

Sciences à l'école, Côté jardin

le guide pratique de l'enseignant



Estelle Blanquet

Préface d'Yves Quéré

Éditions du Somnium

Quel meilleur moyen de prendre goût à la science
que de s'en faire une fête ?

Quel meilleur moyen de prendre confiance en soi
que de faire partager le plaisir de la découverte ?

40 séquences complètes pour autant d'activités
scientifiques, de la maternelle au cycle 3,
et des conseils pour l'organisation d'un
Jardin des sciences dans chaque école.



Lancez-vous !



ESTELLE BLANQUET est professeur agrégée de physique (chimie), docteur en physique et en sciences de l'éducation. Maître de conférences en sciences de l'éducation à l'Université de Bordeaux, elle est responsable du master MEEF 1^{er} degré à l'ESPE d'Aquitaine. Ses recherches en didactique des sciences au Laboratoire Cultures-Éducation-Sociétés (LACES) portent sur les critères de scientificité adaptés à la science scolaire et sur l'initiation anticipée des tout-petits à la méthode scientifique, dès l'école maternelle. Elle a créé les Jardins des sciences de Nevers (2004) et de Nice (2008).

Physicien et membre de l'Académie des sciences, **YVES QUÉRÉ** est l'un des initiateurs de La Main à la Pâte.

30 €



ISBN :
978-2-918696-18-6

somniumeditons@free.fr
<http://somniumeditons.free.fr>

Sommaire

Se mettre à aimer la science , par Yves QUÉRÉ	11
Le plaisir et la curiosité , par Philippe JOURDAN	13
Désir d'apprendre , par Mohammed NAJMI & Gilbert CASTELLI	15
Avant-propos : Quand les enfants enseignent les sciences à d'autres enfants...	17
I - L'organisation pratique d'un jardin des sciences	21
1. De quoi s'agit-il ?	23
2. Comment ça marche ?	25
3. Un jardin des sciences, quatre points de vue	27
4. Quel investissement ?	29
5. Mettre en place un agenda	31
6. Organiser les rotations	33
7. Choisir les activités	37
8. Impliquer les élèves	38
9. Concevoir les animations	39
10. Préparer les élèves à animer	41
11. Préparer les parents à accompagner	45
12. Conseils pratiques	47
13. Des sciences à la kermesse !	49
• Quelques Jardins réussis...	53
II – Physique, chimie, technologie : tous les sujets sont bons	61
• Quarante séquences pour soixante animations	63
A/ 24 Ateliers pour l'école élémentaire	71
E-01 Comment faire varier la taille d'une ombre ?	75
E-02 Sur les traces d'Ératosthène	83

Sommaire

E-03	Ombres colorées	89
E-04	Solide, liquide : deux états d'une même matière ?	95
	<i>Liquide, gaz : une même substance ?</i>	
E-05	– L'évaporation	103
E-06	– L'ébullition	111
E-07	L'air, ce n'est pas rien !	119
E-08	Des voitures à air comprimé	127
E-09	Se dissoudre ou pas ?	135
E-10	Comment rendre l'eau claire ?	147
E-11	Chimie des couleurs	155
E-12	Densité et saturation : des morceaux de sucre sans dessus dessous	167
E-13	Équilibres et déséquilibres	173
E-14	Les balances	183
E-15	Découvrons la densité	191
E-16	Électricité : comment allumer le nez de l'ours ?	199
E-17	Engrenages	207
E-18	Sabliers	215
E-19	Sable et solides en grains	223
E-20	S'orienter à la boussole	237
E-21	Chauffer au Soleil	243
E-22	L'écrase-biscotte	253
E-23	Recyclage : comment fabriquer du papier ?	259
E-24	La petite bête qui monte, qui monte	265
B/ 16	Ateliers pour l'école maternelle	271
•	Faire des sciences avec les tout-petits ?	275
	<i>Les cinq sens :</i>	
M-01	– À la découverte des odeurs	279
M-02	– À la découverte du goût	281
M-03	– À la découverte des sons	285

Sommaire

M-04 – À la découverte du toucher	293
M-05 – À la découverte de la vue	301
M-06 Sabliers	309
M-07 <i>Bascule</i> , ou l'équilibre horizontal	315
M-08 Comment modifier mon ombre ?	319
M-09 Miroirs	327
M-10 Transvasements	331
M-11 <i>Plouf !</i> ou la poulie	341
M-12 Flotte/coule ?	347
M-13 La glace et l'eau, une même matière ?	353
M-14 Se dissoudre ou pas ?	357
M-15 L'écrase-biscotte	363
M-16 Engrenages	369
 III - Mener une démarche d'investigation	 377
1. Quelques règles simples	379
2. Quelles questions pour une démarche d'investigation efficace ?	383
3. Réorganiser la classe pour une démarche d'investigation	389
4. Organisation des écrits	395
5. Définir et limiter le champ d'une investigation	401
 En guise de conclusion...	 407
 Annexes	 409
1. Matériel utilisé	4. Tableaux d'organisation des rotations
2. Que disent les programmes ?	5. Bibliographie
3. Planification pluriannuelle des activités	6. Contacts utiles
 Crédits et remerciements	 446

*J'avoue être né avec l'esprit ainsi
fait que j'ai toujours mis le plus
grand plaisir des études, non
point à écouter les raisons des
autres, mais à les trouver par
mon industrie propre, et cela
seul m'ayant attiré à l'étude des
sciences quand j'étais jeune.*

René DESCARTES,
Règles pour la direction de l'esprit
(1628)

Avant-Propos

Quand les enfants enseignent les sciences à d'autres enfants...

On ne le dira jamais assez : spontanément, les enfants adorent la science.

Comment en convaincre leurs futurs professeurs ? L'IUFM de Nice a choisi de placer ses enseignants stagiaires en position d'animateurs d'un «Jardin des sciences» festif qui, en trois années d'existence, a déjà accueilli près de six mille élèves accompagnés par plus de deux cent cinquante enseignants.

Séquence en poche, les PE se lancent et reviennent heureux : «*Ça marche !*». Même les plus "littéraires" d'entre eux sont surpris de leur propre facilité à susciter l'enthousiasme des enfants pour les sciences et du plaisir qu'ils ont partagé avec eux.

Pourquoi un guide pratique ?

Initialement conçu pour aider ces jeunes enseignants à reproduire plus tard des séquences similaires dans leurs classes, cet ouvrage a vu son ambition s'élargir sous l'amicale pression de collègues sollicitant l'accompagnement de l'IUFM pour organiser leur propre manifestation dans un nombre croissant d'écoles et de circonscriptions. Ce sont alors les enfants eux-mêmes qui se font animateurs et font partager leurs découvertes à leurs camarades d'autres classes, ou d'autres écoles.

Un Jardin des sciences dans chaque école, à quoi bon ?

La préparation de ces manifestations festives donne du souffle à l'enseignement des sciences. Il est toujours plus motivant de travailler ensemble ; les enseignants moins familiers des sciences sont rassurés d'être impliqués avec les collègues dans un projet collectif. L'aventure dynamise aussi les élèves, partenaires à part entière du projet. Quelle joie et quelle fierté d'être les animateurs d'un jour et de partager leurs découvertes avec leurs camarades !

Un pari ambitieux

À la surprise de beaucoup de directeurs, il apparaît relativement facile d'organiser une manifestation d'envergure dans son école. Pour l'enseignant en charge du projet, du lancement à la réalisation, il faut compter une dizaine d'heures de travail hors temps de classe (voire moins si le matériel est déjà disponible).

Les activités menées en classe répondent naturellement aux impératifs du programme.

Il s'agit d'abord de faire vivre aux élèves une démarche d'investigation, méthode préconisée pour l'enseignement des sciences. Dans un second temps, il faut préparer les élèves à tenir un atelier. Ils y parviennent en général en deux à quatre heures et ce temps, loin d'être perdu, développe des compétences langagières précieuses.

Nous espérons que ce guide pratique, appuyé sur l'expérience niçoise, permettra à l'organisateur principal d'anticiper de nombreux détails concrets et l'accompagnera pas à pas dans son élaboration, aussi bien pratique que pédagogique et scientifique de la journée festive.

Pour qui ?

Le guide s'adresse tout autant à l'enseignant expérimenté qu'au néophyte, à celui de formation littéraire qu'au plus scientifique, au collectif travaillant à un projet d'école qu'au professeur isolé. Les enseignants qui débute dans l'enseignement des sciences y trouveront en outre des recettes et des outils concrets pour se lancer, les plus chevronnés des idées pour aller plus loin.

Que vais-je trouver dans cet ouvrage ?

Il ne se substitue ni aux manuels de sciences, ni aux ouvrages de didactique. Notre Guide pratique est structuré en trois grandes parties :

- La première, *Organiser un jardin des sciences*, est consacrée aux aspects concrets d'un tel projet. Quand commencer ? Combien d'animations prévoir ? De quelle durée ? Quelle rotation des groupes d'élèves ? Quelle organisation matérielle, quels outils construire avec les élèves en amont ? Comment faciliter la mise en œuvre d'une animation en démarche d'investigation par les élèves ?
- La deuxième partie, *Physique, chimie, technologie : tous les sujets sont bons*¹, détaille quarante séquences pédagogiques, de la maternelle au cycle 3, rodées et choisies pour leur facilité d'adaptation en animation par les élèves. Elles sont présentées sous forme de fiches standardisées, dont la première page précise les conditions d'emploi (objectifs d'apprentissage, niveau de classe, durée prévue, liste de matériel, temps de préparation, niveau de difficulté pour l'enseignant et les élèves, etc.).
- Il nous semble utile de proposer quelques conseils pratiques sur la façon de mener une démarche d'investigation. La troisième partie s'adresse avant tout aux enseignants qui débute dans la démarche ou à ceux qui ne s'estimeraient pas en mesure d'enseigner les sciences.² Comment éviter les pièges « classiques » ? Comment questionner les élèves, mettre en place le cahier d'expérience, organiser la classe pour faciliter la démarche d'investigation, identifier des paramètres ?

1. Le Jardin des sciences de l'IUFM de Nice inclut bien sûr des ateliers consacrés à la biologie et aux mathématiques, et même à l'éducation sportive et musicale. Pour cette partie plus didactique du Guide, l'auteur a toutefois choisi de s'en tenir aux exemples d'ateliers qu'elle a personnellement testés dans les classes.

2. C'est malheureusement le cas de près d'un enseignant sur deux au cycle 3 (estimation de J. Salençon, de l'Académie des sciences, lors du colloque « Cultiver la science. La formation continue des professeurs enseignant les sciences », Paris, avril 2010). L'expérience montre toutefois que la participation à un projet de type Jardin des sciences développe la confiance des enseignants pour la mise en œuvre de démarches d'investigation dans leur classe.

On trouvera enfin en annexe une liste des fournisseurs et les prix approximatifs des différents matériels nécessaires à la mise en œuvre des progressions pédagogiques ainsi qu'une bibliographie commentée.

Et si j'ai d'autres idées ?

Ce Guide pratique n'est qu'un tremplin : n'hésitez pas à vous approprier son contenu, à l'adapter à votre classe, à intégrer d'autres ateliers à votre manifestation, à le baptiser autrement (des "cours" et des "marchés" des sciences fleurissent déjà dans l'académie de Nice)... et surtout :

Lancez-vous !



**II –
Physique, chimie,
technologie :
tous les sujets
sont bons**

Quarante séquences pour soixante animations...

Après les détails pratiques de l'organisation d'un Jardin des sciences dans la section précédente, nous abordons maintenant ses aspects pédagogiques.

Le préalable pour pouvoir monter les animations et organiser un jardin des sciences est la mise en œuvre en classe des démarches d'investigation correspondantes : les élèves doivent avoir eux-mêmes fait et compris avant de pouvoir animer ; le maître avoir conduit une démarche à son terme avant de l'adapter.

Cette section propose quarante séquences thématiques donnant tous les éléments nécessaires à l'élaboration d'autant de démarches d'investigation, en classe d'abord, puis dans le cadre d'un Jardin des sciences. Vingt-quatre sont destinées aux élèves de l'école élémentaire (E-01 – E-24), seize aux petits de maternelle (M-01 – M-16).

Souvent abordés par le biais d'objets techniques simples ou d'observations domestiques, les sujets traités relèvent essentiellement de la physique et de la chimie. Ils couvrent l'ensemble du programme de l'école élémentaire à l'exception de l'astronomie et des sujets « citoyens » non accessibles aux élèves en démarche expérimentale. Certaines approches sont classiques, d'autres sont beaucoup plus inattendues. Deux critères ont guidé leur choix : la facilité de leur transposition en ateliers animés par les élèves et la possibilité d'un traitement à la fois rigoureux et ludique.

Un exemple de planification pluriannuelle des activités est fourni en annexe pour les enseignants désireux d'organiser une progression des contenus proposés sur les deux cycles de l'élémentaire.

Des séquences dans les classes

Si se lancer avec les élèves n'est pas sorcier, le choix des questionnements s'avère en revanche assez technique. Selon la belle métaphore de Lynn Rankin, la démarche d'investigation est « *une activité soigneusement chorégraphiée* ». Il ne suffit pas de se lancer tête baissée dans la recherche de réponse à des questionnements d'élèves pour arriver à bon port. La physique et la chimie sont des domaines complexes et il est facile de se trouver embringué dans une recherche impossible à mener avec les moyens de la classe. L'échappatoire est alors de fournir des réponses toutes faites ou tirées des livres : on échoue sur l'essentiel. On visait la construction des savoirs par une démarche scientifique et on se retrouve réduit à des arguments d'autorité : quelle ironie !

L'ambition de ce Guide est de fournir les moyens d'éviter ces déboires et les recherches non adaptées. Les questionnements proposés ont été soigneusement conçus pour remplir avec vos élèves des objectifs fixés en avance et conformes aux programmes. Dès le début, vous savez où vous allez arriver. Seul le chemin que prendront les élèves pour y parvenir est incertain.

Incertain ? Pas tant que cela. Le questionnement maintient la recherche dans les limites exploitables avec eux. Par ailleurs, si on ne peut savoir comment chaque individu va réagir, il est souvent possible d'anticiper les réactions de la classe. La conception des déroulements en tient compte :

Quarante séquences pour soixante animations...





lors de votre mise en œuvre, il émergera souvent de la réflexion collective des élèves des solutions assez semblables à celles indiquées. Bien sûr, il est toujours possible qu'un élève propose une approche inattendue ; dans ce cas, « Essayons ! » reste toujours la meilleure réponse. Les recherches conduisent parfois à des résultats contre-intuitifs, mais ne présentent de piège ni pour l'enseignant ni pour les élèves.

Pour l'enseignant qui débute, nous avons aussi veillé à donner des pistes de formulations de réponses telles qu'elles peuvent être construites avec les élèves et à proposer systématiquement les questions à poser pour les guider dans la recherche. Les descriptifs indiqués en sont rallongés d'autant. Le débutant pourra les suivre pas à pas et prendre progressivement de l'assurance tandis que l'expert les survolera en ne s'arrêtant que sur les points délicats à mener. La dernière partie de l'ouvrage fournit par ailleurs tout un panel d'outils et de conseils pour se lancer dans de bonnes conditions.






Mode d'emploi des séquences

La présentation de chaque séquence répond à une structure constante. La première page regroupe les informations essentielles et se prolonge si nécessaire par un descriptif des dispositifs utilisés et de leur préparation. Vous trouvez ensuite un déroulement succinct sous forme de tableau. Il précise les différentes étapes, leurs objectifs spécifiques et les modalités de travail dans la classe. Suit enfin un descriptif détaillé qui rentre dans le détail du déroulement.

1/ Une première page pour se faire une idée

- OBJECTIF GÉNÉRAL : pour savoir ce que les élèves vont découvrir.
-  • MATÉRIEL : pour rassembler le matériel et ne pas être pris au dépourvu.
-  • BUDGET : donne une idée approximative du coût de la séquence. Une grande partie du matériel peut s'emprunter ou être récupéré ; nous en indiquons le prix pour un achat neuf, en annexe. Les produits alimentaires sont rarement consommés et sont donc réutilisables ; les parents peuvent être sollicités et en donnent volontiers (nous donnons toutefois une tranche de prix pour le coût de ces produits). Par ailleurs, le même matériel se retrouve dans plusieurs séquences : les coûts ne s'ajoutent donc pas.
-  • PRÉPARATION : pour évaluer le temps de préparation nécessaire avant de se lancer et pour fabriquer les dispositifs nécessaires au déroulement.
-  • CONDITIONS SPÉCIFIQUES : on a parfois besoin de soleil ou d'obscurité, etc.
- DIFFICULTÉS TRAVAILLÉES : pour ne pas être surpris et se préparer à des actions ciblées.

Quarante séquences pour soixante animations...

- LIEN AVEC LE PROGRAMME : précise la thématique travaillée telle qu'elle est proposée dans les programmes.
-  • LES CYCLES VISÉS : certains sujets sont réservés au cycle 3.
-  • LE PLAISIR RESENTI PAR LES ÉLÈVES AU COURS DE LA SÉQUENCE : pour se faire plaisir et faire plaisir.
-  • LA DURÉE GLOBALE DE LA SÉQUENCE.
-  • LE NIVEAU DE DIFFICULTÉ POUR L'ENSEIGNANT : parce qu'il vaut mieux débiter par des choses simples pour prendre de l'assurance (une étoile : très facile ; trois étoiles : moins facile).
-  • LES AUTRES SÉQUENCES EN LIEN : certaines séquences supposent aussi des prérequis (fournis dans d'autres séquences indiquées en lien), une démarche d'investigation succédant à une autre.

2/ Un déroulement succinct

Alors que la durée globale du déroulement est précisée en première page, nous avons fait le choix de ne pas le découper en « séances » mais en « étapes ». Certaines prennent quelques minutes, d'autres plusieurs heures. Bien plus que le temps passé sur chacune d'elle, c'est leur succession qui rythme la démarche d'investigation. Peu importe que vous choisissiez de les franchir sur quelques après-midi ou de les répartir sur plusieurs blocs de 45 min, du moment que la cohérence d'ensemble est respectée.

Sont indiqués le cas échéant les *questionnements* à réserver aux plus grands. On ne peut demander la même chose à un CP et à un CM2 ; la structure des déroulements est toutefois très proche, ce sont les traces écrites qui différeront le plus. Nous détaillons la version « haute », la plus complète, dont il est presque toujours possible de réduire l'ambition pour les plus jeunes, à l'appréciation du maître (étapes facultatives, écrits individuels remplacés par des moments de discussion collective, etc.).

À chaque étape correspondent des *objectifs* plus spécifiques : ne sont précisés que ceux travaillés en sciences (en terme de contenu ou de démarche). Il va de soi que l'ensemble des compétences liées à la démarche d'investigation sont systématiquement travaillées.

Les compétences liées à la maîtrise de la langue française et des principaux éléments de mathématiques, les compétences sociales, la capacité à être autonome et à prendre des initiatives sont évoquées en annexe A-2.

Enfin, pour chaque étape, nous conseillons une *organisation* possible de la classe : travail collectif (débat, échanges entre élèves, présentation et confrontation d'affiches), en petits groupes (recherche expérimentale, rédaction d'affiches et formulation de réponse) ou individuel (premières idées sur la question, propositions de dispositif lors de la recherche...).

Quarante séquences pour soixante animations...

3/ Un descriptif détaillé

Il fournit les informations permettant la mise en œuvre concrète avec les élèves. Les questions à poser, les réponses possibles des élèves, des façons de s'en saisir pour lancer une recherche, les difficultés que vont rencontrer les élèves pendant celle-ci, le guidage possible par l'enseignant, les points délicats à traiter, les écueils à éviter... ce descriptif vous accompagne pas à pas dans la démarche d'investigation, jusqu'au moment où vous arrivez avec vos élèves à une formulation de réponse satisfaisante (et à de nouveaux questionnements !).

Il décrit donc chaque étape, en signale les enjeux et difficultés.



Le point d'exclamation alerte sur des difficultés souvent rencontrées dans l'organisation tant pratique que pédagogique. Ils sont là pour sécuriser la mise en œuvre.



Ce logo apporte des compléments pour faciliter la mise en œuvre dans la classe et l'adaptation à un public plus jeune ou en difficulté.



Les noisettes parsemant les marges proposent des compléments d'information ou proposent des questionnements supplémentaires des élèves.

CE DESCRIPTIF EST INDICATIF. L'articulation entre les différentes modalités de mise en œuvre (travail individuel, en groupe, à l'écrit, à l'oral) est à adapter suivant le niveau des élèves. Il est ainsi possible d'alléger une séquence en supprimant certains passages à l'écrit (nous indiquons les moments où ils sont cruciaux). L'enseignant peut aussi choisir de ne mener qu'une partie des déroulements mis à disposition. Comme ils incluent plusieurs démarches d'investigation successives, plutôt que de rebondir d'un questionnement à l'autre, on peut choisir d'arrêter les recherches. Elles pourront être prolongées à un autre moment dans la scolarité des élèves.

- LES LIENS VERS D'AUTRES DOCUMENTS : renvoient à des ouvrages dont la lecture est conseillée ou des documents annexes disponibles sur la Toile.

Des animations dans le Jardin des sciences

Il est assez facile d'extraire de ces séquences la substance d'animations de type "Jardin des sciences". La principale difficulté est d'évaluer *a priori* leur durée, en tenant compte des caractéristiques des animateurs, des visiteurs et de la durée des créneaux (20 min environ), mais les répétitions en classe en donnent une première indication, souvent par excès.

Les animateurs sont jeunes, peu expérimentés, souvent très dynamiques et envahissants. Quand ils font vivre une démarche d'investigation à leurs camarades, ils ont souvent tendance à ne leur pas laisser suffisamment de temps pour chercher. Les animations sont donc menées tambour battant : cela réduit considérablement le temps de mise en œuvre par rapport au temps mis en classe. S'ajoute à cela qu'un petit groupe d'élèves facilite les interactions et limite les temps morts et que les exigences sur les traces écrites sont moindres qu'en classe.

Il faut aussi tenir compte de la diversité des visiteurs : si, sur une animation, un CM2 est d'une façon générale plus rapide qu'un CP, tous s'avèrent bien plus vifs qu'en classe. Pour gérer l'hétéro-

Quarante séquences pour soixante animations...

généité du public, on peut exiger des plus grands des traces écrites plus touffues ou nombreuses que pour les petits et proposer un questionnement plus riche.

Globalement, tout concourt à réduire le temps nécessaire pour mener une démarche d'investigation. Les animateurs peuvent régler en une dizaine de minutes ce qui prend une heure (voire plus) en classe entière. Les élèves visiteurs n'entrent pas autant dans le détail et les animateurs guident plus que nécessaire, mais cela reste des démarches d'investigation.

Certaines séquences simplifiées peuvent donc être proposées intégralement ou presque sur une animation. Le plus souvent, c'est le début d'une séquence qui sera utilisé : il suffit alors de reprendre le questionnement des premières étapes. Rien n'empêche toutefois de construire une animation personnalisée en se focalisant sur une question qui a particulièrement intéressé la classe. Entre les deux, on peut s'appuyer sur la première étape pour sauter directement à une autre étape plus lointaine de la même séquence. Des exemples d'animations sont proposés en élémentaire à la fin de chaque séquence.

La situation est encore plus simple en ce qui concerne les maternelles : les séquences proposées sont directement transposables. Il est ainsi possible de construire une multitude d'animations courtes autour des cinq sens et de dériver jusqu'à quatre animations distinctes des autres séquences.

Quarante séquences pour soixante animations...

Quelques pistes pour choisir une thématique

1/ En élémentaire

L'environnement de l'école, sa taille, le matériel disponible au sein des classes, le budget alloué par les municipalités sont autant d'éléments qui déterminent le choix d'une thématique par un enseignant.

La grande diversité des séquences (24 au total) devrait permettre à chaque enseignant de trouver chaussure à son pied. Voici quelques critères pour choisir les séquences adaptées à votre situation :

Mise en œuvre très facile (enseignant débutant dans la démarche)	E- 01, 04, 08, 09, 10, 13, 14, 16
Moins facile, animation des ateliers par des élèves de C3 conseillée	E- 02, 03, 05, 11, 15, 19, 20, 21
Séquences adaptées à la réalisation de 3 animations différentes	E- 01, 07, 12, 13, 14, 16, 17
Séquences sans investissement en matériel	E- 01, 02, 05, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 22, 23, 24
Prises électriques souhaitables	E- (03), 06, (09), (10), (12)
Temps ensoleillé	E- (01), 02, 21
Obscurité	E- 01, 03
Thermomètres à prévoir	E- 04, 06, 21
Chauffage nécessaire (présence d'un adulte)	E- 06, (09), (10), (12), (21)
Matériel de récupération à prévoir (petits pots, carton, tiges en bambou, bouteilles plastiques, boîtes...)	E- 08, 09, 11, 13, 14, 18, 21, 22, 23, 24
Construction d'un objet technologique	E- 08, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24
Séquences utilisables dans une perspective "développement durable"	E- 09, 10, 11, 21, 22, 23
Séquences où la chimie est à l'honneur	E- 09, 10, 11

Les () indiquent les séquences pour lesquelles il est possible de se passer des conditions spécifiées.

2/ En maternelle

Les enfants changent vite en maternelle et la maturité des élèves n'est pas toujours en relation directe avec leur âge. L'hétérogénéité des classes est souvent grande, parfois recherchée : il nous a semblé illusoire de fixer le niveau adapté aux séquences en maternelle. Aucune séquence n'est déconseillée aux plus petits : il y a toujours quelque chose à prendre, ne serait-ce que le simple fait d'avoir manipulé et le souvenir d'avoir "mis les mains dedans". Il n'en demeure pas moins que

Quarante séquences pour soixante animations...

certaines séquences semblent mieux adaptées aux grandes sections : ils pourront aller plus loin dans les raisonnements et profiteront à plein des séquences proposées.

Séquences conseillées aux élèves plus matures	M- 06, 07, 11, 14, 16
Séquences réalisables sans investissement en matériel	M- 01, 02, 04, 07, 08, 10, 12, 13, 14, 15
Temps ensoleillé	M- 05, 08, 09
Obscurité	M- 08
Matériel de récupération à prévoir (petits pots, carton, tiges en bambou, bouteilles plastiques, boîtes...)	Toujours !
Construction d'un objet technologique	M- 06, 14, 15, 16

16 Ateliers pour l'école maternelle

B

- Faire des sciences avec les tout-petits 275

Les cinq sens :

M-01 - à la découverte des odeurs	279
M-02 - à la découverte du goût	281
M-03 - à la découverte des sons	285
M-04 - à la découverte du toucher	293
M-05 - à la découverte de la vue	301
M-06 Sabliers	309
M-07 <i>Bascule</i> ou l'équilibre horizontal	315
M-08 Comment modifier mon ombre ?	319
M-09 Miroirs	327
M-10 Transvasements	331
M-11 <i>Plouf !</i> ou la poulie	341
M-12 Flotte/ coule ?	347
M-13 Glace et eau, une même matière ?	353
M-14 Se dissoudre ou pas ?	357
M-15 L'écrase-biscotte	363
M-16 Engrenages	369

Faire des sciences avec les tout-petits ?

Y a-t-il un sens à parler de science à l'école maternelle ?

Dans l'acception la plus stricte de ce terme, probablement pas (mais, à l'aune des critères de scientificité de la science professionnelle, fait-on même de la science au lycée ?).

En revanche, il n'est jamais trop tôt pour établir les réflexes sur lesquels sera progressivement fondée une méthodologie scientifique de base : primauté de l'expérience, justification et mise à l'épreuve systématique des opinions, attention à la précision du vocabulaire, etc.

C'est aussi un moment essentiel où commencent à se mettre en place les distinctions entre la *réalité* et la *fiction* : plus elles apparaîtront simples et limpides, et plus il semblera également naturel, bien plus tard, de naviguer entre observations, *modèles* et *théories* scientifiques.

Mais quand même ces premiers contacts, en classe ou dans un *Jardin des sciences*, ne serviraient qu'à associer, dans la mémoire des petits, science et découverte, science et plaisir, qu'à les amener, selon le mot d'Yves Quéré, à se *mettre à aimer la science* – un pas immense serait déjà franchi !

Multiplier les découvertes libres ou guidées

En maternelle, le plaisir est partout. Les jeunes élèves ont peu d'expérience du monde réel. Ils sont avides de nouvelles sensations. Comme pour leurs aînés de l'école élémentaire, une part importante de l'attrait des séquences de "sciences" repose sur la découverte. Une différence majeure est toutefois que la "nouveau" perdure bien plus longtemps avec les plus petits : **il ne faut pas hésiter à répéter une activité**, bien au contraire.

Leur laisser le temps de la découverte vous permettra d'identifier leurs centres d'intérêt et leurs questionnements éventuels. C'est également un moyen de les faire verbaliser et d'introduire des mots nouveaux. N'hésitez pas à les faire *parler* de ce qu'ils sont en train de faire, à reformuler leurs réponses, à les interroger et à leur faire part de vos propres observations. Il est bien souvent nécessaire d'attirer leur attention sur des phénomènes qu'ils ne remarqueraient pas spontanément :

« Que fais-tu ? », « Que se passe-t-il quand tu plonges l'objet dans l'eau ? », « Où va l'objet ? », « Et si on plonge un autre objet, se passe-t-il la même chose ? », « Que s'est-il passé quand tu as mélangé le sucre et l'eau ? », « Et si on recommençait pour mieux voir ? », « Entends-tu la même chose quand tu tapes ces deux objets ? », « Oh ! Je vois de l'eau passer à travers le tamis, tu la vois ? », etc.

Les élèves pourront ensuite s'appuyer sur ces expériences vécues, elles nourriront leur réflexion. Ils seront par ailleurs plus disponibles pour une recherche ciblée, l'excitation de la première découverte passée. Privilégiez le travail en atelier ou assurez-vous d'avoir assez de matériel à disposition pour ne pas avoir d'élèves réduits au rôle de spectateur.

Aider les élèves à formuler leur pensée

Le rôle de l'enseignant est à la fois simple et essentiel.

Que les élèves soient volubiles ou petits parleurs, ils auront besoin de votre aide pour trouver leurs mots et mettre en forme aussi bien une question qu'une observation. Ce travail, classique et

Faire des sciences avec les tout-petits ?

permanent avec les tout-petits, devient crucial dans le cadre de la mise en œuvre d'une démarche expérimentale.

Un risque courant consiste à mal interpréter une formulation maladroite. Si les enfants ne sont pas avares d'explications et d'idées, les comprendre – et s'assurer qu'on les a bien compris – est une tâche souvent ardue. *« Tu dis que lorsque tu as fais ceci, tu as vu cela ». « Tu penses que c'est parce que ceci que cela. C'est bien ce que tu as voulu dire ? »*.

Un élève s'exprime plus facilement sur quelque chose qu'il est en train de dessiner (ou de faire) qu'en l'absence de support. L'échange qui s'établit autour d'un dessin facilite la formulation de sa pensée. Une dictée à l'adulte la fige et lui donne du poids ; les élèves en sont friands et il vaut souvent la peine d'en prendre le temps, même si on ne peut pas le faire à chaque fois avec tous les élèves. *« Je pense qu'il va se passer cela », « C'est parce qu'il y a ceci que l'on voit cela », « Quand j'ai fait ceci, j'ai vu cela »* sont des phrases qui peuvent être associées aux dessins.

Les ateliers et leur petit nombre d'élèves sont bien sûr des moments privilégiés pour l'expression orale des idées et la mise en évidence de leur diversité.

Identifier les problèmes

Les plus petits ne voient pas toujours spontanément d'incompatibilité entre deux (ou plusieurs) propositions contradictoires. Ce n'est pas parce que le désaccord entre deux élèves vous semble évident qu'ils en sont eux-mêmes conscients. Votre reformulation des idées des uns et des autres, ciblant ce qui est pareil et ce qui ne l'est pas, le rendra apparent

C'est d'ailleurs le plus souvent une question de l'enseignant qui fera émerger un désaccord entre les élèves. Les discussions collectives, aussi utiles soient-elles, se résument souvent à l'intervention de quelques élèves. Les lancer dans une activité (réalisation d'un tri, mélange de produits, déplacement d'objets etc.) pour ensuite confronter les productions et les comparer est une autre façon de révéler la diversité des conceptions : plus d'élèves se sentent impliqués. S'appuyer sur un support concret (objets triés, dessins, productions au sens large) facilite en outre les échanges.

Ce n'est pas parce que tu le dis que c'est vrai !

Une fois les problèmes identifiés, il reste à les résoudre. Il arrive souvent que, sans le réaliser, un même élève soutienne simultanément des idées contradictoires entre elles. Une reformulation claire et le rappel que l'on ne peut dire en même temps une chose et son contraire lui permettra de prendre conscience des contradictions internes qu'elles véhiculent. Ses camarades peuvent également y contribuer. Il cesse alors rapidement de les défendre, n'en étant plus convaincu (sans nécessairement être conscient d'avoir changé d'avis). On arrive ainsi à éliminer de nombreuses idées qui ne tiennent pas la route.

Pour les idées qui ont passé ce premier filtre, comme toujours, une seule réponse valable : *pour savoir, il faut essayer*. C'est loin d'être spontané pour les petits. *« Ce n'est pas parce que tu le dis que c'est vrai »* : c'est un premier apprentissage épistémologique laborieux, mais essentiel.

Faire des sciences avec les tout-petits ?



Dans les séquences, nous avons veillé à réserver les questions en « *pourquoi* » aux actions des enfants ; en ce qui concerne les observations physiques, on se demande plutôt « *comment* » elles sont possibles, pour les inciter à essayer pour vérifier. Nous attirons votre vigilance sur cette précaution qui évite de nombreuses discussions délicates (e.g. « *c'est parce qu'il a un pouvoir spécial* » [comme l'opium fait dormir *parce qu'il a des « vertus dormitives »*, chez Molière]). D'une façon assez générale, en sciences, une question en « *pourquoi* » est mal posée et gagne à être reformulée.

Garder la question en mémoire

Après la formulation d'une question intéressante, il s'agit de se mettre d'accord sur une procédure pour en chercher la réponse. Il faut ensuite s'assurer que les élèves ne perdent pas de vue ce qu'ils cherchent. Il est nécessaire de leur rappeler la question que l'on se pose et qu'ils la reformulent afin de s'assurer qu'ils comprennent en quoi ce que l'on fait / observe permet d'y répondre. N'hésitez pas à prendre des photos : elles seront un support précieux pour la formulation de réponse.

Ces activités peuvent être proposées en grand groupe et en atelier. Les refaire, avec des variations mineures, facilite leur assimilation par les élèves : cela leur donne le temps de les digérer et de créer des liens entre question et activité de recherche. On peut également, en répétant une activité, aider les élèves à aller du concret vers l'abstrait. Ainsi, lors d'un tri d'objets : la première fois, les élèves utiliseront les objets eux-mêmes placés dans des paniers comme support pour la discussion ; puis on collera les objets sur des affiches ; puis leurs photos ; enfin, les affiches pourront être construites autour de dessins, voire de schémas.

Une formulation de réponse imagée

C'est dans l'action que les très jeunes élèves expriment leurs observations, leurs résultats. La recherche et la formulation de réponse sont couplées.

Il est donc nécessaire de prévoir un support pour enregistrer leurs résultats au moment même où ils font les choses. Ainsi, ils pourront répartir entre des paniers distincts les objets qui se comportent de *telle* façon ou de *telle* autre (ou leurs images) ; un tableau, des feuilles pour dessiner ou des dessins à compléter sont aussi des supports possibles. Au moment de la mise en commun, les enfants peuvent s'appuyer sur le même matériel qu'au cours des ateliers, en complément d'une discussion autour de leurs productions.

Les réponses obtenues par les différents groupes (ateliers) peuvent alors être comparées en classe entière et donner lieu à la réalisation d'une affiche par l'enseignant, qui aide les élèves à organiser leurs idées et à en dégager les éléments clefs. Des photos et des logos rendent compte des différentes étapes par lesquelles les élèves sont passés. Un point d'interrogation indique la question que l'on s'est posée, une ou plusieurs têtes d'enfants avec un nuage indiquent les idées proposées, une main, un œil ce que l'on a fait et vu, un livre ouvert ce que l'on a trouvé, etc.

Faire des sciences avec les tout-petits ?

Cette affiche, exposée dans la classe ou à l'extérieur permet aux élèves de raconter aux parents ce qu'ils ont fait... et aux parents de réaliser que leur petit bout a fait de nouvelles découvertes. À tous les niveaux, elle favorise les échanges.

Au final, faire des sciences avec des tout-petits n'exige pas de l'enseignant une attitude très différente de ce qu'elle est habituellement en classe de maternelle. L'accent est simplement déplacé sur la distinction entre, d'une part, ce que l'on *fait, voit, sent* (le monde réel) et d'autre part ses *opinions* ou ce que l'on imagine (la fiction). Que les élèves intègrent l'idée qu'il convient toujours d'essayer et de confronter ce que l'on pense qu'il va se passer à ce qu'il se passe vraiment, et on pourra déjà les qualifier de scientifiques en herbe !

Nous avons déjà abordé en I-10 (*Préparer les enfants à animer*) les questions pratiques liées à la mise en œuvre de la démarche d'investigation par les enfants de maternelle dans un contexte de *Jardin des sciences*. Les animations qu'ils peuvent y proposer à leurs visiteurs sont les mêmes qu'ils auront eux-mêmes vécues, et les séquences de cette section sont conçues pour un transfert direct de la classe au Jardin.



Les cinq sens À la découverte des odeurs

m-01

Objectif général :

Associer des mots à des sensations.



Matériel



Par groupe : pots en céramique opaque ; papier d'aluminium ; feuilles de menthe ; feuilles de basilic ; lavande ; cacao en poudre ; 1 orange ; 1 citron ; 2 bâtons de cannelle ; 2 bâtons de vanille ; vinaigre de Xérès ; moutarde ; thym ; 1 bac.

Pour l'enseignant : 1 couteau ; 1 crayon de bois ; 1 éponge ; essuie-tout.

Budget



Produits alimentaires : 8 €.

Préparation : 10 minutes



Déposez dans chaque pot suffisamment de produit pour que l'odeur soit facilement identifiable, en écrasant les feuilles si nécessaire. Les recouvrir de papier aluminium percé de petits trous (à l'aide du crayon).
Prévoir dans un bac un peu de chaque produit pour une observation des élèves.

