



ÉVALUATION EXTERNE NON CERTIFICATIVE 2015
ÉVEIL – INITIATION SCIENTIFIQUE

PISTES DIDACTIQUES

3^e ANNÉE DE L'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE

BIOLOGIE
CHIMIE PHYSIQUE
SCIENCE
CORPS HUMAIN PUR
BIOLOGIE
ÉVAPORATION EXPÉRIENCE
CHIMIE PHYSIQUE
AIR INTÉSTIN CŒUR ALVÉOLE
MÉLANGE CORPS PUR
NERVEUX NUTRIMENT DIOXYDE
EXPÉRIENCE LABORATOIRE
SOLUBILITÉ ÉBULLITION
VEINE ARTERE
MUSCLE ALIMENTS SCIENCES CHIMIE PHYSIQUE CORPS HUMAIN BIOLOGIE MÉLANGE CORPS PUR CHLOROFORME DÉCANTATION
ÉVAPORATION EXPÉRIENCE LABORATOIRE CIRCULATION POUMON SANG AIR INTÉSTIN CŒUR ALVÉOLE CAPILLAIRE VEINE ARTERE
CŒSOPHAGE LIQUIDE SOLIDE GAZ SYSTÈME NERVEUX NUTRIMENT DIOXYDE OXYGÈNE CARBONE ORGANES DIGESTION HOMO
HÉTÉROGÈNE MASSE S
DÉCHET MUSCLE ALIMENTS SCIENCES BIOLOGIE CHIMIE PHYSIQUE CORPS HUMAIN MÉLANGE CORPS PUR CHLOROFORME
NUTRIMENT DIOXYDE OXYGÈNE CARBONE ORGANES DIGESTION HOMO
DÉCANTATION ÉVAPORATION EXPÉRIENCE LABORATOIRE CIRCULATION POUMON SANG AIR INTÉSTIN CŒUR ALVÉOLE CAPILLAIRE
ARTÈRE CŒSOPHAGE LIQUIDE SOLIDE GAZ SYSTÈME NERVEUX NUTRIMENT DIOXYDE OXYGÈNE CARBONE ORGANES DIGESTION HOMO
HÉTÉROGÈNE MASSE SOLUBILITÉ ÉBULLITION HYDROGÈNE CARBONIQUE ÉTHANOL DIAPHRAGME SOUELETTE DÉMARCHÉ SCIENTIFIQUE
DÉCHET MUSCLE ALIMENTS SCIENCES BIOLOGIE CHIMIE PHYSIQUE CORPS HUMAIN MÉLANGE CORPS PUR CHLOROFORME
CAPILLAIRE VEINE ARTERE CŒSOPHAGE LIQUIDE SOLIDE GAZ SYSTÈME NERVEUX NUTRIMENT DIOXYDE OXYGÈNE CARBONE ORGANES DIGESTION HOMO
DÉCANTATION ÉVAPORATION EXPÉRIENCE LABORATOIRE CIRCULATION POUMON SANG AIR INTÉSTIN CŒUR ALVÉOLE CAPILLAIRE
VEINE ARTERE CŒSOPHAGE LIQUIDE SOLIDE GAZ SYSTÈME NERVEUX NUTRIMENT DIOXYDE OXYGÈNE CARBONE ORGANES DIGESTION HOMO
SOUELETTE
DÉCHET MUSCLE ALIMENTS SCIENCES BIOLOGIE CHIMIE PHYSIQUE CORPS HUMAIN MÉLANGE CORPS PUR CHLOROFORME
HOMOGENE HETEROGENE MASSE SOLUBILITE EBULLITION HYDROGENE CARBONIQUE ETHANOL DIAPHRAGME SOUELETTE DEMARCHE SCIENTIFIQUE
ALIMENTS SCIENCES BIOLOGIE CHIMIE PHYSIQUE CORPS HUMAIN

SOMMAIRE

Introduction.....	5
1. Retour sur l'épreuve.....	7
1.1. Fiche 1 : La construction et la vérification d'une hypothèse	8
1.2. Fiche 2 : La schématisation.....	11
1.3. Fiche 3 : L'utilisation des unités.....	20
1.4. Fiche 4 : L'inférence	25
2. La flottaison	30
2.1. Cadre théorique.....	30
2.2. Séquence d'apprentissage	33
2.3. Ressources et bibliographie	53
3. La chaleur.....	54
3.1. Cadre théorique.....	54
3.2. Séquence d'apprentissage	59
3.3. Ressources et bibliographie	72

Ce document de pistes didactiques a été élaboré par le groupe de travail chargé de la conception de l'évaluation externe non certificative en éveil scientifique en 3^e année primaire :

Charlotte ALEXANDRE, attachée au Service général du Pilotage du Système éducatif ;

Marine ANDRÉ & Mercedes AVIGNON, chercheuses au Service d'Analyse des Systèmes et Pratiques d'Enseignement à l'ULg ;

Brigitte BORCY, conseillère pédagogique ;

Frédéric DE PLASSE, inspecteur ;

Jean-Pierre DEGAYE, inspecteur ;

Michèle ÉLOY, conseillère pédagogique ;

Véronique FRÈRE, conseillère pédagogique ;

Pascal LELOUP, enseignant ;

Anne-Marie LEMOINE, conseillère pédagogique ;

Laurence LEROY, enseignante ;

Frédéric MOYSON, enseignant ;

Nathalie NOËL, enseignante ;

Sarah ORY, inspectrice ;

Jorge ROZADA, conseiller pédagogique ;

Sébastien SEYNAEVE, inspecteur ;

Françoise SLEYPENN, enseignante ;

Nathalie VAN PELT, enseignante.

INTRODUCTION

“Dans les sciences, le chemin est plus important que le but. Les sciences n’ont pas de fin.” Erwin Chargaff

L’enseignement des sciences va au-delà de la vision empiriste, marquée par une démarche hypothético-déductive, qui est habituellement véhiculée dans le monde enseignant. Cette vision où l’activité scientifique part des résultats expérimentaux pour en tirer des théories est aujourd’hui discutée car les données expérimentales ne peuvent jamais prouver une théorie, elles peuvent tout au plus la réfuter (Popper, 1973). Comme le dit Henri Poincaré : *« On fait des sciences avec des faits comme on fait une maison avec des pierres : mais une accumulation de faits n’est pas plus une science qu’un tas de pierres n’est une maison »*. Souvent réduite à la pratique de l’expérimentation, aux manipulations et à l’observation, l’activité scientifique vécue par les élèves dans les classes en donne une image incomplète où l’enseignant a l’impression qu’ils sont actifs.

L’enseignement des sciences et la démarche qui l’accompagne doivent s’inscrire dans une vision constructiviste de l’enseignement et de la science où le développement et la construction d’idées explicatives sont nourris par l’observation et l’expérimentation ; où la prise en compte des conceptions est importante et permet de les développer, les partager et les confronter et où les activités langagières variées ont une place de choix. La classe doit être envisagée comme une communauté discursive¹. Un travail sur le rapport au savoir scientifique doit être mené dans les classes pour que les élèves le conçoivent comme une construction progressive et non comme un élément figé qu’il s’agirait de découvrir. C’est dans cette optique que sont développées les pistes didactiques que vous tenez entre les mains.

L’épreuve soumise aux élèves de troisième année primaire en octobre 2015 a révélé certaines lacunes concernant la démarche scientifique. L’observation ainsi que la conception de dispositifs expérimentaux, la construction et la vérification d’hypothèses, la structuration des résultats sont autant de points qui doivent être davantage travaillés. L’épreuve nous montre également que les élèves réalisent aisément une lecture ou un repérage dans des documents tels que les schémas et les graphiques, cependant ils ne peuvent mener des observations ou des analyses de ceux-ci dans leur globalité. De même, ils ne peuvent réaliser des inférences ou des mises en lien du résultat de ces observations avec leurs connaissances personnelles.

Les réponses données aux questions ouvertes montrent que les élèves sont peu habitués aux activités utilisant l’oral et l’écrit comme outil de structuration de la pensée. Ce constat correspond aux pratiques déclarées par les enseignants dans le questionnaire de contexte. Les élèves sont le plus souvent confrontés à des activités leur demandant de recopier ce qui est au tableau ou de répondre à des tests écrits.

¹ Communauté dont le but est l’élaboration de connaissances au travers de discussions et d’échanges entre ses membres.

Contrairement à l'épreuve ayant une vocation d'évaluation à large échelle, ces pistes didactiques s'inscrivent dans une démarche d'apprentissage et prennent racine dans les difficultés identifiées.

La première partie de ces pistes didactiques présente quatre fiches thématiques qui permettent d'aborder la matière en proposant des portes d'entrée didactiques au départ d'items moins bien réussis. Ces fiches n'ont pas pour vocation d'amener à travailler ces points problématiques sous forme d'exercisation répétitive mais plutôt de donner des idées d'activités à intégrer dans vos séquences habituelles pour que les élèves deviennent compétents dans ces savoirs et savoir-faire.

