élèves que la graine est une forme de dissémination qui est spécifique aux plantes terrestres (et encore pas à toutes). Ce stade du cycle de vie (la forme graine) s'est développé, sur Terre, chez les plantes à fleurs, leur permettant ainsi de résister à des périodes sans eau et de coloniser de nouveaux milieux.

Conditions de la mise en œuvre de la séquence

Matériel pour un groupe de 5 ou 6 élèves

- Un corpus d'échantillons constitué d'éléments variés [des graines (lentilles, haricots, salades, cresson alénois, radis, fève, blé, maïs, « gazon », mélanges de graines pour oiseaux...), des éléments de nature minérale (litière pour chat, gravier...), des éléments de nature organique non vivante (grains de semoule, petites billes de bois...)] ;
- un bac en polystyrène (caisse d'emballage) et quelques récipients plus petits (bouteilles d'eau minérale coupées, faisselles à fromage blanc...);
- de la terre de jardin mélangée à un peu de sable ;
- quelques outils pour aider aux semis (petites cuillères, par exemple) ;
- un arrosoir ou un pulvérisateur – des tiges en bois ou en fil de fer pour servir de porte-étiquette ;
- une loupe à main (ou une loupe binoculaire) ;
- du coton hydrophile, du papier ou du papier buvard, quelques plaques de polystyrène provenant d'emballages ;
- des petits rectangles de carton et de la colle.

Précautions

L'enseignant attirera l'attention des jeunes élèves sur la toxicité de certaines graines et de certains fruits (ricin, if, belladone, arum, morelle, douce-amère...) et les extraira de l'échantillonnage si nécessaire. Le respect des règles élémentaires d'hygiène est primordial : se laver les mains et se brosser les ongles avec du savon si la terre est manipulée sans gants.

Durée

Cette séquence est constituée de quatorze séances d'une heure environ qui peuvent être regroupées en cinq étapes, correspondant chacune à un questionnement initial. Ce découpage est bien évidemment modulable.

Fiches connaissances conseillées

Des informations utiles pourront être prélevées dans les fiches connaissances: n° 4, « Stades de la vie d'un être vivant »; n° 5, « Fonctions communes des êtres vivants »; n° 9, « De l'ordre dans le monde vivant ».

Documents

- Un film vidéo sur la germination en accéléré (exemple: germination du pois disponible au CNDP);
- des documents permettant d'identifier quelques semences d'arbres et de plantes herbacées récoltées au cours d'une sortie (exemple: *Arbre, quel est ton nom?*, Raymond Tavernier, Bordas, 1978.);
- des documents permettant de découvrir l'histoire de quelques plantes à fleurs (exemple: *Histoire des fleurs*, Roselyne de Ayala et Mathilde Aycard, Paris, Perrin, 2001.);
- des sites Internet:
www.jardin.ch/dossiers/germination
www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/plantule

Conclusion

Cette séquence, très riche, ne nécessitant pas de matériel spécifique onéreux, peut être entreprise par tout enseignant de cycle 2. Les acquis cognitifs concernent uniquement la notion de graine: ils sont modestes mais ils doivent être rigoureux puisqu'au cycle 3 ils serviront de point d'appui au cycle de développement d'un végétal à fleurs et, en classe de sixième, à la notion de peuplement d'un milieu par les végétaux.

Les compétences méthodologiques développées, liées à la mise en œuvre d'une démarche d'investigation sont déterminantes au cycle 2: le jeune élève entre de lui-même dans une dynamique d'apprentissage stimulée par sa curiosité vis à vis de l'environnement et par son propre questionnement. Il se familiarise avec des démarches d'observation et d'expérimentation pour remettre en cause ses conceptions, pour vérifier ses hypothèses et construire, avec la classe, un ensemble de savoir et de savoir-faire.

Sources

- École élémentaire Pasteur à Vénissieux (69),
- École Marianne Cohn à Annemasse (74),
- Jean-Marie Bouchard de l'équipe de *La main à la pâte*,
- le Manuel de l'Unesco.