Conditions spécifiques



Attention aux allergies alimentaires.

Lien avec le programme :
découvrir les cinq sens



Cycle I



1 heure



Difficultés travaillées :

Utiliser un vocabulaire adapté (pour décrire, comparer).

Les cinq sens À la découverte des odeurs

Déroulement succinct

Étapes	Objectifs	Modalités de mise en œuvre
Qu'y a-t-il dans le pot ?	Découvrir différentes odeurs. Associer une odeur à un produit.	<i>Travail en atelier et mise en commun</i>

Descriptif

Les élèves sont entourés d'odeurs qu'ils savent rarement nommer. Nous vous proposons tout simplement d'en découvrir un certain nombre avec eux.

Qu'y a-t-il dans le pot ?

Présentez aux élèves les différents produits qu'ils vont sentir : ils en connaissent certains, d'autres non. Nommez-les tous et faites leur sentir les produits visibles. Il va ensuite s'agir de reconnaître ces différentes odeurs dans les pots. Une fois que tous les élèves ont senti un même produit, laissez-les exprimer leur appréciation et leur avis sur ce qu'ils viennent de sentir. *Comment s'en assurer ?* En ouvrant le pot et en comparant l'odeur, mais aussi l'aspect des deux produits. Il est possible de répéter les tests jusqu'au moment où les élèves ont mémorisé les odeurs proposées.



Commencer par les odeurs les plus agréables.

Les cinq sens À la découverte du goût

m-02

Objectif général :

Associer des mots à des sensations.



Matériel



Pour un atelier : pipettes ; une bouteille d'eau ; sirop de menthe vert ; TMRicqlès ; cacao en poudre ; TMTabasco ; 2 oranges ; 2 citrons ; fleur d'oranger ; vinaigre de Xérès ; moutarde ; sucre ; miel ; sel ; 4 pommes de saveur sucrée (e.g. golden ou royal Gala), 4 pommes de saveur acidulée (e.g. Granny Smith ou Elsta).

Pour l'enseignant : pipettes en plastique ; un couteau ; un presse-agrume ; une éponge ; essuie-tout.

Budget



Les 50 pipettes : 3,50 € ; produits alimentaires : 8 €.

Préparation : 10 minutes



Mélanges à réaliser juste avant de les proposer aux élèves.

Presser l'orange et le citron, verser une partie de chaque jus dans un verre et compléter avec de l'eau. Goûter les mélanges pour vérifier que les goûts sont suffisamment prononcés. Réaliser et tester de même des mélanges aux goûts prononcés avec les autres denrées choisies.

Éplucher et découper les pommes en lamelles.

Conditions spécifiques



Attention aux allergies alimentaires.

Lien avec le programme :
Découvrir les cinq sens



Cycle I



1 heure



Difficultés travaillées :

Utiliser un vocabulaire adapté (pour décrire, comparer).

Les cinq sens À la découverte du goût

Déroulement succinct

Étapes	Objectifs	Modalités de mise en œuvre
Qu'y a-t-il dans le verre ?	Découvrir différents goûts. Associer un goût à un produit.	<i>Travail en atelier et mise en commun</i>
Toutes les pommes ont-elles le même goût ?	Des variétés différentes d'un même fruit peuvent avoir des goûts différents.	<i>idem</i>

Descriptif

Les plus jeunes ont du mal à distinguer le salé du sucré : avec un peu d'entraînement ils y parviennent rapidement. Nous nous restreignons ici à une découverte des goûts de certains produits plutôt qu'à l'identification systématique de sensations gustatives (salé, sucré, amer, acide). Cela exige un travail au long cours qui sort du propos de cet ouvrage.

Le goût et l'odorat sont les deux sens qui, *de concert*, nous permettent d'apprécier un bon repas. Un rhume suffit pour connaître la frustration de ne pouvoir goûter un plat comme on le souhaiterait : certaines perceptions demeurent (sucré, salé...) et d'autres s'évanouissent. Nous ne nous embarrasserons toutefois pas de ces finesses avec les petits.

1/Qu'y a-t-il dans le verre ?

Préparez une pipette par verre de mélange à goûter et quelques pipettes de secours, puis disposez les verres de façon stable. Les produits qui ont servi aux mélanges doivent être facilement accessibles.

Présentez les différents produits aux élèves : ils en connaissent certains, d'autres non. Nommez-les tous et indiquez qu'ils vont goûter un peu de chacun (les leur faire sentir pour les rassurer si besoin). Remplissez à moitié la pipette et déposez quelques gouttes de chaque mélange sur la langue tendue des élèves. Une fois que tous ont goûté un même produit, laissez-les exprimer leur appréciation et leur avis sur ce qu'ils viennent de goûter. Alors seulement, indiquez le produit qu'ils viennent de tester. Il est possible de répéter les tests jusqu'au moment où les élèves ont mémorisé les goûts proposés.



Commencer par les goûts les plus agréables.

Les cinq sens À la découverte du goût

m-02

2/ Toutes les pommes ont-elles le même goût ?

Faites goûter différentes variétés de pommes aux élèves et laissez-les exprimer ce qu'ils ressentent. Si certaines pommes sont très sucrées, d'autres ont un goût acidulé.

Vous pouvez leur proposer de nombreuses autres dégustations sur le même mode.

Je veux bien goûter mais, d'abord, je sens !





Les cinq sens À la découverte des sons

m-03

Objectif général :

Associer la hauteur du son entendu à la taille d'objets similaires ; découvrir qu'un chuchotement peut se propager loin dans un tuyau ; découvrir différents objets sonores.

Matériel



Par atelier : lot de 8 tubes sonores ; lot de 8 cloches ; pots de fleurs en terre cuite de tailles variées ; plusieurs tubes flexibles cannelés en plastique (Ø 3 cm environ, longueur de 0,7 à 1,2 m) ; plusieurs tubes de canalisation en PVC rigide et des coudes pour les raccords (Ø 4 cm environ) ; 16 baguettes de percussion (ou autant de baguettes chinoises et de perles en bois dont le diamètre du trou est proche de celui de l'extrémité des baguettes) ; un bâton de pluie démontable (*facultatif* : tube en carton, couvercles en carton, clous de longueur légèrement plus petite que le diamètre du tube et graines pour bâton de pluie) ; une cuillère en métal par enfant ; ficelle ; un carillon d'extérieur (tubes en bambou ou métal, *facultatif*) ; bandeaux pour les yeux.

Pour l'enseignant : un étendoir à linge ou portant ; autant de corps de gros feutres que de pots de fleurs ; un xylophone ; une scie, un sifflet.

Budget



Tube de PVC rigide de un mètre : 4,80 € ; tube coudé : 4,50 € ; tube flexible cannelé (1 m) : 2 € ; tubes sonores et leurs « octaveurs » (cache en plastique obturant une extrémité du tube) : 28 € les 8 ; set de 8 cloches musicales : 50 € ; petit xylophone métal : 11 € ; pot de fleurs en terre cuite : 2 € ; paires de baguettes chinoises : 2,50 € les 10 ; perles en bois naturel : 2 € les 20 ; tube de colle : 4 € ; kit Bâton de pluie en carton : 3,65 € (*facultatif*).
Le reste du matériel est empruntable.

Préparation : 25 minutes



Voir détails page suivante.

Conditions spécifiques



Prévenir les collègues au moment de la manipulation libre des instruments.



Lien avec le programme :
Découvrir les cinq sens



Cycle I



4 heures



Difficultés travaillées :

Distinguer l'intensité d'un son de sa hauteur ; identifier la variation de hauteur d'un son ; acquérir et utiliser un vocabulaire adapté (pour décrire, comparer) ; respecter un code pour jouer d'un instrument avec ses camarades.

Les cinq sens À la découverte des sons

Préparation

Baguettes de percussion :

Coller l'extrémité des baguettes chinoises dans les perles en bois.

Maracas :

Insérer des graines dans le pot et refermer avec le couvercle.

Bâton de pluie :

Tracer une spirale sur le tube en carton (espacement entre les spires : environ 1,5 cm). Enfoncer des clous perpendiculairement à sa surface tous les centimètres environ suivant le tracé. Fermer une extrémité du tube avec du carton. Y verser des graines, fermer l'autre extrémité et retourner. Suivant la quantité de graines, leur taille, l'espacement entre les clous et la taille du tube, la qualité du son et sa durée varient.

Carillon :

Découper les corps des feutres pour qu'ils puissent rentrer dans les pots de fleurs. Creuser à la scie une gorge en leur milieu. Nouer serrée une ficelle (elle doit pouvoir supporter le poids du pot). Glisser le tube dans le pot et faire ressortir la ficelle par le trou central d'évacuation d'eau. Fixer l'autre extrémité de la ficelle à la hauteur souhaitée sur l'étendoir en veillant à l'équilibre de l'ensemble (alourdir les pieds et les bloquer) et à ce que les cloches ne se touchent pas.

Ding dong, les clochent sonnent.



Tu m'entends quand je chuchote ?



Des pots de fleurs en guise de cloches ?



Les cinq sens À la découverte des sons

m-03

Ce n'est pas une sirène, juste un tuyau !



Différentes tailles pour différents sons ? (tubes et lames de xylophone)



Étapes	Objectifs	Modalités de mise en œuvre
Manipulation libre des instruments	Écouter les sons produits. Introduire du vocabulaire : <i>aigu, grave, fort, faible.</i>	<i>Travail en atelier et mise en commun</i>
Que se passe-t-il quand on tape sur des pots de fleurs de tailles différentes ?	Découvrir que la taille de l'objet a une influence sur la hauteur du son. En touchant l'objet on sent la vibration mais le son s'arrête. Comparer des sons.	<i>idem</i>
Que se passe-t-il quand on tape sur des tubes sonores de tailles différentes ?	Observer que la taille de l'objet a une influence sur la hauteur du son. Comparer des sons.	<i>idem</i>
Que se passe-t-il quand on tape sur des lames en métal de tailles différentes ?	Observer que la taille de l'objet a une influence sur sa hauteur. En touchant l'objet on sent la vibration mais le son s'arrête. Comparer des sons.	<i>idem</i>

Déroulement succinct

Les cinq sens À la découverte des sons

Étapes	Objectifs	Modalités de mise en œuvre
Peut-on classer les cloches de la plus grave à la plus aiguë ? (difficile)	Comparer les hauteurs des sons des cloches à ceux des lames et les classer par hauteur du son (GS). En touchant l'objet on sent la vibration mais le son s'arrête. Comparer des sons.	<i>idem</i>
Que se passe-t-il quand on tape la cuillère sur le bord de la table ?	Entendre un bruit de cloche. Découvrir qu'un son peut se propager dans une ficelle et être beaucoup plus intense que quand on l'entend dans l'air.	<i>idem</i>
Que se passe-t-il quand je chuchote dans le tube ?	Découvrir qu'un son peut se propager loin dans un tube sans être audible par les camarades proches.	<i>idem</i>
Que se passe-t-il quand je fais tourner le tuyau flexible ?	Produire un son continu et associer la longueur du tuyau à la hauteur du son produit.	<i>idem</i>
Que se passe-t-il quand je change la nature des graines introduites dans le bâton de pluie ?	Écouter attentivement et découvrir que le son change (la tessiture du son dépend des matières utilisées).	<i>idem</i>

Les cinq sens À la découverte des sons

m-03

Quelques instruments musicaux sonorisent facilement une classe (et ses alentours immédiats...). La manipulation libre des instruments peut être réalisée en classe entière dans la cour. Vous pouvez répartir les instruments par familles à différents endroits (un groupe « tubes sonores », un groupe « cloches », « pots de fleurs », un « xylophone, bâtons de pluie et maracas »).



Tous les élèves doivent pouvoir simultanément prendre en main un instrument. Précisez qu'ils ne peuvent en essayer qu'un seul à la fois et qu'il faut se les échanger pour tous les tester.



Prévoir un signal sonore d'arrêt suffisamment puissant (sifflet strident) pour atteindre des élèves en train de taper avec enthousiasme sur les instruments.

Après quelques minutes passées à essayer les instruments d'une famille, faites tourner les groupes. Renouveler plusieurs fois ces moments de découverte pour familiariser les élèves avec les sons produits.

1/ *Que se passe-t-il quand on tape sur des pots de fleurs ?*

Il s'agit maintenant d'écouter les différents sons produits par le carillon. Pour cela, ne taper que sur un pot à la fois et essayer de se souvenir de ce que l'on a entendu. Les enfants s'accordent facilement sur le fait que les sons sont différents. On peut taper plus ou moins fort et le son est plus ou moins *intense*, c'est une première observation. *Que se passe-t-il si l'on tape doucement sur chacun des pots ? Entend-on la même chose ?* Les avis sont partagés et il faut du temps à certains élèves pour distinguer la différence entre les sons émis. Vous pouvez introduire le vocabulaire de base : sons *graves* et *aigus*. Au fur et à mesure des écoutes, les élèves s'imprèneront du vocabulaire et développeront le sens de la hauteur du son. Les gros pots émettent des sons graves, les petits des sons aigus.



On peut classer les pots par taille croissante. Avec les petites sections, on se contente de constater que les sons émis par les différents pots ne sont pas les mêmes.

Que se passe-t-il quand on touche un pot en train de sonner ? Les élèves peuvent sentir sa vibration et constatent que le son cesse.



Cette question posée régulièrement incite les enfants à associer vibration et émission d'un son. On en restera au constat.

Les élèves peuvent-ils identifier le son d'un pot particulier ? Bander les yeux de tous les élèves sauf un et demandez leur de lever la main quand leur camarade fait sonner le gros pot, puis le petit, etc.

Descriptif



Les musiciens parlent de la « hauteur » d'un son pour distinguer un son grave d'un son aigu (les scientifiques parleraient de « fréquence »).



Avec des plus grands, on pourrait associer mise en vibration d'un objet et production d'un son : une règle métallique dont on fait varier la longueur vibrante en la bloquant avec une main sur le bord de la table émet des sons audibles et vibre visiblement. Un tambour fait également l'affaire : on pose les mains sur la membrane en train de vibrer ou on y dépose des grains de riz (qui s'agitent).

Les cinq sens À la découverte des sons

2/ Que se passe-t-il quand on tape sur des tubes sonores de tailles différentes ?

La démarche est la même. Comment faire sonner les tubes ? On peut les taper contre n'importe quelle partie du corps, ou utiliser la main et taper sur le « bouchon ». Faites classer aux élèves les tubes par longueur croissante avant de les faire jouer l'un après l'un. On obtient la gamme diatonique (do, ré, mi, fa, sol, la, si, do).



On peut apprendre aux élèves la comptine « Do, ré, mi, fa, sol, la, si, do / Gratte-moi la puce que j'ai dans l'dos / Si tu l'avais grattée plus tôt / Elle ne s'rait pas montée si haut ! » et la leur faire accompagner par les tubes sonores (puis par les cloches et le xylophone). C'est la gamme en montée et descente répétée deux fois. Désigner du doigt l'enfant qui doit taper une fois sur le tube.



Il est possible d'utiliser les tubes pour jouer (approximativement) *Au clair de la lune, j'ai du bon tabac, Frère Jacques*, etc. Prévoir une partition où sont indiquées les couleurs des tubes à frapper successivement. Les GS peuvent apprendre à suivre une partition.

Plus le tube est long, plus le son est grave. Avec les plus âgés, on peut s'essayer à la comparaison des hauteurs des sons émis.

3/ Et quand on tape sur des lames de tailles différentes ?

Même approche que pour les tubes sonores. Avec les xylophones à lames démontables, on peut demander aux élèves de classer les lames de la plus grande à la plus petite puis de les faire sonner. De nouveau, plus la lame est grande, plus le son est grave.

En comparant les pots, les tubes et les lames, les élèves peuvent remarquer que plus un même type d'objet est long (ou grand), plus le son qu'il émet est grave. *Quel tube aura le son le plus grave sur un carillon d'extérieur ?* On essaie pour vérifier.

Que se passe-t-il quand on touche une lame en train de sonner/vibrer ? Les élèves peuvent sentir sa vibration et constater que le son cesse.



En repérant les lames qui sonnent comme les tubes et en y apposant des étiquettes de même couleur que les tubes associés, il est possible avec une même partition de jouer des deux instruments. Il ne reste plus qu'à ajouter les cloches !

4/ Peut-on classer les cloches de la plus grave à la plus aiguë ?

Les cloches proposées dans le commerce sont toutes de taille comparable, mais sonnent sur des notes différentes : c'est l'épaisseur de métal qui varie. C'est difficilement observable par les élèves, mais on peut néanmoins essayer de les classer en comparant les sons émis à ceux des autres instruments utilisés de la plus grave à la plus aiguë. On peut ensuite organiser un petit concert. Certains élèves chantent tandis que les autres jouent ; d'un morceau à l'autre, on alterne.

Que se passe-t-il quand on touche une cloche en train de sonner/vibrer ? Les élèves peuvent sentir sa vibration mais constatent que le son cesse.



Les manipulations qui suivent ont pour objectif de faire découvrir aux élèves des phénomènes sonores inattendus. Leur interprétation est hors de portée des élèves de maternelle et on se contentera des observations.

5/ Que se passe-t-il quand on tape une cuillère sur la table ?

Si les élèves la tiennent à la main, on entend essentiellement un « Toc » sur le bord de la table. Nouez le manche de la cuillère au milieu d'une longue ficelle. Demandez aux élèves d'en tenir une extrémité dans chaque main en laissant la cuillère pendre librement puis de la balancer pour qu'elle tape sur le bord de la table. Qu'entendent-ils maintenant ? Le son est différent, plus cristallin (la cuillère sonne même parfois comme une cloche). Rapprochez ensuite les extrémités de la ficelle des oreilles (les enfants se mettent les doigts dans les oreilles) et recommencez. Les enfants entendent un son beaucoup plus intense !

Que se passe-t-il quand on touche la ficelle ou la cuillère en train de sonner ? Les élèves peuvent sentir sa vibration et constater que le son cesse.

On peut alors conclure avec les enfants que la façon de taper sur un objet et la façon de l'écouter peuvent modifier le son que l'on entend. Ils vont de nouveau le constater en parlant dans un long tuyau rigide.



Enrouler les extrémités de la ficelle au bout des index pour faciliter l'écoute.

6/ Que se passe-t-il quand je chuchote dans le tube ?

Alors qu'un élève chuchote à une extrémité, un autre a l'oreille posée contre l'autre extrémité. Surprise ! Il entend parfaitement ce que dit son camarade. Une conversation secrète peut s'engager. Le procédé devient encore plus spectaculaire avec plusieurs tuyaux raccordés par des coudes.

Que se passe-t-il quand on touche le tube pendant qu'un élève émet ? La liaison est interrompue.

Les cinq sens À la découverte des sons

7/ Que se passe-t-il quand je fais tourner le tuyau flexible ?

En faisant tourner le tuyau rapidement, celui-ci émet un son de sirène assez strident.



Prévoir un espace suffisant entre les élèves pour éviter tout accident.

8/ Que se passe-t-il quand je change la nature des graines dans le bâton de pluie ? Quand j'en change la quantité ?

Présenter un bâton de pluie aux élèves : comment fonctionne-t-il ? Qu'y a-t-il à l'intérieur ? Quand on le retourne, les graines descendent entre les clous, tapent contre et provoquent le bruit que l'on entend. En changeant les graines, on change le son (riz, semoule, lentille...).



La taille et la quantité de graines, la longueur et la largeur du tube, l'espacement et la répartition des clous sont des paramètres permettant de faire varier la durée de l'écoulement.

Liens :

Quelques exemples d'objets sonores plus inhabituels, au-delà des classiques maracas et bâtons de pluie :

<http://vulpestruments.blogspot.com/>

<http://chercheursdesons.hautetfort.com/>

Les cinq sens À la découverte du toucher

m-04

Objectif général :

Associer des mots à des sensations ; on peut toucher avec toutes les parties du corps ; identifier des textures ; identifier des formes ; comparer des sensations ressenties ; associer un objet à son image.

Matériel



Par atelier : 8 boîtes à chaussures ; 4 paires de chaussettes (sacrifiées) ; mémo tactile (2 jeux) ; plaques sensorielles (2 jeux) ou ensemble d'échantillons "maison" (e.g. tapis de bain éponge, tapis de douche antidérapant, paillassons, tapis de sol pour voiture, tapis en lattes de bambous, etc.) en deux exemplaires ; fruits et légumes en deux exemplaires (e.g. bananes, kiwis, oranges, pommes, carottes, poivrons, citrons, oignons...) ; objets identiques de différentes textures, 2 exemplaires de chacune (e.g. coton, éponge, éponge à récurer, papier de verre, morceaux de plastique ondulé et lisse, fourrure synthétique, serviette éponge, papier bulle, microfibre, toile de jute, etc.) ; 2 objets de même forme mais de textures très différentes (e.g. balles de ping pong, en mousse, de tennis, boules en bois, billes en métal, en verre) ; 2 objets d'une même matière et de forme facilement identifiable (e.g. en bois : cuillère, spatule, pince à linge, cube, boule, personnage) ; objets choisis avec les élèves (toujours par 2) ; 8 sacs opaques (en tissu de préférence) ; 3 sacs de congélation petit format ; 8 bandeaux pour les yeux ; sable ; 3 boîtes identiques en plastique opaque faciles à prendre en main par les élèves ; 3 bols.

Pour l'enseignant : un appareil photo numérique ; 1 plastifieuse ; TM Patafix ; une bouilloire électrique.

Budget



2 lots de plaques sensorielles : 120 € (ou 40 € environ de tapis divers) ; jeu mémo tactile : 22 € ; produits alimentaires : 8 € ; sac en tissu : 1,50 € l'unité ; reste du matériel empruntable.

Préparation : 35 minutes



Voir détails page suivante.

Conditions spécifiques



Attention aux allergies par contact.



Lien avec le programme :
Découvrir les cinq sens



Cycle I



3 heures



Difficultés travaillées :

Utiliser un vocabulaire adapté (pour décrire, comparer).

Les cinq sens À la découverte du toucher

Préparation

Fabrication des “boîtes à toucher” :

Séparer la boîte à chaussures en deux parties à l'aide d'un carton épais. Percer dans le couvercle deux trous circulaires du diamètre d'une main d'enfant, dans le prolongement des deux espaces délimités dans la boîte. Découper dans les chaussettes deux tubes de 10 cm de long environ. Agrafer le bord des chaussettes à chaque trou afin que les élèves soient obligés d'y passer la main pour accéder à l'intérieur de la boîte. Selon l'utilisation, disposer un objet dans une ou chaque partie de la boîte.

Photographie, impression et plastification des différents objets et textures utilisés.

Gonfler fortement un sac de congélation et le fermer hermétiquement de façon à ce qu'il puisse entrer dans la boîte à chaussures. En remplir un second d'eau, de façon à ce que la résistance au toucher soit similaire au sac gonflé d'air ; remplir le troisième de sable.

Remplir les récipients opaques avec des quantités de sable différentes pour un classement facile de la plus légère à la plus lourde.



Les cinq sens À la découverte du toucher

m-04

Étapes	Objectifs	Modalités de mise en œuvre
Qu’y a-t-il dans la boîte ?	Comparer des objets et les reconnaître au toucher. Identifier un objet à l’aide de son image. Comparer des textures et acquérir du vocabulaire pour exprimer des sensations. Comparer des formes et les reconnaître au toucher.	<i>Travail en atelier et mise en commun</i>
Qu’y a-t-il dans le sac ?	Comparer des objets et les reconnaître au toucher. Identifier un objet à l’aide de son image. Associer à un mot une sensation. Réinvestir ses acquis avec l’utilisation du jeu mémo tactile.	<i>idem</i>
Peut-on reconnaître une texture autrement qu’avec les mains ?	Toucher avec différentes parties du corps. Identifier une même texture avec les deux pieds, les deux mains, les mains et les pieds.	<i>idem</i>
Quel est l’objet le plus lourd ?	Estimer et classer des masses.	<i>idem</i>
Quel bol contient l’eau la plus chaude ?	Différencier des liquides à des températures différentes et les classer.	<i>idem</i>

Déroulement succinct



Les cinq sens À la découverte du toucher

Descriptif

Le sens du toucher est subtil et complexe. Nous ressentons des variations de température (chaud/froid), de pression (que nous associons ici à la sensation de poids lourd/léger mais qui peut s'exprimer aussi dans l'opposition dur/mou), le contact avec la matière (doux/piquant, lisse/rugueux).

Les enfants ont du mal à exprimer les sensations qu'ils ressentent. Le vocabulaire associé n'est pas simple d'emploi ; il est souvent difficile de délimiter le domaine de validité de termes tels que *rugueux* ou *piquant*. Ainsi, des « picots » sont des rugosités très prononcées. Le vocabulaire consacré est à la fois très précis et très riche, susceptible de décrire l'inclusion d'une sensation dans une autre plus vaste. Ces subtilités sont hors de portée des tout-petits. Il n'est par ailleurs pas évident pour de jeunes élèves d'associer des *mots* à des *actions* (quand je frôle / quand je caresse / quand j'appuie, c'est doux / piquant / etc.).

Une façon classique de procéder consiste à explorer différentes sensations tactiles en les opposant deux à deux : un objet peut être lourd ou léger, doux ou piquant, lisse ou rugueux, mou ou dur, chaud ou froid (voire tiède, cela fait trois).

Poids, texture, forme sont autant de caractéristiques que l'on peut travailler indépendamment :

- On peut isoler assez facilement la texture en fixant au fond des boîtes à chaussures des échantillons des matières à considérer : il ne reste plus que la surface pour l'identifier.
- Pour une même texture, il est souvent assez facile de trouver des objets de formes différentes mais de poids comparables (objets en bois par exemple).
- Pour faire varier le poids sans modifier la texture et la forme, l'utilisation de plusieurs exemplaires plus ou moins remplis d'un même récipient est une solution simple.

Un objet familier peut être dur et piquant (e.g. la coque du fruit du marronnier). Il peut aussi être mou et piquant (jouets pour chien en caoutchouc avec des picots). Il peut être froid et lisse (bille en métal, glaçon), doux et rugueux (tissus microfibre), etc. Il est donc nécessaire de choisir avec soin les matières utilisées, pour vous concentrer avec les élèves sur une opposition particulière.

Indiquez alors clairement aux élèves sur quelles caractéristiques de l'objet ils vont travailler : « *Vous avez raison, l'objet est lourd mais ce qui nous intéresse ici est d'identifier s'il est doux ou piquant. Qu'en pensez-vous ?* ».



La peau est sensible aux variations de pression : au-delà d'une certaine valeur, la sensation peut devenir douloureuse. Un sac aux anses larges est moins douloureux à porter qu'un sac aux anses étroites. Le même poids est en effet réparti sur une surface plus importante. Le même phénomène se produit quand on vous marche sur les pieds avec des talons aiguilles ou des chaussures larges.

1/ Qu'y a-t-il dans la boîte ?



Les plus jeunes sont parfois réticents à l'idée de mettre la main dans une boîte dont ils ne connaissent pas le contenu. C'est un comportement sain, à encourager en général. Si leur expliquer qu'il n'y a rien de dangereux dans la boîte et y mettre vous même la main ne suffit pas, on pourra dans un premier temps y insérer les objets avec eux (avant de mélanger les boîtes).

1.1. Appropriation du matériel

Un premier travail consiste à s'approprier les boîtes à toucher. Proposez des objets que les enfants connaissent bien. Un exemplaire est visible, ils peuvent le toucher ; l'autre est dans une boîte (dont un seul côté est utilisé). À tour de rôle, chaque enfant met la main dans la boîte posée devant lui et identifie l'objet caché. *Comment vérifier ?* Il suffit d'ouvrir la boîte. Les élèves peuvent ensuite travailler en autonomie. Les objets étant connus de tous, on peut alors essayer d'identifier un objet représenté par son image.

On peut décliner cette activité à l'infini (avec des fruits et des légumes par exemple) et faire apprendre du vocabulaire aux élèves.

Un deuxième travail consiste à comparer les sensations des deux mains : un objet est placé de chaque côté de la boîte. *Sont-ils pareils ou différents ?* Incitez les élèves à verbaliser : *Qu'est-ce qui te fait penser qu'ils sont pareils ?* Vous pouvez sonder le vocabulaire connu et en introduire du nouveau.

1.2. Travail sur la texture

Substituez aux objets des matériaux réunis à cet effet. Des matières dont les sensations au toucher sont très contrastées facilitent l'acquisition des mots exprimant ces sensations. Introduisez-les petit à petit en les fixant au fond des boîtes, puis reproduisez les exercices présentés plus haut.

Il est ensuite possible de travailler sur des objets inconnus des élèves en leur demandant d'en identifier la texture. On peut procéder par comparaison : « *C'est doux comme le coton, piquant comme la coque du marronnier, lisse comme la table...* ». On peut aussi en dériver des jeux : *Quels sont les élèves avec une boîte où il y a une matière comme ceci ou comme cela ? Lequel des objets visibles ne se trouve dans aucune boîte ?*



Les cinq sens À la découverte du toucher

1.3. Travail sur la forme

Là encore, il s'agit de reconnaître des objets de forme identique. Avec les plus jeunes on se contentera d'un « *c'est pareil* » ou non. Les plus grands peuvent commencer à identifier des formes et à les nommer en lien avec un travail en géométrie.

2/ Qu'y a-t-il dans le sac ?

En plus des exercices précédents, vous pouvez proposer des jeux variés :

- Mettez plusieurs objets ou morceaux de matière dans les sacs : Qui trouvera un objet doux (ou piquant etc.) ?
- Après avoir choisi avec les élèves une représentation des textures (l'image d'un objet connu de tous ayant cette caractéristique fait l'affaire), vous pouvez concevoir un jeu de cartes. Chaque enfant qui tire une carte doit sortir un objet de la texture indiquée, sous l'œil attentif de ses camarades.
- Le mémo tactile peut quant à lui être utilisé pour des exercices d'identification de matière en réinvestissement. Les différents éléments sont placés dans un sac. Chaque élève à tour de rôle touche un élément dans le sac, indique où il souhaite le placer sur le plateau et le sort pour vérifier. S'il s'est trompé, l'élément est remis dans le sac.

3/ Peut-on reconnaître une texture autrement qu'avec les mains ?

On peut sentir avec l'ensemble de son corps, même si les mains en sont l'une des parties les plus sensibles.

Les tapis permettent de découvrir différentes sensations avec les pieds. Le parcours à réaliser est au départ visible de tous et les deux pieds d'un élève sont en contact avec la même matière. Ensuite, pendant qu'on lui bande les yeux, les autres réorganisent le parcours. À chaque pas, on lui demande alors s'il y a ou non la même matière sous ses deux pieds (et laquelle).

Les plaques sensorielles rigides permettent une comparaison des sensations obtenues avec les pieds et les mains, avec et sans bandeau sur les yeux. En autonomie, les élèves peuvent s'entraîner à reconnaître des sensations : un élève aux yeux bandés a les pieds sur une plaque ; ses camarades lui proposent d'en toucher d'autres avec les mains : *laquelle est la bonne ?*



Les cinq sens À la découverte du toucher

m-04

4/ Quel est l'objet le plus lourd ?

Le procédé reste le même quand il s'agit de comparer des poids. Dans un premier temps, demandez de comparer des objets deux à deux : *Sont-ils ou non pareils ?* Sinon, qu'est-ce qui change ? L'un appuie plus que l'autre sur la main, il est *plus lourd*. On peut ensuite classer différents objets de ce point de vue.

5/ Quel bol contient l'eau la plus chaude ?

Les sensations associées à l'impression de « chaud » et de « froid » sont plus complexes. On peut d'abord tenter de classer des récipients selon la température du liquide qu'ils contiennent en y trempant la main. Proposez aux élèves trois bols contenant respectivement de l'eau froide, tiède et chaude. Peuvent-ils les classer du plus froid au plus chaud ? Ils peuvent également toucher des glaçons à cette occasion.



Après avoir plongé quelques instants une main dans de l'eau chaude et l'autre dans de l'eau froide, plonger simultanément les deux dans la même eau tiède : l'une éprouve la sensation de chaud et l'autre de froid. Ces sensations résultent d'une comparaison par les capteurs de la peau des *flux de chaleur* (et non de la température *stricto sensu*).

Pour aller plus loin :

De nombreuses autres activités sont proposées sur le site de l'IUFM de Bourgogne :

<http://www.dijon.iufm.fr/spip.php?article265>



Les cinq sens À la découverte de la vue

m-05

Objectif général :

Découvrir qu'en regardant au travers d'un filtre coloré, la couleur d'un objet semble différente ; un objet apparaît aussi de couleur différente lorsqu'il est éclairé avec de la lumière colorée par un filtre ; vu au travers d'une loupe, il apparaît grossi ou déformé ; regarder dans un kaléidoscope ; concevoir un nuancier ; comparer la couleur d'objets et utiliser des palettes de couleurs

Matériel



Pour un atelier : rouleaux de film plastique couvre-livres de différentes couleurs ; protège-cahiers en plastique coloré (transparent) de différentes couleurs ; 6 loupes ; lunettes en carton couvertes de papier coloré transparent (une paire par élève, facultatif) ; morceaux de papier de couleurs différentes ; objets de différentes couleurs (™Playmobil, briques ™Lego) ; kaléidoscope (démontable si possible) ; reproduction d'un tableau très coloré (e.g. une œuvre de Sonia Delaunay ou la couverture d'un album jeunesse) ; 3 lampes torches (facultatif) ; 2 miroirs incassables ; ruban adhésif ou double face.

Budget



Film transparent coloré pour couvrir des livres : 1€ le rouleau ; miroir incassable : 2 €. Le reste du matériel est empruntable.

Préparation : 35 minutes



Choix d'une œuvre dont les couleurs seront travaillées avec les élèves.
Réalisation d'une palette de couleurs.
Réalisation de dessins en points colorés.
Fabrication de lunettes colorées.
Fabrication de lampes colorées.
Charnière pour les miroirs.
Voir détails page suivante.

Conditions spécifiques



Temps ensoleillé ou obscurité dans la salle.



Lien avec le programme :
Découvrir les cinq sens



Cycle I



3 heures



Séquence M-09
Miroirs

Difficultés travaillées :

Acquérir et utiliser un vocabulaire adapté (pour décrire, comparer).

Les cinq sens À la découverte de la vue

Préparation

Réalisation d'une palette de couleurs

(peut être réalisée par les élèves en arts visuels)

Peindre des bandes de couleurs différentes en variant les teintes et en essayant de reproduire celles de l'œuvre choisie puis découper des carrés de 1 à 2 cm de côté dans les différentes teintes (éventuellement les plastifier).

Réalisation de dessins en points colorés

(peuvent être réalisés avec les élèves en arts visuels)

Sur des feuilles blanches A4, dessiner une forme facilement identifiable par les élèves en espaçant de 5 mm environ des taches colorées (largeur 1 à 2 mm) à l'aide d'un feutre rouge. Couvrir ensuite le reste de la feuille de points d'autres couleurs. Sur autant de feuilles, répéter l'opération *ad libitum* avec des dessins jaunes, verts, bleus...

Fabrication de lunettes colorées

Découper dans du carton épais la forme d'une paire de lunettes ; découper deux morceaux de film transparent coloré pour couvrir les livres de la dimension des ouvertures pour les yeux et les coller. Prévoir des lunettes avec des filtres bleus, verts, rouges.

Découper des rectangles d'environ 40x70 cm dans du film transparent coloré (e.g. couvre-livre).

Fabrication de lampes colorées

Recouvrir la vitre des lampes torches avec du film coloré.

Charnière pour les miroirs

Découper une bande de carton de 3 cm de large et de la même hauteur que les deux miroirs et la plier en deux dans le sens de la longueur. Y coller les deux miroirs, faces réfléchissantes en vis-à-vis.

Les cinq sens À la découverte de la vue

m-05

Déroulement
succinct

Étapes	Objectifs	Modalités de mise en œuvre
Manipulation libre des morceaux de film transparent coloré	Observer le milieu environnant à travers un filtre coloré. Faire des taches de lumière colorée sur le sol.	<i>Travail collectif et en atelier</i>
Comment voit-on un objet de couleur à travers un filtre coloré ?	Découvrir que l'objet apparaît d'une couleur différente si on le regarde au travers d'un filtre.	<i>Travail en atelier et mise en commun</i>
Peut-on colorer un objet blanc avec de la lumière ?	Utiliser la lumière du Soleil ou d'une lampe et un filtre de couleur pour colorer un objet blanc.	<i>idem</i>
Que se passe-t-il quand je regarde à travers une loupe ?	Observer des détails d'un objet à l'aide d'une loupe.	<i>idem</i>
Avec un seul objet, comment faire pour en voir quatre ?	Observer l'influence de l'ouverture de l'angle entre les deux miroirs sur le nombre d'objets visibles.	<i>idem</i>
Comment utiliser un kaléidoscope ?	Découvrir comment modifier l'image observée.	<i>idem</i>
Comment classer les morceaux de papier colorés ?	Trier les morceaux par couleur et les classer en respectant le même ordre pour les différentes nuances.	<i>idem</i>
Peut-on identifier les couleurs utilisées dans la peinture présentée ?	Comparer et identifier les morceaux de papier colorés dont la teinte est proche de celles utilisées dans la peinture.	<i>idem</i>

m-05

Les cinq sens À la découverte de la vue



Où retrouve-t-on sur l'œuvre la couleur des bouts de papier ?



Le sol change de couleur:



Les points colorés ont changé de couleur:

- Je ne vois plus l'objet dessiné en pointillé, et toi ?
- Moi, si mais il est devenu sombre.



Les cinq sens À la découverte de la vue

m-05

I/ Travail avec des filtres colorés

Descriptif

Comme toujours, il faut prévoir un temps suffisant pour que les élèves s'approprient le matériel. La manipulation des grands morceaux de film coloré donne l'occasion d'observations nombreuses et stimule le travail coopératif. Les élèves peuvent regarder au travers. Ils peuvent également les brandir à la lumière pour faire des taches colorées sur le sol et les murs, ou encore les superposer.

L'aide du maître est nécessaire pour la verbalisation de ce qui est observé. Un premier échange collectif permet de lister les utilisations trouvées et les observations réalisées. Un questionnement plus précis peut alors être introduit. Certains élèves ont vu que la couleur d'un objet changeait quand on le regardait à travers un filtre.