Les deux autres parties sont des séquences d'apprentissage significatives qui regroupent une série d'activités à nuancer et à adapter à vos élèves et à leurs difficultés. Elles ne sont pas figées, elles peuvent être intégrées dans un projet plus large. Les activités proposées, bien que courtes, s'inscrivent dans la continuité d'une séquence d'apprentissage, elles doivent donc être mises en place de manière à ne pas être trop éloignées temporellement les unes des autres. Ces séquences portent sur les thèmes de la flottaison et de la chaleur. Ces thématiques ne sont pas innovantes mais elles ont l'intérêt d'être connues. L'ambition de ces pistes est plutôt de proposer une exploitation différente où l'élève tient une place centrale comme acteur de son apprentissage et où la démarche d'investigation scientifique est le fil conducteur. La conception de ces séquences permet de travailler des axes didactiques identifiés comme posant des difficultés aux enseignants dans le questionnaire de contexte. Cette orientation vers des thématiques liées à la science physique est aussi guidée par le constat que cette branche est celle qui met le plus en difficulté les enseignants du primaire.

Comme toute activité conduite en classe, les activités scientifiques demandent à l'enseignant une préparation, une réflexion sur l'objet à enseigner. Une technique intéressante est l'utilisation de la carte conceptuelle construite autour d'un thème ou d'une notion. Sa création permet de « *cerner la connaissance et la compréhension que l'on a des phénomènes envisagés ; de prendre connaissance de ses propres conceptions ; d'explicitier les liens entre les notions [...] ; de se questionner et ainsi préciser ou accroître sa connaissance du sujet.* » (Giot & Quittre, 2006, p. 21). Chacune des deux séquences d'apprentissage est complétée d'un rappel théorique présentant la matière et d'un exemple de carte conceptuelle permettant de saisir en un coup d'œil l'ensemble des notions relatives aux thématiques dont une partie seulement est développée dans ces pistes didactiques.

Le temps consacré à l'enseignement des sciences dans les classes de l'enseignement primaire est souvent réduit. Le programme étant dense, les enseignants préfèrent consacrer du temps à d'autres disciplines. Ces pistes didactiques sont aussi l'occasion de vous rappeler que l'enseignement des sciences peut intégrer le travail de savoir-faire et de savoirs issus d'autres disciplines comme le français, les mathématiques ou encore l'éveil historique et géographique.

1. RETOUR SUR L'ÉPREUVE

Cette partie a pour but de réaliser des focus didactiques sur des items qui ont posé des difficultés aux élèves lors de l'épreuve, à savoir les items 1, 3, 14, 15, 29, 34 à 38, 41 et 44.

Pour rappel, ces questions évaluaient les compétences suivantes.

- C3 : *Dans le cadre d'une énigme, agencer les indices en vue de formuler au moins une question, une supposition ou une hypothèse* (item 29 : 50%, item 41 : 48%).
- C11 : *Repérer et noter correctement une information issue d'un schéma, d'un croquis, d'une photo ou d'un document audiovisuel* (item 1 : 47% de réussite, item 3 : 30% et items 34 à 38 : 44% à 70%) ;
- C8 : *Exprimer le résultat des mesures en précisant l'unité choisie, familière et/ou conventionnelle et l'encadrement. Distinguer la grandeur repérée ou mesurée, de sa valeur et de l'unité dans laquelle elle s'exprime par son symbole* (item 14 : 49%, item 15 : 48%).

Les items 1 (47%), 34 à 38 (44 à 70%), et 44 (43%) demandaient aux élèves de réaliser des inférences.

L'intention de ces fiches est de vous donner des clés pour amener vos élèves à maîtriser certaines compétences plutôt que d'indiquer comment réussir ces questions lors de la prochaine épreuve. Ces différentes fiches thématiques réalisent donc un focus sur certaines compétences difficilement atteintes par les élèves. Travaillant des savoir-faire ou compétences particulières, elles ne sont donc en aucun cas à exploiter telles quelles, il s'agit plutôt d'insérer leur contenu dans vos séquences de travail habituelles, afin de les incorporer dans les thématiques abordées couramment en classe.

Cette partie se structure de la manière suivante :

- Fiche 1 : la construction et vérification d'une hypothèse
- Fiche 2 : la schématisation
- Fiche 3 : l'utilisation des unités
- Fiche 4 : l'inférence

Chaque fiche thématique est composée d'une parenthèse théorique explicitant les concepts travaillés ainsi que d'exemples d'activités ou de parties d'activités. Les items concernés et les compétences ciblées sont également rappelés en début de fiche.

1.1. La construction et la vérification d'une hypothèse

FICHE 1

Étape de la démarche : *Appréhender une réalité complexe.*

Compétences :

C1 – Formuler des questions à partir de l'observation d'un phénomène, d'une information médiatisée, d'un événement fortuit... pour préciser une énigme à résoudre.

C2 – L'énigme étant posée, rechercher et identifier des indices (facteurs, paramètres...) susceptibles d'influencer la situation envisagée.

C2 – Sortir du contexte de l'énigme et faire appel à d'autres domaines du savoir.

C3 – Dans le cadre d'une énigme, agencer les indices en vue de formuler au moins une question, une supposition ou une hypothèse.

C3 – Proposer au moins une piste de résolution possible.

C4 – Différencier les faits établis des hypothèses de travail, des réactions affectives et des jugements de valeur.

Remarque : la construction et la vérification d'hypothèses peut donner lieu à des activités qui développent des **compétences de français**.

Items concernés : items 29 et 41

1.1.1. Retour sur la théorie

Une hypothèse tente d'expliquer un phénomène observé. Il s'agit donc de la phase créatrice de la démarche scientifique où sont imaginées les éventuelles relations qui pourraient exister entre des variables. De telles relations ne peuvent être élaborées qu'à partir de connaissances préalables sur le sujet d'investigation : meilleures sont les connaissances sur un sujet, plus réaliste sera l'hypothèse.

Cependant, une explication ne peut être une hypothèse qu'à condition de **pouvoir être vérifiable** expérimentalement. Ainsi, lorsque des élèves élaborent une hypothèse et doivent la tester, il importe de veiller aux aspects suivants :

- elle doit présenter un **lien avec la question de départ** ;
- elle doit être **objective** : indépendante de toute impression, croyance, sentiment ou jugement de valeur ;
- elle doit faire **varier un seul critère** à la fois ;
- la notion soulevée par l'hypothèse doit pouvoir être accessible aux élèves en fonction de leur **âge**.

Certains questionnements émis par les élèves ne peuvent être investigués car les scientifiques n'ont pas de réponse à cette question. Le reconnaître participe à la représentation de la science que se font les élèves. En effet, il s'agira de leur montrer que la science se construit au fur et à mesure des questionnements.

En classe, il conviendra de **distinguer les hypothèses des questionnements** avec les élèves. Voici un exemple.

À l'école de Siansenvret, les élèves ont aménagé un jardin potager et y font pousser toutes sortes de légumes. Ils sont très étonnés de voir qu'il y a souvent des abeilles sur les fleurs de courgettes, alors qu'il n'y en a presque jamais sur les fleurs des fraisiers dans le bac juste à côté.

Différentes idées émises par des enfants pour essayer d'expliquer cette énigme.

A – *Les abeilles savent qu'il faut aller sur les fleurs de courgettes et pas sur celles des fraisiers.*

→ Idée subjective : l'idée de l'apprentissage est une réaction affective associée au vécu de l'élève.

B – *Les abeilles vont sur les fleurs qui ont une odeur. Elles vont moins sur celles qui ne sentent pas.*

→ Cette idée est subjective : la notion « avoir une odeur » dépend de la sensibilité du sens de l'odorat, donc des impressions de tout un chacun. Et c'est encore plus vrai entre des espèces différentes.

E – *Les grosses abeilles volent moins loin que les petites abeilles.*

→ Idée sans relation avec la question de départ : la distance n'intervient en rien dans la question et les fleurs sont absentes de cette idée.

D – *Les abeilles sont plus attirées par les fleurs sucrées que par celles qui le sont moins.*

→ Idée objective, variation d'un seul critère. Mais la réponse donnée à cette question par les scientifiques n'est pas accessible pour des élèves de cet âge : de nombreux travaux ont montré que les sucres n'ont pas tous la même attractivité pour les abeilles. Or pour les élèves, il n'existe qu'un seul sucre : celui utilisé en cuisine.

E – *Les abeilles préfèrent les belles fleurs et je trouve les fleurs de courgettes très belles.*

→ Cette idée fait appel à la beauté des fleurs, ce qui est un critère subjectif. Ce n'est donc pas une hypothèse.

F – *Les abeilles vont plus sur les grandes fleurs et moins sur les petites fleurs.*

→ Idée objective, variation d'un seul critère. Notion accessible aux élèves, investigable par eux. Cette idée est donc une hypothèse.

Bibliographie

- Giot, B. & Quittre, V. (2006). Chapitre VII : Oser poser des questions : une clé indispensable pour l'apprentissage scientifique. In Les activités scientifiques en classes de 3^e et 4^e années primaires (pp 64-67). Bruxelles : EVMprint.

1.1.2. Suggestions d'activités

Pour rappel, ces suggestions ne sont que des fragments d'activités qui sont destinés à être insérés dans une séquence d'apprentissage.

Activité 1 : Quelle hypothèse ? Quelle expérience ?

Au départ des fiches élèves « Quelle hypothèse ? Quelle expérience ? » (page n°74 de ce document) les élèves sont amenés à réfléchir sur la conception d'un dispositif expérimental en fonction de l'hypothèse qui doit être vérifiée.

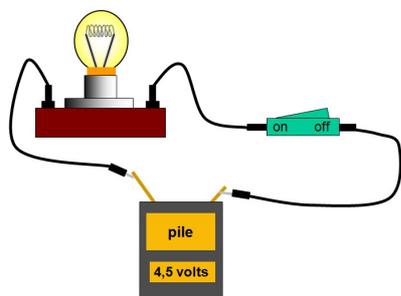
Cette activité permet de déterminer théoriquement comment tester une hypothèse.

Activité 2 : Comment allumer l'ampoule ?

Dans le cadre d'un cours sur les circuits électriques, la situation de départ suivante est proposée aux élèves :

« *Un morceau de câble électrique est à remplacer, mais il n'y en a plus dans la boîte à outils. Quels sont les matériaux disponibles qui vont permettre d'allumer l'ampoule ?* »

Voici un exemple de dispositif à mettre en place pour tester les hypothèses :



Veillez à ne pas utiliser une batterie ayant un voltage trop important pour ne pas exposer vos élèves à un risque d'électrocution.

Le but de ce type d'activité est de faire prendre conscience aux élèves que lors de la vérification d'une hypothèse, **seul un critère peut être testé**.

L'hypothèse de travail est alors la suivante :

« *Certains matériaux vont permettre d'allumer l'ampoule, d'autres non* ».

Le matériel mis à disposition des élèves peut être aussi varié qu'une latte de 30cm en plastique, une cuillère à café entièrement métallique^{2*}, règle métallique*, un bic, un trombone, un élastique, une pièce d'1€, une cartouche d'encre (plastique), un lacet en tissu, un pansement, une craie, etc.

Les résultats peuvent être structurés via un tableau à deux colonnes (ampoule allumée/ampoule éteinte) ou à double entrée, permettant par la suite de développer les notions « conducteur » et « isolant » électriques.

² Veillez à choisir des métaux conducteurs et des métaux isolants.

1.2. La schématisation

FICHE 2

Étape de la démarche : *Récolter des informations par la recherche documentaire et la consultation de personnes ressources.*

Compétence : C11 - (dé)coder un document.

Remarque : travailler la schématisation peut donner lieu à des activités qui développent des **compétences de français**.

Items concernés : items 1, 3 et 34 à 38

1.2.1. Retour sur la théorie

Qu'est-ce qu'un schéma ?

Les schémas sont utilisés pour représenter un objet ou un processus qu'il soit réel ou abstrait. Ils permettent d'en simplifier la représentation et d'en généraliser les caractéristiques. Ainsi, en fonction du but recherché, le schéma est utilisé pour :

- représenter tous les éléments essentiels sur un même espace (**fonction synoptique**) ;
- appréhender, d'une seule vue, un ensemble de caractéristiques et de relations (**fonction d'économie cognitive**) ;
- anticiper le réel (**fonction de raisonnement**).

Quelle que soit la fonction visée par le schéma, il existe trois modes de représentation, ou types de schéma (Evrard & Amory, 2015) :

- Le type **narratif** : ce type de schéma représente une relation transitoire entre ses éléments (dans le temps ou l'espace). Il s'agit des cycles.
- Le type **conceptuel** : les relations entre les éléments du schéma sont fixes. Il s'agit des schémas analytiques (décrivant un objet), des schémas de classement (organigrammes) et des schémas symboliques (représentant un processus abstrait, comme un circuit électrique).
- Le type **mixte** : ce type de schéma mélange les deux représentations précédentes. Par exemple : la description des circuits de refroidissement d'une centrale nucléaire et de leur fonctionnement.

Quelles difficultés peuvent rencontrer les élèves ?

Un même schéma peut présenter **différents niveaux de lecture** en fonction de sa complexité.

Le premier niveau de lecture permettra de prendre connaissance d'informations explicites qui, dans un deuxième niveau de lecture, seront mises en relation avec d'autres éléments afin d'en inférer une nouvelle compréhension. Le troisième niveau de lecture est une étape d'interprétation, d'intégration et de construction de nouvelles connaissances apportées par le schéma.

Ainsi, rien que la lecture du schéma peut être source de difficultés pour l'élève. D'autant plus que chaque schéma possède sa propre symbolique. C'est pourquoi il est important de proposer aux élèves des activités centrées sur les schémas, leur décodage et leur construction.

Avant d'entamer le processus de décryptage avec ses élèves, l'enseignant-e doit avoir conscience des risques liés à leur utilisation :

- les schémas ne sont qu'une **représentation appauvrie, généralisée et simplifiée** du réel. Ils ne peuvent donc en aucun cas être considérés comme une représentation fidèle de la réalité ou comme un modèle absolu. Il s'agit en réalité d'un **outil de pensée** ;
- les **connaissances et conceptions préalables** du lecteur (enseignant-e ou élève) ont une influence non négligeable sur le décodage du schéma ;
- un schéma ne devient une aide pour les élèves qu'à la condition qu'il ait été décrypté et/ou travaillé avec eux. Dans le cas contraire, il peut être **source de confusion**.

À cela viennent s'ajouter les difficultés liées aux **spécificités des schémas**.

Dans le cadre de ces pistes, seules les spécificités les plus courantes des schémas de type narratif (cycles) sont abordées.

- La **polysémie des symboles** est une des principales difficultés associées aux cycles, comme l'utilisation de flèches semblables qui n'ont pas toujours la même signification. Désignent-elles un lieu, un processus, un passage dans le temps, le passage d'un objet microscopique à son agrandissement, etc. ? Autant de points à détailler avec les élèves !
- L'**arrangement spatial** des éléments peut avoir un impact sur la compréhension des schémas. Les cycles sont des schémas de circulation, de mouvement. Mais ce mouvement s'effectue-t-il dans le temps, dans l'espace ou dans les deux ? Ces points sont aussi à mettre en évidence lors de la préparation du décryptage et à expliciter lors du décodage lui-même.

- La **présence d'éléments verbaux** dans les schémas est souvent destinée à la clarification de certains concepts (comme dans une légende) ou de certaines étapes du processus. Cependant, que ce soit le titre ou la légende, les élèves semblent ne pas les lire systématiquement, alors qu'il s'agit de la première étape de la compréhension d'un schéma. De plus, dans certains schémas, la signification d'un cadre n'a rien à voir avec son emplacement sur l'image de fond, induisant une confusion chez l'élève. Enfin, toutes les annotations n'ont pas la même valeur : certaines sont des éléments essentiels à la compréhension, alors que d'autres ne sont présents qu'à titre indicatif ou exemplatif.

Pour aider les élèves...

La première étape pour aider les élèves est évidemment de les confronter régulièrement aux schémas et à leurs spécificités, de les entraîner à les décoder et à les lire avec un niveau de difficulté ou d'abstraction qui augmente graduellement.

Pour aider les élèves à décoder les informations implicites des schémas, une méthode efficace est de les encourager, par un accompagnement adapté, à verbaliser ce qu'ils voient/comprennent et de les pousser à expliciter eux-mêmes ce qui est implicite que ce soit sur un schéma fourni, sur un schéma construit ou sur un schéma qu'ils ont complété.

Bibliographie
<ul style="list-style-type: none"> • Giot, B. & Quittre, V. (2006). Chapitre VI : Lire les représentations graphiques scientifiques : dessins, images, schémas. In Les activités scientifiques en classes de 3^e et 4^e années primaires (pp 53-60). Bruxelles : EVMprint. • Giot, B. & Demonty, I. (2009). Chapitre 3 : Les schémas : approche spécifique. In Les activités scientifiques en classes de 5^e et 6^e années primaires (pp 43 – 52). Bruxelles : EVMprint. • Evrard, T. & Amory, B. (2015). La lecture et l'interprétation des schémas scientifiques. In Les modèles. Des incontournables pour enseigner les sciences (pp 113-134). Belgique : De Boeck.

1.2.2. Suggestions d'activités

Activité 1 : Le chemin de l'eau³

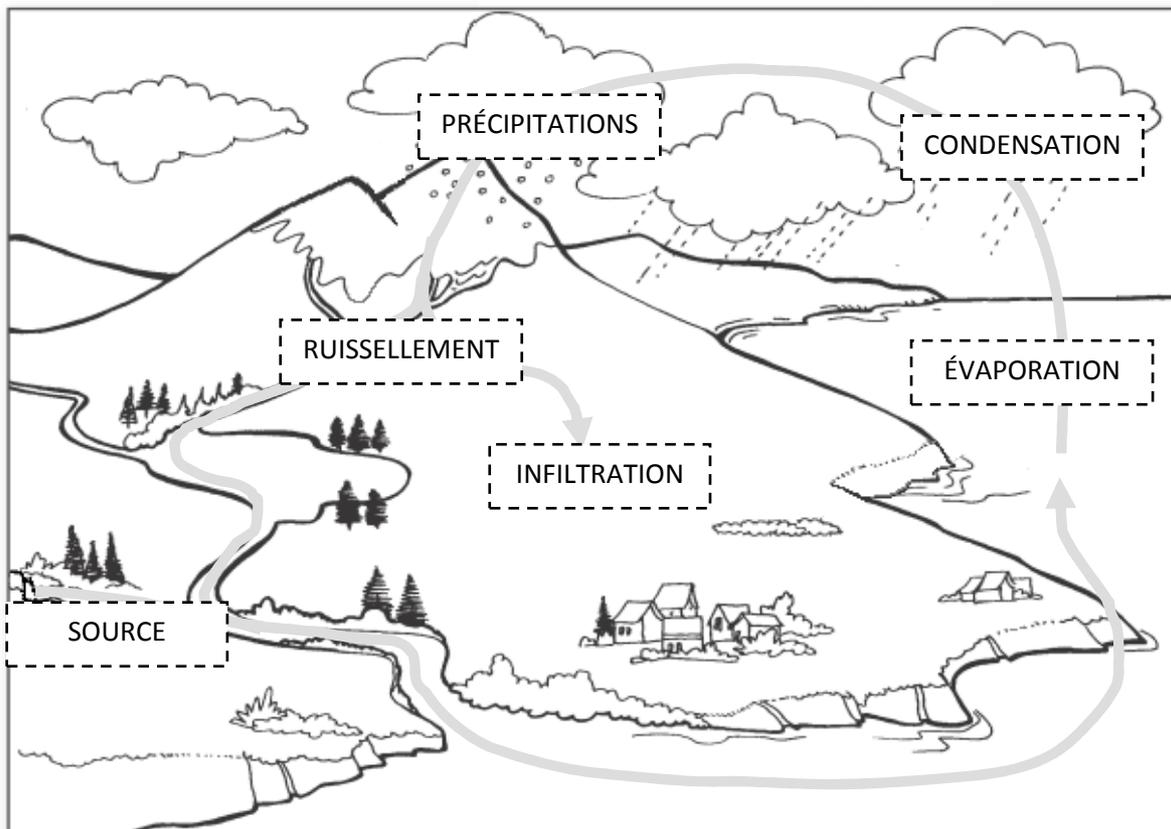
1. Au départ de la fiche élève « Le chemin de l'eau » (page n°16), les élèves doivent, individuellement, dessiner le trajet de l'eau et le verbaliser par un texte.
2. Par groupes de 2 ou 3, les élèves confrontent leur écrit. Dans un premier temps, ils s'expriment librement. Dans un deuxième temps, leur discussion est guidée