Que se passe-t-il quand on regarde un objet bleu avec des filtres de couleurs différentes ? Un objet rouge, vert, blanc ? Pour savoir, il faut essayer. L'utilisation de lunettes recouvertes d'un filtre coloré facilite l'observation (les protège-cahiers peuvent se substituer aux lunettes). Le travail est mené en atelier pour faciliter la verbalisation. Faire observer en même temps à tous les élèves de l'atelier le même objet à travers la même couleur de filtre facilite la gestion des observations. Changer ensuite de filtre de couleur. Renouveler l'opération avec des objets de différentes couleurs. Un objet blanc éclairé par la lumière du Soleil (ou des lampes de la classe) apparaît de la couleur du filtre. Vu au travers un filtre rouge, un objet rouge apparaît rouge mais un objet d'une autre couleur apparaît plus sombre, ou d'une couleur difficilement identifiable par les élèves. Selon l'âge des élèves, on peut en rester à ces premiers constats.

Que se passe-t-il maintenant quand on pose un filtre coloré (protège-cahier) sur une feuille couverte de points de couleurs différentes ? Peut-on encore voir l'objet dessiné ? Les points verts apparaissent très sombres sous un filtre rouge, et inversement. Avec un filtre jaune, le contour de l'objet dessiné en points rouges conserve le plus souvent sa couleur, légèrement assombrie. Il est difficile de distinguer les points de la même couleur que le filtre. Comme précédemment, on peut conclure qu'à travers un filtre coloré, la couleur d'un objet apparaît modifiée.

On peut ensuite faire observer aux élèves ce qui se passe quand la lumière d'une lampe, ou celle du Soleil, traverse un filtre coloré. La lumière qui ressort du filtre a la même couleur que ce dernier. Placez une feuille de papier blanc sur le sol pour observer le phénomène à un moment où le Soleil est haut dans le ciel (en tout début d'après midi par exemple).

Peut-on colorer un objet blanc avec de la lumière ? Il suffit de positionner judicieusement le filtre coloré entre la source de lumière et l'objet.



On ne rentrera pas à ce stade dans des tentatives d'explication physique ou physiologique des observations.

Les cinq sens À la découverte de la vue

2/ Que se passe-t-il quand je regarde au travers d'une loupe ?

La manipulation libre des loupes permet aux élèves d'observer leur effet de grossissement.

À quoi servent-elles ?

À voir plus gros bien sûr, mais aussi à voir des détails qui seraient restés cachés sinon. On peut alors leur proposer de regarder en grand détail la peau de leur main, une feuille tombée d'un arbre, un brin de laine...

3/ Des miroirs surprenants

Le travail sera facilité si les élèves ont déjà manipulé des miroirs (cf. M-09). Si ce n'est pas le cas, laissez-leur le temps de s'observer eux-mêmes, et d'observer des objets dans un miroir avant de présenter le dispositif à deux miroirs.

Lancez alors un défi aux élèves : *peuvent-ils utiliser le dispositif, sans le démonter, pour voir plusieurs images de l'objet posé sur la table ?* Pour faciliter le travail, vous pouvez demander à ce que les deux miroirs restent eux-aussi sur la table. *Que peut-on changer ?* La disposition des miroirs et la position de l'objet. En cas de besoin, aidez les élèves à trouver une première image de l'objet dans l'un des miroirs. Les élèves réalisent rapidement qu'en modifiant l'angle entre les deux miroirs et en regardant dans l'un des deux ils peuvent voir les images de l'objet se démultiplier.

Présentez-leur alors un kaléidoscope et laissez-les regarder à travers. Les élèves apprécient énormément cet objet. De l'extérieur, on voit souvent les éléments colorés utilisés. On en voit beaucoup plus encore quand on regarde dans le kaléidoscope.

Comment les fabricants du kaléidoscope ont-ils fait ? On a vu qu'avec des miroirs on pouvait voir un objet en plusieurs exemplaires ; peut-être le kaléidoscope en contient-il aussi ? S'il est démontable, il est facile de constater que c'est bien le cas.



Il est possible de réaliser son propre kaléidoscope.

4/ Travail sur les palettes de couleurs

Si, pour les plus jeunes, l'identification des couleurs de base est déjà un travail en soi, on peut l'affiner avec les plus grands. Ils peuvent réaliser des bandes de couleur en en faisant varier la nuance, par exemple dans le cadre d'un travail en arts visuels. On peut aussi leur proposer de trier des morceaux de papier

Les cinq sens À la découverte de la vue

m-05

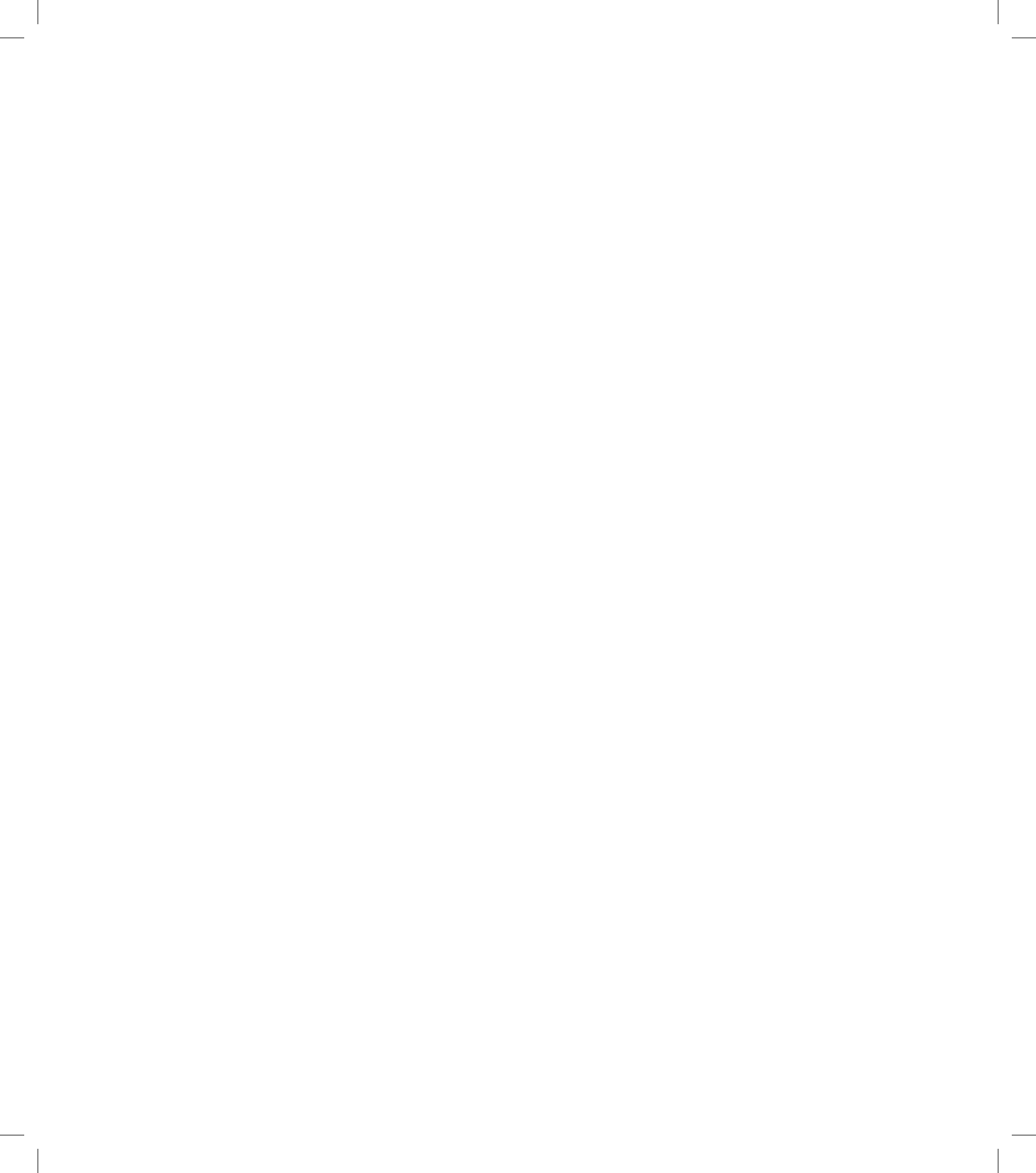
colorés par couleur dans un premier temps puis leur demander comment ils pourraient classer les morceaux de papier des différents lots. Un classement de la teinte la plus pâle à la plus foncée est alors possible. Ils peuvent ensuite utiliser la palette de couleurs construite pour identifier les teintes utilisées dans une œuvre. C'est également l'occasion d'un travail langagier sur les noms des différentes couleurs.

Liens :

Documents d'accompagnement « Découvrir le monde à l'école maternelle » (MJENR/DESCO, Académie des sciences/La main à la pâte).

Vous trouverez une fiche animée de fabrication d'un kaléidoscope sur le site de la *Cité des Sciences* :

http://www.cite-sciences.fr/francais/web_cite/experime/bricocite/fran/anim_flash/kaleidoscope.swf



Objectif général :

Découvrir le fonctionnement du sablier ; construire un sablier ; identifier des paramètres susceptibles de faire varier la durée d'écoulement et les faire varier.



Matériel



Par groupe : 16 petites bouteilles d'eau minérale ; bouchons troués et collés renforcés avec du chatterton ; un bac contenant du sable, de la semoule fine et du sel fin ; 6 cuillères ; une boîte en carton pour stocker les sabliers ; 4 entonnoirs ; des bacs pour la manipulation.

Pour l'enseignant : un sablier commercial ; un marteau et lot de poinçons.

Budget



Lot de 10 poinçons : 9 € ; produits alimentaires : 5 € ; colle silicone : 6 € (ou 15 € le pistolet à colle et ses recharges) ; rouleaux de chatterton de couleurs différentes : 4 € les 3.

Préparation : 25 minutes



Fabrication des sabliers, sollicitation des parents pour le prêt de sabliers (on en trouve des petits dans certains jeux de société).

À l'aide du marteau, percer le centre des bouchons (trois diamètres différents). Coller ensuite les bouchons l'un contre l'autre en veillant à maintenir les deux trous en vis-à-vis. Renforcer le collage avec le chatterton. Repérer les différents diamètres utilisés à l'aide de chatterton de couleurs différentes (photos disponibles sur la séquence E-18 *Sabliers*).

Préparer trois bouteilles avec différents volumes de sable, visser les deux bouchons collés puis la bouteille vide par-dessus. Les retourner et ajuster leur remplissage pour qu'elles permettent de chanter une, deux ou trois fois une chanson courte connue des élèves.

Lien avec le programme :
mesure du temps



Cycle I



2 à 3 heures



Séquence E-18
Sabliers

Difficultés travaillées :

Retourner plusieurs sabliers en même temps ; comparer des volumes ; verser avec précision ; visser et dévisser.

Déroulement
succinct

Étapes	Objectifs	Modalités de mise en œuvre
Comment utiliser un sablier ?	Découvrir les sabliers et leur fonctionnement.	<i>Travail collectif et en atelier</i>
Comment fabriquer un sablier ?	Réaliser et tester son prototype.	<i>Travail en atelier</i>
Peut-on fabriquer un sablier qui s'arrête de couler avant celui posé sur la table ?	Comparer la durée d'écoulement de différents sabliers et en déduire que plus il y a de matière, plus il faut de temps pour que le sable s'arrête de couler.	<i>idem</i>
Que se passe-t-il si je verse des quantités différentes de semoule ou de sel dans les sabliers ?	Constater une régularité dans les observations (e.g. : quelle que soit la nature du solide en grains, plus il y en a dans la bouteille, plus la durée d'écoulement est importante, les autres paramètres étant identiques).	<i>idem</i>
Comment expliquer le comportement bizarre du sablier ?	Comparer la durée d'écoulement de différents sabliers où seul le diamètre du trou varie. Constater qu'il se passe la même chose avec du sable, de la semoule et du sel.	<i>idem</i>
Peut-on classer les sabliers de celui qui dure le moins au plus longtemps sans les retourner ?	Réinvestir ses connaissances et vérifier expérimentalement.	<i>idem</i>

Descriptif

Ce travail débute au cours d'une séance d'Éducation Physique et Sportive. Présentez trois sabliers (même trou, volumes de sable nettement différents) aux élèves comme des outils pour fixer la durée du jeu. *Comment les utilise-t-on ?* Très rapidement les élèves expliquent qu'il faut les retourner : lorsque le sable a achevé de tomber, le temps que l'on s'était donné pour une tâche est écoulé. Si ce n'est pas le cas, retournez-en un et laissez les élèves observer.



Peut-on utiliser indifféremment les sabliers présentés ?

La présence de plusieurs sabliers va les amener à discuter : *S'arrêtent-ils de couler en même temps ? Comment faire pour le savoir ?*

Pour pouvoir comparer, il faut retourner tous les sabliers *en même temps*. Si les élèves n'y pensent pas, faites-le pour eux. On peut voir combien de fois on arrive à chanter une chanson avant que le sable de chaque sablier ne s'arrête de couler. On peut alors les classer, de celui qui permet de chanter la chanson une seule fois à celui qui permet de la chanter trois fois. La *durée d'écoulement* la plus courte correspond au sablier qui contient le moins de sable.

Laissez alors les élèves choisir le sablier qu'ils veulent utiliser pour jouer, en confiant sa surveillance à l'un d'entre eux. Après avoir testé les différents sabliers, il est possible de les utiliser pour mesurer la durée d'une autre activité. On peut faire des aller-retours dans la salle, sauter pendant la durée d'écoulement d'un sablier, etc.

De retour en classe, proposez aux élèves de regarder les sabliers de plus près pour en construire de nouveaux. De quoi sont-ils faits ? Il suffit de dévisser le bouchon pour en comprendre le fonctionnement : le sable passe par le trou et tombe dans le réservoir du bas.



N'utiliser que des bouchons avec des trous identiques pour le moment.

1/ Comment fabriquer un sablier ?

Laissez les élèves remplir leur sablier à leur guise. En général ils remplissent complètement le réservoir et leurs sabliers durent, durent, durent... plus que leur patience. *Comment faire pour qu'ils mettent moins de temps à se vider ?* En enlevant du sable du réservoir, les élèves constatent qu'il faut attendre moins longtemps avant que tout le sable ne se retrouve dans le réservoir du bas.



Il peut être nécessaire de consacrer un petit moment à la question du transvasement (cf. M-10). Les enfants n'auront de toute façon qu'une envie : jouer avec le sable mis à leur disposition. *Comment verser du sable dans un récipient au goulot étroit, en utilisant une cuillère et sans en mettre partout ?* Il ne faut pas trop remplir la cuillère et guider le sable avec un entonnoir.



On ne retourne pas la bouteille pleine de sable avant d'avoir bien fermé le sablier !

2/ Peut-on fabriquer un sablier qui s'arrête de couler avant celui qui est sur la table ?

Il s'agit pour les élèves de réaliser un sablier en respectant une contrainte. *Comment le vérifier ?* Il faut retourner son sablier en même temps que celui qui sert de référence et comparer les durées d'écoulement. Quand tous ont fabriqué leurs sabliers, il est possible de les retourner tous en même temps. On peut alors les classer de celui qui s'arrête le plus tôt à celui qui s'arrête le plus tard.



Un sablier ne s'arrête pas « plus vite » ou « moins vite ». On compare ici des *durées*, pas des *vitesse*s. Certains sabliers s'arrêtent avant d'autres, ils *prennent moins de temps* que d'autres pour s'arrêter.

La mise en commun des sabliers réalisés permet de constater que plus il y a de sable, plus il faut de temps pour qu'il arrête de couler. Les élèves qui ont mis moins de sable dans leur sablier qu'il n'y en a dans celui de référence ont rempli la condition. Les autres, non.

3/ Que se passe-t-il si je verse des quantités différentes de semoule dans les sabliers ?

Remplacez le sable par de la semoule et présentez aux élèves 3 ou 4 sabliers avec différentes quantités de semoule. Peuvent-ils les classer du moins long à s'arrêter de couler au plus long ? Les plus grands peuvent dessiner leur

proposition de classement et essayer de l'expliquer. Comment faire pour savoir ? L'expérimentation permet de vérifier que moins il y a de semoule, plus la durée d'écoulement est courte. Comme précédemment, *peuvent-ils fabriquer un sablier qui s'arrêtera de couler avant celui qui est sur la table ?* Si pour certains élèves le lien entre quantité de matière dans le réservoir et durée d'écoulement est acquis, ce n'est pas le cas de tous. La vérification et les discussions entre élèves permettent de consolider l'association « *plus il y a de matière, plus le sablier prend de temps avant de s'arrêter de couler* ». Il est aussi possible de demander un sablier qui s'arrête de couler après celui posé sur la table.

On peut ensuite reproduire le même déroulement en remplaçant la semoule par du sel (les bouteilles doivent être bien sèches). Les élèves peuvent alors constater que le sel, le sable et la semoule se comportent de la même façon dans le sablier.

Une fois que les élèves ont bien assimilé que plus il y a de matière dans un sablier, plus il prend de temps avant de s'arrêter, présentez-leur deux sabliers contenant des quantités très différentes de sable en leur demandant lequel va s'arrêter de couler le premier. C'est avec assurance qu'ils répondent que celui qui contient le moins de sable s'arrêtera le premier. À la surprise générale, il s'arrête après l'autre. *Comment expliquer le comportement bizarre du sablier ?* Les élèves sont bien conscients que ce n'est pas de la magie et que l'enseignant a « triché ». Mais qu'a-t-il donc pu faire ? En démontant les deux sabliers, les élèves réalisent rapidement que la taille du trou n'est plus la même.

4/ Que se passe-t-il quand on augmente la taille du trou ?

Les élèves sont convaincus que d'autant plus de sable coulera que le trou sera plus gros. Proposez de mettre la même quantité de sable dans les deux sabliers et de les retourner en même temps pour voir ce qu'il se passe.

Qu'est-ce qui a changé entre les deux sabliers ? Tout est pareil, sauf la taille du trou.

Que pensent-ils qu'il va se passer ? Comment vérifier ? Les résultats sont conformes aux attentes : en remplissant les sabliers avec une même quantité de sable, plus le trou est gros, moins il faut de temps pour que le réservoir se vide. S'il y a suffisamment de sabliers, on peut constater que cette règle reste vraie quelle que soit la quantité de sable utilisée.

Et si on a trois trous de diamètres différents ? Et si on remplace le sable par du sel ou de la semoule ? Il est facile de vérifier avec les élèves que la même règle s'applique.

Proposez alors aux élèves différents lots de sabliers. Certains ont tous les mêmes trous mais des volumes de sable différents ; d'autre le même volume de sable mais des trous différents. Vous pouvez également proposer un lot avec des sabliers dont les quantités de sable et les trous sont différents (pour les plus âgés).

Peut-on les classer par durée d'écoulement sans les retourner ? Une observation attentive des sabliers et leur démontage éventuel permettent de réaliser facilement le classement pour les deux premiers lots.

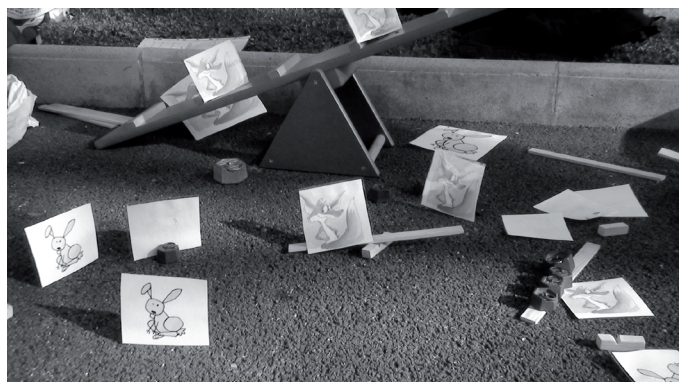
Comment vérifier ? Il suffit de les retourner tous en même temps. Pour le dernier, c'est beaucoup moins facile. Si les élèves hésitent, demandez leur d'expliquer leur problème : on a changé deux choses à la fois, la quantité et la taille du trou. On sait ce qui se passe si l'on change une chose à la fois mais pour deux, on ne sait pas. On ne peut pas prévoir le résultat, il n'y a pas de règle générale : *il faut essayer au cas par cas pour savoir.*

Bascule ou l'équilibre horizontal

m-07

Objectif général :

Découvrir le principe du levier.



Lien avec le programme :

Découvrir les objets ;
situer des événements les
uns par rapport aux autres ;
comprendre et utiliser à bon
escient le vocabulaire du
repérage et des relations dans
le temps et dans l'espace

Matériel



Par élève : 1 réglette rigide (en bois) ; une gomme ou un petit morceau de tasseau en bois ; 2 poids différents (masses marquées, cailloux, petites boîtes plus ou moins lourdes...) ; une image de renard et une autre de lapin pouvant adhérer sur les poids ; pâte à modeler ou pâte à sel (facultatif).

Pour l'enseignant : ouvrage *Bascule* de Yuichi Kimura et Koshiro Hata (Didier Jeunesse, 2003) ; premières images de l'ouvrage agrandies ; le même matériel que pour les élèves en grand format si possible ; 2 tiges en bois (morceaux de manche à balai) de 40 cm de long ; une planchette de 60 cm de long et de 3 cm de large ; 2 seaux remplis de sable ou de gravier ; de la ficelle.

Budget



Bois des réglettes (contre-plinthe) : 5 € ; ouvrage : 12 €.

Préparation : 15 minutes



Impression des images de lapin et de renard et construction d'un « pont ». Nouer les tiges en bois comme sur la couverture de l'album et stabiliser l'ensemble à l'aide des seaux de sable. La planchette doit pouvoir pivoter librement entre les tiges.



MS-GS



1 à 2 heures



Séquence M-15

L'écrase-biscotte

Séquence E-13

Équilibres et déséquilibres

Difficultés travaillées :

Il est possible de réaliser un équilibre horizontal avec deux objets de masses différentes de part et d'autre du pivot.

Bascule ou l'équilibre horizontal

Déroulement succinct

Étapes	Objectifs	Modalités de mise en œuvre
Que se passe-t-il dans l'histoire ?	Savoir restituer la chronologie d'une histoire.	<i>Collective puis atelier</i>
Est-ce que c'est possible ?	Essayer de reproduire l'histoire et constater que c'est possible.	<i>Atelier</i>
Prolongements possibles	Réinvestir des connaissances dans de nouvelles situations.	<i>idem</i>



Descriptif

C'est la première partie de *Bascule*, où le renard et le lapin n'ont pas encore stabilisé la planche, qui nous intéresse ici. Nous n'exploiterons l'ouvrage que dans une perspective de découverte du monde. De très nombreuses activités langagières et artistiques sont également possibles. L'univers présenté dans l'album n'est pas familier aux élèves : le pont qui repose sur un double poteau central est inhabituel. Les jeunes élèves n'ont sans doute jamais vu un pont de pèrès, et moins encore un pont aussi branlant.

Il peut être intéressant de travailler dans un premier temps sur la couverture : que représente-t-elle ? Les animaux sont sur une planche en bois. Elle semble posée sur deux autres bouts de bois noués par une ficelle. Il est possible de reproduire ce qui est sur le dessin avec deux tiges en bois nouées et maintenues par des seaux remplis de sable et une planchette. Les élèves constatent alors que cette planchette reste difficilement en position horizontale et bascule d'un côté

Bascule ou l'équilibre horizontal

m-07

ou de l'autre. Pour éviter qu'elle ne penche, le mieux est de la tenir aux deux extrémités. La lecture des premières pages confirme cette intuition : la planche est maintenue horizontale grâce aux berges. L'effondrement des berges et la mobilité soudaine de la poutre font alors sens pour les élèves.

Après avoir raconté le début de l'histoire, demandez aux élèves de la raconter à leur tour en s'aidant d'images fixées au tableau.

Que se passe-t-il dans l'histoire ? En observant les différents mouvements du renard, on constate que, s'il avance, la planche bascule d'un côté. En revanche, s'il recule trop, la planche bascule de l'autre. Il trouve alors une position pour laquelle la planche ne penche ni d'un côté, ni de l'autre. Elle se trouve à l'horizontale et plus rien ne bouge. C'est un « équilibre horizontal ».

Peut-on faire la même chose que dans l'histoire ? Est-ce que c'est possible ? De quoi aura-t-on besoin ? Il faut l'équivalent du pont, un renard et un lapin. Présentez alors aux élèves la réglette, le tasseau de bois et les deux masses marquées sur lesquels vous avez collé des images de lapin et de renard (sur la plus lourde). Comment « faire comme dans l'histoire avec ce matériel » ? Les élèves trouvent rapidement une solution : en posant la réglette sur le tasseau, il est possible de la faire pivoter. Le tasseau sera notre pilier central ; la réglette, la planche.



Il est également possible de réaliser un renard et un lapin en pâte à modeler ou en pâte à sel.



Le premier pont réalisé avec la planchette et les tiges de bois est trop instable pour être utilisé. On utilise un tasseau dont la base est large pour faciliter le travail.

Les élèves peuvent-ils reproduire ce qui se passe sur les images ? Il s'agit dans un premier temps de placer le lapin d'un côté du pivot. Si l'on ne tient pas la réglette, elle bascule. Arrive alors le renard : que se passe-t-il s'il se rapproche du lapin ? S'il s'éloigne trop ? Peut-on trouver une position où la réglette ne penche pas ? Les élèves, après avoir tâtonné, parviennent à trouver la position adéquate pour le renard. Ce qui se passe dans l'histoire est donc « possible ». Que se passera-t-il alors quand les corbeaux se poseront sur la planche, du côté du lapin ? Des petites mains qui appuient du côté du lapin confirment ce que les élèves voient sur l'album. La planche bascule bien du côté du lapin.

On peut arrêter là, ou prolonger cette découverte des leviers avec d'autres situations décrites dans la séquence E-13 (cycles 2 et 3), en les adaptant aux plus jeunes. C'est le cas pour les mobiles et la recherche d'équilibre horizontal pour Astérix et Obélix. Les élèves devraient être capables de réinvestir facilement le travail réalisé.



Il existe des équilibres non horizontaux.

Une planche immobile inclinée est à l'équilibre.

Ne pas confondre donc la notion d'équilibre et celle d'horizontalité.

m-07

Bascule ou l'équilibre horizontal

Comment faire
en sorte que
la planche ne
penche pas et
reste horizontale
avec Astérix
d'un côté du
pivot et Obélix
de l'autre ?



Pour un travail sur les mobiles, il est possible d'en présenter quelques uns aux élèves pour dégager une de leurs caractéristiques : l'horizontalité de la tige sur laquelle les objets sont suspendus. Dans un premier temps, nous conseillons de nouer les ficelles au milieu des tiges (bambou ou pic à brochette). Différents objets ou des formes découpées par les élèves peuvent être alors disposés sur les tiges. L'intérêt du mobile repose sur la diversité des masses utilisées. Avec deux objets, le plus lourd doit être placé plus près de la ficelle (du pivot) que le plus léger si l'on souhaite réaliser l'équilibre horizontal de la tige.



En lien avec les arts visuels, il est possible de présenter quelques œuvres d'Alexander Calder. Ce dernier a réalisé de nombreux mobiles où les équilibres sont tout sauf horizontaux.

<http://calder.org/work/category/hangingmobile.html>

Comment modifier mon ombre ?

m-08

Objectif général :

Une ombre est associée à une *source*, dont un *obstacle* empêche la lumière de parvenir dans une zone située du côté opposé à la source. Pour faire varier la taille de l'ombre avec une source de lumière non parallèle, on peut déplacer soit l'écran, soit la source, soit l'obstacle. Un autre moyen est de changer la direction sous laquelle le faisceau lumineux éclaire l'obstacle.



Matériel



Par élève : une lampe torche puissante ; 1 obstacle opaque (bâtonnet de colle par ex.) ; des pochettes en plastique transparentes ; des feutres pour tableau blanc.

Pour l'enseignant : 3 albums : *Il ne faut pas faire pipi sur son ombre*, de Jean-Pierre Kerlock'h (Milan, 2002), *L'Ombre de l'ours*, d'Olga Lecaye (L'École des loisirs, 1997) et *L'Ombre de Zoé*, de Raphaël Fejtö (L'École des loisirs, 2005) ; un appareil photo numérique (facultatif) ; des bonshommes en carton pouvant tenir debout dans des positions variées (bras en croix, un bras levé, etc.) ; les mêmes formes dessinées sur des feuilles de papier en différentes versions : coloriées en noir, avec des yeux et une bouche qui sourit, de la même couleur que l'original en carton, etc. ; une lampe de bureau ; une lampe torche ; une poupée ; une craie ; un manche à balai ; un seau de sable ou de gravier ; une boîte à chaussures ; une feuille de papier calque ; des personnages en plastique moins hauts que la boîte à chaussures ; TMPatafix ; un projecteur de diapositives (facultatif) ; un drap blanc.

Budget



Albums : 30 €.

Préparation : 35 minutes



Impression, découpe, photocopie et coloriage des photos des images de bonhomme utilisées, fabrication de la boîte à ombres.

Boîte à ombres : découper un petit côté de la boîte à chaussures et le remplacer par une feuille de papier calque. Trouer le côté opposé pour y insérer l'extrémité de la lampe torche. Placer un objet dans la boîte et la refermer.

Conditions spécifiques



Soleil dans la cour et salle de classe obscurcie.

Il ne faut jamais regarder le Soleil en face, sous peine de dégâts oculaires sérieux.

Lien avec le programme :
découverte de son
environnement ;
se repérer et repérer des
objets dans l'espace



Cycle I



4 à 8 heures suivant
les activités réalisées



Séquence E-01

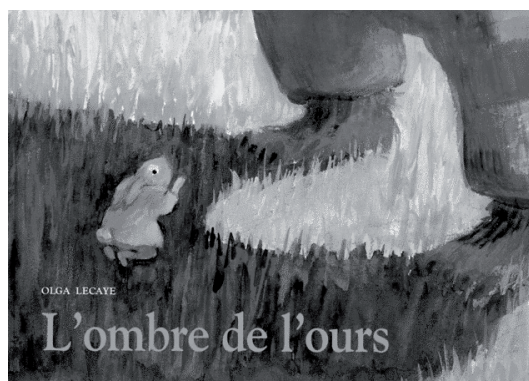
*Comment faire varier
la taille d'une ombre ?*

Difficultés travaillées :

Associer une ombre à une source de lumière.

Déroulement
succinct

Étapes	Objectifs	Modalités de mise en œuvre
Comment est mon ombre au Soleil ?	S'approprier un problème et découvrir quelques propriétés des ombres : elles sont sombres, collées au pied, n'ont pas d'yeux et ne rigolent pas.	<i>Travail collectif et en atelier</i>
Quelle est l'ombre du bonhomme ?	Parmi plusieurs formes, reconnaître celles pouvant représenter une ombre. Représenter sur une feuille plane un objet vertical et son ombre sur le sol.	<i>Travail en atelier et mise en commun</i>
L'ombre d'un objet placé au Soleil change-t-elle ?	Observer l'évolution de l'ombre d'un objet au Soleil au cours de la journée. L'ombre change de taille et de direction.	<i>idem</i>
Où se trouve l'ombre de l'objet ?	L'ombre est associée à une source de lumière et se trouve à l'opposé de la source. L'objet se trouve entre la source de lumière et son ombre.	<i>idem</i>
Comment changer la taille de l'ombre d'un objet ?	Modifier la distance d'un objet à la source de lumière ou à l'écran et observer l'évolution de la taille de l'ombre.	<i>idem</i>
Et si on jouait aux ombres chinoises ?	Réinvestir ses connaissances pour mimer une histoire.	<i>idem</i>



Comment modifier mon ombre ?

m-08

Descriptif

La lecture de l'un (ou de plusieurs) des albums proposés permet de lancer le questionnement. D'après les élèves, *ce qui est raconté dans l'histoire est-il possible ?* Le lapin peut-il emprunter l'ombre de l'ours ? L'ombre du petit garçon d'*Il ne faut pas faire pipi sur son ombre* peut-elle faire le poirier alors qu'il marche ? Que penser de l'ombre de Zoé sur la couverture ? Les élèves peuvent ne pas être d'accord entre eux.

I/Comment est donc notre ombre au Soleil ?

Pour savoir, il faut aller voir.



Travailler à partir d'un récit imaginaire ou d'un album nécessite quelques précautions. Il est important de différencier ce qui relève de l'histoire de ce qui peut se passer dans le monde réel. Certains phénomènes peuvent être communs à ces deux mondes, d'autres non (on est alors dans la « fantaisie »). *Est-ce que c'est possible ?* est une question qui pose la démarcation entre ces deux mondes.



Il est conseillé de renouveler plusieurs fois les observations et les jeux avec les ombres. Les enfants en ont besoin pour prendre conscience de leur ombre.



La voilà !



Pour la détacher,
il faut lever
le pied.



Une ombre
à quatre bras !



Une ombre
toute petite !

Pour guider l'observation des élèves, on peut leur proposer plusieurs activités :

- Alignés et suffisamment écartés les uns des autres, les élèves bougent un bras ou la tête et observent les effets de ces mouvements sur leur ombre. Elle reproduit exactement les mouvements du corps. De plus, l'ombre semble être toujours accrochée à leurs pieds.
- En levant un pied puis l'autre, les élèves constatent que pour détacher l'ombre de ses pieds, il faut sauter.
- L'un derrière l'autre, les enfants peuvent se cacher dans l'ombre de leur camarade, créer des ombres insolites à quatre bras, deux têtes, etc.
- Les élèves peuvent essayer de rendre leur ombre aussi petite que possible.
- En tournant sur eux-mêmes, ils réalisent que leur ombre n'est pas toujours devant eux mais reste dans la direction *opposée* à celle du Soleil (difficile, travail de longue haleine).

Vous pouvez organiser une «*ola*» d'ombres où les enfants lèvent les bras les uns après les autres en regardant l'ombre du voisin.

Les élèves peuvent jouer à «*chat ombre !*» et essayer de marcher sur l'ombre de leur voisin qui se déplace. La meilleure stratégie consiste à courir dos au Soleil pour garder son ombre devant soi : il est alors plus difficile à l'adversaire de l'atteindre.



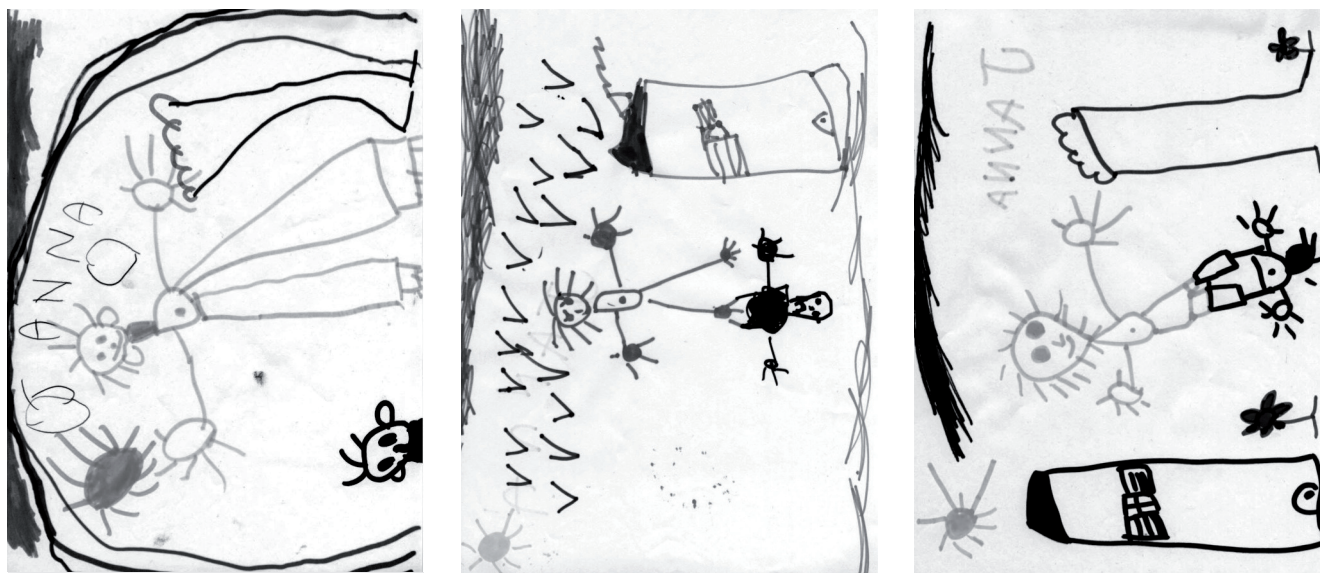
Des photos faciliteront le travail ultérieur sur la représentation des ombres et nourriront les discussions.

Les observations et jeux dans la cour permettent de constater que l'ombre est sombre et qu'elle «*reproduit*» les mêmes gestes que nous, mais pas nos expressions (elle ne «*rigole*» pas). Pour la détacher de nos pieds, il faut sauter en l'air. Même quand on observe notre ombre sur un mur, elle n'est pas détachée de nos pieds : on voit une ombre «*brisée*» qui se prolonge du mur sur le sol.

De retour dans la classe, on peut alors répondre au questionnement initial lancé avec les albums. On identifie les situations où l'ombre est correctement dessinée et celles où le dessinateur s'est amusé avec une ombre imaginaire. Les plus grands peuvent se dessiner, eux et leur ombre au soleil.



Il est difficile de se représenter debout avec son ombre sur une feuille plane ! Les dessins sont souvent décevants et n'évoluent que lentement.



2/ Quelle est l'ombre du bonhomme ?

Pour vérifier la compréhension des ombres, plusieurs bonshommes dans des postures différentes sont placés debout sur une table. Face aux enfants, sur une table voisine, se trouvent différentes formes censées représenter l'ombre de ces personnages, plus celles de quelques intrus. Les enfants doivent associer l'ombre qui convient au personnage correspondant. Cette activité combine plusieurs difficultés : choisir l'ombre sombre possédant une silhouette identique à celle du personnage, quelle que soit la couleur de ses vêtements, et la positionner correctement. *Comment vérifier que les ombres proposées sont correctes ?* En éclairant les bonshommes avec une lampe, les élèves peuvent alors corriger leurs éventuelles erreurs.

Refaire cette activité collectivement permet d'interroger les élèves sur la façon dont on pourrait dessiner le bonhomme et son ombre sur une affiche. Les photos prises dans la cour les aident à se mettre d'accord. On positionne l'ombre à plat sur l'affiche, pieds collés au bonhomme. Il faut allumer la lampe pour voir une ombre. On peut également dessiner la source de lumière, s'ils en perçoivent la nécessité.