³ Cette activité est en lien avec les items 1 et 3 de l'épreuve.

par une série de questions destinées à relever les points communs et les différences à propos du contenu et de la forme de leur schéma.

- Le trajet de l'eau passe-t-il par les mêmes lieux ?
- Les trajets commencent-ils au même endroit ?
- Les trajets ont-ils une forme qui se ressemble ?
- Certains trajets passent-ils plusieurs fois par le même point ?

Exemple de cycle attendu



Remarque : il convient que les élèves soient informés que l'évaporation se produit partout et pas seulement au-dessus de la mer.

Si lors de cette mise en commun, il ressort qu'il manque des étapes figurant sur le schéma final attendu, l'enseignant-e peut montrer une photo de l'étape manquante et demander aux élèves où ils la placeraient sur le paysage.

3. Une synthèse des découvertes des élèves est réalisée collectivement et notée au tableau. L'enseignant-e reprend dans deux colonnes les points communs et les différences évoqués dans les questions données aux élèves.

C'est lors de cette étape que les élèves reviennent sur la notion de cycle et en définissent les caractéristiques :

- un cycle n'a **ni début ni fin**. Sa lecture peut donc commencer à n'importe quel endroit ;
 - un cycle a un **sens**. Même si on peut commencer sa lecture à n'importe quel point, il faut suivre le sens des flèches pour que « l'histoire » racontée par le cycle soit logique ;
 - les cycles ont une forme généralement **circulaire** ;
 - l'histoire d'un cycle **se répète à l'infini**. Un cycle ne se termine jamais. Une fois qu'il a effectué toutes les étapes, il repasse par chacune d'elles, encore et encore ;
 - les **flèches** ont une **signification**. Il est important de comprendre que la signification peut varier d'une flèche à l'autre, sans que la flèche (sa représentation) soit différente.
4. Par groupes de 2 ou 3, les élèves doivent relier les phrases⁴ de leur texte produit sur la fiche élève « Le chemin de l'eau » avec des phrases à caractère scientifique fournies dans la fiche « Langage scientifique » (page n°17).
5. Au départ de l'image du paysage vierge et par groupe de 2 ou 3 maximum, les élèves doivent à nouveau construire un schéma complet en y plaçant judicieusement les nouveaux mots appris lors de l'exercice d'association de phrases.

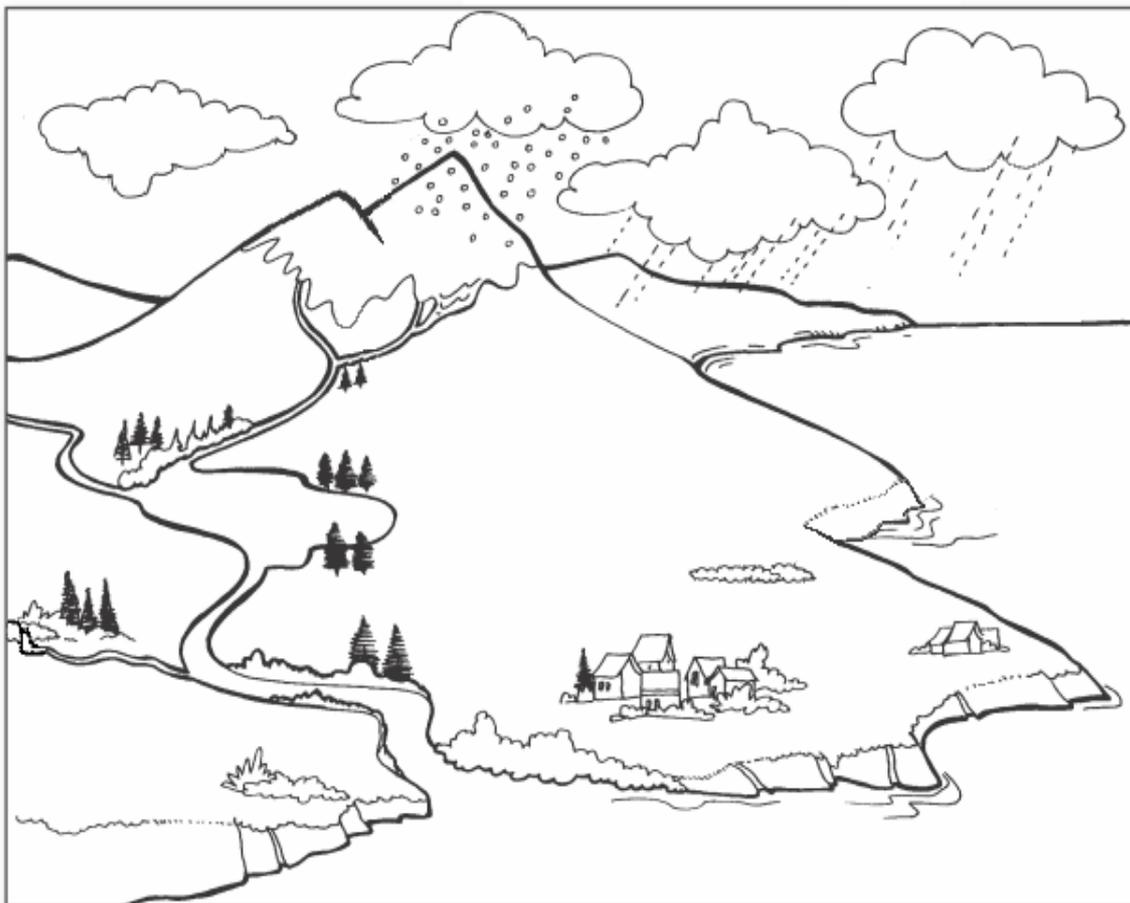
Pour aller plus loin...

- Proposer aux élèves la même activité avec des paysages qui leur sont moins habituels, comme une forêt tropicale.
- Demander aux élèves de trouver d'autres exemples de changements d'états de l'eau dans la vie de tous les jours.
Exemples : marqueur qui sèche si on ne le referme pas, linge qui sèche au soleil, buée qui se forme dans la salle de bains, etc.
- Vivre des activités sur le thème de la météo.
 - rédiger et/ou présenter oralement un bulletin météorologique en utilisant une liste de vocabulaire spécifique ;
 - communiquer les prévisions météorologiques aux valves de l'école pour le jour d'un évènement précis ;
 - communiquer la synthèse des conditions météorologiques d'une semaine, d'un mois... sous forme d'un tableau ou d'un graphique.

⁴ Ces phrases peuvent être relevées par l'enseignant-e lors de l'étape 1 et préparées pour une prochaine séance si l'activité n'est pas effectuée en un seul tenant. Elles peuvent également être reprises lors de la synthèse au tableau, et recopiées par les élèves dans les emplacements prévus à cet effet.

Le chemin de l'eau

Dessine le chemin de l'eau puis écris-le avec des mots.



A large rounded rectangular box containing ten horizontal dotted lines for writing.

Langage scientifique

Nos phrases

...à relier à ...

Phrases à caractère scientifique

•

•

Quand l'eau retombe au sol sous forme de neige, de grêle ou de pluie, cela s'appelle des **précipitations**.

•

•

La **condensation**, c'est la transformation de la vapeur d'eau en petites gouttes d'eau liquide.

•

•

L'eau stockée dans le sol ressort aux **sources**. On dit qu'elle jaillit du sol.

•

•

Quand l'eau s'écoule pour rejoindre les rivières, c'est ce qui s'appelle le **ruissellement**.

•

•

Quand il fait chaud, l'eau liquide devient de la vapeur d'eau. C'est ce qu'on appelle **l'évaporation**.

•

•

Parfois, l'eau qui coule rentre dans le sol, c'est **l'infiltration**.

Activité 2 : Réutilisation et recyclage du verre⁵

1. Au départ du texte suivant, les élèves soulignent, individuellement, les mots qui leur semblent importants pour dessiner le cycle du recyclage du verre.

Chaque semaine, Maxime est chargé d'aller aux bulles à verre pour y jeter les déchets de sa famille, mais il doit faire attention : il y a une bulle blanche pour les verres transparents et une bulle verte pour les verres colorés !

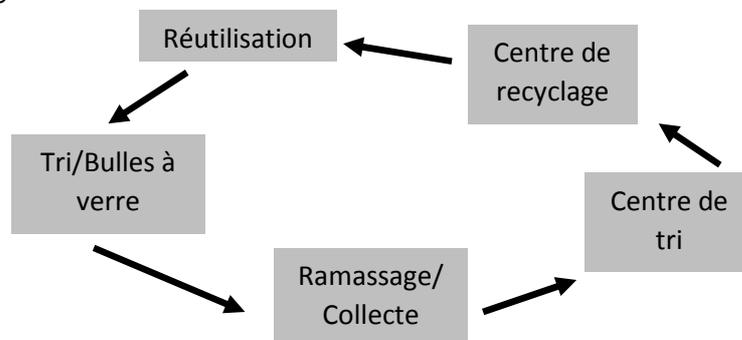
Une fois par mois, le contenu des bulles à verre est collecté par les éboueurs.

Le camion poubelle apporte le contenu de sa benne dans un centre de tri où l'on retire les étiquettes et les capsules et où l'on vérifie que Maxime ne s'est pas trompé de bulle à verre !

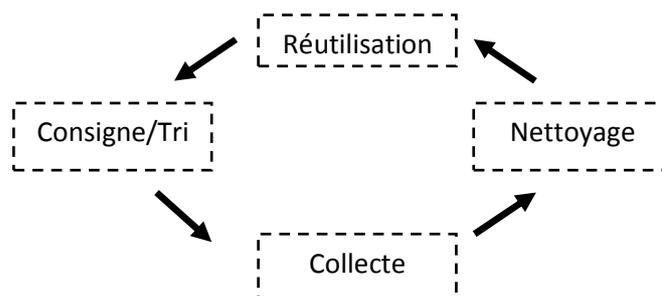
Une fois le verre trié, il est envoyé dans le centre de recyclage pour produire de nouveaux récipients qui seront à nouveau utilisés et qui finiront peut-être encore chez Maxime !

2. Par groupes de 2 ou 3, les élèves défendent leurs choix par une argumentation orale.
3. Chaque groupe rédige une liste des mots qui lui semblent importants et dessine un schéma du recyclage du verre.

Exemple de production attendue



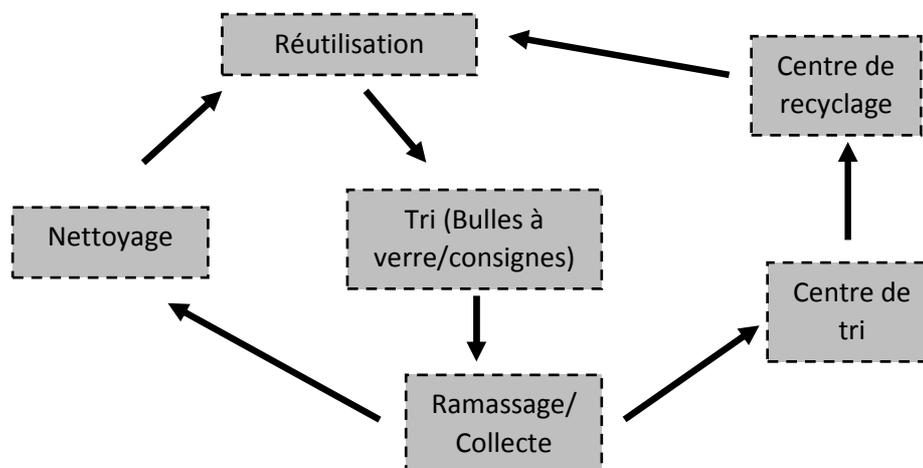
4. Un nouveau schéma présentant la réutilisation du verre, est ensuite proposé aux élèves au tableau de la classe.



⁵ Cette activité est en lien avec l'item 33 de l'épreuve.

5. Les élèves doivent insérer les étapes de ce nouveau cycle à leur schéma initial.

Exemple de production attendue



Pour aller plus loin...

- Mise en lien avec d'autres cycles de recyclage à travers le visionnage de vidéos sur ce thème.
 - Le professeur Gamberge – « À quoi ça sert de trier les déchets ? »
<https://www.youtube.com/watch?v=-BqJfelAkM>
 - C'est pas sorcier ! « Une seconde vie pour nos poubelles »
<https://www.youtube.com/watch?v=MECmgIz36nU>
 - C'est pas sorcier ! « Ma poubelle vaut de l'or »
<https://www.youtube.com/watch?v=QEi0HtECluk>
- Visite d'un centre de tri ou d'un parc à conteneurs.

Provinces	Types d'activité	Liens hypertextes
Brabant wallon	Classes d'eau	http://www.ibw.be/eaux-usees/espace-enseignants/classes-deau/
Bruxelles	Animation dans les écoles	https://www.arp-gan.be/pedagogie.html
Hainaut	Visite d'un parc à conteneurs ou d'une station d'épuration	http://www.ipalle.be/Espaceécoles/Visitesdesites.aspx
	Animation en classe	http://www.ipalle.be/Espaceécoles/Animations.aspx
Liège	Visite d'un parc à conteneurs, à partir de 6 ans	http://www.intradel.be/visites-et-animations/les-visites/visitez-un-recyparc.htm?lng=fr
	Animation en classe	http://www.intradel.be/visites-et-animations/les-animations.htm?lng=fr
Luxembourg	Animation en classe et/ou visite d'un parc à conteneurs	http://www.idelux-aive.be/servlet/Repository/guide_animations_2013_light.pdf?IDR=22496
Namur	Animation en classe	http://www.bep-environnement.be/actualite/detail.aspx?ID=2105

1.3. L'utilisation des unités

FICHE 3

Étape de la démarche : *Récolter des informations par la recherche expérimentale, l'observation et la mesure.*

Compétence : *C8 - Exprimer le résultat des mesures en précisant l'unité choisie, familière et/ou conventionnelle et l'encadrement. Distinguer la grandeur repérée ou mesurée, de sa valeur et de l'unité dans laquelle elle s'exprime par son symbole.*

Remarque : travailler l'utilisation des unités peut donner lieu à des activités qui développent des **compétences de mathématiques**.

Items concernés : items 14 et 15

1.3.1. Retour sur la théorie

Comme présenté dans le document *Résultats et commentaires*, les **items 14 et 15** ont mis beaucoup d'enfants en difficulté, notamment parce que l'écriture des unités était exigée. Des constatations similaires ont été effectuées suite à l'épreuve réalisée en 5^e primaire.

Dans le document *Résultats et commentaires* de 5^e primaire, l'hypothèse suivante a été émise : « *Le concept d'unité serait uniquement perçu par beaucoup d'élèves comme une exigence de l'enseignant mais sans comprendre pourquoi elle est nécessaire. Face à une unité qu'il connaît, un élève qui ne comprend pas le fondement de cette contrainte a retenu qu'il faut la noter avec la valeur (3000 kg), mais quand l'unité ne lui est pas familière, il n'a aucune réticence à donner une valeur sans unité* ».

Cette fiche thématique a donc pour objectif de rappeler pourquoi, tant en sciences qu'en mathématiques, l'utilisation des unités est essentielle.

Elle est adaptée du travail réalisé par le Ministère de l'Éducation de l'Ontario, – *Guide d'enseignement efficace des mathématiques de la maternelle à la 3^e année, Mesure (2010)* – et a pour but d'expliquer ce qu'est le *sens de la mesure* et comment ce concept permet de donner aux élèves un sens à l'utilisation des unités. Ce guide est disponible gratuitement sur internet. Afin de travailler pleinement le sens de la mesure (et pas uniquement l'utilisation des unités), nous vous conseillons de vous référer à ce guide dans son intégralité.

En plus d'être utilisées à l'école, les unités font partie de la vie courante : nous utilisons quotidiennement des unités de mesure **conventionnelles** (il a été flashé à 75 km/h, je l'ai achetée 3 €, il pèse 1,5 kg, etc.), mais également des unités de mesure **non conventionnelles** (3 cuillères à soupe de bouillon, une pincée de sel, grand comme son père, long comme mon bras, etc.).

Le sens de la mesure

Cette utilisation parfois inconsciente des unités est liée à notre **sens de la mesure** : quand un élève a acquis ce concept, il est capable d'estimer une grandeur par comparaison avec un autre objet de même grandeur ou avec une unité de mesure conventionnelle.

Afin de donner du sens à la mesure, il est capital d'établir des liens entre les différentes disciplines : l'utilisation des unités de mesure en sciences, par exemple, permet de travailler à la fois l'apprentissage de la mesure (précision, unités, etc.) et l'apprentissage de l'objet mesuré, donnant ainsi du sens à *l'acte* de mesurer.

L'importance de l'utilisation des unités peut également être vécue dans d'autres disciplines.

Pour développer le sens de la mesure, il est important de travailler la compréhension des **concepts** d'unités de mesure et d'attributs⁶ (*longueur, aire, capacité, masse et temps*) autant que la compréhension des **procédures** liées à l'acte de mesurer, car acquérir le sens de la mesure ne se réduit pas à « apprendre à mesurer ».