Demandez alors comment faire pour que l'ombre se trouve dans une autre direction. Certains élèves proposent de tourner le bonhomme, d'autres de déplacer la lampe. En essayant, les élèves réalisent qu'il faut en effet déplacer la lampe pour changer la direction de l'ombre. *Qu'en est-il dans la cour ? Quand il y*

Une ombre qui évolue au fur et à mesure du travail
(Anna, GS)



La lumière directe du Soleil nous parvient d'une seule direction (cf. E-02 *Ératosthène*). C'est la raison pour laquelle nous voyons une ombre très contrastée : un obstacle suffit à empêcher toute la lumière de passer. Sous un ciel nuageux, les choses se compliquent. Les nuages réémettent la lumière du Soleil dans toutes les directions. Où que l'on regarde depuis le sol, de la lumière arrive donc aussi de partout. En toute rigueur, un objet a par conséquent des ombres dans toutes les directions ; mais elles sont pratiquement identiques, et se fondent en un simple déficit d'éclairement, sans structure ni contraste : l'objet n'a pas d'ombre identifiable.



a du soleil, on voit bien notre ombre dans la direction opposée. Quand il est caché par les nuages, on voit toujours clair mais notre ombre est moins visible, il arrive même qu'on ne la voit plus du tout.

Quand une partie de la lumière directe du Soleil arrive à traverser les nuages, on retrouve une ombre marquée (mais pas complètement noire) dans la direction opposée à celle du Soleil. *Peut-on changer la direction de l'ombre au Soleil ?* Les enfants constatent qu'il n'est pas possible d'agir sur la direction de l'ombre.

3/L'ombre d'un objet placé au Soleil change-t-elle ?

Dressez un bâton dans la cour. Tout au long de la journée, chaque moment passé hors de la classe est mis à profit pour observer le bâton et son ombre. Le contour de son ombre est dessiné régulièrement avec une craie sur le sol.

Vous pouvez aussi dessiner le contour de l'ombre d'un élève qui reprend chaque fois la même pose.

4/Où se trouve l'ombre de l'objet ?

Cette activité est menée en parallèle de l'observation au Soleil, en atelier. *Que se passe-t-il lorsqu'on éclaire un objet avec des lampes placées dans différentes positions ?* Les élèves peuvent dessiner à la craie sur le sol l'endroit où ils prévoient que va se trouver l'ombre puis vérifier (ou positionner une ombre découpée dans du papier).



Les enfants remarquent souvent que l'ombre est de la couleur du sol. C'est effectivement le cas : avec un sol bleu, l'ombre est bleu sombre. S'il n'y avait qu'une seule source de lumière dans la classe et aucun objet susceptible de renvoyer de la lumière sur le sol, l'endroit où le sol n'est pas éclairé serait noir. Ce n'est pas le cas : tous les objets réémettent une partie de la lumière qu'ils reçoivent et contribuent à éclairer le sol. Celui-ci renvoie à son tour une partie de la lumière qu'il reçoit et nous apparaît bleu. L'ombre correspond à un endroit qui reçoit *moins* de lumière, pas à une absence totale de lumière. Ce n'est pas à la portée des tout-petits : on constate la chose et on dira que l'ombre est *sombre* (plutôt que *noire*).

On peut alors proposer différents exercices. Un objet est fixé sur une pochette transparente et son ombre tracée au feutre pour tableau blanc (facilement effaçable).

Comment modifier mon ombre ?

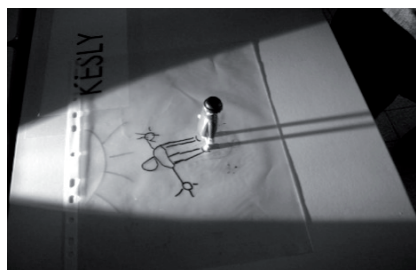
m-08

Comment placer la lampe pour obtenir cette ombre ? Les enfants positionnent la lampe éteinte dans la direction qu'ils pensent être la bonne.

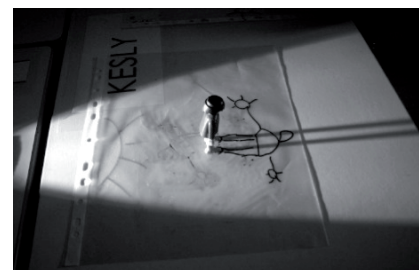
Comment faire pour savoir ? Il suffit d'allumer la lampe. L'exercice inverse consiste à dessiner la source de lumière sur le transparent : aux élèves de dessiner l'endroit où ils pensent que l'ombre se trouvera. Allumer la lampe permet de vérifier et de corriger la prévision.



Prévision



Vérification



Correction

Ces exercices sont difficiles et doivent être répétés régulièrement pendant plusieurs semaines.

L'observation le même jour du déplacement de l'ombre du bâton au Soleil doit intriguer les élèves et les aider à faire le lien entre le déplacement de la lampe et celui du Soleil.





Ce n'est pas un retour au géocentrisme que de constater que, dans le référentiel de l'école, le Soleil se déplace effectivement.

En fin de journée, les élèves constatent que les objets sont toujours à la même place (on y a veillé) ; pourtant leurs ombres se sont déplacées et ont changé de taille. *Comment l'expliquer ?* Rappelez aux élèves ce dont on a besoin pour avoir une ombre au Soleil : un objet, le sol et la lumière du Soleil. L'objet n'a pas bougé. La seule chose susceptible d'avoir changé, c'est le Soleil. Dans la classe on avait observé que l'ombre se déplaçait quand on bougeait la lampe. Cela doit valoir aussi dehors : le Soleil se déplace pendant la journée.



Les enfants ont vu ou entendu parler du « coucher » et du « lever » du Soleil : le Soleil se déplace bien dans le ciel. En hiver il est possible d'observer le lever du Soleil avec les enfants.

5/ Comment changer la taille de l'ombre d'un objet ?

Les élèves ont constaté que la taille de l'ombre changeait au cours de la journée. *Peut-on faire la même chose dans la classe avec la lampe et un objet ?* Vous pouvez les laisser chercher en atelier ou essayer les différentes propositions en classe entière. Il est possible de changer la taille de l'ombre en inclinant plus ou moins la lampe. Indiquez alors qu'il y a une autre façon de faire en projetant la lumière d'un appareil à diapositives sur un mur (ou sur le tableau). En rapprochant ou en éloignant l'objet du tableau, son ombre grandit ou rapetisse.

Les enfants peuvent également s'amuser à réaliser des ombres étranges, ou à modifier leur forme en tournant un objet. Mise à disposition des élèves, la boîte à ombres leur permet d'identifier un objet à partir de son ombre.

6/ Et si on jouait aux ombres chinoises ?

Une source lumineuse puissante placée derrière un drap tendu le long d'une table suffit à dresser un théâtre d'ombres improvisé. Séparés en deux équipes, les enfants doivent deviner quel copain se cache derrière le drap (face et profil) et quel objet il tient dans sa main. Certaines histoires comme *Boucle d'or* se prêtent bien aux ombres chinoises : les élèves peuvent mimer une grande, moyenne et petite table avec des objets en carton de même taille, etc.

Pour aller plus loin :

L'ouvrage *Vivre avec le Soleil* (Hachette, 2008) permet d'associer travail sur les ombres et éducation solaire : <http://www.soleil.info>

Objectif général :

Découvrir que l'on peut éclairer un objet indirectement en orientant judicieusement un miroir par rapport à une source lumineuse. Le miroir renvoie la lumière dans une nouvelle direction. On peut voir un objet situé derrière soi avec un miroir.



Matériel



Par atelier : miroirs incassables (un par élève) ; rétroviseurs ; objets lisses, brillants, métalliques (louches, cuillères, couvercles etc.) ; carton épais A4 recouvert de papier aluminium ; une lampe de bureau orientable.

Pour l'enseignant : autant de petits objets colorés que d'élèves dans l'atelier (e.g. TMPlaymobil) ; maquillage pour enfants (attention aux allergies !) ; une boîte à chaussures ; feuilles colorées ; gommettes de couleur.

Budget



Miroir incassable : 2 €.

Préparation : 15 minutes



Lettre aux parents pour emprunter du matériel ; identification des endroits où poser des objets visibles dans un miroir par les élèves assis ; découpage du petit côté d'une boîte à chaussures.

Conditions spécifiques



Au Soleil, dans la cour et dans un endroit obscur.

Lien avec le programme :
découverte de la matière



Cycle I



2 à 4 heures



Section I-12

Des sciences
à la kermesse !

Difficultés travaillées :

Faire le lien entre le déplacement du miroir (son orientation) et celui de la tache lumineuse.

Déroulement
succinct

Étapes	Objectifs	Modalités de mise en œuvre
Que peut-on faire avec un miroir ?	S'approprier un objet.	<i>Travail en atelier et mise en commun</i>
Comment savoir ce qui est derrière moi ?	Déplacer un miroir pour voir un objet, une personne.	<i>idem</i>
Comment éclairer l'objet sans bouger la lampe ?	Apprendre à orienter un miroir pour diriger la lumière de la lampe vers un objet à l'obscurité.	<i>idem</i>
Comment éclairer l'objet dans la cour ?	Réinvestir ses connaissances avec le Soleil comme source lumineuse.	<i>idem</i>
Y a-t-il d'autres objets que l'on peut utiliser comme miroirs ?	Découvrir que des objets lisses et brillants permettent de se regarder. Ils peuvent déformer l'image.	<i>idem</i>

Descriptif

Les enfants sont souvent fascinés par les miroirs. Les plus grands sont intrigués par les images inversées (ou non) que l'on observe dans une grande cuillère métallique. Nous proposons de leur faire découvrir l'utilisation des miroirs pour voir l'image d'un objet et pour renvoyer la lumière. Mettez différents miroirs plans à disposition des élèves. *Que peut-on en faire ?* On peut bien sûr regarder son visage, faire des grimaces dans la glace.



Vocabulaire : ici la « glace » n'est pas de l'eau !

Le miroir permet de savoir à quoi ressemble son propre maquillage. Faites plusieurs marques colorées sur le visage des élèves : *Peuvent-ils poser un doigt dessus en s'aidant du miroir ?*

Pourquoi y a-t-il des rétroviseurs sur les voitures ? Les enfants savent souvent qu'ils permettent de voir derrière soi sans avoir à se retourner. Peut-on faire pareil avec les miroirs mis à disposition ? Asseyez les élèves sur leurs chaises et demandez-leur de vous trouver sans se retourner : comment faire pour voir l'enseignant dans le miroir ? Cela n'est pas facile et demande un peu d'entraînement.



Vous pouvez dans un premier temps aider les plus jeunes. Posez une peluche sur une table derrière eux et, en mettant votre visage

à proximité du leur pour voir la même chose qu'eux dans le miroir, aidez-les individuellement à la trouver. Vous pouvez ensuite leur demander de vous trouver dans le miroir.

Les élèves apprennent alors progressivement à orienter le miroir pour observer leur environnement. De nombreux jeux sont possibles : trouver l'objet placé sur la table derrière soi, sous sa chaise, en hauteur, derrière le copain, dans une caisse derrière soi, trouver l'objet manquant d'une série d'objets présentés auparavant par le maître, identifier la personne derrière soi, etc.

Un miroir peut également renvoyer la lumière. Après avoir posé une lampe de bureau allumée sur la table en éclairage aussi horizontal et directionnel que possible, demandez aux élèves d'envoyer des taches de lumière dans la classe avec le miroir. Au début, ils voient difficilement le lien entre le mouvement du miroir et l'apparition des taches.



Les plus jeunes ont souvent besoin d'aide pour trouver une position efficace du miroir : celui-ci doit se trouver sur le chemin de la lumière qui sort de la lampe de bureau. Le plaisir de la réussite est garanti.

Peut-on maintenant utiliser le miroir pour éclairer un objet placé à côté de la lampe mais non éclairé directement par celle-ci ?



Placez les élèves du côté opposé de la table de façon à ce qu'ils puissent tous y parvenir.

Quand les élèves maîtrisent suffisamment leurs gestes et orientent le miroir correctement, on complique la tâche. *Comment éclairer l'objet placé au fond d'une boîte à chaussures sans bouger ni la boîte, ni la lampe ?* Placez dans un premier temps la lampe en biais par rapport à la boîte, de telle sorte qu'il suffise d'orienter le miroir vers l'objet pour l'éclairer. On peut ensuite modifier l'orientation de la lampe et observer les modifications d'orientation du miroir nécessaires pour continuer à éclairer l'objet.

Peut-on faire la même chose dans la cour avec le Soleil ? Comme avec la lampe, proposez aux élèves d'éclairer une feuille colorée accrochée à un mur dans l'ombre dans un premier temps.



Choisissez un moment où le Soleil n'est pas trop haut dans le ciel (début de matinée) et évitez de mettre les élèves face au Soleil ou au miroir. Il ne faut jamais regarder le Soleil en face.

Vous pouvez ensuite déplacer la feuille pour aider les élèves à associer déplacement du miroir et position de la tache lumineuse sur le mur.



Du verre poli (une vitre) ou une surface d'eau calme (bassine) peuvent également se comporter comme des miroirs.

Un autre exercice consiste à placer sur le mur plusieurs feuilles de couleurs différentes et à demander à chaque élève d'en éclairer une à tour de rôle. Cela permet d'évaluer leur maîtrise de l'orientation du miroir.

On peut également poser un (des) objet(s) par terre : quand peut-on les éclairer avec le miroir ? Les élèves peuvent constater qu'il faut être soi-même dans la lumière pour pouvoir éclairer l'objet. Si la lumière du soleil n'arrive pas sur le miroir, on ne peut pas s'en servir.

Peut-on utiliser d'autres objets que des miroirs pour se regarder et renvoyer la lumière ? Cette question est l'occasion de tester différents objets apportés par les élèves et l'enseignant. Les objets dotés d'une surface métallique lisse et brillante peuvent se substituer aux miroirs habituels.



Réservez quelques objets dans lesquels on peut se voir à l'endroit et à l'envers pour la suite du travail.

Les louches, cuillères et autres surfaces bombées ont en outre une caractéristique bien particulière : selon que l'on se regarde dans la partie bombée (*convexe*) ou dans la partie creuse (*concave*), on se voit à l'endroit ou à l'envers. En plaçant des gommettes de la même couleur à chaque fois qu'ils se voient à l'endroit ou à l'envers, les élèves constatent que la forme de l'objet a de l'importance : on se voit à l'endroit dans la partie bombée et à l'envers dans la partie creuse. *Peut-on prévoir comment l'on va se voir dans un nouvel objet apporté par l'enseignant ?* Il suffit de se regarder dedans pour vérifier.

Pour aller plus loin :

Article sur les miroirs du centre pilote La Main à la Pâte de l'Aube : <http://www.ac-reims.fr/ia10/lamap/spip.php?article194>

Transvasements

m-10

Objectif général :

Découvrir et utiliser divers récipients. Constaté les usages différents selon les caractéristiques des récipients ; décrire des actions : remplir, vider, transvaser, déborder, couler.



Matériel



Pour la classe : de nombreux récipients troués : entonnoirs, tamis, récipients ayant contenu de la faisselle, bouteilles en plastique coupées et trouées par l'enseignant, passoirs, boules à thé, etc. ; des récipients avec un bec verseur ou équivalent : éprouvettes graduées, verre doseur (en plastique), récipients cubiques ou parallélépipédiques ; des objets creux pouvant servir de récipient : louches, cuillères, pelles, petits arrosoirs, petits seaux, etc. ; une bassine pour deux à trois élèves ; un lot d'éprouvettes graduées de largeur et hauteur différentes (facultatif).

Pour l'enseignant : une vrille, 4 pichets et 4 bassines identiques ; un appareil photo numérique ; colorant alimentaire ; une bassine remplie de riz et une autre de sable (facultatif).

Budget



Éprouvettes graduées : 30 € le lot de 6 ; le reste du matériel est empruntable.

Préparation : 35 minutes



Impression et photocopie des photos des récipients utilisés.

Remplissage des bassines d'eau et disposition du matériel dans la cour.

Conditions spécifiques



Beau temps pas trop froid ; manipulation d'eau dans la cour.

Lien avec le programme :
découvrir les objets



Cycle I



1 heure



Séquence M-12

Flotte / coule ?

Séquence M-14

Se dissout ou pas

Séquence M-15

L'écrase-biscotte

Difficultés travaillées :

Un récipient troué laisse passer l'eau, même si les trous sont très petits (tamis très fin).

Déroulement
succinct

Étapes	Objectifs	Modalités de mise en œuvre
Découverte des objets	S'approprier des objets et observer ce qui se passe quand on les remplit d'eau.	<i>Travail collectif et en atelier</i>
Comment remplir le plus de pichets possible ?	Choisir un récipient et l'utiliser pour transvaser de l'eau. Un récipient qui peut contenir beaucoup d'eau et n'est pas troué est efficace.	<i>Travail en atelier et mise en commun</i>
Comment remplir le plus possible la bouteille ?	Choisir un récipient adapté. Un récipient avec un petit embout ou un bec verseur permet de diriger l'eau vers le goulot. L'entonnoir peut être utilisé pour verser l'eau.	<i>idem</i>
Peut-on transvaser d'autres matières ?	Distinguer l'eau du sable et du riz et découvrir que la surface d'un liquide reste horizontale (GS) et qu'un liquide ne fait pas de tas.	<i>idem</i>
Que se passe-t-il quand je transvase le contenu de petits pots dans des récipients étroits ? Dans des récipients larges ?	Découvrir que la hauteur du liquide change mais que l'on retrouve la même quantité d'eau dans le petit pot (ou presque) après transvasement.	<i>idem</i>
Comment savoir quel récipient contient le plus d'eau ?	Comparer des hauteurs ne suffit pas si les récipients ont des formes différentes. C'est possible avec des récipients identiques. On peut également utiliser un étalon de mesure (e.g. petit pot).	<i>idem</i>



Étapes	Objectifs	Modalités de mise en œuvre
Que se passe-t-il quand on transvase la même quantité d'eau d'une éprouvette à l'autre ?	Lire une graduation sur l'éprouvette et l'associer à un volume d'eau donné.	<i>idem</i>

Cette séquence est scindée en deux parties pratiquement indépendantes. La première (étapes 1 à 4) porte sur les conditions pour transvaser un liquide sans en perdre pendant le transport ; la seconde (étape 5 et suivantes), sur la conservation d'un volume de liquide.

Comme toujours, il faut prévoir un temps suffisant pour que les élèves s'approprient le matériel. Les enfants adorent jouer avec l'eau. Pour éviter les débordements, il est nécessaire de poser quelques règles simples :

- chacun ne peut prendre qu'un objet à la fois ; il doit le redéposer dans le tas avant d'en prendre un autre ;
- il est interdit de s'asperger (ou d'asperger le voisin) ;
- il faut laisser les objets au-dessus de la bassine quand on les utilise. L'eau doit rester dans la bassine.



Les tabliers utilisés pour la peinture peuvent assurer un minimum de protection. En dépit de vos efforts, les manches seront souvent mouillées, tout comme les chaussures.

I/Des récipients de toutes sortes

Il s'agit dans un premier temps de découvrir ce qui se passe lorsque l'on manipule de l'eau avec toutes sortes d'objets (verres, pichets, passeroies, entonnoirs, bouteilles coupées trouées ou non). L'expérience facilite l'emploi des verbes d'action en situation : on verse, l'eau coule, elle déborde...

Des élèves s'organisent souvent spontanément pour utiliser deux objets à la fois. N'hésitez pas à diriger leur attention sur ce qui se passe quand ils

Descriptif





Il arrive que les enfants voient des bulles quand ils manipulent les objets. Cela peut faire l'objet d'un autre travail autour de l'air, non développé ici.

remplissent différents objets avec de l'eau : elle s'échappe de certains et reste dans d'autres.

Peut-on déplacer l'eau d'un objet dans un autre, la « transvaser » ? Encouragez-les à travailler ensemble pour transvaser de l'eau d'un récipient à un autre.

De retour en classe, présentez aux élèves plusieurs bouteilles coupées de tailles différentes, certaines trouées, d'autres non. *Qu'est-ce qui est pareil entre une bouteille et une autre, qu'est-ce qui ne l'est pas ?* Demandez à chaque groupe de les séparer en deux tas, en fonction de ce qui se passe quand on les remplit d'eau. Chaque groupe présente ses deux tas et explique son tri. D'un côté se trouvent les bouteilles trouées d'où l'eau s'écoule, de l'autre les bouteilles non trouées où l'eau reste. *Comment en être sûr ?* Il suffit de vérifier avec une bassine remplie d'eau.



Si les élèves proposent d'autres tris, demandez leur de justifier leur choix. *Leur critère permet-il de distinguer le comportement des objets dans l'eau ?* Ce n'est pas le cas, il peut être utile dans d'autres circonstances mais pas ici.

En atelier, proposez aux élèves de trier les différents objets qu'ils ont utilisés dehors selon le critère « est troué » ou non. S'il y a suffisamment de matériel disponible, tous les élèves peuvent réaliser la même activité en même temps. Sinon, photographiez le tri réalisé par chaque groupe, imprimez les différents tris pour pouvoir les afficher et les comparer.

Avec les plus grands, on peut remplacer les objets par leurs photos ou leurs symboles. Ils collent alors ces images sur une affiche séparée en deux colonnes. Il est nécessaire de s'être mis d'accord sur deux logos représentant d'un côté les objets troués et de l'autre les objets non troués.

Lors de la mise en commun, on compare les paniers contenant les objets troués ou non, les affiches des élèves ou les photos des tris réalisés. Certains objets se trouvent dans les deux catégories, selon les groupes. *Comment faire pour savoir ?* Il faut bien sûr vérifier, en les remplissant d'eau et en observant la présence ou non de fuites. Une expérimentation collective permet de réaliser un classement commun à toute la classe.

2/ Comment remplir le plus de pichets possible ?

De nouveau dans la cour, séparez les élèves en quatre groupes. Le défi est maintenant de transporter le plus d'eau possible d'une grande bassine vers un pichet assez éloigné. En parallèle, un enfant de chaque groupe choisit à son tour un récipient (prévoir le même matériel en quatre exemplaires), le remplit d'eau,

parcourt *en marchant* le trajet une fois, puis le redépose à l'endroit où il l'a pris. À chaque fois qu'il est rempli, l'enseignant verse le contenu du pichet dans une seconde bassine, jusqu'à ce que tous les élèves du groupe soient passés.



Certains élèves utilisent des récipients troués et courent quand ils réalisent que l'eau coule. La répétition de l'activité leur permet de prendre progressivement conscience de l'intérêt d'un récipient non troué. Des tamis très fins peuvent surprendre les élèves : on ne voit pas de trous mais l'eau coule à travers !



Il ne s'agit pas d'aller le plus vite possible : cela évite la précipitation et les accidents.

On essaie ensuite de déterminer le groupe qui a rempli le plus de pichets. On se met d'accord sur la procédure : comparer directement la hauteur d'eau dans les pichets ou dans les bassines. Une autre façon de faire est tout simplement de tenir la comptabilité du nombre de pichets versés dans la bassine.

Quels récipients ont été utilisés par le groupe qui a rempli le plus de pichets ? Les élèves peuvent constater qu'ils sont souvent volumineux et non troués : ceux-là peuvent transporter beaucoup d'eau par trajet. On peut alors recommencer l'activité : les élèves devraient être plus efficaces.



Les enfants utilisent la plupart du temps l'entonnoir en bouchant son tube du doigt ou de la main et en versant l'eau par le cône. L'utilisation normale de cet ustensile n'est que rarement maîtrisée. Le défi suivant va permettre de mieux comprendre son intérêt et celui des bacs verseurs.

3/ Comment remplir le plus possible la bouteille ?

Avec les mêmes règles, le pichet est remplacé par une bouteille au goulot étroit. Les objets qui ont un bec verseur ou une extrémité plus étroite que le goulot sont maintenant les mieux adaptés.

La mise en commun des stratégies efficaces trouvées par les élèves met en évidence l'utilité d'un bec verseur pour diriger l'eau vers le goulot. C'est alors le moment de montrer aux élèves l'usage de l'entonnoir : les élèves apprécient son côté pratique.

Pour verser beaucoup d'eau d'un coup dans une bouteille, on peut choisir d'associer l'entonnoir à un récipient. Laissez-leur le temps de s'y essayer en petit groupe, ils sont ravis de découvrir cette nouvelle combinaison.

4/ Peut-on transvaser d'autres matières ?

On passe ensuite au transvasement de sable, de riz, etc. Les élèves peuvent alors constater que les grains ne passent pas au travers de trous plus petits qu'eux. Leur faire observer que l'on peut faire un tas avec du sable ou du riz, mais pas avec de l'eau.

Les plus grands peuvent également observer que la surface de l'eau reste horizontale quand on incline lentement un récipient (fermé) : elle n'est pas « penchée ».

Ils peuvent comparer l'inclinaison de la surface de l'eau à plusieurs lignes tracées au tableau (penchées ou horizontales) pour s'en assurer. Vous pouvez fournir des dessins (sans traits) des récipients utilisés dans différentes positions et leur demander de dessiner ce qu'ils observent.



Il s'agit de vues de côté. Cela n'a rien d'évident à cet âge. Il ne faut pas non plus sous-estimer la difficulté à dessiner à plat sur la table ce que l'on voit verticalement. Le passage par des feuilles fixées au tableau facilite la transition.

Expliquer aux élèves comment l'on va dessiner l'eau et en tracer le niveau avec eux sur les premiers dessins pour les aider à comprendre cette représentation.

Les produits qui ne font pas de tas et dont la surface reste horizontale quand on incline le récipient qui les contient sont appelés des *liquides*. L'affichage des dessins permet d'aborder une de leurs propriétés : au repos, leur surface reste horizontale.

5/Que se passe-t-il quand je transvase le contenu de petits pots dans des récipients étroits ? Dans des récipients larges ?

Ce travail est réservé aux plus grands et permet d'aborder une autre propriété des liquides : la conservation de leur volume au cours des transvasements. C'est une notion particulièrement délicate pour les plus jeunes. Ne vous étonnez donc pas si vous rencontrez des difficultés. Vous aurez au moins contribué à les faire réfléchir à la question ; les choses se mettront en place progressivement au cours de leur scolarité.

On dispose d'un petit pot et d'une série de récipients plus étroits, ou au contraire plus larges. On distribue des feuilles séparées en plusieurs bandes. Chaque bande correspond à un récipient particulier et représente trois éléments : le petit pot, puis le récipient, et de nouveau le petit pot. Partant d'un niveau donné de liquide dans le pot (marqué sur le premier schéma), il s'agit de le transvaser dans le récipient (initialement vide), puis de nouveau dans le pot (niveau non marqué sur le second schéma).

À chaque récipient correspondent deux bandes, l'une avec un logo représentant l'intuition de l'élève (*Ce que je pense*), à remplir avant l'observation, et l'autre avec les logos de la main et de l'œil (*Ce que je fais*, *Ce que je vois*), à remplir après.

À leur avis, quel sera le niveau de l'eau dans le récipient, puis dans le petit pot après transvasement ? À eux de tracer le niveau de l'eau atteint dans les récipients dessinés sur la bande *Ce que je pense*.

Comment vérifier ? Il suffit d'essayer. Les élèves tracent alors les niveaux observés sur la bande *Ce que je vois*.

Idéalement, après l'expérience, on reverse dans le récipient considéré le contenu du petit pot de référence. Les élèves gardent ainsi devant les yeux les différents récipients remplis avec le contenu du même petit pot. Ils sont très souvent étonnés : l'eau ne monte pas au même niveau dans les différents récipients. Ils remarquent parfois (rare) que si les récipients ont une base plus étroite que celle du petit pot, le niveau de l'eau est plus haut que dans le pot ; il est plus bas avec une base plus large.

Dans tous les cas, les élèves constatent qu'après un deuxième transvasement (sans éclaboussures...), l'eau revient au même niveau qu'au départ dans le petit pot. Des récipients avec des hauteurs d'eau différentes peuvent contenir autant



d'eau (le même *volume*). La différence de hauteur de l'eau dans deux récipients n'indique donc pas forcément qu'il y en a plus dans l'un que dans l'autre.



Certains élèves ne peuvent pas suivre ce genre de raisonnement. Ce n'est pas grave, ils en restent au constat : quand on verse le contenu d'un petit pot d'eau dans différents récipients, l'eau monte plus ou moins haut selon la forme du récipient.

Plus difficile : vous pouvez ensuite proposer aux élèves une feuille sur laquelle sont dessinés, alignés, les différents récipients vides qu'ils ont devant les yeux. Ils ont à disposition leurs précédents dessins. La série commence avec un petit pot rempli d'eau et s'achève sur le même petit pot sans indication de remplissage. Avant de manipuler, les enfants tracent un trait de couleur pour estimer le niveau qu'ils prévoient que l'eau atteindra dans les différents récipients après chaque transvasement. Ils corrigent ensuite leur tracé après avoir observé ce qu'il se passe.

6/ Comment savoir quel récipient contient le plus d'eau ?

Proposez un défi à vos élèves : ils ont devant les yeux différents récipients contenant de l'eau colorée. *Lequel en contient le plus ?* Comment faire pour le savoir ? Ils ont à leur disposition plusieurs récipients identiques (petits pots, bouteilles en plastique, pichets) et des entonnoirs. Une possibilité est de transvaser l'eau colorée de chaque récipient dans d'autres tous identiques et de comparer *ensuite* les hauteurs d'eau. Une autre possibilité consiste à compter combien de petits pots on peut remplir avec chaque récipient.

Dans tous les cas, il faut utiliser un contenant-étalon. On peut alors aller plus loin en faisant observer les indications portées sur des éprouvettes graduées.

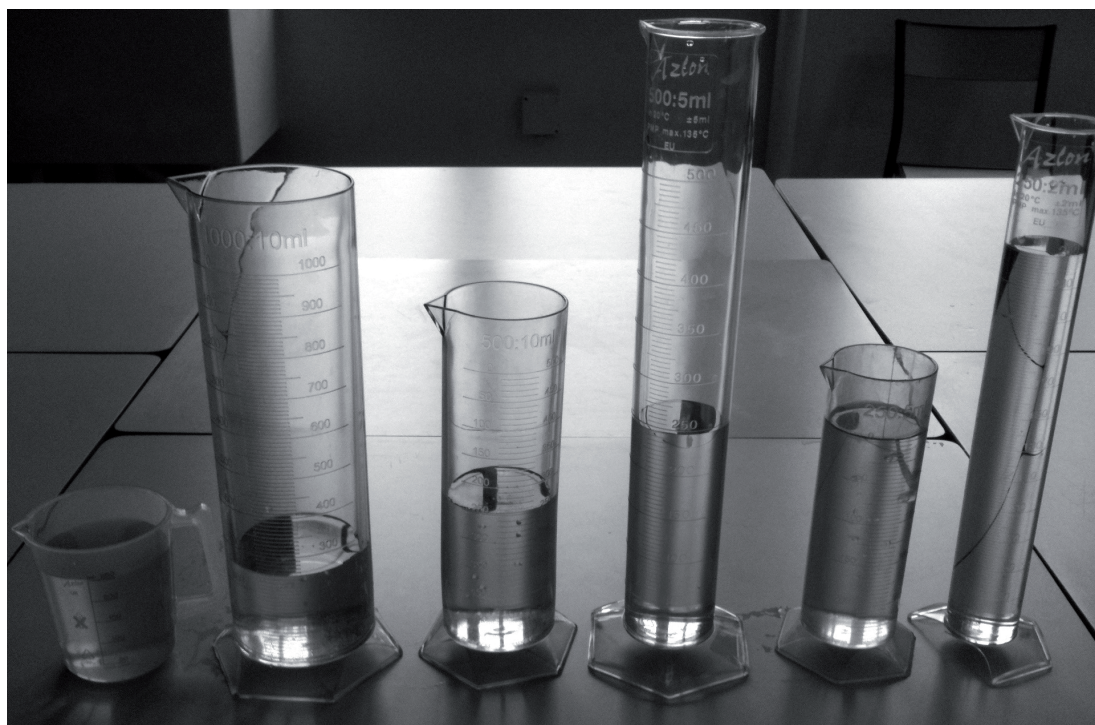
7/ Que se passe-t-il quand on transvase la même quantité d'eau d'une éprouvette à l'autre ? (GS)

Choisissez des éprouvettes de largeurs et de hauteurs différentes sur lesquelles les mêmes indications de volume sont portées. Mesurez ce volume de liquide, marquer un petit pot pour ce volume et demandez aux élèves ce qui va se passer quand on transvasera cette même quantité d'eau d'une éprouvette à l'autre. Ils savent que la hauteur d'eau va varier dans les différentes éprouvettes. Proposez alors de remplir toutes les éprouvettes avec cette même quantité d'eau pour vérifier. *Qu'est-ce qui est pareil sur toutes les éprouvettes ?* Il faut souvent de temps pour que les élèves repèrent le chiffre indiqué au niveau du liquide. Laissez les éprouvettes et leur contenu dans un coin de la classe pour une observation sur

la journée. S'ils ne trouvent pas (c'est énervant !), guidez-les : *Que voit-on sur les éprouvettes ? Des traits. Et aussi ? Des chiffres. Comme c'est intéressant...*

Les enfants sont ravis de trouver : sur toutes les éprouvettes, le liquide est à la hauteur d'un trait sur lequel est indiqué le même chiffre. Pour mesurer les volumes, on utilise un volume étalon et on gradue les récipients pour indiquer combien de fois on a cette unité étalon jusqu'au trait où arrive le liquide.

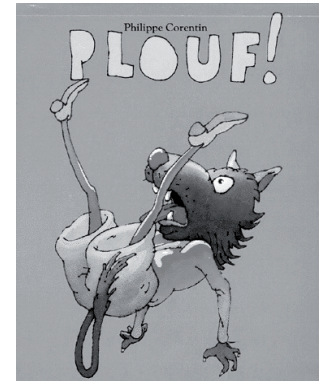
Les élèves peuvent alors s'amuser à trouver une autre indication identique sur plusieurs éprouvettes graduées. Ils peuvent en remplir une jusqu'à ce trait puis transvaser dans une autre et vérifier que l'eau atteint bien le niveau attendu. C'est utile de savoir compter et comparer des nombres !





Objectif général :

Découvrir l'utilisation des poulies ; ce qui se passe dans une histoire imaginaire peut ne pas être possible dans le monde qui nous entoure.



Matériel



Par atelier : 4 plots utilisés en salle de motricité ; 3 barres pour connecter les plots ; un rouleau de carton rigide (par exemple rouleau de ruban/fil vide) ; une corde de 2 m ; une corbeille à papier ; un seau pouvant rentrer dans la corbeille ; une pince de serrage en plastique large facile à manier par les jeunes élèves ; 3 bouteilles coupées lestées de poids différents ; de la TM Patafix ; album *Plouf !* de Philippe Corentin (École des loisirs, 1990) ; un dessin plastifié de chaque personnage de l'histoire (loup, cochon, lapins) ; pâte à modeler ; différentes matières granuleuses (sable, sucre, riz, lentilles, etc.).

Budget



Album : 12 € ; pince de serrage en plastique : 1 € ; corde : 1 €.

Préparation : 15 minutes



Monter à l'aide des plots un cadre rectangulaire (photo).
Insérer la barre horizontale dans le tube creux en carton qui servira de poulie.
Placer la corbeille sous le cadre en guise de puits. Accrocher le seau à une extrémité de la corde. Lester trois bouteilles coupées de façon à disposer de trois masses différentes et coller sur chacune l'image du personnage correspondant : le loup sur la plus légère, le cochon sur la bouteille de poids intermédiaire et les lapins sur la plus lourde.
Préparer des images relatant les différentes étapes de l'histoire et les disposer dans l'ordre chronologique.

Lien avec le programme :
situer des événements les
uns par rapport
aux autres



PS – GS



2 à 3 heures



Difficultés travaillées :

Savoir situer des événements dans une chronologie en utilisant le vocabulaire adapté (*d'abord, ensuite, puis, en premier, après...*) ; fournir une explication compréhensible par l'enseignant et les camarades.

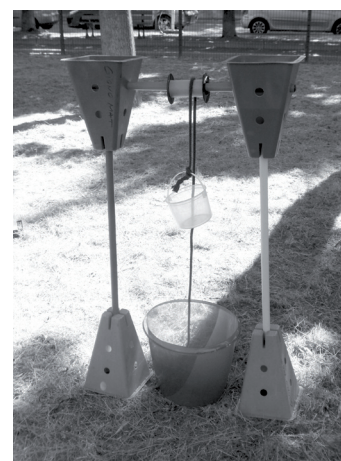
Déroulement succinct

Étapes	Objectifs	Modalités de mise en œuvre
Que se passe-t-il dans l'histoire ?	Savoir restituer la chronologie d'une histoire.	Mise en œuvre collective puis atelier
Est-ce que c'est possible ?	Essayer de reproduire l'histoire. Constater l'impossibilité pour le loup de faire remonter les lapins.	Atelier
Comment faire remonter les lapins ?	Proposer une solution et la tester.	idem
Comment choisir le loup, le cochon et les lapins pour pouvoir mettre en scène le début de l'histoire ?	Par essais/erreurs, attribuer la bonne étiquette à la bonne bouteille Commencer à appréhender le lien entre les masses en présence et le mouvement de la poulie.	idem
Comment faire monter et descendre des objets dans le puits ?	Classer des objets selon leur poids.	idem



Un jeune élève en pleine animation :
«À toi de d'essayer !»

Dispositif utilisé par des élèves de maternelle animateurs



La lecture de *Plouf !* est toujours un grand plaisir pour les élèves. Il est bien entendu possible d'organiser également autour de cet album de nombreux ateliers « maîtrise de la langue ».

Descriptif

1/ Que se passe-t-il dans l'histoire ?

Il est demandé aux élèves d'être capables, dans un premier temps, de raconter l'histoire en respectant sa chronologie. Des images des différentes situations évoquées servent de support à la narration. Leur organisation chronologique par les élèves en atelier permet de s'assurer de l'appropriation de l'histoire. Elle se déroule tout entière autour d'un puits : le loup sort du puits grâce à l'aide du cochon, qui en sort à son tour grâce aux lapins ; ces derniers remontent enfin grâce au loup. L'histoire qui se déroule dans le livre est une histoire inventée, les élèves en sont bien conscients.

2/ Ce qu'il se passe dans l'histoire est-il possible dans la réalité ? Comment faire pour le savoir ?