Plus les élèves seront régulièrement confrontés au besoin de mesurer **dans toutes sortes de situations**, plus ils comprendront l'importance de la mesure et plus ils développeront les habiletés requises pour l'obtenir. Ils pourront alors :

- reconnaître les situations quotidiennes faisant appel à la mesure,
- déterminer quelles sont les caractéristiques mesurables d'un objet (*longueur, aire, capacité, masse et temps*, ci-après appelés *attributs*),
- reconnaître les unités de mesure (conventionnelles ou non) liées aux différents attributs,
- employer correctement le vocabulaire relatif à la mesure.

En maternelle et en primaire, les unités de mesure conventionnelles ou non conventionnelles sont avant tout associées à des images mentales ou à des repères, utilisés comme valeurs de référence. Il est préférable que ces repères soient personnels (le doudou préféré, la main, etc.), mais comme chaque élève a une expérience personnelle différente, il est important de les confronter à de multiples activités de mesure (*Si j'utilise ma main pour mesurer, quelle sera la longueur de mon banc ? De mon classeur ? Et si je change mon objet de référence pour mesurer, quel sera le résultat ? Plus grand ou plus petit ?*) leur permettant ainsi de développer leurs repères.

Le choix de l'unité de mesure

Lors des premières explorations d'un attribut, il est préférable que les élèves soient incités à choisir une unité de mesure non conventionnelle, afin de leur permettre de mieux comprendre le sens de cet attribut et de sa mesure.

Par la suite, l'enseignant-e pourra faire ressortir les limites de l'unité choisie et les avantages à utiliser une unité de mesure conventionnelle.

⁶ Il s'agit du terme employé dans le guide publié par le Ministère de l'Éducation de l'Ontario, dans les Socles de compétences, il équivaut au terme « grandeurs ».

C'est cette démarche qui est proposée dans l'activité : « Mesurons notre taille » présentée à la page 23 de ce document.

Les relations entre les unités de mesure

Un moyen de permettre aux élèves de développer leur sens de la mesure ainsi que leur compréhension des unités de mesure conventionnelles est l'analyse des relations entre les unités.

- Plus l'unité de mesure utilisée est petite, plus le nombre d'unités requis pour déterminer la mesure de l'attribut est grand ;
- Plus l'unité de mesure utilisée est grande, plus le nombre d'unités requis pour déterminer la mesure de l'attribut est petit.

Exemple
La longueur de mon banc mesure 3,5 classeurs. La longueur de mon banc mesure 6 crayons. La longueur du classeur est plus grande que celle du crayon. Quand je mesure le banc avec un crayon, j'ai besoin de plus de crayons que lorsque j'utilise un classeur.

Une fois acquise, cette **relation inverse** entre la mesure et l'unité de mesure permet aux élèves d'établir des liens entre les unités, mais aussi de réaliser des transformations d'unités. Il est important que l'enseignant-e propose des situations d'apprentissage mettant en jeu ces transformations (par exemple: un mètre équivaut à 100 centimètres).

L'activité « Mesurons la longueur des lignes » présentée à la page 22 de ce document permet de travailler avec les élèves sur les relations entre des unités de mesure de l'attribut « longueur ».

Bibliographie
<ul style="list-style-type: none">• Schneeberger, P., et Vérin, A. (2009). Consigner des mesures par écrit : un enjeu de taille en maternelle. In <i>Développer des pratiques d'oral et d'écrit en sciences</i> (pp 79-92). Lyon : Service des publications de l'INRP.• http://www.atelier.on.ca/edu/resources/guides/GEE_math_M_3_Mesure.pdf, consulté le 09/03/2016

1.3.2. Suggestions d'activités

Les deux activités présentées ci-après sont issues du *Guide d'enseignement efficace des mathématiques de la maternelle à la 3^e année, Mesure*. Vous trouverez d'autres situations d'apprentissage adaptées à tous les âges à partir de la page 110 de cet outil.

Activité 1 : Mesurons notre taille⁷

Cette activité permet de travailler le **sens de la mesure** avec les élèves.

⁷ D'après Schneeberger et Vérin, 2009.

1. Les élèves choisissent chacun un objet qu'ils utilisent **quotidiennement** (un crayon de couleur, une chaussure, etc.).

2. Chaque élève se mesure à l'aide de l'objet choisi et garde une trace de sa mesure. Des questionnements peuvent venir étayer la discussion.

« Pourquoi les réponses sont-elles différentes ? »

→ Parce que chaque groupe a utilisé une unité de mesure différente.

« Quels problèmes peuvent se poser lorsque l'on utilise chacun une unité de mesure personnelle ? »

→ Des problèmes de communication, de compréhension, de constance, d'exactitude et de précision.

« Quelles peuvent être les solutions à ces problèmes ? »

→ On peut utiliser un objet étalon commun ou une unité de mesure commune.

« Si l'on désirait se procurer du ruban pour encadrer le tableau de la classe, est-ce que le vendeur du magasin comprendrait notre mesure « en longueurs de cure-dents » ou « en longueurs de grand côté de cahier » ?

→ Notre mesure serait très imprécise. Il serait préférable d'utiliser une unité de mesure conventionnelle.

3. Les élèves se mesurent à nouveau, mais en utilisant tous le même objet (exemple : un crayon de couleur). Le résultat est à nouveau noté. Des questionnements peuvent à nouveau entraîner une discussion.

« Ces deux élèves ont la même taille mais leurs mesures sont différentes. D'où pourrait venir la différence ? »

→ L'objet utilisé a bien la même longueur, la seule possibilité restante est que tout le monde ne mesure pas de la même façon (introduction de l'importance de mettre les objets bout à bout).

Suite à cette observation, les élèves voudront certainement recommencer la mesure car il s'agit d'un sujet qui les touche intimement. Une trace devra alors être gardée de l'ancienne mesure et de sa correction.

L'enseignement du sens de la mesure sera plus efficace lors d'apprentissages contextualisés et nécessitant l'utilisation d'un matériel concret plutôt qu'avec des exercices répétitifs présentés sans contexte. La contextualisation permettra aux élèves de comprendre la nature des attributs et de reconnaître leurs différences.

C'est à nouveau l'intérêt de pratiquer le sens de la mesure en dehors de la classe de mathématiques. Dans l'exemple donné ci-dessus (Schneeberger et Vérin, 2009), les mesures peuvent être réalisées dans le but d'étudier la croissance.

Suite à cette activité, les élèves seront invités à se mesurer à l'aide du centimètre comme unité de mesure. L'enseignant-e pourra ainsi souligner le fait que cette unité est dite conventionnelle parce qu'elle est employée couramment par un grand nombre de personnes, et qu'elle permet un langage commun à tous.

Activité 2 : Mesurons la longueur des lignes

Cette activité permet de mettre en évidence **la relation entre des unités de mesure de l'attribut « longueur »**.

1. L'enseignant-e trace une ligne au sol. Celle-ci peut être droite, courbe ou décrire des zigzags. Il s'agit de la **longueur de référence** qui sera quotidiennement changée : le premier jour elle mesurera deux mètres, le jour suivant trois mètres, puis quatre mètres, cinq mètres et finalement six mètres.

2. Pendant une semaine, les élèves sont amenés à mesurer quotidiennement la longueur de référence à l'aide d'un ruban d'un mètre gradué en centimètres (ruban A) et d'un ruban d'un mètre non gradué (ruban B). Les élèves gardent une trace de leurs mesures dans un tableau à double entrée.

	<i>Mesure avec le ruban A</i>	<i>Mesure avec le ruban B</i>
<i>Jour 1</i>	200 centimètres	2 mètres
<i>Jour 2</i>	300 centimètres	3 mètres
<i>Jour 3</i>	400 centimètres	4 mètres
...

3. À la fin de la semaine, une mise en commun est réalisée au tableau. Les élèves sont amenés à établir des liens entre les mesures obtenues avec les différents rubans et à émettre les constatations suivantes.

- Il y a toujours 100 fois plus de centimètres que de mètres ;
- Il y a plusieurs centimètres dans un mètre (et plus précisément 100 centimètres équivalent à 1 mètre);
- Le nombre de centimètres nécessaires pour mesurer est plus grand que le nombre de mètres mesurés pour la même longueur. C'est logique puisque le centimètre est plus petit que le mètre (relation inverse).

4. La compréhension de la mesure peut également être vérifiée par une communication claire du résultat obtenu, à l'aide du vocabulaire et des unités de mesure appropriés. Le tableau suivant présente des exemples d'une communication claire des attributs de mesure étudiés en primaire.

Attribut mesuré	Objet mesuré	Unité de mesure choisie	Nombre d'unités	Communication du résultat
Longueur	Cahier	Centimètre	25	La longueur du cahier est de 25 centimètres.
Masse	Seau rempli d'eau	Brique	8	La masse du seau rempli d'eau est de 8 briques.
Aire	Surface de la table	Paquet de mouchoirs	60	L'aire de la surface de la table est de 60 paquets de mouchoirs.
Capacité	Tasse à café	Cuillère à soupe de riz	6	La capacité d'une tasse à café est de 6 cuillères à soupe de riz.
Temps	Durée d'une activité	Minute	30	La durée de cette activité est de 30 minutes.