Dans l'école il n'y a ni puits, ni loup, cochon ou lapin. Peut-on néanmoins faire « comme si » ? Il est possible de se mettre d'accord avec les enfants sur une procédure. Un modèle de puits leur est présenté : à quoi correspond chaque élément ?

Après une confrontation aux images de l'album et un test du matériel, les élèves s'accordent sur le fait que le cadre construit représente la structure du puits, le fond de la corbeille en représente le fond et le rouleau en carton la poulie. La corde et le seau sont les éléments les plus proches de ceux dessinés dans l'album. Reste maintenant à représenter les personnages.

À ce stade, les élèves n'ont aucun moyen de savoir que le paramètre pertinent est le poids de chacun. Dans un premier temps, c'est à l'enseignant de leur proposer des objets de poids différents (bouteilles lestées...) sur lesquels sont disposés judicieusement les images des personnages de l'histoire. Après s'être assuré que les enfants font le lien entre les personnages et leurs représentations, il n'y a plus qu'à essayer !

La pince permet d'accrocher à la corde la bouteille coupée représentant le loup : celui-ci se retrouve très vite

Un jeune animateur aide un visiteur à accrocher un personnage à la corde : que va-t-il se passer ?



au fond du puits, tandis que le seau remonte, vide. Les enfants ont plaisir à voir redescendre le seau, une fois le loup décroché. Pour le moment, tout se passe comme dans l'histoire. Une fois les lapins au fond du puits, en revanche, les choses se compliquent : le loup ne permet pas de faire remonter les lapins, même en lui donnant un peu d'élan (les lapins remontent mais retombent aussitôt). On convient avec les élèves que cette partie de l'histoire n'est pas possible.

3/ Peut-on quand même faire remonter les lapins ?



On met ici en évidence une différence entre la physique de l'univers de *Plouf !* et celle du nôtre. On pourrait penser que le fait que les animaux parlent est une différence plus profonde encore, mais il s'agit plutôt d'une convention classique de la *fantasy* animalière, bien connue des enfants.

Les enfants tirent sur la corde : peut-on faire autrement ? Il suffit d'accrocher en plus du loup des objets suffisamment lourds pour que les lapins remontent.

Les jeunes élèves ont souvent des difficultés à distinguer ce qui relève de l'imaginaire et ce qui relève du monde qui nous entoure : cet album contribue à faire cette distinction. Dans l'univers de Philippe Corentin, il ne se passe pas la même chose que chez nous ; ce qui est possible dans l'histoire ne l'est pas dans la réalité.

4/ Comment choisir le loup, le cochon et les lapins pour pouvoir mettre en scène le début de l'histoire ?

Après cette première expérience de l'utilisation des poulies, il est possible d'aller plus loin avec les grands, en leur demandant de créer leur propre simulation de l'histoire. Ils ont à leur disposition trois bouteilles coupées, transparentes, remplies de quantités différentes d'une même matière (pâte à modeler par exemple) et les images des différents protagonistes.

Comment associer les bouteilles et les images pour reproduire le début de l'histoire ?
On constate que, pour les lapins, il faut plus de matière que pour le cochon et, pour le cochon, plus de matière que pour le loup. En proposant aux différents groupes d'élèves de réaliser ce même travail avec des matières différentes, on constate lors de la mise en commun un classement similaire dans chaque groupe. Le lest qui contient le moins de matière représente le loup et le lest qui en contient le plus représente les lapins.

Lorsqu'on prend en main les trois lests, on ne ressent pas la même chose : ils n'ont pas le même poids et on peut les comparer à l'aide de la poulie. Pour une même matière, systématiquement, le plus léger des trois lests représente le loup et le plus lourd représente les lapins.

5/ Allons plus loin ! Comment faire monter et descendre des objets dans le puits ?

Deux exercices peuvent être proposés :

- 1/ des objets étant rangés par poids croissants, en placer un au fond du puits et demander de choisir un objet parmi ceux qui restent qui permettra de le faire remonter ;
- 2/ proposer d'identifier tous les objets qui permettent de faire remonter un objet situé au fond du puits et, en procédant de façon systématique, les classer par poids croissants (vous devrez en avoir une idée avant de lancer le travail).

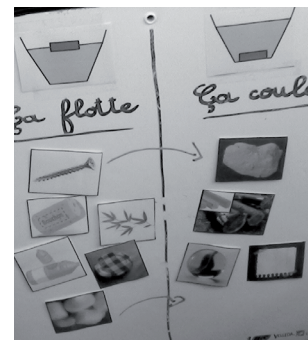


Flotte / coule ?

M-12

Objectif général :

Découvrir que les solides ne se comportent pas tous de la même façon dans l'eau : certains flottent et d'autres coulent. Lorsqu'un objet plein d'une matière donnée coule, il coulera toujours (de même s'il flotte). C'est plus compliqué pour les objets creux ; suivant leur remplissage ils peuvent tantôt couler, tantôt flotter.



Matériel



Par atelier : de nombreux objets d'aspect homogène de différentes matières, certains de même forme et d'autres de formes différentes, par exemple : boules de pétanque, boules en bois, en plastique, en mousse, en polystyrène, de tailles très différentes quand c'est possible ; cuillères et fourchettes en métal, en bois, en plastique ; cailloux ; morceaux de bois, bouchons, plastique, polystyrène, béton cellulaire ; briques TMLego de couleurs différentes ; billes en verre ; bougies de différentes tailles et couleurs ; vis métalliques.

Des récipients creux en différentes matières, troués ou non : bols en bois et porcelaine, verres en carton, en plastique et en verre, barquettes en aluminium, polystyrène, plastique et fonds de bouteilles plastiques, etc. ; du gravier ou des petit cailloux ; une grande bassine pour 2 à 3 élèves ; 2 petits paniers ou bacs ; un logo symbolisant un objet qui flotte et un autre qui coule.

Pour l'enseignant : éponges et essuie-tout ; vrilles ; un appareil photo numérique ; TMPatafix.

Budget



Matériel empruntable et de récupération.

Préparation : 15 minutes



Remplir d'eau toutes les bassines. Imprimer et plastifier pour chaque groupe des logos représentant un objet qui flotte et un autre qui coule. Impression pour chaque élève des photos des différents objets utilisés.

Conditions spécifiques



Manipulation d'eau. Une expérimentation dans la cour est conseillée.

Lien avec le programme :
découverte de la matière



Cycle I



2 à 4 heures



Séquence M-10

Transvasement et volumes

Difficultés travaillées :

Une affirmation sans vérification expérimentale n'a pas de valeur scientifique. Un objet peut être constitué de matières différentes. L'expression « peut-être » permet d'exprimer le doute.

Déroulement
succinct

Étapes	Objectifs	Modalités de mise en œuvre
Que se passe-t-il quand je pose un objet dans l'eau ?	S'approprier un problème. Mettre en place du vocabulaire. Classer les objets selon leur comportement dans l'eau.	<i>Travail individuel et en binôme puis mise en commun</i>
Comment les nouveaux objets se comporteront-ils dans l'eau ?	Pour savoir si un objet flotte ou coule, il faut vérifier.	<i>Travail en groupe puis mise en commun</i>
Comment des objets d'une même matière se comporteront-ils ?	Des objets différents qui sont faits d'une même matière ont un comportement dans l'eau similaire.	<i>idem</i>
Que se passe-t-il quand je mets dans l'eau un objet creux, troué ou non ? (GS)	Un objet creux peut flotter ou couler. Cela dépend de la matière qui le constitue et de son remplissage. Un objet avec un trou sous le niveau de l'eau peut se remplir d'eau et couler.	<i>idem</i>

Descriptif

Les élèves adorent jouer avec l'eau mais observent peu le comportement des objets qu'ils mettent dedans.

Proposez dans un premier temps peu de matériel et laissez les élèves le manipuler à satiété (ou presque).

Pour une première découverte, choisir systématiquement des objets « pleins », identiques pour tous les groupes : bouchons en liège, billes en verre, boules de polystyrène, fourchettes en métal et plastique, morceaux de polystyrène, cailloux, briques TM Lego, petites bougies. Il faut préciser pour chaque objet son nom et la matière qui le constitue, même lorsque les élèves n'ont pas les moyens de les comprendre (boule en bois, en polystyrène, etc.).

1/ Que se passe-t-il quand pose un objet dans l'eau ?

Cette question, associée à la question *Où va l'objet ?* oriente l'observation des élèves vers le phénomène de flottaison. Les échanges en situation avec eux permettent de donner du sens aux verbes *flotter* et *couler*. Leur utilisation régulière en facilite l'acquisition.

On peut alors se mettre d'accord sur l'utilisation de logos signifiant «*Ça coule*» et «*Ça flotte*». Demandez à chaque groupe de placer dans deux bacs (ou paniers) d'un côté les objets qui flottent, et ceux qui coulent de l'autre. La bassine reste à leur disposition pour tester de nouveau si besoin.

La confrontation des contenus des différents bacs permet de s'assurer que le vocabulaire est globalement acquis. Comment faire quand le même objet est placé par les uns dans le panier des objets qui flottent et par d'autres dans celui des objets qui coulent ? Pour savoir, il faut essayer. La mise à l'eau de l'objet incriminé règle la question.



Certains élèves ne voient pas de problème à ce qu'un même objet plein flotte et coule. Il faut les aider à comprendre que c'est soit l'un, soit l'autre. Plonger le même objet plein plusieurs fois dans l'eau permet aux élèves de constater qu'il se passe bien toujours la même chose (nous évitons à ce stade les objets creux, dont le comportement dépend de leur contenu).



Faire constater aux élèves que des objets similaires placés dans l'eau se comportent tous de la même façon. On peut les plonger dans une même bassine pendant la discussion collective. C'est pour cette raison que l'on peut comparer les classements des différents groupes.



«*Pour savoir, il faut essayer*» est le *leitmotiv* de ce déroulement. Les petits sont souvent convaincus qu'il suffit d'affirmer pour que la réalité se plie à leurs désirs : ce n'est (hélas !) pas le cas, ils l'assimileront progressivement.



Avec les plus grands, il est possible de trier aussi des photos (ou des dessins) des objets. Le passage de l'objet concret dans un panier à sa représentation graphique sur une affiche se réalise progressivement avec les plus jeunes.

2/ Comment les nouveaux objets se comporteront-ils dans l'eau ?

Collectivement, présentez un nouveau lot d'objets aux élèves, cette fois sans mettre de bassine d'eau à leur disposition. Vous pouvez proposer des cuillères

m-12 Flotte / coule ?

en plastique, en bois, en métal, des billes en verre et des calots, des bougies et des boules de polystyrène de tailles différentes, des perles et des boules en bois, des vis.

À leur avis, *que va-t-il se passer quand ils seront mis dans l'eau ?* Les idées fusent. Indiquez alors que chaque élève va devoir classer des images des différents objets (s'assurer qu'ils savent les identifier) dans « *la maison des objets qui flottent* » ou dans celle des objets qui coulent. Les plus grands peuvent les coller sur une grande feuille mise à leur disposition séparée en deux colonnes, les autres disposent les images dessus (l'enseignant utilise alors de la TMPatafix pour les fixer). Repérez les classements contradictoires et affichez-les ensemble aux tableaux. Une discussion collective met en évidence les objets problématiques. Demandez aux élèves d'expliquer pourquoi ils ont placé un objet dans une colonne plutôt que l'autre. Pour certain, un *gros* objet va plus flotter qu'un *petit*.



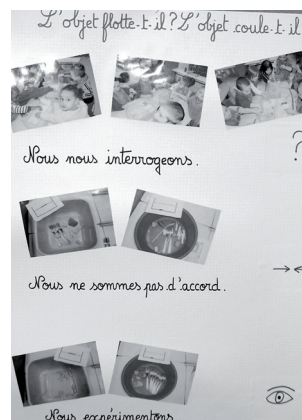
La comparaison d'une bille en verre et d'une balle en polystyrène suffit à invalider cette proposition.



C'est gros et
cela ne coule pas !



Il se passe la même chose dans toutes les bassines.



Flotte ou coule ?

Comment savoir qui a raison ? Il faut essayer. Laissez les élèves manipuler et faites remplir une affiche par groupe en suivant les mêmes principes que pour les productions individuelles. La confrontation des affiches devrait faire apparaître un consensus général. Si ce n'est pas le cas, une expérimentation collective règle la question. Les élèves constatent que, gros ou petits, certains objets qui « se ressemblent » se comportent de la même façon (bougies, boules en polystyrène, boules et morceaux de bois).



On a choisi des objets pleins pour lesquels l'expérience ne laisse aucun doute possible.

3/ Comment des objets d'une même matière se comportent-ils dans l'eau ?

La forme n'est donc pas un critère de flottabilité. Autour d'une bassine d'eau, dirigez l'attention des élèves vers les objets flottants. *Ont-ils des points communs ?* Il y a les objets blancs (polystyrène), les bouchons en liège, les cuillères en bois, les bougies... Et parmi ceux qui coulent ? Il y a les objets qui brillent (couverts).

La couleur est-elle un bon critère ? Oui et non. Tous les morceaux de polystyrène, qui sont blancs, flottent. *Que se passe-t-il si on les peint ?* Ils continuent de flotter. Et il existe du polystyrène teint dans la masse (barquettes pour produits alimentaires). Tous les couverts métalliques utilisés sont brillants. Si on les peint en blanc, ils coulent encore. Les objets « marrons » (bois) semblent tous flotter, même peints. Les TMLego et les bougies de différentes couleurs se comportent de la même façon dans l'eau. La couleur n'est pas un critère fiable : elle peut être trompeuse si l'objet a été peint.

Comment s'en sortir ? On peut se contenter de constater que les objets *sans peinture* qui se ressemblent (texture, aspect) ont l'air de se comporter de la même façon. Ils sont constitués de la même matière : métal, bois, polystyrène, verre. Toutes les bougies sont en cire et flottent quelle que soit leur couleur...



Il est nécessaire de donner des informations sur les matériaux aux élèves. Identifier celui d'un objet est difficile pour eux. Les cuillères en bois, plastique, métal sont là pour les y aider, mais il ne s'agit ici que d'une introduction à la notion.



Certains bois exotiques coulent néanmoins.



Certains plastiques flottent et d'autres coulent. Sous le même vocable général de « plastique » se cachent de nombreux matériaux aux propriétés très différentes !

4/ Que se passe-t-il quand je mets dans l'eau un objet creux, troué ou non ? (GS)

Il s'agit maintenant de faire observer aux élèves que certains objets creux coulent quoi que l'on fasse, ou flottent d'abord puis coulent si on les remplit trop. D'autres encore ne sont pas stables. Ils basculent dans l'eau, se remplissent et coulent (verres vides, etc.) ; on peut les faire flotter en les stabilisant (les lester un peu avec des cailloux ou des billes).

Si l'on perce un trou dans le fond des objets, l'eau y rentre progressivement ; l'objet s'enfonce et peut finir par couler (c'est le cas des barquettes en aluminium ; un verre en plastique troué s'enfonce jusqu'au ras...).

Un objet *plein* coule ou flotte suivant la matière dont il est constitué. Pour les objets *creux* cela dépend. Quand un objet *troué* se remplit d'eau, il s'enfonce et peut même couler.



Les bateaux sont lestés et les carènes sont dessinées pour éviter autant que possible qu'ils ne tanguent. Il n'est jamais bon qu'ils prennent l'eau, que ce soit par le haut ou par le bas !



Une barquette en polystyrène un peu épaisse reste souvent à la surface de l'eau, même avec un gros trou. Elle flotte si « haut sur l'eau » que celle-ci n'atteint pas le trou et n'arrive pas à la remplir.

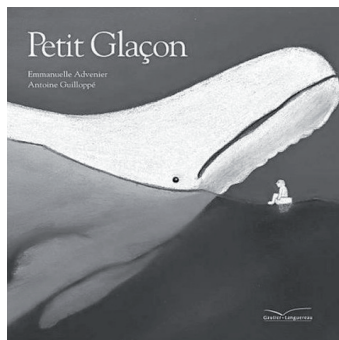
Les élèves peuvent aussi observer l'effet de la quantité d'eau sur la flottaison de petits pots en verre fermés (couvercle). Et constater que les pots ne tiennent pas systématiquement droit. La façon dont un objet est chargé influe sur sa stabilité dans l'eau.

La glace et l'eau, une même matière ?

m-13

Objectif général :

De la glace qui fond se change en eau et de l'eau mise dans un endroit très froid se change en glace. La glace et l'eau liquide sont deux états d'une même matière.



Matériel



Par atelier : un saladier, de préférence transparent ; un petit pot en plastique ; un brin de laine ; du carton ; de la glace pilée (pour remplir le saladier) ; 200 g environ de sel fin ; une assiette par élève.

Pour l'enseignant : « La Pêche à la queue », extrait du *Roman de Renart* (e.g. Milan éd. 1997) et *Petit glaçon* d'Emmanuelle Advenier (Gautier Languereau éd., 2008) ; un cutter ; un marteau ; un torchon ; des moules à glaçons.

Budget



Albums : 27 € ; produits alimentaires consommés : 3 €.

Préparation : 20 minutes



Découpage des bouteilles pour piler la glace : placer la veille des bouteilles d'eau au congélateur. Une fois congelées, les découper avec précaution au cutter pour ensuite récupérer facilement la glace pilée. Placer chaque bouteille dans un torchon et piler la glace.

Préparation du mélange réfrigérant : mélanger ensuite la glace pilée et du sel (prévoir 200 à 300 g de sel par litre de glace pilée) ; la température du mélange chute pour se stabiliser bien en dessous de 0°C (entre -10 et -15°C suivant les mélanges réalisés).

Conditions spécifiques

Réaliser de préférence ce travail en hiver.



La fabrication de glaçons avec des formes différentes facilite la compréhension du phénomène de solidification

Lien avec le programme :
découverte de la matière



Cycle I



2 à 4 heures suivant
les activités réalisées



Séquence E-04

*Solide, liquide : deux états
d'une même matière ?*

Difficultés travaillées :

Réaliser que la glace et l'eau sont bien une même matière.

Déroulement
succinct

Étapes	Objectifs	Modalités de mise en œuvre
Découverte des glaçons	Utiliser ses 5 sens pour découvrir la glace.	<i>Travail en atelier puis mise en commun</i>
Que se passe-t-il quand je laisse un glaçon dans une assiette ?	Observer la fonte du glaçon et l'apparition de l'eau.	<i>idem</i>
Que se passe-t-il dans l'histoire ?	Comprendre une histoire et la reformuler. Associer la diminution de la taille du glaçon à sa fonte.	<i>idem</i>
D'où vient la forme des glaçons ?	Associer la forme des glaçons à un moule et émettre des idées sur la façon de fabriquer des glaçons.	<i>idem</i>
De quoi a-t-on besoin pour faire comme dans l'histoire ?	S'approprier un problème. Comparer un dispositif expérimental au contenu d'une histoire et faire des liens.	<i>idem</i>
Que se passe-t-il dans le pot ?	Observer la solidification de l'eau et faire un dessin du dispositif.	<i>idem</i>
Que se passe-t-il quand je laisse le pot sur la table ? Quand je le remets au froid ?	Observer la réversibilité du changement d'état.	<i>idem</i>
Fabriquons des glaces colorées !	Réinvestissement pour la fabrication de glaces maison.	<i>idem</i>

Descriptif

Le déroulement proposé est très proche de celui mis en œuvre en élémentaire (E-04). Pour les jeunes élèves, l'eau et la glace sont deux matières sans lien apparent : la glace est froide, dure, lisse alors que l'eau coule, s'étale. Les deux « mouillent » : ce point commun aide les élèves à réaliser que le glaçon, dans la

La glace et l'eau, une même matière ?

m-13

main, se change progressivement en eau liquide. Cela n'a rien d'évident. Ce n'est pas parce que de l'eau liquide apparaît et que le glaçon rapetisse qu'il y a pour eux une relation de cause à effet. Elle se construit progressivement au fil des expériences et des discussions : il est nécessaire de donner du temps aux élèves pour manipuler les glaçons, les goûter, les regarder fondre.

Proposez donc dans un premier temps aux élèves, des glaçons posés sur des assiettes de formes différentes et laissez-les libre de les manipuler, de les goûter (une assiette par élève). Aidez-les à verbaliser leurs sensations : c'est « lisse », « froid », « dur », le glaçon « glisse », c'est « mouillé ». Lors de la première manipulation, les élèves restent souvent focalisés sur le fait que les glaçons sont froids. Il en faut souvent plusieurs avant qu'ils ne réalisent qu'un glaçon, cela mouille la table et la main.

Lisez alors l'histoire *Petit glaçon*. *Qu'arrive-t-il au petit glaçon ?* Il devient de plus en plus petit et finit croqué par la petite fille.



Travailler à partir d'un récit imaginaire ou d'un album nécessite quelques précautions. Il est important de différencier ce qui relève de l'histoire de ce qui peut se passer dans notre monde à nous. Certains phénomènes peuvent être communs à ces deux mondes, d'autres non (on est alors dans la fantaisie). *Est-ce que c'est possible ?* est une question qui pose la démarcation entre ces deux mondes.

Est-ce que l'on peut faire pareil que dans l'histoire avec un glaçon ? Le petit glaçon est sur l'eau. On peut poser un glaçon à la surface d'un verre d'eau et regarder ce qui se passe. Les élèves peuvent dessiner en même temps. Comme la fonte du glaçon prend du temps, prévoir une autre activité en parallèle. Les élèves observent effectivement que le glaçon devient de plus en plus petit puis disparaît.

Où est donc passée la glace ? Pour certains, elle a tout simplement disparu ; pour d'autres, elle s'est changée en eau. Ils se souviennent souvent avoir vu de l'eau apparaître dans l'assiette après une manipulation assez longue des glaçons.

Comment faire pour savoir ? Proposez aux élèves d'observer un glaçon posé sur une assiette. *Que va-t-il se passer d'après eux ?* L'observation permet de constater que, comme dans le verre d'eau, le glaçon rapetisse, il *fond*. Au fond de l'assiette, on observe de l'eau : elle pourrait bien provenir des glaçons.



Vous pouvez demander aux élèves de dessiner le glaçon au fur et à mesure de leurs observations ou leur proposer des images à remettre dans l'ordre chronologique.



« Mouiller » a un sens plus large pour les enfants que pour les physiciens. Il serait plus rigoureux de dire ici que la glace « fond ».

Présentez à nouveau aux enfants des glaçons de formes différentes avec les moules qui ont servi à les fabriquer à proximité (visibles).

Comment a-t-on fait des glaçons de différentes formes ? Les élèves, pas dupes, affirment que l'enseignant a utilisé les moules. Il est alors possible de les laisser repositionner les glaçons dans les moules. Certains élèves ont déjà vu leurs parents fabriquer des glaçons : on met de l'eau dans les moules et on place l'ensemble au congélateur. Si l'école dispose d'un réfrigérateur et d'un freezer, on peut essayer d'en fabriquer. À ce stade, la plupart des élèves pensent qu'il faut « du froid » pour faire les glaçons. Les glaçons laissés tranquillement dans les moules sont progressivement remplacés par de l'eau liquide.

Lisez alors aux élèves une des nombreuses versions « La Pêche à la queue » du *Roman de Renart*.

Qu'arrive-t-il à la queue d'Ysengrin ? Il l'a plongée dans de l'eau et au bout d'un moment elle est coincée dans la glace : est-ce possible ? Les avis sont partagés. Il faut essayer : peut-on faire comme dans l'histoire ? De quoi a-t-on besoin pour cela ? On n'a pas de loup, pas de lac et nous ne sommes pas forcément en hiver. On peut substituer au loup quelque chose que l'on fait tremper dans de l'eau liquide : un brin de laine fait très bien l'affaire (on peut glisser l'autre extrémité du brin dans un loup en carton). Le lac peut être remplacé par un petit pot en plastique dans lequel on a mis un peu d'eau. Il faut du « froid » maintenant.

Distribuez à chaque groupe d'élèves un saladier contenant le mélange réfrigérant. Chacun a alors l'équivalent d'un congélateur à l'air libre pour observer la solidification de l'eau. Il suffit de poser dans ce mélange le pot en plastique contenant le brin de laine et un peu d'eau puis d'observer l'évolution de cette eau. Les élèves peuvent alors toucher le contenu du pot et sentir la couche de glace se former.



L'eau gèle en une dizaine de minutes si vous en mettez juste de quoi recouvrir la surface du pot et imbiber le brin de laine.



Les élèves ne doivent pas mettre de sel dans le pot, sinon l'eau ne gèlera pas. S'ils mettent le doigt dans le mélange réfrigérant, ils doivent l'essuyer avant de le remettre dans le pot.

Se dissoudre ou pas ?

m-14

Objectif général :

Découvrir que certains solides se dissolvent dans l'eau et d'autres non ; avec un filtre, on peut récupérer un solide non dissous.



Matériel



Par atelier : une petite bouteille d'eau minérale ; bols contenant sable, sucre en poudre, paillettes, sel fin, semoule, riz, noix de coco en poudre, café en poudre et café soluble, poudre de cacao, TM Smarties ; petits morceaux de polystyrène, de coton, de papier blanc, de plastique blanc ; poivre blanc en grains ; graviers blancs ; un bol vide et une cuillère par élève ; une boîte en carton pour stocker le matériel ; une assiette ; passoirs ou grosses boules à thé ou chinois ; filtres à café ; entonnoirs ; une fève ou un petit objet en plastique ; un petit pot bébé et son couvercle par élève ; une râpe à fromage ; plusieurs gommages blanches ; des bacs plats pour protéger les tables.

Pour l'enseignant : une pipette en plastique ; permanganate de potassium ou colorant alimentaire en poudre ; colle résistante à l'eau ; eau de javel ; une boule à neige du commerce ; une boule à neige maison.

Budget



Produits alimentaires : 7 € ; gommages blanches : 4 € ; colle résistante à l'eau : 4 € ; bols en plastique : 1,50 € les 10 ; filtres à café : 3 € les 80 ; permanganate de potassium : 0,20 € le sachet (en pharmacie) ; colorants alimentaires en poudre : 4 € le lot de 4 couleurs ; le reste du matériel est empruntable.

Préparation : 25 minutes



Pour chaque groupe, verser dans des bols un peu des différents solides. Remplir un bol d'eau par élève.

Boule à neige : Coller sur un couvercle de petit pot une fève ou un objet plastique avec une colle résistante à l'eau. Râper une gomme pour obtenir des copeaux fins et placer les dans le petit pot rempli d'eau. Refermer avec le couvercle et retourner : vous venez de fabriquer une boule à neige.

Lien avec le programme :
découverte de la matière



Cycle I



2 à 4 heures



Séquence E-09
Se dissoudre ou pas

Difficultés travaillées :

Ce n'est pas parce qu'on ne voit plus un solide dissous qu'il a disparu.

Déroulement
succinct

Étapes	Objectifs	Modalités de mise en œuvre
Que se passe-t-il quand je verse un solide dans de l'eau ?	S'approprier un problème. Tester ses idées. Classer les solides suivant leur comportement dans l'eau.	<i>Travail individuel et en binôme puis mise en commun</i>
Comment récupérer les solides que l'on a mis dans les bols ?	Proposer et tester différentes approches. Il y a des solides que l'on ne peut pas récupérer par filtration. Ce sont des solides dissous.	<i>Travail en groupe puis mise en commun</i>
Que se passe-t-il quand je verse des paillettes et des TMSmarties colorés dans l'eau ?	Certains solides colorés sont solubles dans l'eau, d'autres non.	<i>idem</i>
Comment réaliser une boule à neige ?	Réinvestir ses connaissances.	<i>idem</i>

Descriptif

Les élèves adorent faire des mélanges mais les observent peu. Nous vous conseillons d'utiliser les solides proposés, d'autres choix pouvant induire des réactions notablement différentes chez les élèves (présence ou non de solides colorés dissous dans les matières initiales à tester, etc.).

I/Que se passe-t-il quand je verse un solide dans de l'eau ?

En classe entière, présentez différents solides : sel fin, sucre en poudre, semoule, riz, sable, noix de coco en poudre.

Peuvent-ils les identifier ? Pour certains, les goûter est nécessaire.

Que va-t-il se passer quand on les versera dans de l'eau ? Demandez aux plus grands de dessiner ce qu'ils pensent obtenir. Placez ensuite un bol plein d'eau et une petite cuillère devant chaque élève, ainsi que deux bols contenant des solides différents devant chaque groupe. Laissez-les manipuler. Il est possible qu'ils versent différents solides dans un même bol, « pour voir ».

Se dissoudre ou pas ?

m-14

La mise en commun permet d'établir que certains produits ont gardé le même aspect alors que d'autres ont « disparu ». On ne les voit plus. C'est l'occasion de demander aux élèves comment ils ont procédé.

L'observation des bols montrent que l'on voit toujours le riz, le sable, la semoule, la poudre de noix de coco.

Que dire du sel et du sucre ? Où sont-ils partis ? *Qu'y a-t-il dans l'eau maintenant ?* Pour vérifier qu'ils sont toujours présents dans l'eau, il est possible de goûter à l'aide de la pipette. L'eau sucrée est plus appréciée que l'eau salée. Le sel et le sucre ont donné leur goût à l'eau, ils se sont *dissous*.



Pour des raisons d'hygiène, n'utilisez pas les mélanges eau/sel et eau/sucre des élèves, mais refaites-les devant eux.



C'est l'occasion de rappeler aux élèves qu'on ne goûte jamais un liquide sans en avoir reçu l'autorisation. Il peut ressembler à de l'eau mais contenir des choses dangereuses que l'on ne voit pas.



Goûter ne suffit pas toujours à convaincre certains élèves qu'il y a du sel ou du sucre dans l'eau. Vous pouvez laisser les bols de côté et constater une semaine plus tard, après évaporation de l'eau, la cristallisation du sel et du sucre : ils étaient bien là même si on ne les voyait pas.



Certains élèves peuvent employer assez de sucre ou de sel pour saturer une solution.

Si vous souhaitez éviter ce phénomène, décidez préalablement avec les élèves de la quantité de solide à verser dans chaque bol.

2/ Comment récupérer les solides que l'on voit dans les bols ?

Parmi les propositions des élèves, on trouve souvent l'emploi de filtres à café, cuillères et passoirs. S'ils n'ont pas d'idées, une présentation du matériel disponible stimulera leur imagination. Vous pouvez les laisser tester leurs techniques. La cuillère est pratique pour enlever le plus gros, mais il reste en général un peu de matière au fond des bols. Les trous des passoirs sont trop gros et laissent passer le sable, il en faudrait de plus fins. Les filtres permettent en revanche de tout récupérer.

Peut-on aussi récupérer le sel et le sucre avec le filtre ? Les élèves n'y parviennent pas. Il y a des solides que l'on peut récupérer avec un filtre à café et d'autres non.



Quand on dissout un solide coloré, sa couleur reste souvent visible dans la solution.

Ce n'est pas l'invisibilité d'un produit mais l'incapacité à le récupérer à l'aide d'un filtre qui détermine s'il est soluble ou non.

3/ Que se passe-t-il quand je verse des solides colorés dans l'eau ?

Posez cette question aux élèves après leur avoir demandé s'ils connaissent des solides capables de colorer l'eau. Le cacao et le café sont souvent les grands gagnants. Présentez-leur alors différents solides : poudre de cacao, café en poudre et soluble, permanganate de potassium, colorant alimentaire, TM Smarties,

m-14 Se dissoudre ou pas ?

paillettes. *Que se passe-t-il quand je les mélange à l'eau ? Comment faire pour savoir ? On essaie et on dessine ce que l'on obtient.*



Vous pouvez au choix distribuer des TMSmarties de toutes les couleurs aux élèves ou les avoir triés par couleur.



N'utiliser que quelques cristaux de permanganate, c'est suffisant pour colorer l'eau d'un violet profond. Il tache aussi en jaune les doigts et les vêtements (sans danger mais il ne faut pas l'ingérer).

La mise en commun permet de vérifier que la plupart d'entre eux colorent l'eau. *Peut-on récupérer la couleur* et rendre à l'eau sa transparence avec un filtre ? Sauf éventuellement pour les paillettes, ce n'est pas possible. Suivant le cacao utilisé, on trouve parfois un dépôt sur le filtre, mais la coloration de l'eau reste. Avec du café en poudre, on récupère la poudre sur le filtre mais pas avec du café soluble ; dans les deux cas, l'eau reste colorée.

Dans le cas où les élèves ont utilisé des TMSmarties de même couleur, ils sont ravis de constater que l'eau a pris la couleur des bonbons et que ceux-ci sont devenus blancs (ou marrons si la pellicule de sucre blanche s'est également dissoute). Ils récupèrent les bonbons sur le filtre mais l'eau reste colorée.

Avec les plus grands il est possible de trier les produits testés : certains, comme le sucre et le sel ne peuvent être récupérés avec un filtre ; d'autres peuvent l'être ; enfin il y a une troisième catégorie de produits pour lesquels une partie peut être récupérée sur le filtre et une autre non.



Dans le cas où les élèves ont mélangé des bonbons de toutes les couleurs, l'eau a une couleur marronnasse. Au fond du pot, les TMSmarties sont blancs (ou marrons). Cela intrigue les élèves : pourrait-on récupérer leur couleur jaune ou verte ? On peut revenir sur la procédure utilisée par les élèves. Souvent, ils ne s'en souviennent pas précisément et, lorsque l'on refait l'expérience, proposent de mettre uniquement des bonbons de la même couleur dans l'eau. Celle-ci prend alors la couleur des bonbons. Les élèves sont toujours ravis de refaire l'expérience.

Que se passe-t-il lorsque l'on mélange les eaux colorées ? Avec du jaune et du bleu, on obtient du vert ; si on les mélange toutes, on obtient du marron.

4/ Comment réaliser une boule à neige ?

Présentez aux élèves une boule à neige du commerce et indiquez qu'ils vont eux aussi en fabriquer une. Après l'élan d'enthousiasme, il s'agit de trouver comment faire. On n'a pas de boule, mais des petits pots bébé feront l'affaire. On

peut facilement coller un personnage sur le couvercle. *Qu'en est-il de la neige ?* Ont-ils des idées ? Les élèves se focalisent sur la couleur blanche en général. Que connaissent-ils de blanc que l'on pourrait utiliser pour faire de la neige ? Listez les idées des élèves et proposez les différents solides que vous avez à disposition. *Que pensent-ils du sucre et du sel ?* Ils devraient refuser de les utiliser au motif qu'on ne les voit plus dans l'eau quand on mélange. Si ce n'est pas le cas, il faut essayer.

Distribuez alors aux élèves cuillères, récipients contenant les différents solides et petits pots remplis d'eau et leur couvercle. Chaque élève essaie une matière différente. Le sable tombe très vite au fond, comme les graviers blancs et les morceaux de plastique. Le polystyrène et le poivre blanc flottent, le coton gonfle, le papier se mouille, le sel et le sucre se dissolvent. Rien ne semble vraiment convenir. Proposez alors aux enfants un peu de gomme râpée : elle a le bon goût de couler doucement et fait une neige acceptable. Les enfants proposent souvent d'utiliser les paillettes : elles ont un comportement similaire. Il n'y a plus qu'à râper suffisamment de neige pour toutes les boules à neige et à les sceller.



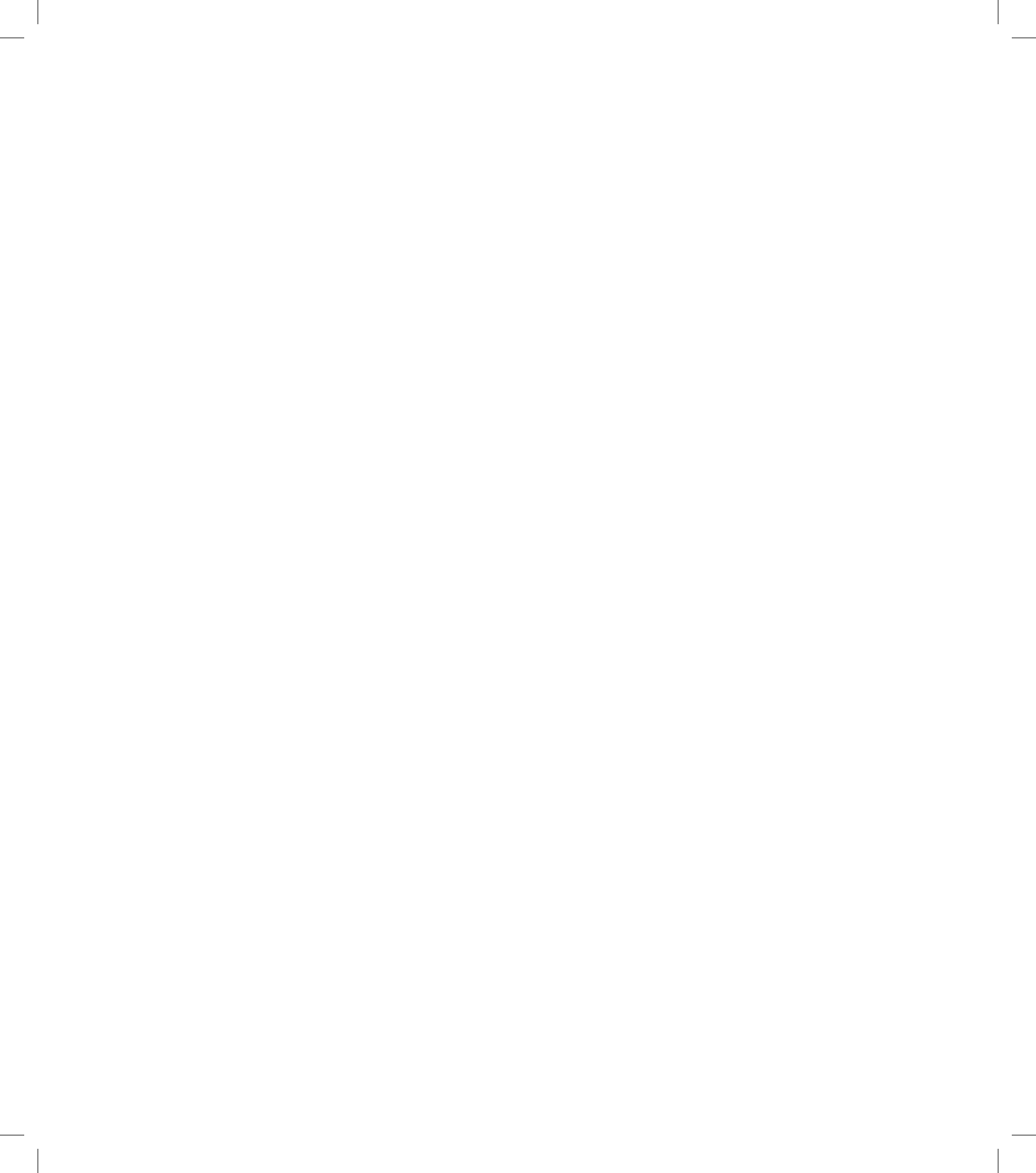
Mettre un peu de javel dans l'eau évite de voir des moisissures se développer rapidement et jaunir l'eau.



Mélanger un peu de glycérine à l'eau permet de ralentir la chute de la gomme et des paillettes.

Documents utiles :

Documents d'accompagnement des programmes 2002.



L'écrase-biscotte

m-15

Objectif général :

Découvrir une machine simple utilisant le principe du levier.

De l'eau qui coule peut provoquer la mise en mouvement d'une machine capable d'écraser des biscottes.



Lien avec le programme :
découvrir les objets
(monter et démonter
des objets), situer des
événements les uns par
rapport aux autres

Matériel



Par atelier : une machine à écraser les biscottes construite par l'enseignant ; une dizaine de biscottes ; 1 ou 2 verres de cailloux, riz, lentilles, sable ; un moulin à eau ; une balance à liquide (facultatif) ; une bouteille en plastique ; une bassine.

Pour une machine en bois : 3 petites planches ; une planchette de 1 m de longueur sur 5 cm de largeur et 1 cm d'épaisseur environ ; une tige en bois (manche à balai, longueur 40 cm environ, Ø de 1 à 1,5 cm) ; une bouteille en plastique de 1,5 litres et un récipient en plastique d'une dizaine de cm de profondeur (pot de récupération) ; vis à bois ; gravier.

Pour une machine moins robuste : 2 tiges de bambou (long. 1 m & 30 cm environ, Ø 1 cm) ; 2 bouteilles en plastique de 2 litres et 2 de 75 cl ; du gravier ; un gros galet ; ruban adhésif ; colle ; une scie ; un cutter ; ficelle.

Budget



Moulin à eau : 14,50 € ; balance à liquide : 23 € ; matériaux divers : 2 à 10 € par machine.

Préparation : 50 minutes



Voir précisions page suivante.

Conditions spécifiques



Utilisation d'eau en grande quantité, travail recommandé dans la cour de l'école.



MS-GS



3 à 4 heures



Séquence E-22

L'écrase-biscotte

Séquence E-19

Solides en grains

Séquence M-07

Bascule

ou l'équilibre horizontal

Séquence M-10

Transvasements

Difficultés travaillées :

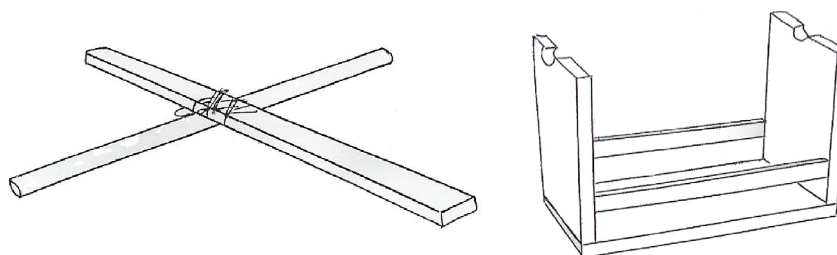
Réaliser un schéma ; savoir situer des événements dans une chronologie en utilisant le vocabulaire adapté (d'abord, ensuite, puis, en premier, après...) ; fournir une explication compréhensible par l'enseignant et les camarades.

Préparation

Machine en bois

Réaliser un socle et un croisillon comme indiqué sur les schémas ci-contre.

Nouer le croisillon avec de la ficelle pour permettre à la planchette en bois de coulisser sur la tige et faciliter les réglages de la machine. Poser la tige sur les échancrures réalisées à cet effet sur les planches (elles doivent être suffisamment profondes pour éviter que la tige ne s'échappe). Percer la bouteille en plastique et l'encastrer à une extrémité de la planchette après l'avoir lestée avec du gravier (pilon). Après avoir échancré le récipient (godet), fixer ce dernier à l'autre extrémité de la planchette.

**Réglages**

Godet vide, le pilon doit reposer sur le sol. Remplir le godet d'eau : lorsque celle-ci atteint un certain niveau, la planchette bascule autour de la tige et entraîne le pilon vers le haut. Dans sa nouvelle position, l'eau déborde du godet. Lorsque celui-ci s'allège en se vidant, la planchette rebasculé et le pilon s'abaisse brutalement en écrasant la biscotte. Revenu à l'horizontale, le godet peut de nouveau être rempli et le cycle remplissage/vidage du godet, montée/levée du pilon recommence. Il peut arriver que la planchette ne bascule pas une fois le godet rempli. On peut alors soit alléger le pilon, soit faire coulisser la planchette pour diminuer la distance du pilon à la tige. La planchette peut également ne pas basculer si l'échancrure dans le récipient est trop importante : l'eau s'écoule trop vite, il faut changer de récipient. Il peut également arriver que la planchette ne rebasculé pas, une fois le godet au sol. C'est en général parce que le godet ne s'est pas assez vidé ; il faut alors prévoir une échancrure plus importante ou percer le bas du récipient pour permettre à l'eau de s'évacuer.

Machine plus légère

Montage décrit dans la séquence E-22 *L'écrase-biscotte* (élémentaire).



Comment écraser la biscotte ?

En premier plan : machine réalisée avec tiges de bambou et bouteilles en plastique : une bouteille découpée et trouée (à droite de l'image) sert de godet et une bouteille lestée sert de pilon (à gauche de l'image). En arrière-plan, machine en bois.

Étapes	Objectifs	Modalités de mise en œuvre
Comment écraser une biscotte ?	Utiliser son corps.	<i>Cour de l'école ou atelier</i>
Comment écraser une biscotte sans la toucher ?	Comprendre qu'il faut utiliser un outil.	<i>idem</i>
Comment faire fonctionner la machine à écraser les biscottes ?	Tester différentes solutions et découvrir que l'eau peut entraîner la machine.	<i>idem</i>
Peut-on construire d'autres machines ? De quoi est faite la machine ?	Démonter et représenter les différentes parties de la machine.	<i>Atelier et mise en commun</i>
Comment faire pour remonter la machine ?	Proposer un ordre de montage Réaliser une affiche.	<i>idem</i>
Comment (re)construire la machine ?	Tester les propositions Résoudre des difficultés techniques.	<i>idem</i>

Déroulement succinct

La « machine à écraser les biscottes » permet de travailler avec les enfants tant sur le « *comment ça marche* » que sur le « *comment démonter/remonter la machine* » dans une approche ludique.

La manipulation de la machine et la découverte de son fonctionnement par essais/erreurs sensibilisent les élèves au concept de levier : il faut qu'il y ait suffisamment d'eau dans le godet pour qu'il bascule et soulève le pilon ; puis, pour que le pilon descende, il faut que de l'eau « *parte* ».

Cette première découverte des *machines basculantes* peut être prolongée par une séance portant plus spécifiquement sur les leviers : l'utilisation d'un album jeunesse comme *Bascule* en fournit l'occasion.

Bascule, de Kimura, Hata, Lanaspren et Coulon, Didier Jeunesse (2003).

Descriptif



1/ Comment écraser une biscotte ?

À cette question les élèves proposent spontanément d'utiliser les pieds, les coudes ou les mains. Après avoir vérifié que c'était facile, on ajoute une contrainte. Il s'agit alors d'écraser la biscotte sans la toucher : *comment faire ?* Les enfants sont pleins d'enthousiasme mais leurs essais se soldent par des échecs (ils en reviennent la plupart du temps à leur première idée : les pieds, les mains). Les plus grands pensent parfois à utiliser un outil (un marteau, une cuillère, quelque chose qui écrase) mais les plus jeunes sont souvent perplexes.

Il est alors possible d'introduire une maquette, amenée par l'enseignant et présentée comme un « écrase-biscotte » dont on aurait perdu le mode d'emploi. Les élèves vont essayer d'en comprendre le fonctionnement.

2/ Comment faire fonctionner la machine à écraser les biscottes ?



Comment faire basculer la machine apportée par l'enseignant ?
(classe de GS, Nice)

Les enfants se retrouvent devant la machine pour une première mise en commun. On s'assure de leur bonne compréhension de sa fonction. Ensuite, à eux de trouver comment l'utiliser. Suite aux échanges entre pairs et avec le maître et aux premières manipulations avec les mains, ils parviennent rapidement à la conclusion qu'il faut appuyer du côté opposé au pilon ; la présence du godet les incite à le remplir pour que le bras bascule.

C'est l'occasion de tester divers matériaux : cailloux, sable, sel, graines, etc. Si le pilon se soulève bien, il ne retombe pas, à la grande déception des enfants.

Comment faire ? Si les enfants ont, au préalable, expérimenté avec l'eau (travail sur les transvasements M-10, avec des balances à liquide, mise en mouvement d'objets par l'eau), ils peuvent proposer spontanément son utilisation ici. Sinon, il peut être nécessaire de faire un détour par les moulins à eau et à sable.

Après avoir présenté ce nouvel objet, vous pouvez inciter les élèves à raconter comment ils pensent le faire fonctionner et à décrire ce qu'ils prévoient. C'est l'occasion d'un travail sur le langage : « d'abord on verse de l'eau, elle coule et fait tourner la tortue verte, ensuite elle tombe dans la partie orange, elle se remplit ; puis elle bascule et cela fait tourner le soleil en dessous ». Après s'être assuré que les enfants ont identifié ce qu'ils doivent observer (mouvement de la tortue verte,



Dans le cas du sable, le bras ne remonte pas, une grande partie restant dans le godet, sauf si l'objet fabriqué par l'enseignant possède un godet très ouvert (ressemblant moins à une cuillère qu'à une pelle).

des soleils jaunes et des godets oranges), ils sont laissés libres de manipuler. Il suffit alors de porter leur attention sur le mouvement de la partie orange du moulin que l'eau fait basculer pour faire le lien avec l'écrase-biscotte.

Le broyage réussi d'une biscotte ravit les élèves. *Peut-on maintenant augmenter la cadence en construisant de nouvelles machines ?* Pour cela il faut regarder plus attentivement la maquette à disposition.



3/De quoi est faite la machine ?

S'ensuit alors une séance où l'on démonte la machine et où l'on dessine les différents éléments qui la constituent : socle, godet (récipient échancré d'un côté pour faciliter le départ de l'eau), pilon (bouteille lestée de sable), bras solidaire de l'axe. Par groupe, chaque élève peut dessiner une partie de l'objet démonté.

Moulin à eau
(une tortue verte tourne lorsque l'eau s'écoule : elle remplit un godet orange qui, en basculant, entraîne la rotation d'un soleil jaune puis de l'autre).

4/Comment faire pour remonter les machines ?

Après s'être mis d'accord sur les représentations des différents éléments, il s'agit pour les élèves de proposer un ordre de montage en collant leurs dessins sur une affiche : la confrontation des affiches des différents groupes révèle une grande variété de choix. Comment valider ces propositions de montage ? Avec l'enseignant, les enfants admettent qu'il faut essayer de construire la machine en suivant pas à pas les étapes proposées sur chaque affiche pour voir si l'on y parvient.



Cette machine met en évidence une différence de comportement du sable et de l'eau : le sable fait des tas (cf. E-19, Solides en grains)

5/Comment (re)construire la machine ?

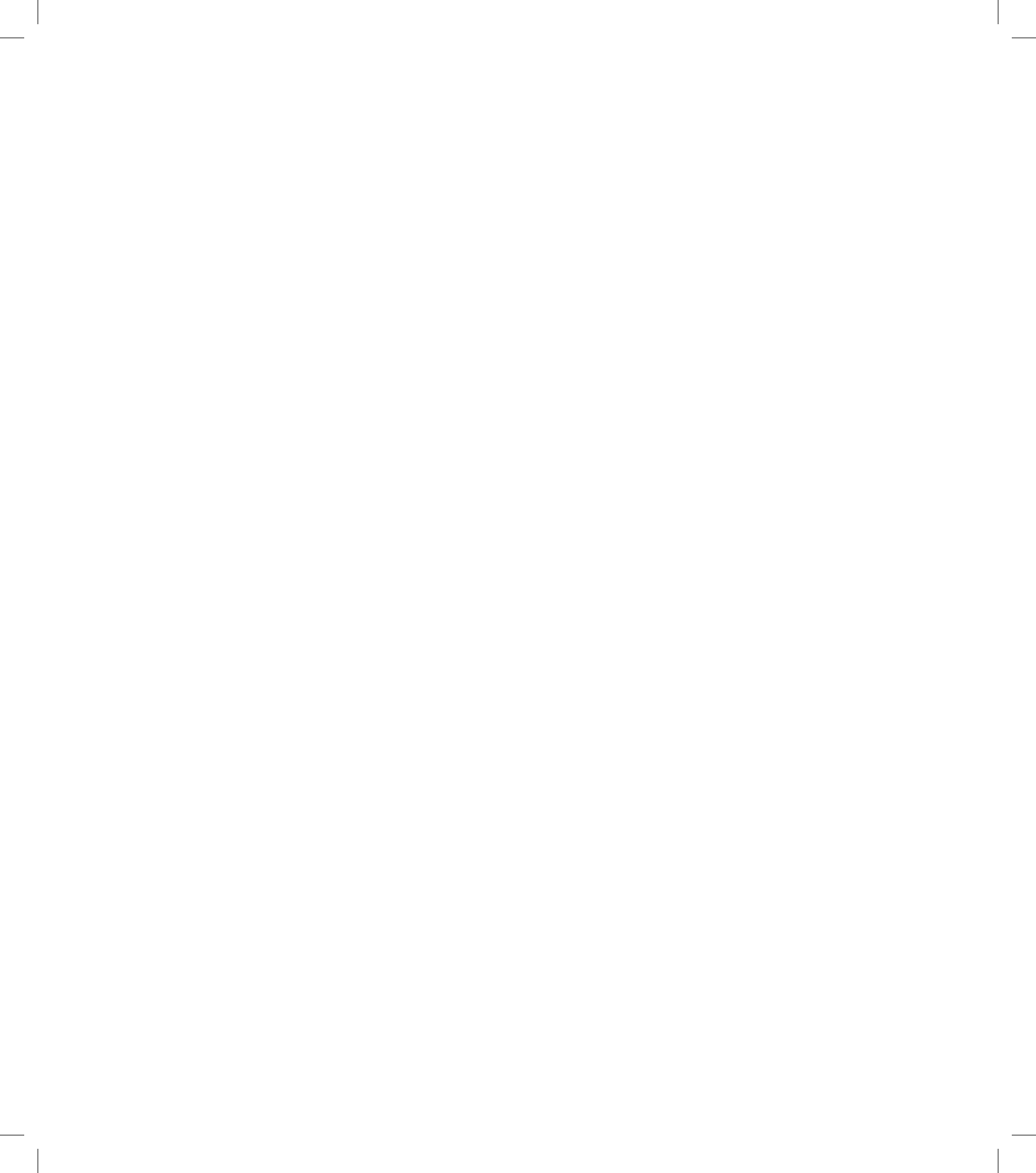
Les enfants montent alors la machine en suivant leur « fiche de montage » (ou celle d'un autre groupe) et concluent à la faisabilité de la plupart. Il y a donc plusieurs possibilités. La coexistence de plusieurs solutions recevables d'un même problème est en soi une leçon intéressante ; les élèves la retrouveront lors de la résolution de problèmes en mathématique. Le test des machines montées est ensuite l'occasion de pointer du doigt certaines difficultés : certains groupes n'ont pas placé l'échancrure du bon côté et l'eau ne se renverse pas assez pour permettre le mouvement de bascule, d'autres ont trop éloigné le pilon du pivot ou trop rapproché le godet du pivot...



Les biscottes écrasées feront le bonheur des oiseaux !

Pour aller plus loin :

Estelle Blanquet, « Une machine venant d'ailleurs pour travailler les leviers, de la Maternelle à la formation d'adultes », *Grand N* n°85, 2010.



Objectif général :

Découvrir qu'une roue dentée en mouvement peut en entraîner d'autres ; construire un engrenage ; réaliser qu'une roue peut tourner dans deux sens différents ; observer que quand deux roues à dentures externes tournent, le sens de rotation des roues est opposé.



Lien avec le programme :
situer les objets par rapport à soi, comprendre et utiliser à bon escient le vocabulaire du repérage et des relations dans le temps et dans l'espace

Matériel



Par atelier : roues dentées de diamètres différents avec leur support et personnages type TMPlaymobil ; gommettes rectangulaires ; 2 boîtes à chaussures ; ruban adhésif ; 5 objets colorés et visibles de loin ; carton.

Budget



Roues dentées, supports et pièces d'animation diverses : 100 € le lot de 400.

Préparation : 30 minutes



Réalisation des flèches courbées : découper des flèches en carton courbées de 10 cm et 20 cm environ pour représenter les sens de rotation possibles des roues dentées ou des élèves en salle de motricité.

Réalisation des boîtes mystères : cf. séquence élémentaire E-17.



PS – GS



3 à 4 heures



Séquence E-17
Engrenages

Difficultés travaillées :

Encastrer les pièces nécessite une coordination fine des mouvements. Comprendre que deux roues en contact ne tournent pas dans le même sens demande une observation attentive et souvent de ressentir avec son corps les sens de rotation.

Déroulement
succinct

Étapes	Objectifs	Modalités de mise en œuvre
Découverte libre du matériel	S'approprier le matériel et apprendre à encastrer les différents éléments. Découvrir que des roues peuvent être entraînées si on les dispose correctement.	<i>Atelier, coin sciences</i>
Comment réaliser un engrenage en utilisant toutes les roues à disposition ?	Découvrir qu'une roue dentée peut entraîner de nombreuses autres roues et qu'il y a plusieurs possibilités avec les mêmes roues (engrenage linéaire, circulaire...).	<i>Atelier puis mise en commun quand tous les élèves ont réalisé l'atelier</i>
Les deux roues de l'engrenage tournent-elles de la même façon ?	Découvrir les sens de rotation, apprendre à représenter un mouvement de rotation par une flèche (pour les plus grands).	<i>Activités en salle de motricité Atelier puis mise en commun quand tous les élèves ont réalisé l'atelier</i>
Comment représenter sur une feuille des roues qui tournent ?	Schématiser un engrenage à l'aide de gommettes ou de patrons.	<i>Atelier puis mise en commun quand tous les élèves ont réalisé l'atelier</i>
Quand j'ai plusieurs roues en contact, comment tournent-elles ? (GS)	Découvrir l'alternance des sens de rotation des roues dentées.	<i>idem</i>
Combien y a-t-il de roues dans la boîte mystère ? (GS)	Observer les sens de rotation des roues situées aux extrémités pour trouver le nombre de roues dans la boîte.	<i>idem</i>

Étapes	Objectifs	Modalités de mise en œuvre
Que se passe-t-il quand je remplace une roue par une autre plus grande ou plus petite ?	Comparer le nombre de tours fait par deux roues. Quand la roue que l'on fait tourner fait un tour, la roue entraînée peut en faire moins ou plus.	<i>idem</i>
Dans la boîte mystère, les roues ont-elles toutes la même taille ?	Comparer le nombre de tours faits par les deux roues situées aux extrémités pour trouver la réponse.	<i>idem</i>
Peut-on bloquer un engrenage ? (pour les plus grands)	Découvrir qu'un engrenage circulaire peut se bloquer si l'on a un nombre impair de roues.	<i>idem</i>
Une roue dentée horizontale qui entraîne une verticale !	Découvrir que l'on peut changer la direction de l'axe de rotation de deux roues et réaliser un engrenage.	<i>idem</i>
Dans quels objets trouve-t-on des roues dentées ?	Découvrir des objets techniques.	<i>idem</i>

Plusieurs ateliers peuvent être menés en parallèle si le matériel est disponible en quantité suffisante. Comme toujours, n'hésitez pas à faire vivre plusieurs fois les mêmes ateliers aux élèves.

Dans un premier temps, laissez les élèves découvrir le matériel. En prévoir assez pour qu'ils puissent construire des engrenages assez longs. S'ils ne parviennent pas à réaliser un premier engrenage, une démonstration débloquent la situation. Ce moment de découverte permet d'introduire un vocabulaire nouveau : *roues dentées, dents, plaque de connexion, tourner*. *Que se passe-t-il quand on fait tourner une des roues ?* Les autres tournent aussi ; elles sont entraînées, de même que les personnages fixés dessus.

La phase de découverte passée, les élèves peuvent se concentrer sur un travail précis.

Descriptif

m-16 Engrenages

1/Comment construire un engrenage avec l'ensemble des roues disponibles ?

Dans tous les cas, quelle que soit la roue que l'on fait tourner (à l'aide d'une manivelle par exemple) toutes celles qui sont suffisamment proches se mettent à tourner aussi. Il y a différentes façons de les assembler : alignées, en faisant une boucle, avec des bifurcations. Une observation plus fine des roues permet de conclure que, pour qu'une roue soit entraînée, sa denture (ses dents) doit être entrecroisée avec celle de ses voisins.



Mais comment mettre les roues ?
À droite, un animateur concentré



Tournez manège !



Comment réaliser
le dispositif photographié ?!

2/Les deux roues de l'engrenage tournent-elles de la même façon ?

Proposez aux élèves des engrenages ne comportant que deux roues dentées (de tailles variables). Il est possible de regarder spécifiquement ce qui se passe quand une roue entraîne une autre en fixant en leur centre une pièce d'animation dissymétrique comme un bonhomme qui lève un bras ou un palmier (ou encore en fixant un TMPlaymobil qui tend un bras sur chacune des roues). *Que se passe-t-il pour les bonshommes quand on fait tourner une roue ?* Ils tournent en sens inverse. Cela n'a rien d'évident pour les plus jeunes. On peut demander à deux élèves de reproduire le mouvement des bonshommes sous le contrôle de leurs camarades : on constate alors qu'ils tournent tous les deux, mais pas de la même façon.



Pour aider les enfants à tous voir qu'il y a bien deux sens de rotation, répartir dans la salle des objets visibles de tous et demander à ceux qui tournent de les nommer à mesure qu'ils les voient.

Il est conseillé de reproduire ces deux mouvements de rotation en salle de motricité avec tous les élèves : poser des objets aux quatre coins de la salle et leur demander de tourner pour d'abord voir un objet, puis un second, un troisième.

Peut-on les voir dans un autre ordre ? Il suffit de tourner dans l'autre sens.

Avec des élèves de grande section, on peut représenter les deux sens de rotation des roues par des flèches.

Un travail sur la signification des flèches est très souvent nécessaire. Vous pouvez par exemple placer une petite pièce d'animation (un pion) sur une roue, observer son mouvement avec les élèves et leur faire suivre avec le doigt ce mouvement sur la roue. Posez alors la flèche correspondante sur la table : le doigt de l'élève sort par la pointe.

On peut ensuite disposer plusieurs flèches sur la table et demander aux élèves de faire avec le doigt le mouvement de rotation dans le sens indiqué par la flèche. Demandez-leur ensuite de choisir la flèche correspondante au mouvement de chaque roue qui tourne.

3/ Comment représenter sur une feuille des roues qui tournent ?

Les enfants apprécient énormément les gommettes. Vous pouvez leur proposer d'utiliser des petites gommettes rectangulaires pour représenter une roue et ses dents. À eux de les disposer « en forme de soleil » et de les coller pour reconstituer une roue. Il faut intercaler judicieusement les gommettes de la seconde roue pour représenter l'engrenage.

La confrontation des différents collages permet d'identifier ceux qui conviennent et de proposer des critères de réussite pour le collage suivant.

Il est également possible d'utiliser les roues en plastique comme patrons et de proposer aux élèves de longer avec un crayon le bord d'une roue pour en tracer la forme sur la feuille. Ils tracent dans un premier temps le contour de la première roue. Il s'agit ensuite de trouver une position de la seconde permettant l'intercalement des dentures, puis de la tracer à son tour.



Il peut être nécessaire de leur montrer comment procéder.

4/ Quand j'ai plusieurs roues en contact, comment tournent-elles ? (GS)

Proposez des engrenages comportant 3 ou 4 roues. Il est facile de constater qu'elles tournent en sens inverse les unes des autres (on peut placer des flèches pour représenter les sens de rotation).

On peut alors demander aux élèves de construire un engrenage où la première et la dernière roue tournent dans le même sens, en imposant un nombre minimum de roues dans l'engrenage : *Comment faire tourner dans le même sens les bonshommes posés sur la première et la dernière roue ? Comment faire, avec trois roues ou plus, pour que la première et la dernière ne tournent pas dans le même sens ?* (GS).

5/ Combien y a-t-il de roues dentées qui tournent à l'intérieur de la boîte ? (GS)

Quand les enfants maîtrisent la relation entre nombre de roues et sens de rotation de la première et de la dernière, il devient possible de leur proposer la boîte mystère (cf. séquence E-17). Ce défi peut servir d'évaluation formative puisqu'il s'agit de réinvestir dans un nouveau contexte ce qui a été compris sur les engrenages.

6/ Que se passe-t-il quand je remplace une roue par une autre plus grande ?

Lorsque les élèves ont assimilé les sens de rotation des roues dentées, on peut leur proposer d'observer de plus près ce qui se passe lorsque l'on en modifie la *taille*. Il s'agit d'abord d'apprendre à repérer quand une roue a fait un tour. Collez une gommette de couleur sur une dent de la roue que les élèves vont faire tourner et placez sur le support une gommette de la même couleur en vis-à-vis de la première. On fait tourner la roue : quand les deux gommettes sont de nouveau en vis-à-vis, elle a fait un tour. Même procédure pour la roue qui est entraînée.

Prévoir de travailler au départ avec des roues de même taille et de couleurs différentes (les enfants peuvent penser que la couleur de la roue a une importance).

Quand une roue fait un tour, combien l'autre en fait-elle ? Comment vérifier ? Il faut essayer et se coordonner : un enfant tourne une roue et lui fait faire un tour pendant que l'autre regarde le mouvement de la deuxième roue.

Différents groupes peuvent travailler sur des roues de tailles différentes, mais identiques au sein d'une même paire : la mise en commun permet de constater que, quand l'une fait un tour, l'autre en fait un également. *Que se passe-t-il maintenant si on remplace une des roues par une plus petite ? Par une plus grande ?* Pour vérifier nos idées, il faut essayer. On constate que, lorsque deux roues en contact n'ont pas la même taille, quand l'une fait un tour, l'autre en fait un peu plus (si elle est plus petite) ou un peu moins (si elle est plus grande).

La boîte mystère permet de réinvestir les connaissances nouvellement acquises : *Comment savoir si, dans la boîte, les deux roues ont la même taille ? Si ce n'est pas le cas, laquelle est la plus grande ?*

Avec les plus grands, il est également possible de s'amuser à réaliser des engrenages dont les roues sont bloquées. Un engrenage qui boucle avec un nombre impair de dents est « coincé ». On comprend ce qui se passe en regardant comment chaque roue entraîne la suivante : pour que l'ensemble des roues tourne, il y en a une qui devrait tourner dans les deux sens en même temps ; ce n'est pas possible et le système est bloqué.

Avec du matériel adapté, les élèves peuvent également réaliser de nombreux montages où des roues à l'horizontale entraînent des roues à la verticale : cela les amuse toujours beaucoup. Vous pouvez ensuite observer avec eux des outils/objets dans lesquels on trouve des roues dentées visibles : essoreuse à salade, batteuse pour les blancs en neige manuelle, chignole, jouets, etc.

Lien utile :

<http://www.lamap.fr/>

Chemin : Accueil > activités de classe > Témoignages > Mouvements > Mécanismes, mouvements, équilibres



III – Quelques conseils pour mener une démarche d’investigation

1. Quelques règles simples	379
2. Quelles questions pour une démarche d'investigation efficace ?	383
3. Réorganiser la classe pour une démarche d'investigation	389
4. Organisation des écrits	395
5. Définir et limiter le champ d'une investigation	401

Quelques règles simples

III-1

Mettre en œuvre une démarche d'investigation à partir d'une séquence bien charpentée s'avère assez facile, avec un peu de pratique. Les collègues plus expérimentés, qui auront souvent découvert par eux-mêmes les quelques règles simples qui s'imposent, peuvent sans doute sauter cette section. Nous les rappelons néanmoins brièvement, pour aider ceux qui seraient moins familiers de cette méthode d'enseignement à éviter des erreurs « classiques ».

1/ Tester le matériel et réaliser toutes les expériences avant la classe

C'est une précaution élémentaire, mais trop rarement effectivement suivie. C'est pourtant particulièrement utile en sciences, les séquences favorisant les résultats anti-intuitifs, même pour des adultes : elles sont souvent conçues pour intriguer. Pour avoir animé des ateliers auxquels participaient, dans un cadre ludique, des professeurs d'université et des chercheurs chevronnés (quoique non scientifiques), nous pouvons assurer que leurs premières réactions sont souvent très proches de celles des enfants – même si, l'observation faite, son analyse et son appropriation sont bien plus rapides.

Les expériences sont simples, souvent rapides. En les réalisant vous-même, vous vous assurez une réelle compréhension des phénomènes, identifiez les éventuelles difficultés liées au fonctionnement du matériel (qui ne s'est jamais aperçu au pire moment qu'il manquait une rallonge pour brancher un appareil ?) et pouvez y remédier tranquillement.

Votre propre observation des phénomènes vous évitera également d'être dérouté par les réactions des élèves. Pour autant, des résultats ou des remarques inattendus ne manqueront pas de survenir. Ne les dédaignez pas : c'est en soi une leçon capitale. Donnez-en acte aux élèves et, le cas échéant, remettez à plus tard la suite du travail pour vous laisser le temps de comprendre et de réagir.

2/ Prévoir tout le matériel et les documents nécessaires, anticiper l'organisation de la classe

3/ Soigner le questionnement

Cet élément-clé de toute démarche d'investigation est discuté en détail dans la section III-2 : Quelles questions pour une démarche efficace ?

Un autre élément fondamental est **d'écouter et de laisser parler les élèves**, sans leur donner les réponses en phase de recherche. Il est toujours tentant de répondre à leur place, il faut pourtant y résister et les aider à trouver eux-mêmes une formulation satisfaisante.

4/ Soigner la précision du langage

« La science commence là où les mots ont un sens bien défini », s'il faut en croire le physicien Léon Brillouin. Cette exigence de précision devrait être au cœur de toute démarche d'investigation : c'est certes une contrainte, mais qui évite bien des confusions.

III-1 Quelques règles simples

Le sens des mots doit aussi être constant, au moins dans le cadre du cours de sciences, même lorsqu'il s'agit de termes empruntés au vocabulaire courant. Les contradictions internes, au sein d'une séquence donnée, voire d'un cours à l'autre, peuvent non seulement perturber la compréhension du concept travaillé, mais remettre en cause des concepts déjà acquis. Ainsi, si la vapeur d'eau a été définie comme étant invisible, ce que l'on voit s'échapper de la casserole d'eau qui bout ne saurait en être (cf. E-05).

Cela exige une grande vigilance de votre part. Les élèves auront bien souvent besoin de votre aide pour formuler correctement leurs découvertes. Par ailleurs, il faut se garder de recourir au jargon comme à autant de formules magiques : ce qui se conçoit bien s'énonce clairement et il n'est pas acceptable de se réfugier derrière un mot pour esquiver le débat.

Quelques exemples classiques de mauvais usages :

- Ne dites pas « *le sel fond* », mais « *le sel se dissout* ». (cf. E-09)
- Ne vous contentez pas de dire « *équilibre* » si vous voulez en fait parler d'un « *équilibre horizontal* ». Lorsqu'une balance de Roberval bascule sous le poids d'un objet et ne bouge plus, elle est à l'équilibre (peut-être pas celui que l'on souhaite, mais un équilibre tout de même). (cf. E-13).
- Ne laissez pas dire simplement « *on rapproche l'objet* », « *il faut que l'objet soit près* » : on rapproche un objet d'un autre objet, un objet est près d'un autre objet. (cf. E-14)
- Ne confondez pas « *c'est gros* » et « *c'est lourd* ». S'agit-il d'un volume ou d'une masse ? (cf. E-15)
- Ne laissez pas dire en guise d'explication « *l'air attire* », « *l'air fait ventouse* ». Comment savoir si l'air « attire » ? Qu'est-ce qui fait qu'il agit parfois comme une ventouse, et d'autres fois non ? Ce sont des questions difficiles. Il faut alors s'appuyer sur les observations des élèves pour faire évoluer les formulations. Que dire de l'espace/du volume occupé par l'air ? (cf. E-07 : L'air, ce n'est pas rien !)

5/ Mettre en doute toute affirmation non étayée

En démarche d'investigation, on s'interdit d'affirmer sans preuve : réfrénez votre envie de décréter, ou d'acquiescer à ce que disent les élèves sans vérification. Seuls les tests réalisés permettront de valider une idée ; seule l'hypothèse qui aura résisté aux expériences de la classe pourra être retenue (provisoirement au moins).

Cela vaut aussi pour les dessins d'observation : on ne vote pas pour savoir quel dessin est correct, on les compare à ce que l'on voit et on argumente. Bref : on vérifie.

6/ Prévoir du temps pour la manipulation libre et l'expérimentation

On laisse rarement assez de temps aux élèves pour tâtonner et faire leurs propres observations. C'est frustrant pour eux. Au final, faute de les avoir laissés s'approprier la question et le matériel, on se prive de nombreuses exploitations possibles des expériences.

7/ Encourager l'utilisation du cahier d'expériences

Pendant les moments de découverte, il faudra être aux aguets : au début, les enfants noteront bien peu de ce qu'ils ont observé et interprété ; ils oublieront les questions qui ont émergé. Il faudra le faire pour eux : avec votre aide, ils prendront progressivement conscience de l'importance de documenter leurs observations, leurs interprétations, leurs questions.

8/ Laisser vivre l'expérience

Ne vous laissez pas obnubiler par votre fiche de préparation, *a fortiori* par les séquences proposées dans cet ouvrage. On est souvent tenté de se concentrer sur l'observation particulière qui nous intéresse, au détriment de toutes les autres : c'est une erreur qui risque d'enlever toute sa richesse à la démarche d'investigation voire de la dénaturer. Il y a souvent beaucoup à extraire d'une expérience, de nombreuses questions sur lesquelles enquêter : les enfants sont très doués pour cela, laissez-les faire mais... anticipez !

9/ Veiller au rythme

Le risque est toujours présent de voir l'ennui succéder à la motivation et à l'excitation du départ, même dans des séquences relativement courtes. C'est bien souvent parce que trop de temps est passé à faire répéter en classe entière ce qui a été discuté dans le groupe et écrit par chacun. L'alternance des modalités de travail est essentielle : travail individuel, en groupe, présentation d'affiches, discussion collective sont autant de moments qui se succèdent au cours de la démarche et évitent que la monotonie ne s'installe.



Quelles questions pour une démarche d'investigation efficace ?

III-2

La bonne formulation des questions est l'une des clefs d'une démarche d'investigation bien menée. Dans une investigation idéale, ce sont les élèves qui questionnent et l'enseignant les accompagne dans la recherche, en s'effaçant autant que possible. Lors de leurs premiers contacts avec la démarche d'investigation, les élèves sont toutefois rarement capables de se poser les bonnes questions ; il appartient alors à l'enseignant d'aider les élèves à formuler leurs interrogations et de proposer des recherches souvent plus ciblées.

Toutefois, trouver la bonne question au bon moment pour faire avancer les élèves, sans donner la réponse, demande de l'entraînement.

D'une façon générale, **si vous ne pouvez pas répondre vous-même précisément à la question que vous posez, c'est une mauvaise question**. Pas d'inquiétude, l'intuition des bonnes formulations vient rapidement avec l'expérience et il est toujours possible de modifier une question au cours d'une démarche d'investigation. Avec des élèves aguerris on peut se lancer dans des recherches auxquelles on n'a pas forcément de réponse... mais nous le déconseillons aux débutants.

Très généralement aussi, après avoir posé une question invitant à une expérience (« *Comment vérifier ?* »), procédez effectivement à cette expérimentation que ce soit en groupe ou par l'enseignant. L'argument d'autorité est plus rapide, mais contre-productif.

Pour vous aider, les séquences proposent une question de départ adaptée à chaque situation et des questions intermédiaires spécifiques pour guider les élèves : ayez-les en tête quand vous lancez votre séance. Si vous les regardez de plus près, vous constaterez qu'elles conduisent les élèves à agir, à préciser leur pensée, à argumenter, à prévoir, qu'elles suggèrent des mesures. Si vous débutez, ne modifiez donc pas trop les questions proposées : elles ont été conçues (et testées) pour être « productives ».

Questions stériles : comment les transformer en questions productives ?

De nombreuses questions ne permettent pas de mener à bien une démarche d'investigation ; ce sont typiquement les questions en « pourquoi » ou « qu'est-ce que ». Ainsi *Pourquoi le sel se dissout-il ? Pourquoi l'eau se transforme-t-elle en glace ? Qu'est-ce que la lumière ? Qu'est-ce que l'ombre ?* sont des questions plus complexes qu'il n'y paraît et auxquelles on ne peut répondre par une démarche d'investigation avec des élèves de primaire. Elles appellent des définitions ou des affirmations théoriques invérifiables, voire un argument d'autorité. Mais il est relativement aisé de les reformuler pour les transformer en questions productives : *Quelle quantité de sel peut-on dissoudre dans une quantité d'eau donnée ? Y a-t-il d'autres composés qui se comportent comme le sel dans l'eau ? Comment faire pour changer l'eau liquide en glaçon ? Comment évolue la température de l'eau quand elle se change en glace ? Comment la lumière se déplace-t-elle ? De quoi ai-je besoin pour faire une ombre ? Comment faire varier sa taille ?*

Quelles questions pour une démarche d'investigation efficace ?

Que choisit-on d'observer ?

Le questionnement contraint souvent le choix de ce que l'on va observer (ou mesurer). Ainsi « À votre avis, pour quel sablier la durée d'écoulement du sable est-elle la plus longue ? » et « À votre avis, dans quel sablier le sable coule-t-il le plus vite ? » conduisent à des démarches d'investigation très différentes.