1.4. L'inférence

FICHE 4

Étape de la démarche : *Récolter des informations par la recherche documentaire et la consultation de personnes ressources.*

Compétences :

C9 à C11 – Repérer et noter correctement une information issue d'un écrit à caractère scientifique, d'un graphique, d'un tableau de données, d'un schéma, d'un croquis, d'une photo ou d'un document audiovisuel.

C11 – Discerner l'essentiel de l'accessoire dans le cadre d'une recherche.

Remarque : travailler l'inférence peut donner lieu à des activités qui développent des **compétences de français**.

Items concernés : items 1, 34 à 38 et 44

1.4.1. Retour sur la théorie

« *L'inférence est la démarche mentale qui met en rapport deux ou plusieurs éléments d'un document entre eux et/ou avec son expérience du monde et avec ses schémas mentaux pour construire une signification qui n'est pas explicitement donnée* ». ⁸

Au quotidien, nous faisons tous de l'inférence car elle nous permet de mieux **décoder et comprendre** notre environnement.

Bien que toutes les données nécessaires à la compréhension de phénomènes ne soient pas explicitées, ces situations peuvent être interprétées : des **liens** sont établis entre diverses informations mises à notre disposition. Et bien que ce processus paraisse naturel, il n'en est rien : **réaliser des inférences est le résultat d'un apprentissage construit et entretenu** depuis l'enfance.

D'après J. Giasson (2000), les inférences peuvent être réalisées à partir de deux types d'informations et, ainsi, être classées en deux catégories.

- Les inférences logiques sont réalisées uniquement à **partir des informations présentes dans les supports fournis**.
- Les inférences pragmatiques sont réalisées à **partir du support fourni et des connaissances préalables**. L'inconvénient de ce type d'inférences est justement qu'elles s'appuient sur les connaissances des élèves. Il peut donc s'avérer difficile de savoir si une réponse erronée est due à une difficulté à inférer ou à des connaissances insuffisantes pour pouvoir inférer.

⁸ Ministère de la Communauté française, Pistes didactiques, 1997, p. 15

Comme dit précédemment, il importe que les élèves soient régulièrement soumis à des apprentissages portant sur l'inférence. Ces apprentissages se font par étapes dont le niveau de difficulté augmente progressivement au cours de la scolarité : d'abord explicités au maximum (accompagnement des élèves par la verbalisation orale ou écrite des étapes de l'inférence), puis petit à petit, librement construits par les élèves. Il s'agit généralement d'activités brèves et faciles à mettre en place, dans lesquelles les élèves doivent expliquer leur réponse.

Travailler l'inférence dans d'autres disciplines qu'en français, notamment en sciences, ou en parallèle à celle-ci, permet de varier les supports soumis aux élèves et de prolonger les apprentissages liés à ces supports. Ainsi en plus de textes, les élèves peuvent rechercher de l'information dans des tableaux, des graphiques, des photos ou des schémas. Sans oublier les connaissances construites tout au long de leurs divers apprentissages.

Bibliographie

- Giasson, J. (2000). Chapitre 4 : Les processus d'intégration. In La compréhension en lecture (pp 51-73). Belgique : De Boeck.
- http://pedagogie.ac-toulouse.fr/lotec/EspaceCahors1/spip/IMG/pdf/Comment_enseigner_explicitement_la_comprehension_des_textes_X_Calvo.pdf, pp 20-27, consulté le 10/03/2016

1.4.2. Suggestions d'activités

Comme annoncé précédemment, ces suggestions ne sont que des fragments d'activité qui sont destinés à être insérés dans une séquence d'apprentissage.

Activité 1 : Jours de pluie

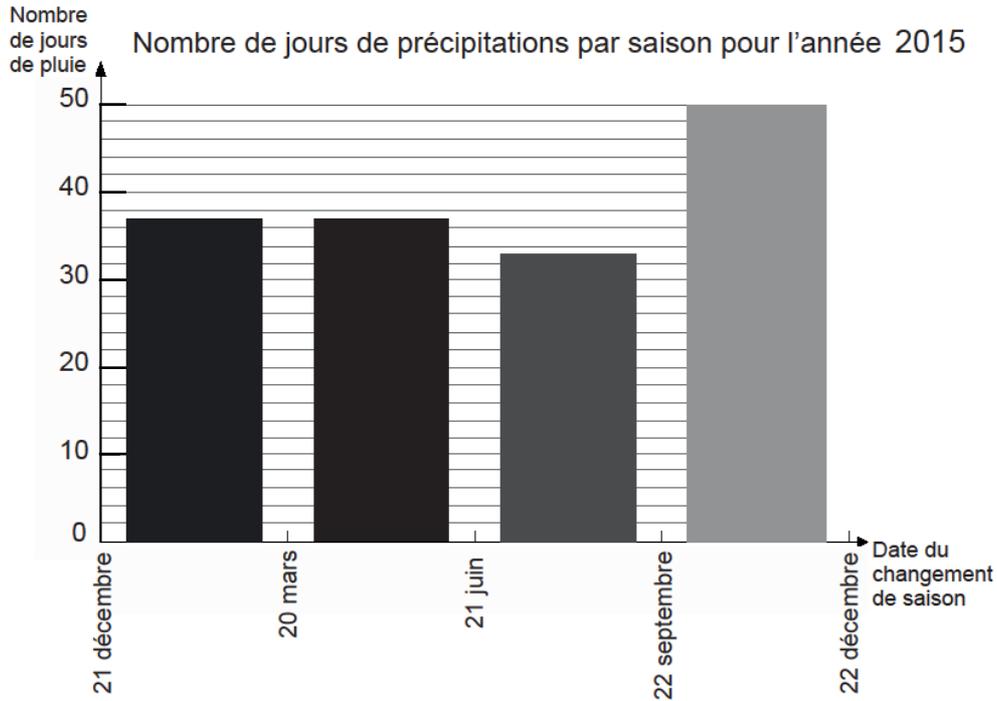
Après avoir vu le cycle de vie des plantes au cours des saisons, le graphique suivant pourrait être proposé aux élèves comme transition vers un cours d'éveil historique et géographique.

Il s'agit d'une **inférence pragmatique** puisque les élèves font le lien entre les données d'un graphique (document fourni) et la connaissance qu'ils ont des dates correspondant aux saisons. Cette information ne peut en aucun cas leur être donnée.

Si les élèves n'ont pas encore appris les dates associées aux saisons, un court texte l'expliquant peut leur être fourni (voir p n°28 de ce document). Cette activité travaillera alors l'**inférence logique** puisque les élèves établiront des liens entre des informations présentes sur plusieurs documents pour répondre aux questions.

Jours de pluie

Lis attentivement ce graphique et réponds aux questions.



1. Quelle est la saison qui a connu le plus de jours de pluie ?

Explique ta réponse :

2. Quelle est la saison qui a connu le moins de jours de pluie ?

Explique ta réponse :

3. Combien de jours a-t-il plu en été ?

Explique ta réponse :

4. Quelle saison a connu un maximum de 27 jours de pluie ?

Explique ta réponse :

5. Il y a eu autant de jours de pluie.....qu'.....

Explique ta réponse :

Des saisons toute l'année

Que sont les saisons ?

Les saisons sont des périodes de trois mois qui ont chacune une météo et des températures bien définies.

Ainsi l'été est la saison avec les 3 mois les plus chauds de l'année alors que l'hiver est la saison avec les trois mois les plus froids.

Le printemps est la saison qui permet de passer de l'hiver à l'été alors que l'automne est la saison qui permet de passer de l'été à l'hiver.

Pourquoi les saisons changent-elles ?

C'est parce que la Terre tourne sur elle-même et tourne autour du soleil. D'ailleurs, les saisons ne sont pas toujours partout les mêmes : quand c'est l'été dans l'hémisphère nord, c'est l'hiver dans l'hémisphère sud. Les saisons sont inversées.

Quand les saisons changent-elles ?

- L'automne commence à l'équinoxe de septembre. Une équinoxe, c'est quand la journée est aussi longue que la nuit. Celle d'automne arrive autour du 21 septembre.
- L'hiver commence au solstice d'hiver qui correspond au jour le plus court de l'année. Le solstice d'hiver se produit autour du 21 décembre.
- Le printemps commence avec l'équinoxe de printemps qui arrive autour du 21 mars.

L'été débute avec le jour le plus long (ou la nuit la plus courte), le solstice d'été, qui se produit vers le 21 juin.

Activité 2 : Milieu de vie

Dans le cadre d'un cours sur la vie et la croissance des plantes, les élèves sont amenés à découvrir que celles-ci n'ont pas toutes les mêmes besoins pour vivre et grandir. Il leur est alors demandé de retrouver le milieu de vie de chaque plante en faisant le lien entre les pictogrammes non explicités aux élèves et un court texte décrivant les milieux de vie correspondants (voir fiche élève « Milieu de vie » de la page suivante). Pour répondre, les élèves doivent réaliser une **inférence logique** puisqu'ils doivent établir des liens entre les informations présentes dans plusieurs documents.

Si les élèves sont peu habitués à ce type d'exercice ou que le vocabulaire est nouveau pour eux, il est préférable de leur fournir les pictogrammes seuls pour les définir ensemble avant de se lancer dans l'exercice. Cette étape permettra de guider l'apprentissage sans pour autant leur indiquer directement comment faire. Quel que soit le niveau de vos élèves, rien ne vous empêche d'explicitier la démarche mentale qui est attendue d'eux (sans pour autant leur donner la réponse).

Milieu de vie

Associe chaque plante à son milieu de vie et explique ton choix.