La première appelle une comparaison de durées : c'est une variable accessible à l'école primaire. La deuxième question appelle une mesure de vitesse. Il est facile de mesurer une distance, une durée ; pour la vitesse c'est plus complexe et dans ce cas non adapté aux élèves de primaire.

Il faut être particulièrement vigilant sur la formulation de ces questions et sur leur précision.

Que fait-on varier ?

À l'école primaire, en physique, il est presque toujours possible de ne faire varier qu'un paramètre à la fois. C'est bien pratique et c'est un réflexe méthodologique qu'il est souhaitable de faire acquérir aux élèves. On en observe les effets et on peut être sûr que c'est la variation de ce paramètre particulier qui est responsable des changements. Si l'on fait varier deux paramètres à la fois, il est bien difficile d'attribuer les changements observés à l'un plutôt qu'à l'autre. Les résultats obtenus ne sont pas exploitables.

Des questions comme « Qu'est-ce que je peux changer ? Qu'est-ce que je choisis de faire varier ? Qu'est-ce que je garde pareil ? » aident les élèves à s'assurer qu'ils ne font varier qu'un paramètre à la fois. Lorsque cela n'a pas été le cas, confronter les résultats incompatibles de deux groupes censés avoir fait varier le même paramètre fait souvent émerger le paramètre négligé « Qu'est-ce qui est pareil dans les deux expériences ? Qu'est-ce qui ne l'est pas ? ». Sinon, c'est à l'enseignant de proposer une expérience qui met en évidence la difficulté à conclure en demandant « Qu'en pensez-vous ? ».

Par exemple, voulant s'assurer que la couleur d'un récipient placé au Soleil influe sur l'augmentation de température du liquide qu'il contient, deux groupes d'enfants n'ont pas mis la même quantité d'eau dans les différents récipients testés. Les résultats sont conformes aux prévisions : l'eau placée dans le récipient noir est plus chaude que celle dans le récipient blanc. L'enseignant propose toutefois de refaire l'expérience en utilisant deux volumes d'eau outrancièrement différents. Les enfants s'insurgent, arguant qu'il faut mettre la même quantité d'eau : il est facile de pointer le paramètre négligé dans l'expérience précédemment réalisée.

Des questions ambiguës

La précision est primordiale. Il faut toujours s'assurer que les questions n'amènent pas de confusion, qu'elles soient posées par l'enseignant ou proposées par les élèves. Par exemple, en électricité, après que les élèves ont monté deux ampoules identiques en série d'une part et en parallèle d'autre part, l'enseignant pose la question : « Les ampoules brillent-elles "pareil" (de la même façon) dans les deux montages ? ». Elle peut se comprendre de deux façons : « Toutes les ampoules d'un

Quelles questions pour une démarche d'investigation efficace ?

III-2

même montage brillent-elles avec la même intensité ? ou bien « *Les ampoules brillent-elles de la même façon dans le montage en parallèle et dans le montage en série ?* ». Ces dernières formulations lèvent l'ambiguïté. On peut aussi, plus simplement, demander aux élèves ce qui et pareil et ce qui ne l'est pas dans les deux montages.

Questions impossibles

La simplicité est aussi une vertu. Il faut veiller à ne pas poser trop de contraintes lorsque l'on pose une question. Ainsi « *Quel montage réaliser avec deux ampoules et une pile pour qu'elles brillent le plus fort et le plus longtemps possible ?* » est problématique. Il se trouve que des ampoules montées en parallèle brillent plus fort que les mêmes ampoules montées en série et que, pour une même durée d'utilisation, le montage en parallèle consomme plus d'énergie et use donc plus la pile que le montage série. Outre la difficulté expérimentale (cela prend du temps pour que les piles s'usent et beaucoup de patience pour voir les ampoules s'éteindre), les deux contraintes sont contradictoires. Avant de poser une question, il est bon de s'assurer de sa pertinence. Tout comme l'on apprend aux élèves à ne faire varier qu'un paramètre à la fois, mieux vaut ne leur imposer qu'une contrainte à la fois.

Quelques recettes

Les questions proposées sont indicatives : avec l'expérience, chaque enseignant se construit sa propre « boîte à questions ».



Pour inciter les élèves à **expliquer** :

Comment peut-on expliquer que *ceci* soit comme/plus grand que *cela*, que l'on observe *cela* ?
Qu'en pensez-vous ?
Comment justifier vous *cela* ?



Pour inciter les élèves à **essayer** :

Comment faire pour le vérifier ?
Comment vérifier qu'il se passe *ceci* si je fais *cela* ?
Comment savoir si *ceci* est valide ?
Comment s'assurer que ce que dit Machin est possible ? Comment être sûr ?
Comment faire pour valider, pour montrer que *ceci* varie comme *cela* quand je fais *ça* ?
Est-ce que ce qui se passe dans l'histoire est possible ? Comment le vérifier ?
Comment s'en assurer ? Comment savoir ?



Pour inciter les élèves à **prévoir puis tester** :

À votre avis, que se passe-t-il si je change *cela* ? Comment s'en assurer ?
Est-ce que *cela* change quelque chose si nous faisons/ajoutons/modifions *ceci* ou *cela* ?
Qu'est-ce qui change ? Comment le savoir ?
Si je fais varier *ceci* et que je ne change rien d'autre, que pensez-vous que je vais obtenir ?
Comment vérifier ?

Quelles questions pour une démarche d'investigation efficace ?



Pour inciter les élèves à **comparer** :

- Qu'est-ce qui est pareil ?
- Qu'est-ce qui est différent ?
- Quelle différence entre ce dessin et cet autre ? entre *ceci*/cette expérience et *cela* /cette autre ?
- Comment faire pour savoir lequel est le plus long/lourd/volumineux ?
- Les deux explications/interprétations peuvent-elles être correctes en même temps ?
- Comment savoir ?



Pour inciter les élèves à **identifier, modifier des paramètres** et essayer :

- Qu'est ce que je peux changer ? Qu'avez-vous changé ?
- Qu'avez-vous gardé pareil ?
- À votre avis, que se passe-t-il si je change *cela* ?
- Est-ce que cela change quelque chose si nous faisons *ceci* plutôt que *cela* ?
- Si je fais varier *ceci*, que pensez-vous que je vais obtenir ?
- Comment vérifier que c'est en changeant *ceci* que je fais varier *cela* ?
- À votre avis que se passe-t-il quand je fais *cela* ? Comment en être sûr ?
- Comment faire pour que *ceci* soit le plus/le moins *cela* ?
- Comment s'assurer que *ceci* est plus grand/lourd/long/chaud que *cela* ?
- Comment faire pour mesurer une distance, une durée, un volume /peser / repérer la température ?



Pour aider les élèves à **concevoir une expérience** :

- Quelle question vous posez-vous ?
- Qu'avez-vous changé/fait varier dans cette expérience ? Qu'avez-vous gardé pareil ?
- Vous me dites que vous avez juste changé *ceci*, mais n'avez-vous pas modifié aussi *cela* ?
- Qu'avez-vous mesuré ?
- Comment faire pour enregistrer une variation de température / volume / masse ?
- Quelle quantité / volume / masse de *ceci* voulez-vous utiliser ?
- Dans ce groupe ils veulent mesurer *ceci* ; et vous ?
- Comment voulez-vous procéder pour faire *cela* ?
- Quelle différence y a-t-il entre ces deux expériences ?
- Que prévoyez-vous qu'il se passera quand on changera *ceci* ?



Pour aider les élèves à **débattre** :

- Comment expliquer la différence entre les résultats ?
- Quelles sont les ressemblances et les différences ?
- Tu dis que tu as vu/fait *ceci* ; qu'en pensez-vous ? Est-ce que d'autres ont vu/fait la même chose ?
- Comment vérifier ? Que faudrait-il changer à l'expérience pour répondre à la question ?
- Qu'avez-vous observé ? Comment l'avez-vous interprété/expliqué ?
- Est-ce que ce qui est écrit est une observation ou une interprétation ?

Quelles questions pour une démarche d'investigation efficace ?

III-2

Est-ce que vous l'avez constaté/vu/senti (observation) ? Est-ce que c'est votre idée, votre façon d'expliquer ce qu'il s'est passé (interprétation) ?
Peut-on conserver cette idée/hypothèse ? Est-elle valide ? Qu'est-ce qui vous permet de le dire ?
Si cette idée/hypothèse est valide, que peut-on prévoir si je change ceci ? Que faire si les résultats ne sont pas conformes aux prévisions ?
Quelles idées/hypothèses n'ont pas été mises en défaut ? Peut-on concevoir une expérience qui teste cette idée ? Que peut-on dire de cette idée si l'on obtient tel résultat pour telle expérience ?

Quand poser des questions ?

Doser ses interventions n'est pas aisé. Idéalement ce sont les élèves qui mènent la danse ; mais pour en arriver là, l'enseignant doit d'abord les aider à formuler leurs interrogations, proposer des recherches souvent plus ciblées. Il est alors souvent utile de les solliciter par des questions appelant une réponse sous forme d'action.

Valorisez les interventions des élèves et n'hésitez jamais à rebondir sur leurs affirmations : « Comment pourrait-on vérifier ce que tu dis ? Qu'en pensez-vous, les autres ? » Les élèves voient vite venir ce genre de questions, qui deviennent rituelles. Elles les incitent à argumenter, à expliciter leur propos, à imaginer des expériences. Il faudra bien souvent les aider à reformuler leurs idées dans des termes précis et compréhensibles par tous ; mais cela, c'est une autre histoire et un travail utile sur la langue.

Des questions après la démarche

Ces questions aident les élèves à apprendre à apprendre et à prendre conscience de la démarche suivie.

À terme, elles leur permettront de s'approprier le questionnement caractéristique de la démarche d'investigation à l'école.

Lorsque les élèves sont capables de formuler des questions productives et n'ont plus besoin qu'exceptionnellement des questions de guidage de l'enseignant pour avancer, c'est gagné !

*Quelle question nous posions-nous ?
Quelles idées aviez-vous émises ? Comment avons-nous fait pour cela ?
Lesquelles avons-nous testé ? Comment avons-nous fait ?
Laquelle(lesquelles) a(ont) résisté aux expériences ?
Quelle(s) hypothèse(s) avons-nous conservée(s) ?
Quelles questions ai-je posées ?*

III-2

Quelles questions pour une démarche d'investigation efficace ?

Comment en êtes-vous arrivés là ?

Qu'avons-nous appris ?

Bref : poser des questions productives en termes de démarche d'investigation est un exercice subtil et pas toujours très naturel. Mais il existe heureusement des « recettes » simples, et les enfants se les approprient très vite. Comme toujours : **lancez-vous !**

Réorganiser la classe pour une démarche d'investigation

III-3

Nous en sommes tous conscients : il n'existe pas deux classes identiques. Leur organisation spatiale procède d'une alchimie subtile et complexe. Elle influe sur l'atmosphère, sur les interactions entre l'enseignant et les élèves, sur leur maîtrise de l'environnement, sur la réalisation et l'exploitation d'écrits par les élèves. En démarche d'investigation, par surcroît, l'organisation de la classe n'est pas figée : travail individuel, en petits groupes, moments d'échanges appellent autant de configurations différentes.

Nous aborderons donc la question avec le grain de sel qui s'impose, et d'un point de vue résolument pratique. Les suggestions qui suivent ont pour seul objectif de vous aider à trouver le fonctionnement qui vous convient le mieux. Nous espérons que vous y trouverez, au-delà de quelques principes généraux, le petit rien qui facilitera le déroulement de vos activités.

1/Se sentir à l'aise

C'est une évidence que l'on oublie trop souvent. Vous devrez *vous-même* vous trouver à l'aise dans la disposition choisie. Cela passe souvent par une bonne visibilité des élèves et par la possibilité de vous déplacer facilement. Vos élèves doivent sentir que vous pouvez intervenir rapidement auprès d'eux et qu'ils sont sous votre regard bienveillant : cela les rassure.

Des élèves mal installés s'agitent et se désintéressent rapidement du sujet sur lequel ils sont censés se concentrer. Leur confort importe donc également.

Quand vous disposez les tables des élèves :

- prévoir assez de place entre elles pour pouvoir passer
- s'assurer qu'une fois installés, les élèves auront assez d'espace et ne se gêneront pas les uns les autres
- anticiper leurs déplacements et les lieux stratégiques où poser documents ou matériel (les mêmes critères s'appliquent à la disposition des ateliers d'un *Jardin de sciences*)
- vérifier qu'ils peuvent tous voir le tableau
- estimer la taille minimale des lettres inscrites sur une affiche ou au tableau lisible par l'élève le plus éloigné.

2/Rendre les élèves autonomes

La phase de recherche en autonomie par petits groupes devrait être un moment où l'enseignant peut consacrer son temps à assurer le guidage des groupes en difficulté. C'est pourtant souvent la phase de la démarche la plus stressante pour lui. Tous ont besoin de lui en même temps. Il convient donc d'anticiper et de limiter les motifs d'appel.

Les plus fréquents sont :

- matériels (manque de feuille, crayons à tailler ou qui ne fonctionnent pas, etc.)

Réorganiser la classe pour une démarche d'investigation

Prévoir un espace en libre accès avec du petit matériel (ciseaux, règles, crayons et taille-crayons, feutres, gommes, rouleaux de ruban adhésif...) *en précisant qu'il doit y être redéposé après usage.*

- organisationnels au sein des groupes (répartition inéquitable des tâches et élèves qui se sentent spoliés)

Attribuer à chaque élève d'un groupe un rôle, tournant d'une séance sur l'autre : l'un sera responsable du matériel, un autre de la prise de notes et des relevés de mesures, un troisième en charge de la rédaction de l'affiche, un quatrième de sa présentation orale, etc.

- décisionnels (les élèves demandent à l'enseignant de trancher entre eux)

Fournir aux élèves des phrases-type les aidant à poser des questions, à argumenter, à exprimer leur désaccord, à rebondir sur ce qui vient d'être dit et à solliciter une précision. Elles peuvent être affichées au tableau. Pour n'en citer que quelques unes : «Tu affirmes/tu dis ceci, je ne suis pas d'accord, je pense plutôt cela», «Je ne comprends pas ce que tu viens d'expliquer, pourrais-tu répéter ?», «Je pense que si nous faisons ceci alors il va se passer cela», «Tu dis que tu veux changer cela mais il faut faire attention à ceci», «Comment peut-on vérifier que... ?», «Tu as dit ceci, ai-je bien compris ?».

Préciser que la recherche d'une solution commune n'empêche pas les désaccords et qu'il faut alors conserver par écrit les solutions provisoirement rejetées. Elles peuvent être les bonnes !

- rédactionnels (comment écrire tel mot, comment organiser l'affiche, que faut-il écrire ?)

Proposer des aides à la structuration des affiches et des écrits. On peut prévoir une affiche-type réalisée avec les élèves, dessiner au tableau des logos utilisables pour indiquer les étapes de la démarche... (cf. *infra* III-4 : Organisation des écrits)

Écrire au tableau les mots susceptibles d'être mal orthographiés.

- des problèmes de compréhension (que faut-il faire ?)

S'assurer que les élèves ont bien compris les attentes : rédaction d'affiche, recherche de protocole expérimental...

- la volonté d'être rassuré (*Peut-on faire comme cela ?*)
- l'espoir d'obtenir la réponse sans avoir à chercher
- le plaisir de faire partager une découverte.

Les débuts sont souvent difficiles. Il faut toujours un peu de temps pour qu'une classe trouve ses marques. Pour y aider, on peut aussi :

- élaborer avec les élèves une liste de règles de bonne conduite en groupe et la rappeler régulièrement, voire l'afficher (écouter l'autre, ne pas monopoliser le matériel ou la parole, ne pas parler trop fort, justifier son désaccord lorsqu'on l'exprime...)

Réorganiser la classe pour une démarche d'investigation

III-3

- s'assurer, en leur demandant de le reformuler, que les élèves se sont approprié le questionnement (il vient d'eux, cela ne devrait donc pas poser de grosse difficulté).

Pensez également à convenir d'un signal sonore (assez puissant) pour arrêter instantanément l'activité des groupes. Vous conservez ainsi la maîtrise rapide de la classe (un accident peut toujours arriver et il en va de la sécurité des élèves).

3/ Travail en groupe : une organisation spécifique

Pour les classes où un déplacement des tables est nécessaire pour organiser le travail en groupe, expliquez précisément aux élèves ce que vous attendez d'eux. Il est horripilant de réaliser, après avoir déplacé une table, que le casier et son contenu indispensable sont devenus inaccessibles. C'est par ailleurs une activité qui suscite de l'excitation : il peut être judicieux de la programmer juste avant le départ en récréation ou la pause déjeuner.

Il vous revient de déterminer le nombre de groupes avec lequel vous vous sentez le plus confortable. Il peut varier suivant la taille de la classe, le nombre d'élèves, leur autonomie, votre capacité à tolérer un peu de bruit et votre talent à jongler entre plusieurs groupes. Beaucoup d'enseignants trouvent plus facile de gérer de nombreux petits groupes (8 nous semble cependant un maximum) que quelques gros groupes. Les élèves se sentent plus facilement impliqués dans une activité s'ils sont peu nombreux (3-4).

Comment constituer les groupes ?

Il n'y a pas de règle générale. Dans un premier temps, évitez cependant de mettre ensemble des élèves qui ne se supportent pas et d'associer un élève de tempérament meneur avec des élèves plus passifs.

Des élèves qui s'apprécient travaillent mieux ensemble. Vous pouvez les laisser choisir leurs camarades en indiquant que cette répartition est à l'essai et que leur capacité à travailler ensemble et à remplir les tâches demandées constituent les critères d'évaluation de leur choix. Il faut être précis sur vos attentes : il ne s'agit pas de réussir *les premiers*, mais *ensemble*, dans le temps imparti qui est largement suffisant avec une équipe qui tourne bien. Indiquez que vous serez amené à modifier les groupes si besoin.

Prévoyez une première démarche d'investigation simple pour pouvoir observer le comportement de vos élèves et identifier les groupes défaillants. Un groupe moins impliqué se formera parfois : à la première mise en commun des résultats, il sera dans l'incapacité de produire le moindre résultat. Confrontés à la dure réalité de l'échec, ces élèves accepteront alors plus facilement d'être répartis dans des groupes studieux (s'assurer qu'ils ne seront pas déséquilibrés par ailleurs) ou de travailler « sous contrat ».



Dans certains cas (heureusement rares), il peut être préférable d'assumer un unique groupe dysfonctionnel, à surveiller de près, que d'en laisser impacter plusieurs (certains élèves perturbateurs peuvent faire exploser le fonctionnement d'un groupe).

Un groupe dans lequel un seul élève fait pendant que les autres regardent n'est pas plus satisfaisant : les « leaders » s'arrangent souvent pour s'associer à des camarades passifs. Repérez-les et observez la répartition des tâches au sein de ces groupes.

Fort de toutes ces observations, vous pourrez ensuite proposer un remaniement des groupes qui convient aux élèves tout en veillant à une nouvelle constitution équilibrée.

Vous pouvez bien sûr définir directement les groupes vous-même : les élèves en ont l'habitude. Vous choisirez alors des groupes hétérogènes ou homogènes, selon les objectifs visés. Les groupes hétérogènes peuvent être utiles en début d'année. Les meneurs répartis dans chaque groupe les dynamisent et peuvent facilement relayer vos consignes. Mais c'est un fonctionnement qui peut être très rapidement déviant : il n'est que trop facile de se reposer sur autrui. Les groupes homogènes, sous réserve que les élèves coopèrent, ont l'avantage de permettre à chacun de s'exprimer sans avoir l'impression d'être à la traîne et sont souvent très fructueux. Un groupe d'enfants meneurs est "sportif" à gérer : les conflits y sont fréquents et les discussions animées. Il faut les aider à trouver un équilibre (instable) et à s'associer plutôt qu'à se neutraliser : ils sont aussi à surveiller de près.

4/ Un moment difficile à animer : discussion collective et formulation de réponse

Les discussions collectives interviennent à de nombreux moments de la démarche d'investigation :

- au tout début, lors de la confrontation des conceptions initiales des élèves,
- au moment de l'émission d'hypothèses ou de la présentation de protocoles expérimentaux conçus par les différents groupes,
- lors de la présentation des résultats et de la formulation d'une réponse commune.

Elles peuvent facilement déraiser et devenir des moments où seul un petit nombre d'élèves s'investit.

Quelques conseils pour organiser une discussion riche :

- Imaginer une disposition permettant un échange entre élèves aussi bien qu'avec l'enseignant.
- Rappeler quelques règles de bonne conduite : l'élève qui s'exprime attend le silence pour commencer, parle fort, s'adresse à ses camarades (leur réflexe est plutôt de s'adresser au maître), ne sort pas du sujet, répond aux questions posées ; les autres écoutent, essaient de comprendre et de justifier leur réponse en cas de désaccord. L'enseignant est là pour faciliter les échanges entre élèves, relancer la discussion et poser des questions déroutantes.
- Demander aux élèves *d'écrire* individuellement ou par petits groupes ce qu'ils pensent avant de lancer la discussion. On peut même afficher ces idées au tableau (veiller alors à la taille des productions pour qu'elles soient lisibles). Des élèves qui ont écrit ou dessiné, seuls ou en groupe, participeront plus facilement : ce temps leur a permis de poser leurs idées sur

Réorganiser la classe pour une démarche d'investigation

III-3

la question, éventuellement d'en discuter et d'identifier points de désaccord et arguments mobilisables. Dans le cas de l'exposé de résultats, l'affiche sert de fil conducteur à l'élève qui présente devant ses camarades.

- Lorsqu'un groupe a présenté ses résultats, demander aux autres groupes de compléter plutôt que de répéter la même chose.
- Laisser un temps de réflexion aux élèves au cours de l'échange.
- S'effacer lorsque les échanges entre élèves apparaissent ; susciter de tels moments.
- Ne pas fournir de réponse mais relancer le questionnement, relever les affirmations infondées (*Comment le sais-tu ?*), demander des précisions supplémentaires, faire naître le doute.

La formulation de réponse émerge de la discussion de résultats. S'ils répondent à la question initialement posée, il s'agit de faire un bilan de ce que l'on a appris et de ce qu'il reste à découvrir. Les élèves ont souvent besoin d'aide pour formuler correctement leur réponse. Parmi les possibles : les différents groupes peuvent réfléchir chacun à une formulation, l'écrire sur une affiche et on en discute tous ensemble ou encore, l'enseignant peut proposer différentes formulations plus ou moins correctes et les soumettre à correction et discussion.

5/Limiter les modifications de la classe

On rechigne légitimement à modifier trop souvent la disposition de la classe pour faire des sciences. Une démarche d'investigation prend du temps et les élèves, très impliqués, ne se rendent pas forcément compte de celui qui passe. Pourquoi ne pas faire une séance un peu longue ? Vous pouvez aussi profiter de la disposition des tables pour lancer des activités en groupe dans d'autres disciplines.

Les discussions collectives nécessitent de dégager de l'espace : pourquoi ne pas en profiter pour vous lancer ensuite avec les élèves dans du chant choral ?



I/Un exemple d'organisation des écrits

En classe, la démarche d'investigation requiert des traces écrites à trois niveaux :

- écrits personnels, sur feuille ou cahier,
- écrits de groupe, souvent sous forme d'affiche,
- écrits collectifs, pour la classe entière, sous forme de compte-rendus.

Les ardoises permettent quant à elles de repérer rapidement les conceptions dominantes dans la classe et d'en débattre entre élèves.

On peut imaginer que, dans le futur, la généralisation dans les classes des visionneuses et des tableaux blancs interactifs (et de logiciels adaptés) permettra une navigation rapide et aisée entre ces différents niveaux. D'ores et déjà, l'appareil photo numérique (intégré à bon nombre de téléphones récents), l'imprimante et la photocopieuse sont devenus des compléments précieux aux outils traditionnels, par exemple pour garder une trace des ardoises avant de les effacer.

En attendant, ré-écrire ou redessiner la même chose une première fois sur le cahier, une deuxième sur une affiche et une troisième dans le compte-rendu est non seulement une perte de temps à éviter autant que possible, mais aussi une source majeure de démotivation. Il est donc important de réfléchir à une méthode efficace d'articulation entre ces divers niveaux.

Affiches de groupe

Destinées la plupart du temps à être visualisées par l'ensemble de la classe, les affiches doivent impérativement respecter quelques règles simples de présentation. Elles doivent être visibles de loin (si le format A3 peut suffire, nous conseillons l'achat de recharges pour tableaux de conférence). Elles doivent comporter un titre (la question posée le plus souvent), être écrites en gros caractères épais (feutres de couleur), les traits sont de préférence tracés à la règle, etc.

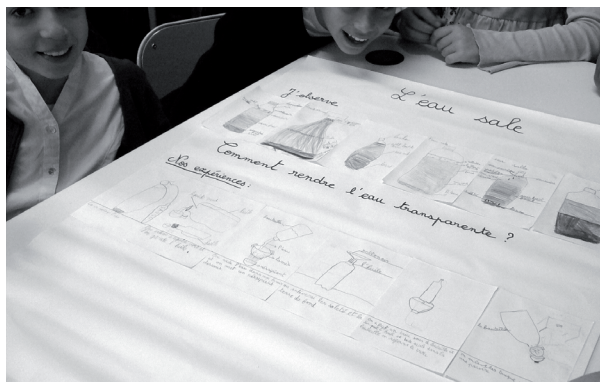
Suivant le moment de la démarche, l'autonomie des élèves et l'objectif visé, elles peuvent prendre des formes très différentes :

- Une affiche rédigée collectivement, en partant d'un brouillon élaboré en commun. On privilégie cette approche lors des phases d'expérimentation et d'exposition des résultats. Elle présente le protocole suivi, les tableaux de mesures réalisés, etc.
- La mise en commun des productions individuelles des élèves. Ce type d'affiche convient bien à la présentation des conceptions ou des différentes propositions imaginées par les élèves avant une expérimentation. Chacun dessine ou écrit ce qu'il pense, ou pense faire, sur une moitié ou un quart de feuille A4. Ces productions sont ensuite fixées sur une affiche, dont le titre est la question posée. Ce fonctionnement permet une mise en commun rapide et une récupération possible par chaque élève de ce qu'il a fait.
- Un mixte des deux techniques, certaines productions individuelles servant de support à un écrit collectif.

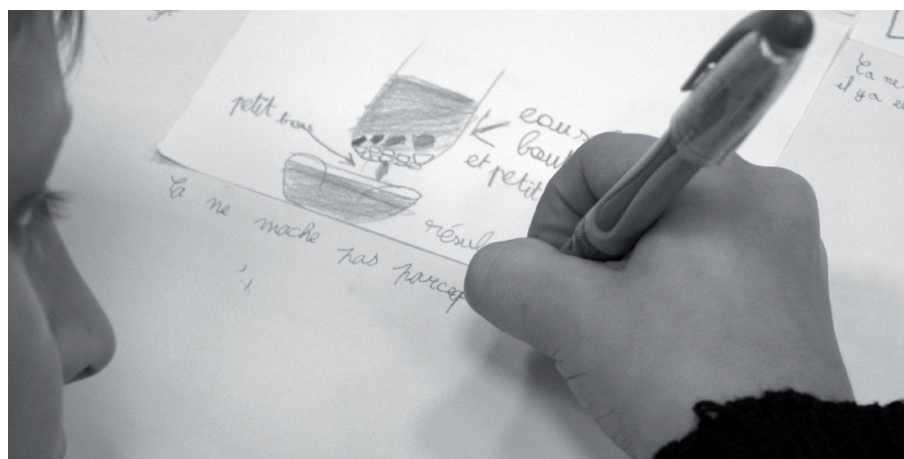
III-4

Organiser les écrits

Juxtaposition
des productions



Un élève inscrit le
résultat obtenu sous une
proposition d'expérience
rédigée par un camarade.



Dans tous les cas, l'utilisation de **logos** rappelant les différentes étapes de la démarche en facilite grandement la structuration et en améliore la lisibilité (des exemples sont donnés en M-10).

- *Un point d'interrogation* indique la question que l'on s'est posée. Son absence doit alerter les élèves. Comment le lecteur de l'affiche comprendrait-il l'objectif de la recherche sans la question ?
- *Une tête d'enfant en train de réfléchir* (resp. plusieurs) identifie les idées de chacun (resp. du groupe) sur la question. À côté de ce logo, on trouve ce que l'on prévoit qu'il va se passer, ce que l'on pense, ce que l'on pense faire, les explications proposées qui vont être mises à l'épreuve...

- *Une main, un œil* permettent de repérer ce qui est effectivement réalisé ou observé (par l'élève, le groupe). À côté, on trouve dessins d'expérience, tableaux de mesures, graphiques, observations, difficultés rencontrées, résultats...
- *Un livre ouvert* identifie ce qui a été validé par la classe (conclusion locale et provisoire qui peut être généralisée avec prudence).

Les élèves peuvent les dessiner eux-mêmes au cours de la réalisation de l'affiche. Nous conseillons toutefois, au début, de fournir aux élèves des affiches sur lesquelles les logos sont déjà placés et, pourquoi pas, quelques éléments déjà fournis (la question par exemple). Réaliser une affiche est un exercice qui s'apprend progressivement.

Veiller à ce que l'ensemble des élèves participent (à tour de rôle éventuellement) à leur réalisation. Pendant que l'un écrit, d'autres peuvent préparer sur d'autres feuilles les schémas, dessins, tableaux de mesures nécessaires. L'ensemble est ensuite agencé sur l'affiche pour obtenir la production finale du groupe, où chacun a mis la main à la pâte.

Cahier d'expériences

La tenue d'un cahier d'expériences est une bonne façon de conserver l'ensemble des écrits d'un élève. Constitué de deux parties distinctes, il garde la trace de sa réflexion personnelle, de ses observations, de ses idées d'expériences, des expériences réalisées par le groupe et de ses résultats (partie personnelle du cahier), mais aussi, d'autre part, de ce que la classe a validé et retenu (partie collective institutionnelle). Ces deux parties doivent être facilement identifiables par l'élève (encres de couleurs différentes, gommettes, encadrés, etc.).

Le cahier d'expériences, qui contient des ébauches de protocoles et les premières idées des élèves, ne saurait être aussi net qu'un cahier de cours. Pour autant, ce n'est pas un brouillon. Les élèves doivent en être conscients, comme leurs parents auxquels il est aussi utile d'en expliquer le fonctionnement un peu particulier.

Corriger ou non les fautes diverses et variées dans la partie personnelle du cahier reste une question ouverte. Nous insistons toujours sur la nécessité de faire progresser les élèves sur la maîtrise de la langue. Pour autant, en aucun cas la peur de faire des fautes de français ne doit paralyser un élève dans son apprentissage des sciences. L'enseignant doit donc en accepter les inévitables imperfections et aider à le structurer (propreté, soin porté à l'orthographe...). Il y a un juste équilibre à trouver, qui reposera sur la relation de confiance instaurée entre l'élève et vous.

D'un point de vue pratique, massicoter un cahier de TP 24x32 cm pour faire deux cahiers d'expérience (24x16) semble une solution intéressante. Sa taille réduite permet aux élèves de l'utiliser en même temps qu'ils manipulent ; il est facile de coller des feuilles A4 à l'intérieur, en les pliant éventuellement sans qu'elles ne dépassent ; ses pages grands carreaux sont pratiques pour organiser la trace écrite tout en permettant de disposer les dessins, tableaux et idées personnelles en vis-à-vis.

III-4 Organiser les écrits

On y trouve les mêmes logos que dans les affiches pour faciliter l'identification des différentes étapes de la démarche.

Les compte-rendus sont inclus dans la partie collective du cahier d'expériences. Ils sont soit rédigés directement sur le cahier, soit photocopiés et collés dans le cahier, soit constitués à partir d'un collage-montage des écrits réalisés préalablement complété des parties manquantes.

Compte-rendu d'expériences

Le compte-rendu retrace la démarche suivie en éliminant les scories (i.e. les erreurs de manipulation, mais pas les impasses !) : du questionnement à la formulation de réponse en passant par les recherches effectuées, les étapes y sont clairement identifiées. Validé par la classe et l'enseignant – qui joue le rôle de représentant du savoir scientifique établi – il est intégralement rédigé au propre, ou constitué d'un patchwork des différents écrits réalisés précédemment, réorganisés de façon pertinente.

Il peut inclure à la fois des éléments personnels, des éléments réalisés en petit groupe, d'autres fournis par les autres groupes de la classe et une formulation de réponse élaborée collectivement. Dans le cahier de l'élève, il garde la mémoire du travail réalisé en classe et des conclusions validées (institutionnalisées).

Typiquement, un compte-rendu d'expérience doit comporter la question que l'on s'est posée, les hypothèses de la classe, la recherche menée, les résultats obtenus et enfin la (les) réponse(s) à laquelle la classe est parvenue (hypothèses non vérifiées, hypothèses ayant résisté aux tests).



Il n'a donc que rarement une structure linéaire, mais plutôt en boucles : question – essai/erreur – nouvel essai/erreur – nouvel essai/succès – conclusion.

Réalisé en classe entière la plupart du temps, il peut être rédigé directement au tableau ou prendre la forme d'une affiche. On le retrouve ensuite dans le cahier des élèves, écrit à la main ou sous forme de photocopie (après photographie et montage).



Les élèves peuvent à tour de rôle photographier les affiches (ou le tableau) et participer au traitement de l'image. C'est une excellente façon de valider les compétences du B2i.

Le compte-rendu peut être construit au fur et à mesure de la séance ; il est alors constitué d'une juxtaposition de "compte-rendus d'étape" : une question, l'idée testée, les expériences et leurs résultats non concluants. Pour limiter les réécritures pesantes, il faut anticiper sa constitution :

- Idées/hypothèses des élèves, propositions d'expériences : dans le cas où les élèves les ont émises sur des morceaux de feuille A4, on identifie les productions représentatives des idées de la classe et on les reproduit pour chaque élève (après modification si besoin).
- Résultats : comme la structure des tableaux ou graphes est souvent construite collectivement et que seules les manipulations, mesures et exploitations varient d'un groupe à l'autre, on peut coller des photocopies des données des autres groupes sur les cahiers à la suite de la proposition d'expérience testée.

- Sélection avec les élèves des éléments des différentes affiches réalisées rendant le mieux compte des différentes étapes de la démarche vécue. En découpant les morceaux choisis et en les organisant sur une nouvelle affiche, on réalise un compte-rendu à moindre frais. Il suffit ensuite de le photocopier.
- Réponse : les élèves recopient sur leur cahier la formulation élaborée collectivement (photocopie possible).

Des logos structurent aussi le compte-rendu et aident les élèves à identifier et à s'appropriier les différents éléments de la démarche. Essayez autant que possible de rendre compte du cheminement de la classe. La formulation de réponse vient souvent après le test de plusieurs hypothèses, certaines ne résistant pas à l'expérimentation : n'éliminez pas du compte rendu ces hypothèses invalidées.



On n'a pas toujours le temps de réaliser un compte-rendu détaillé : rien n'empêche d'avoir à la suite de la recherche personnelle de l'élève un descriptif rapide des recherches menées puis la formulation de réponse collective. Il faut par contre marquer très nettement la différence de statut entre l'écrit personnel et l'écrit collectif qui prend en compte les résultats obtenus et validés (et les confronter quand c'est possible au savoir établi).

2/Faire progresser les écrits

Pour beaucoup d'élèves, écrire n'est ni spontané, ni naturel. La démarche d'investigation contribue à cet apprentissage de longue haleine. Rédiger dans un premier temps des phrases puis des textes courts, sont des objectifs de l'enseignement du français. S'y ajoutent ici un apprentissage méthodologique spécifique à la démarche scientifique. Il leur faudra du temps et des encouragements pour réaliser la nécessité de garder des traces des questionnements et recherches menés.

La participation à un *Jardin des sciences* fournit aux élèves une motivation supplémentaire pour écrire. Pour concevoir le déroulement de l'animation, ils auront besoin de revenir sur les hypothèses émises et expériences proposées pour imaginer les réactions de leurs camarades.

Au cours de l'année, vous constaterez leur plaisir (et leur fierté) à mesurer le chemin parcouru, tant du point de vue du contenu que de celui de la forme, en feuilletant les traces du travail réalisé.

Structurer des affiches

Dans un premier temps, le plus simple est de fournir aux élèves une affiche pré-remplie où les étapes de la démarche sont précisées. Cela rassure ceux pour lesquels une grande feuille blanche est inquiétante.

Une autre façon de procéder, plus intéressante quand on commence à se sentir à l'aise avec le débat, consiste à proposer la réalisation d'une première affiche par les différents groupes, sans guidage. La juxtaposition des différentes productions au tableau fournit l'occasion de se mettre d'accord sur ce que doit contenir une affiche. Leur comparaison fait apparaître les éléments essentiels à leur compréhension par les camarades, voire par une personne extérieure à la classe.

III-4 Organiser les écrits

On peut alors réaliser avec les élèves une affiche-type qui tient compte des remarques soulevées.

Qu'elle soit conçue avec les élèves ou proposée par l'enseignant, une telle affiche-type, exposée au mur, peut servir de modèle pendant le travail de groupe. Elle rappelle le sens des logos, la disposition des différents éléments, la façon de présenter un protocole expérimental ou des résultats, comment construire un tableau. Cette affiche méthodologique s'enrichit au fur et à mesure du travail de la classe de toutes les nouvelles techniques découvertes pour communiquer aux autres ce que l'on fait.

Tenir un cahier d'expériences

Quelques pistes pour travailler conjointement sciences et maîtrise de la langue :

- affiner le vocabulaire (e.g. substituer à *mettre* et *faire* des verbes d'action plus spécifiques),
- renforcer l'orthographe en proposant une liste de mots au tableau ou sur des affiches,
- enrichir la syntaxe en proposant différentes façons de poser une question, d'exprimer l'incertitude (« *Je pense que* », « *peut-être* »),
- travailler les « connecteurs logiques » et l'argumentation : *donc, parce que, si... alors...*,
- repérer ce qui, dans un texte, constitue une observation et ce qui relève de l'interprétation ; apprendre à distinguer ces éléments, à les rédiger, à les articuler dans la rédaction.

Pour structurer leurs écrits, les élèves peuvent utiliser les mêmes logos que précédemment. Tout le travail méthodologique réalisé sur la présentation des affiches (mise en forme de tableaux identifiant les paramètres que l'on fait varier, de schémas, de tableaux de mesures) est à réexploiter dans le cahier d'expériences.

Il ne faut pas hésiter à feuilleter le cahier et à regarder de plus près ses productions précédentes. Réinvestir une méthode de travail, la structure d'un tableau, la façon de construire un graphe, un schéma, est un moyen de donner du sens à ces écrits et d'améliorer leur présentation. Et de constater qu'il y manque des éléments pour permettre la compréhension de ce qui avait été fait : cette prise de conscience conduit à identifier ce qu'il faut écrire et conserver (les logos peuvent aider). Progressivement, la structure de la partie personnelle devrait se rapprocher de celle du compte-rendu, les élèves prenant conscience de sa pertinence pour s'y retrouver dans leur cahier.

La maîtrise des tableaux à double entrée, des relevés et des graphiques s'acquerra progressivement. Le rôle du maître est essentiel à cet égard.

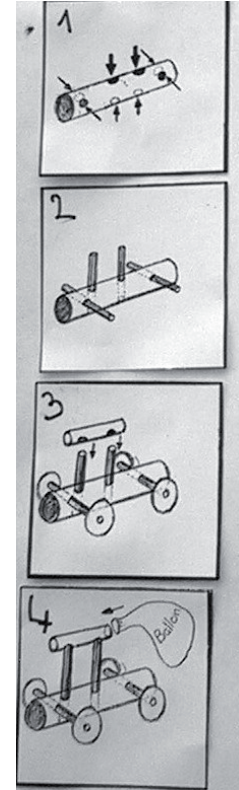
Et à l'école maternelle ou au CP ?

En maternelle, la production personnelle des élèves sera essentiellement composée de dessins, avec dictée à l'adulte lorsque c'est possible. Les cahiers regrouperont des photocopies et des photos d'affiches, que l'on associera à un bref descriptif des activités.

Vignettes ou phrases
à ordonner;
classe de CP



Au CP, le cahier d'expériences évolue au fil l'année. Dans un premier temps, il comporte essentiellement des dessins avec des « mots étiquettes » que les élèves placent à l'endroit adéquat pour réaliser une légende, des logos qui rappellent les étapes de la démarche et des textes à trous ou des schémas à compléter. Progressivement, ils écrivent de courtes phrases de formulation de réponse, proposent des légendes à leurs dessins. Le cahier d'expériences exploite l'outillage classique pour l'apprentissage de la langue.



3/Rédiger un protocole expérimental

C'est un exercice difficile. Il suppose :

- d'avoir identifié ce que l'on cherche à changer/modifier,
- d'avoir identifié les paramètres susceptibles de provoquer cette modification,
- de choisir le paramètre que l'on choisit de faire varier,
- de s'assurer que les autres paramètres ne varient pas,
- de trouver un moyen pour constater cette modification.

Pour les aider, vous pouvez demander systématiquement aux élèves d'écrire ce qui, d'après eux, peut être changé ; puis ce qu'ils vont décider de faire varier. Les autres paramètres seront alors conservés identiques dans toutes les expériences qu'ils réaliseront.

Ils peuvent dans un premier temps y réfléchir sur leur cahier d'expériences, avant d'en discuter au sein des groupes.

Certains enseignants utilisent des étiquettes sur lesquelles les élèves indiquent les paramètres qu'ils ont identifiés. Ils les trient ensuite en deux blocs : ce que je fais varier / ce que je ne fais pas varier. C'est très pratique.

III-4 Organiser les écrits

Au sein d'un groupe, c'est un moyen de se mettre d'accord sur un protocole et de s'assurer qu'il est correct. Lors d'une mise en commun, on identifie facilement les paramètres que chaque groupe a identifié sur les affiches. Cela permet aussi de savoir ce que chacun veut tester, puis de vérifier que le protocole respecte bien les contraintes ainsi posées.

Un tableau à double entrée présentant les différentes expériences réalisées fournit un complément idéal et rassemble toutes les informations.

Groupe 1	Expérience 1	Expérience 2	Expérience 3
Le paramètre que je fais varier (ceci)	1 ^{ère} valeur	2 ^e valeur	3 ^e valeur
Les paramètres que je ne fais pas varier	Valeur indiquée	<i>idem</i>	<i>idem</i>
Résultat obtenu (cela)			

Ces outils accélèrent l'analyse des résultats, les élèves pouvant facilement identifier un oubli, des problèmes dans un protocole.

4/ Formuler

Il est difficile pour les élèves de formuler clairement une question, une hypothèse, une réponse. Un travail spécifique en français peut être réalisé en lien avec ces difficultés. Quelles façons connaissons-nous de poser une question ? De douter ? D'émettre une hypothèse ? D'argumenter ? La démarche d'investigation permet d'utiliser ces outils langagiers en situation et de se les approprier au fil des séances.

Comme toujours, votre reformulation sera souvent nécessaire. Cela implique un travail sur les formulations orales des élèves avant qu'ils ne passent à des formulations écrites (cf. section III-2). Il est bon de les anticiper pour une conduite aisée des séances.

Au-delà des difficultés traditionnelles d'ordre linguistique, il importe en cours de sciences de travailler tout spécialement la distinction entre l'expression de ce qui relève du réel (les observations, les faits expérimentaux), et de ce qui relève de l'interprétation. Il convient donc d'insister sur l'intérêt des connecteurs logiques, aussi bien pour expliciter sa propre démarche que pour interpréter les formulations des autres. Ce sont autant d'indices faciles à repérer (et à semer). Ainsi, une fin de phrase en « *parce que* » :

« Quand on pose un bouchon à la surface de l'eau d'un aquarium et que l'on enfonce une demi-bouteille fermée au-dessus du bouchon, celui-ci descend sous le niveau de l'eau dans l'aquarium (observation) parce que l'air ne peut s'échapper et pousse sur l'eau (interprétation). »

Ou encore : « Nous avons vu qu'en éclairant un objet avec une source de lumière verte et une source de lumière rouge, une ombre verte et une ombre rouge apparaissent sur l'écran jaune. Quand nous éteignons la source de lumière rouge et pas la source de lumière verte, l'ombre rouge devient sombre et l'écran vert (observation). C'est parce qu'il n'y a pas de lumière verte qui arrive sur l'écran à cet endroit (interprétation). »

Définir et limiter le champ d'une investigation

III-5

Faire de la science, c'est bien sûr étudier le monde tel qu'il est. Mais c'est aussi décider de ce qu'on n'étudiera pas. Même pour le scientifique chevronné, le monde physique est bien trop complexe pour être étudié dans sa totalité, et sous tous ses aspects simultanément. Ce qu'il étudiera expérimentalement, c'est *un aspect d'un problème*. Ses représentations seront des modèles idéalisés, et surtout très simplifiés, du monde réel.

Toutes proportions gardées, c'est aussi ce qu'on devra faire en classe. Il importe d'en être conscient et de bien identifier ce que l'on décide d'étudier avec les élèves – les “paramètres” du problème qu'on pourra travailler.

Identifier les paramètres pertinents : un défi !

C'est un exercice difficile. Si l'on ne prend pas en compte tous les paramètres pertinents, les résultats ne seront pas fiables ou trop différents entre eux pour être comparables ; si l'on en prend trop, on n'est pas « économe » (et, souvent, on n'aura pas le temps de procéder à une étude systématique inutilement complexe). Il faut du temps et de nombreuses expériences pour être raisonnablement certain de n'avoir ni oublié de paramètre pertinent, ni conservé de paramètres redondants ou inutiles.

Les mêmes exigences, simplifiées, s'appliquent à l'école. Avec les enfants, on travaille sur de la science éprouvée (même si elle est neuve à leurs yeux) : le professeur, au moins, sait où il emmène ses élèves. Les paramètres pertinents dans un contexte donné en sont identifiés depuis bien longtemps, dans le cadre de *théories* admises.

Ce n'est pas pour autant une garantie de les identifier tous *a priori* pour une expérience particulière. On peut se laisser piéger aussi bien par le fait qu'elle peut faire appel à plusieurs spécialités distinctes que par des réflexes erronés. Qui n'a jamais répété péremptoirement que « l'eau bout à 100°C » – en oubliant que toutes les salles de classe ne sont pas au niveau de la mer ?

Construction d'une séquence : élargir ou restreindre une investigation

Les séquences proposées dans ce Guide sont conçues pour limiter le nombre de paramètres susceptibles d'affecter le résultat des expériences. Ceux qui seront étudiés avec les élèves sont explicites, d'autres restent implicites (quoique souvent aussi évoqués en marge).

Ainsi, pour reprendre l'exemple de l'eau qui bout, la pureté et la pression atmosphérique sont des paramètres dont il faudrait en toute rigueur tenir compte. Mais quel sens peuvent avoir le mot « pression » ou l'expression « eau pure » pour un élève de CE2 ?

À moins d'un travail spécifique autour de ces notions (non exigible à l'école), ils sont dans l'incapacité de les comprendre. Ce seront donc pour nous des paramètres « muets ». Ce n'est cependant pas pour autant qu'il faut cacher la perte de généralité des résultats ainsi obtenus, *a fortiori* énoncer des règles fausses. Mais il est parfaitement correct de constater que « dans la classe

l'eau bout *aux environs* de 100°C » – sauf bien sûr si l'investigation s'éloigne trop des conditions « normales », par exemple en haute montagne. La notion de *résultat approché* est même, en soi, une leçon essentielle dans l'apprentissage des sciences !

Rien n'empêche évidemment l'enseignant d'élargir le propos et, par exemple, de préciser dans ce cas que le résultat pourrait changer si l'on montait en altitude ou si l'on ajoutait du sel à l'eau (les enfants ont souvent entendu beaucoup de choses) : en grandissant ils en découvriront plus sur le phénomène. En dernière analyse, c'est à l'enseignant qu'il revient de décider des paramètres pertinents pour le travail en classe.

Concevoir ses propres séquences suppose donc, d'abord, de prendre du recul pour identifier les paramètres pertinents ; puis de déterminer ceux qui ne seraient pas accessibles à ses jeunes élèves ; enfin, de concevoir des expériences où leur influence est soit négligeable, soit toujours identique. Ainsi, par exemple, la délicate question de la pesée de l'air. Si l'on utilise un ballon dont on laisse varier à la fois la masse et le volume, on modifiera la poussée d'Archimède qui s'exerce sur lui. Or on ne peut pas attendre de jeunes élèves qu'ils devinent l'importance du volume, ni l'utilité de le maintenir constant pendant l'expérience. La dispersion des résultats sera considérable et leur interprétation très difficile. À l'enseignant d'anticiper le problème, de choisir du matériel (ballon de sport rigide, par exemple) susceptible de l'effacer, et de justifier que l'on garde le même ballon en lui faisant conserver la même forme.

Le choix des paramètres à considérer dépendra donc non seulement de leur pertinence, mais aussi de leur accessibilité en classe. Le paramètre apparemment « naturel » – souvent, en fait, celui privilégié par les théories courantes pour des raisons de simplicité formelle – peut céder la place à des grandeurs composites, mais plus faciles à mesurer.

Prenons un exemple classique : lorsque l'on lance de petites voitures propulsées par de l'air comprimé (séquence E-08), il est tentant de se demander laquelle ira « *le plus vite* ». C'est une erreur tactique ! En effet, les élèves seraient amenés à comparer des *vitesses*, ce qui est loin d'être simple. Que l'on se demande plutôt quelle petite voiture « *va le plus loin* » ou laquelle « *arrive la première* » et l'on se retrouve en territoire connu. De même, à propos de sabliers, mieux vaudra se demander lequel « *met le plus de temps à se vider* », plutôt que lequel « *coule le plus vite* » (E-18).

Avant de lancer un questionnement, demandez-vous toujours comment les élèves peuvent procéder pour caractériser ce qu'ils vont chercher à modifier. Si la réponse fait appel à des connaissances qu'ils n'ont pas ou à des dispositifs non disponibles en classe, c'est que le paramètre choisi est inadéquat (pour un travail en classe).

Pendant la démarche : aider les élèves à identifier un paramètre

Ce n'est qu'après avoir décidé des paramètres sur lesquels les élèves vont travailler que l'on peut choisir une situation de départ, conçue pour susciter la « bonne » question dont la formulation dépendra dudit paramètre.

Définir et limiter le champ d'une investigation

III-5

Pour élaborer un protocole pertinent, les élèves doivent dans un premier temps identifier tous les paramètres susceptibles de modifier l'observation. Ils décident alors de ce qu'ils vont observer (*Que se passe-t-il quand je fais ceci*) ou essayer de faire varier (*Comment faire pour modifier cela*). Souvent, dans l'enthousiasme du lancement de la recherche, ils se méprennent pourtant sur son objet, ou même l'oublient. Demander *Que cherche-t-on ?* suffit souvent à les remettre sur les rails. Bien souvent, ce que l'on va observer au cours des expériences, c'est comment *quelque chose* change, quand on fait varier *autre chose* (le paramètre identifié).

Isoler un paramètre : pour quoi faire ?

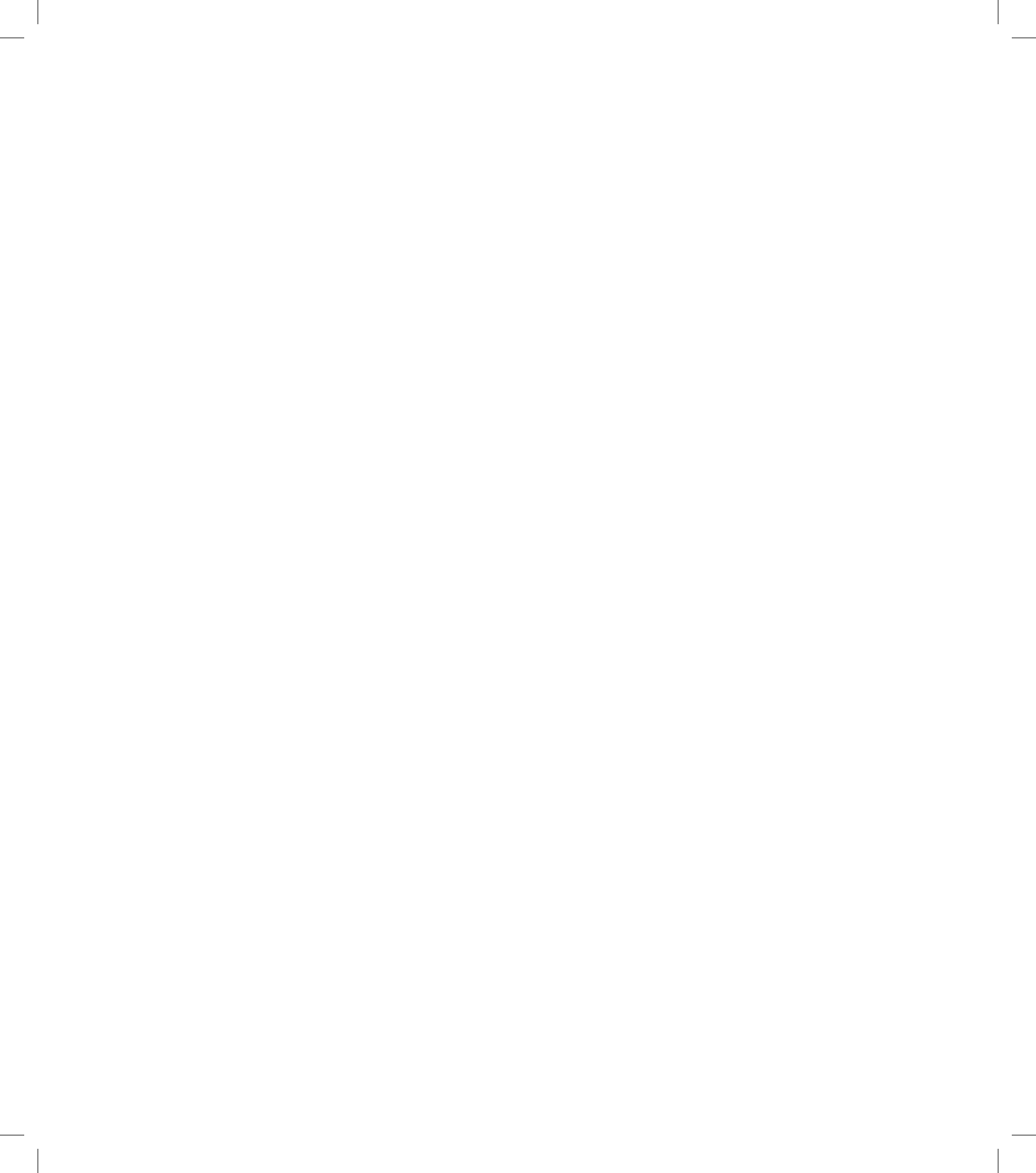
Les séquences les plus simples reposent sur l'étude d'un seul paramètre. L'investigation est alors facile : on observe ce qui se passe quand on fait varier ce paramètre et l'on en déduit directement une relation entre la cause et l'effet. À l'école, il est presque toujours possible de se ramener à ce type de recherche : il suffit de contraindre suffisamment le matériel (tous les élèves disposant du même, à tous points de vue *sauf* le paramètre étudié).

Une approche plus ambitieuse consiste à ouvrir la recherche et à proposer des situations où plusieurs paramètres peuvent varier. C'est un apprentissage important pour les élèves, mais il nécessite un travail systématique auquel ils ne sont pas habitués. Ils comprennent rarement qu'il ne faut faire varier qu'un paramètre à la fois. Mais ceux de l'école élémentaire sont en général convaincus que si l'on fait plusieurs fois la même chose, on doit obtenir à chaque fois le même résultat : l'expérience doit être *reproductible*. Sinon, comme ils le disent eux-mêmes, « *Y'a un truc* ». Il est possible de s'appuyer sur ce critère pour faire apparaître la nécessité d'isoler des paramètres pour une discussion des résultats en classe.

Une expérience différente, faisant varier autrement les paramètres, amènera en revanche, *a priori*, un résultat différent. En modifiant plusieurs paramètres à la fois, on multiplie les situations particulières sans nécessairement de lien clair avec les précédentes. Sans procédure de recherche réfléchie, les informations recueillies n'ont alors pas de lien entre elles et ne permettent pas d'anticiper facilement la variation d'un résultat si l'on change légèrement un paramètre donné, sauf à faire une quantité extravagante d'expériences.

Une procédure souvent efficace consiste alors à fixer tous les paramètres sauf un, et à observer la variation du résultat en fonction du paramètre choisi. En réitérant le procédé avec chacun des autres paramètres, on peut souvent aboutir à une vision globale du problème et espérer trouver une relation entre la variation du paramètre et la variation du résultat.

D'une façon générale, on arrive plus facilement et rapidement à trouver une relation éventuelle entre un paramètre et ce que l'on décide d'observer en utilisant une approche systématique. Cette remarque est à la base de la démarche scientifique ; que les enfants la comprennent et ils seront déjà bien armés pour étudier de nombreux phénomènes.



Annexes

A/ Manuels, ouvrages et ressources sur l'enseignement

Wynne Harlen,

Enseigner les sciences : comment faire ? (Primary Science : Taking the Plunge, 1985),
le Pommier éd., 2004 (ISBN 978-2-7465-0147-8, 19,90 €).

Grande spécialiste écossaise de l'enseignement des sciences et de leur évaluation, Wynne Harlen explore tous les obstacles à la réussite d'une démarche d'investigation et propose des pistes de solution. Comment aider les élèves à se questionner, comment les aider à écrire, à présenter, à expérimenter... tous les sujets sont abordés sans langue de bois. Un ouvrage de référence d'une clarté impressionnante.

Raymond Tavernier, Bernard Calmettes, Jean-Loup Canal et Magali Margotin-Passat,

Enseigner les sciences expérimentales : À l'école élémentaire,
Bordas, 2009 (ISBN 978-2-04-731342-8, 24,40 €).

Très complet, cet ouvrage ouvre de nombreuses pistes pour lancer des démarches d'investigation et propose des rappels sur ce qu'il faut savoir (en terme de contenu) avant de se lancer.

Jean-Michel Rolando, Patrick Pommier, Pascal Boyries et Marie-Laure Simonin,

75 Enquêtes pour découvrir le monde : CP-CE1,
Magnard, 2005 (n^{le} éd. 2011 annoncée) (ISBN 978-2-210-52104-9, 13,30 €).

Jean-Michel Rolando, Marie-Laure et Guy Simonin, Patrick Pommier, Jocelyne Nomblot,
Jean-François Laslaz et Sylvain Combaluzier,

Sciences cycle 3 : 64 enquêtes pour comprendre le monde,
Magnard, 2010 (ISBN 978-2-210-54236-5, 14,90 €).

Jean-Michel Rolando, Marie-Laure et Guy Simonin, Patrick Pommier, Jocelyne Nomblot,
Jean-François Laslaz et Sylvain Combaluzier,

Sciences cycle 3 : Guide du maître,
Magnard, 2010 (ISBN 978-2-210-54237-2, 25 €).

Jean-Michel Rolando, Patrick Pommier, Marie-Laure Simonin et Martine Koné,

75 enquêtes pour découvrir le monde : Guide du maître,
Magnard, 2005 (n^{le} éd. 2011 annoncée) (ISBN 2-210-52105-X, 20 €).

Jean-Michel Rolando, Patrick Pommier, Jocelyne Nomblot, et Sylvain Combaluzier,

Sciences Cycle 3 : 130 situations pour évaluer et faire progresser les élèves,
Magnard, 2007 (ISBN 978-2-210-54235-8, 55 €).

Les ouvrages destinés aux élèves présentent de nombreuses enquêtes et proposent de nombreux documents iconographiques. Les guides du maître en sont le complément indispensable et fournissent de nombreuses informations tant pratiques que théoriques.

Les auteurs ont par ailleurs réalisé un ouvrage pour le cycle 3 proposant de multiples situations d'évaluation. Nous attendons son petit frère pour le cycle 2 !

Jean-Pierre Astolfi, Brigitte Peterfalvi et Anne Vérin,
Comment les enfants apprennent les sciences ?,
 éd. Retz, 2006 (ISBN 978-2725625898, 20,10 €).

André Giordan et Gérard De Vecchi,
L'Enseignement scientifique : Comment faire pour que "ça marche" ? (Guide pédagogique),
 Delagrave éd., 2002 (ISBN 978-2877201278, 12 €).

Maryline Coquidé-Cantor et André Giordan,
L'Enseignement scientifique et technique à l'école maternelle,
 Delagrave éd., 2002 (ISBN 978-2206086194, 19,20 €).

Ces trois ouvrages proposent à la fois une réflexion didactique sur l'enseignement des sciences et des outils pratiques : pour réfléchir et se lancer.

Dominique Bense, Estelle Blanquet, Pierre Césarini, et David Wilgenbus,
Vivre avec le soleil,
 Hatier, 2009 (ISBN 978-2218936470, 19,50 €).

Cet ouvrage vous propose des séquences clef en main associant éducation à la santé (prévention solaire) et travail sur les ombres.

Le site **www.soleil.info** vous propose de participer à un projet d'éducation à la santé Vivre avec le Soleil : ce travail peut être mené en même temps qu'un travail sur les ombres par exemple. Il est possible de télécharger les séquences clef-en-main adaptées aux cycles 1, 2 et 3 sur le site de La Main à la Pâte (**www.lamap.fr** ; chemin : Accueil > Activités de classe > Ombres, lumière).

Grand N

Une revue publiée par l'IREM de Grenoble, qui traite à la fois de didactique des mathématiques et des sciences expérimentales à l'école et propose de nombreuses idées de mises en œuvre.

Ressources disponibles sur Internet

Le site de *La Main à la Pâte* **www.lamap.fr** propose de nombreux conseils et de nombreuses idées de séquences.

Rédigé par Édith Saltiel, le guide méthodologique *La Démarche d'investigation, comment faire en classe ?* (Accueil > Documentation > Pédagogique > Comment faire ?) fournit aux enseignants qui débutent tout un panel d'idées pratiques et de conseils. Indispensable (et gratuit) !

Le site *Lamap Aube* **www.ac-reims.fr/ia10/lamap/** fournit lui aussi de nombreuses ressources pour la classe et des vidéos qui permettent de se rendre compte des réactions d'élèves aux situations proposées.

Le site technologie de l'IUFM de Montpellier

www.montpellier.iufm.fr/technoprimaire/index7.htm

regorge d'idées de séquences en technologie pour la classe : à visiter !

Le centre de développement pédagogique pour la formation générale en science et technologie de l'Université Laval, au Québec, **www2.cslaval.qc.ca/cdp/pages/** propose de nombreuses animations en ligne. Nos collègues canadiens ont de bien jolies idées.

Vous trouverez les programmes d'enseignement de l'école primaire sur le site

www.education.gouv.fr/bo/2008/hs3/default.htm

et des documents d'accompagnement sur le site ÉDUSCOL

eduscol.education.fr/cid46920/sciences-ecole.html.

Sur le site anglophone **xkcd.com**, vous trouverez de nombreux clins d'œil imaginatifs et pleins d'humour sur la science et ceux qui la font vivre. C'est toujours un régal que de s'y balader.

Quelques sites enfin, utilisés au fil des séquences :

www.granuloscience.com/MatiereEnGrains/index.htm

www.inrs.fr/htm/pictogrammes_pour_la_signalisation_sante_securite.html. **<http://www.spc.ac-aix-marseille.fr/labospc/spip.php?article238>**

www.inspection.gc.ca/francais/fssa/labeti/decisions/colourf.shtml

fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_additifs_alimentaires

vulpestruments.blogspot.com/

chercheursdesons.hautetfort.com/

www.dijon.iufm.fr/spip.php?article265

B/ Ouvrages de vulgarisation scientifique

Jacques Duran,

Sables émouvants. La Physique du sable au quotidien,

Belin, 2003 (ISBN 978-2-701-135-26-7, 23 €).

Jacques Duran nous propose de mettre les mains dans le sable pour mieux comprendre ses propriétés assez inhabituelles.

Pierre-Gilles de Gennes et Jacques Badoz,

Les Objets fragiles,

Pocket, 1999 (ISBN 978-2-266-068-13-0, 6,50 €).

Formidable conteur, le prix Nobel de physique Pierre-Gilles de Gennes nous fait découvrir quelques secrets des bulles de savon et autres objets fragiles.

Richard Feynman,

Vous voulez rire, M. Feynman ! (Surely You're Joking, Mr. Feynman ! Adventures of a Curious Character, 1985)

éd. Odile Jacob, 2000 (ISBN 978-2-738-107-71-8, 29 €).

Un regard séduisant et décalé sur la science, par l'un des grands physiciens du XX^e siècle, pour lequel la démarche d'investigation était plus qu'une méthode : un art de vivre !

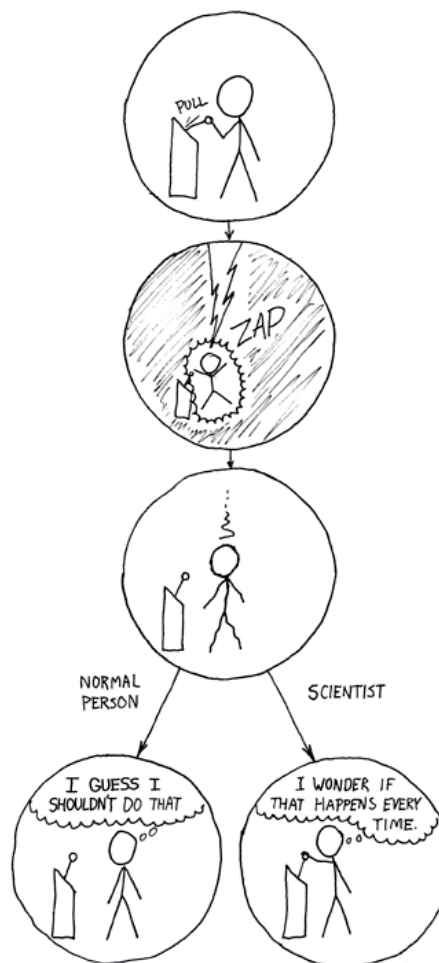
Nicole Ostrowsky,

L'agenda de l'apprenti scientifique,

éd. de La Martinière, 2009

(ISBN 978-273-243-894-8, 17 €).

Cet ouvrage à mettre entre toutes les mains propose de réaliser une activité par jour : une merveilleuse balade à travers les sciences.



LA DIFFÉRENCE

à gauche, une personne normale :

« On dirait qu'il vaut mieux ne pas faire ça. »

à droite, un scientifique :

« Je me demande si cela se produit à chaque fois. »

© xkcd.com

C/ Albums (maternelle)

Le Roman de Renart, illustré par Christian Poslaniec et François Crozat,
Milan, 1997 (ISBN 978-2841134113, 16,50 €) (nouvelle édition janvier 2011, 5,20 €).

Yuichi Kimura et Koshiro Hata,
Bascule,
Didier Jeunesse, 2003 (ISBN 978-2278054718, 11,90 €).

Jean-Pierre Kerlock'h,
Il ne faut pas faire pipi sur son ombre,
Milan, 2002 (ISBN 978-2745927576, 5,40 €).

Olga Lecaye,
L'Ombre de l'ours,
L'École des loisirs, 1997 (ISBN 978-2211055963 5,50 €).

Raphaël Fejtö,
L'Ombre de Zoé,
L'École des loisirs, 2005 (ISBN 978-2211081900, 12,50 €).

Philippe Corentin,
Plouf !,
L'École des loisirs, 1990 (ISBN 978-2211026413, 12 €).

Emmanuelle Advenier et Antoine Guilloppé,
Petit glaçon,
Gautier Languereau, 2008 (ISBN 978-2013913690, 13 €).



Crédits

Cet ouvrage a bénéficié de la contribution directe ou indirecte d'un grand nombre de personnes. Il faudrait pouvoir les citer toutes, mais les formateurs puisent de nombreuses idées de séquences dans un fond commun, que chacun va décliner à sa façon pour l'utiliser dans un objectif parfois très différent de celui d'origine. Celui qui le premier a pensé à allumer le nez de l'ours (électricité) ou à mettre la queue du loup dans l'eau (solidification de l'eau) a fait de nombreux émules. Au fil du temps, il devient difficile de savoir exactement qui est à l'origine d'une expérience ou d'une idée.

Certains emprunts sont plus directs, et je suis heureuse de pouvoir mentionner les créateurs de quelques belles idées pédagogiques. La séquence *Ombres colorées* est ainsi librement inspirée d'une expérience de Cécile de Hosson. Celle *Sur les traces d'Ératosthène* d'un projet collaboratif *La Main à la Pâte*. La fabrication du papier et la petite bête qui monte sont à mettre au crédit de Patrick Russiano. C'est à Frédéric Kapala qu'on doit la belle expérience de dissolution des sucres colorés. Nathalie Fraysse est à l'origine de la séquence sur les solides en grains. C'est à Pascale Mirman et Valérie Gavory que l'on doit la fabrication des boules à neige, qui ravit les plus jeunes. Nathalie Charvy a attiré mon attention sur *Bascule* et enclenché une réflexion plus large sur l'utilisation d'albums jeunesse. Les ateliers maternelle sur les cinq sens ont vu le jour avec la complicité de Nathalie Pinsard, Sylvie Roche et Annick Desbizet. C'est à Olivier Pujols que revient l'idée de massicoter un cahier 24 x 32 pour en faire des cahiers d'expériences.

Certains ouvrages – et des auteurs qui marquent – sont aussi des sources inépuisables d'inspiration. Ceux de Jean-Michel Rolando et Raymond Tavernier en font partie. Il y a bien sûr les collègues formateurs dont on découvre au détour de la toile les idées et la démarche personnelles, mais aussi tout ce qu'on peut avoir en commun : je ne citerai qu'Élisabeth Plé, parmi tant d'autres !

Il y a surtout ceux qui sont en première ligne, tous les collègues enseignants, stagiaires ou titulaires. Les astuces de mise en œuvre proposées dans cet ouvrage, les alertes sur des points délicats sont le résultat de leurs essais, de nos observations communes des élèves et de mille discussions à bâtons rompus. Ils ont nourri les séquences de leur expérience.

Les conseils sur la mise en œuvre de la démarche d'investigation doivent beaucoup à Wynne Harlen, Édith Saltiel et Jean-Michel Rolando, dont je me sens très proche.

L'écrase-biscotte est né de l'observation d'une machine à piler le riz au nord Vietnam, la libellule en carton a ses grandes sœurs en bambou conçues par des artisans vietnamiens et une petite fille indonésienne de Flores serait très étonnée d'apprendre que des enfants français travaillent sur les leviers en la regardant transporter de l'eau !

Remerciements



Je remercie tout d'abord mes étudiants de Nevers et de Nice pour le plaisir que j'ai eu à travailler avec eux [*et tout particulièrement peut-être – mais il faut le dire tout bas – ceux d'entre eux qui vous auront, j'espère, évité quelques chausse-trappes... en nous les indiquant par l'exemple*]. Cet ouvrage n'aurait pas vu le jour sans leurs sollicitations répétées : j'espère qu'il répondra à leurs attentes.

Je remercie tous les collègues en poste dans les écoles qui ont éprouvé l'organisation proposée dans cet ouvrage et ont permis les ajustements nécessaires. Je pense en particulier à Christine Angéli et aux collègues de Saint-Barthélémy, les premiers à s'être lancés ; à Marie-Françoise Grimaldi et à son équipe de Ronchèse, toujours prête à tester de nouvelles idées ; à Gisèle Gallezot et aux collègues de Nice Flore qui ont dit *banco* ! Les marchés des sciences de la circonscription de Cagnes-sur-Mer ont testé la robustesse de la manifestation dans des conditions exceptionnelles (grève, vous avez dit grève ?). Je remercie Gisèle Gallezot, Laurence Pruneaux et Édith Lupi d'avoir bien voulu apporter leur témoignage sur leur mise en œuvre.

L'esprit de *La Main à la Pâte* souffle depuis l'origine sur les jardins niçois. Le souvenir des discussions passionnées avec Édith Saltiel, de la présence chaleureuse d'Yves Quéré et de Roger Maynard, parrains de la manifestation, m'a accompagnée pendant l'écriture.

J'ai également bénéficié des conseils avisés et de la relecture attentive de Gérard Laporte que je remercie pour sa disponibilité, le partage de son expérience et sa gentillesse.

Je remercie le Muséum national d'histoire naturelle qui tous les ans nous permet d'avoir Sophie Mathé avec nous le temps d'un jardin. Un grand merci à la Société Française de Physique, l'association Physique à Nice et aux chercheurs du LPMC qui ont bien voulu consacrer du temps à cette aventure, en particulier Laurent, François, Élisabeth, Nathalie, Wilfried, Jean-Pierre et Nicole.

Qu'ils soient tous assurés de mon amitié.

Enfin, écrire un ouvrage est une aventure éprouvante : Éric Picholle, par son soutien, ses conseils et les nombreuses relectures et améliorations apportées au texte l'a rendue possible. Cet ouvrage lui doit beaucoup, tout comme à mon éditrice Anouk Arnal qui, avec une angélique patience, a répondu favorablement à un nombre considérable de demandes de modifications en tous genres.

L'IUFM m'a accordé la confiance sans laquelle rien de cela n'aurait pu se réaliser. Service de communication, intendance, personnel technique, administratif et pédagogique du centre Stephen Liégeard, tous se sont mobilisés souvent bien au-delà de leurs attributions normales pour que chaque manifestation soit une réussite. C'est à Dominique de Lastens que je dois d'avoir pu bénéficier du soutien d'Émilie Caboché et d'Isabelle Smith qui ont accompagné les manifestations avec enthousiasme et sans compter leurs heures. Le soutien financier de l'IUFM a aussi permis la concrétisation de cet ouvrage : je remercie toutes les personnes qui ont rendu la chose possible, avec une pensée particulière pour Hubert Goudineau.

Enfin, toute cette aventure n'aurait pu être sans la bienveillance de l'Inspection Académique des Alpes-Maritimes. Je remercie une fois encore M. Philippe Jourdan pour sa présence fidèle sur la manifestation.

Crédits iconographiques

Photo de couverture : Patrick Leriget, © Municipalité de Nevers

Photographies : Préface 1 : © C. Taverna ; Préface 2 & 3, I-1-1, 2, 5 & 6, I-6-1, 2 & 3, I-10-2 & 3, Album 12 & 13, M-05-1 : © L. Nélis ; I-1-3 & 4 : © Ch. Angeli ; E-04-2 & 3, E-10-1 & 2, E-11-1 & 2, E-15-1 & 2, E-16-2 & 3, E-17-1, 4 à 6, E-19-1 & 2, E-23-3 à 7, E-24-2 à 4, M-01-1 à 3, M-02-1, M-03-2 à 7, M-04-1 à 10, M-06-1 & 2 : © V. Sorio ; Avant-propos, E-06-1 & 2, E-18-2 à 6, E-21-2, E-22-1, M-06-3, M-08-16, M-12-1 & 2, M-15-1, 5 & 6, M-16-3 : © IUFM de Nice ; E-03-1 & 2 : © F. C. Brunei ; E-04-1 & 3, M-13-3 & 4 : © P. Vernisse ; E-07-1, 3 à 5, E-16-6, E-20-1, M2-2, M-08-1, 5, 6, 17 & 18, M-10-1 à 6, M-12-3, M-16-1, III-4-1 : © É. Caboche ; E-22 : © O. Pujols ; E-23-1 & 2 : © P. Russiano ; M-08-8 à 16 : © J.-F. Consigli ; E-07-2, E-08-1 à 3, 8 & 10, E-17-2 & 3, M-05-2, M-12-4, M-15-2 à 4, III-4-2 & 3 : © IUFM de Nevers ; E-08-4 à 7 & 9 : © Circonscription Cagnes-sur-mer ; M-10-7 : © I.A. Thonon-les-bains ; 4^e de couv. : 4C-1 : © É. Picholle ; 4C-3 : © Recsam, avec leur aimable autorisation.

I-1-7 : © Nice Matin (cit.)

E-03-2 : © Quark67, 2006 (lic. *Creative commons*, source Wiki Commons)

E-13-8 : © Montrealais, 2004 (lic. *Creative commons*, source Wiki Commons)

Toutes les autres photographies sont © E. Blanquet.

Les planches humoristiques utilisées en E-21 et A-3 sont © xkcd.com 2009 (licence utilisation pédagogique).

Les trames de fond de la couverture sont conçues et distribuées par le site <http://backgrounds.mysitemyway.com/> ; les icônes sont issues du site : <http://icons.mysitemyway.com/>