Le géranium



La drosera



Le fuchsia



Le lis des impalas



La forêt tropicale

Dans la forêt tropicale, la température est élevée de jour comme de nuit et il pleut beaucoup. Les arbres sont donc très grands et les plantes qui sont sous ces arbres vivent à l'ombre.

La tourbière

Dans les tourbières, les plantes poussent dans les flaques d'eau ! Et comme il y a peu d'arbres, toutes les plantes profitent de la lumière du soleil. En hiver, les températures y sont très basses, alors qu'en été elles sont moyennement élevées.

Les bois

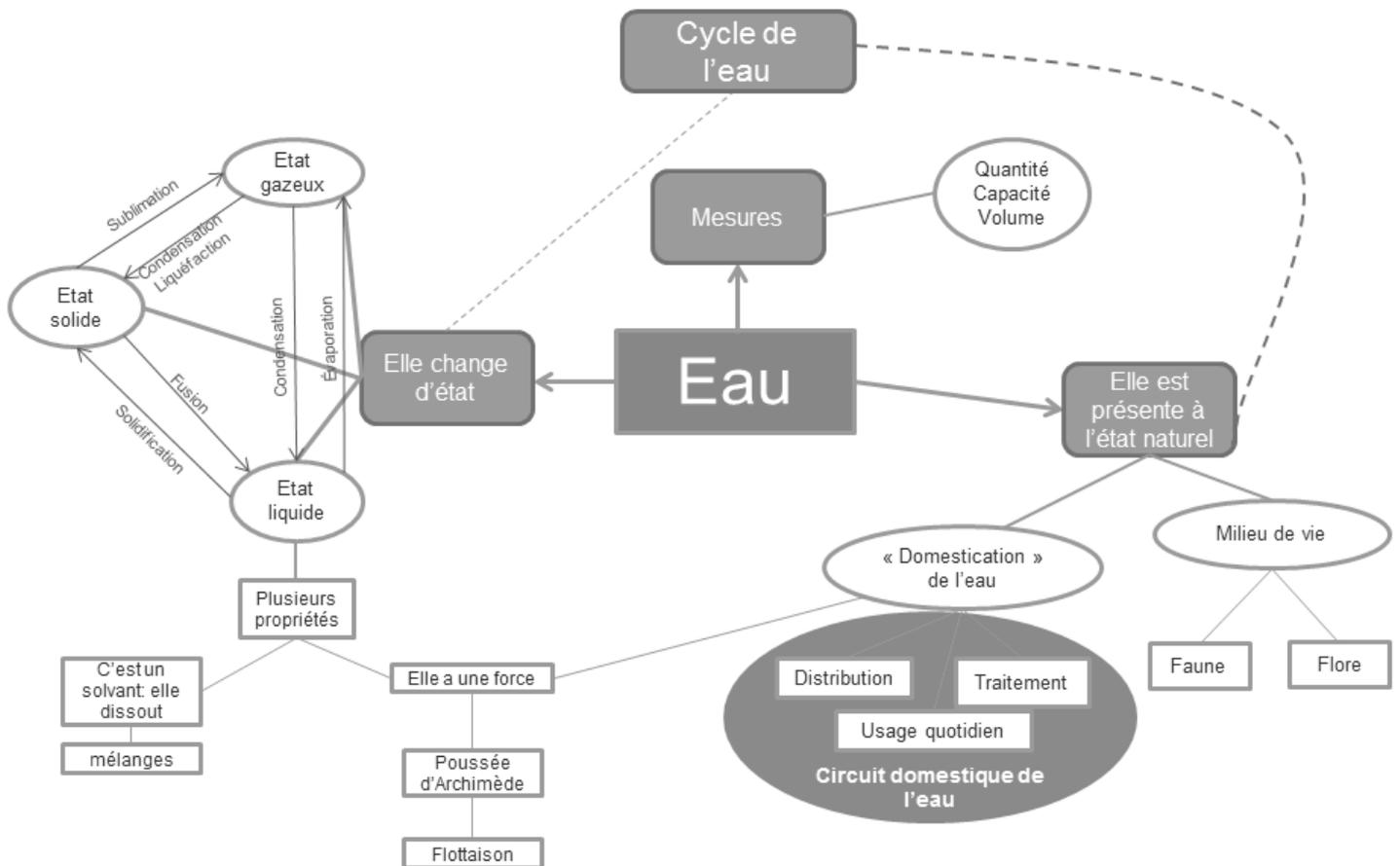
Dans les bois, les arbres ne laissent passer que quelques rayons de soleil pour les plantes au sol. L'avantage, c'est que les températures y sont douces ! Les plantes des bois aiment l'eau, mais il ne faudrait pas qu'elles s'y noient !

Le désert

Il n'y pleut presque jamais : pour y survivre, il faut se contenter de très peu d'eau et pouvoir rester de longues heures en plein soleil ! En plus, même si les températures sont très élevées grâce au soleil pendant la journée, il fait froid pendant la nuit !

2. LA FLOTTAISON

2.1. Cadre théorique



La **force de l'eau** est ce qu'on appelle la **poussée d'Archimède**. Pour rendre compte de ce phénomène, le principe d'Archimède s'énonce de la manière suivante.

« Tout corps plongé dans un liquide, subit une **force** verticale, dirigée de bas en haut et opposée au **poinds** du **volume** de liquide déplacé »

Pour comprendre ce principe, il est important de revenir sur quelques notions qui y figurent.

La notion de force

Différentes forces agissent constamment sur nous et sur les objets : la pesanteur, la force électromagnétique ou encore les forces de frottement... Lorsque ces différentes forces se compensent, elles s'annulent et ne produisent donc pas d'effet.



Lorsque ces forces ne s'annulent pas, la force « résultante » va produire un effet :

- **modifier l'état de mouvement** d'un corps : le mettre en mouvement, l'arrêter ou modifier le mouvement ;
- produire une **déformation** et provoquer une **réaction**.

La force est définie par 4 caractéristiques :

- son **intensité** : la grandeur de la force ;
- son **point d'application** : l'endroit où est appliquée la force ;
- sa **direction** : la force peut être verticale, horizontale ou oblique ;
- son **sens** : si elle est horizontale par exemple, elle peut s'exercer vers la gauche ou vers la droite. Si elle est verticale, elle peut s'exercer vers le haut ou vers le bas.

Dans le langage courant, sens et direction sont des concepts souvent confondus.

			
Direction : différente Sens : différent	Direction : différente Sens : identique (vers la droite)	Direction : identique Sens : différent	Direction : identique Sens : identique

L'unité utilisée lorsque l'on parle d'une force est le **newton** (symbole : N). Une force de 1N est la force capable de provoquer une accélération de 1m/s^2 à une masse de 1kg. Cette force se mesure à l'aide d'un **dynamomètre**, appareil généralement basé sur l'allongement ou la compression d'un ressort.

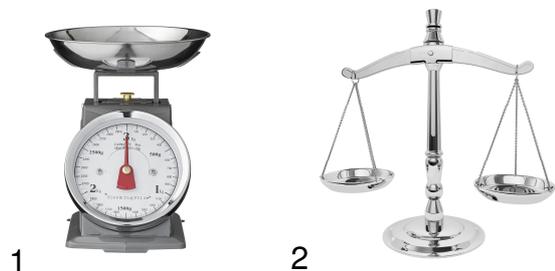
La notion de poids

Le poids est une **force**. Le poids est la force avec laquelle la Terre attire un corps. Il s'exprime donc en **newton** (N).

La notion de masse

La masse d'un corps est la **quantité de matière** qui le constitue. Elle s'exprime en **kilogrammes** (kg) et se mesure à l'aide d'une **balance** (elle compare le poids d'un corps à celui de masse étalons).

Les « balances » de ménage ou les « balances » pèse-personne (1) fonctionnent avec un système de ressorts et sont en fait des dynamomètres gradués en unité de masse plutôt qu'en newtons. Elles sont en effet seulement destinées à être utilisées sur Terre où les variations de poids sont de l'ordre du demi-pourcent. Elles seraient inutilisables sur la Lune ou pour une mesure de grande précision.



Les balances fonctionnant avec des contrepoids (2) sont par contre bien des balances au sens strict du terme et mesurent bien des masses par comparaison avec une masse étalon.

Il est à noter que le langage courant utilise le mot « poids » pour parler de « masse ». En effet, lorsque l'on achète 3 kg de pommes, il s'agit bien d'une quantité de matière et non d'une force ; on devrait donc parler d'une masse (kg) et non d'un poids (N). Un autre élément distingue le poids et la masse d'un corps. Alors que **le poids varie** en fonction de l'altitude, de l'endroit de la Terre ou de l'astre sur lequel on se trouve, **la masse reste constante**.

Exemple : une masse de 1kg a un poids de

- 9,83 N au pôle nord ($g = 9,83 \text{ m/s}^2$ (mètre/seconde au carré))
- 9,81 N dans notre pays ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)
- 9,79 N à l'équateur ($g = 9,79 \text{ m/s}^2$)
- 1,63 N sur la Lune ($g = 1,63 \text{ m/s}^2$)
- 0 N dans l'espace en état d'apesanteur ($g = 0 \text{ m/s}^2$)

La notion de volume

Un volume est une **grandeur** qui mesure une partie de l'espace dans 3 dimensions : la largeur (ou la profondeur), la longueur et la hauteur. Dans le système international, son unité est le **mètre cube** (m^3). Cependant, pour les liquides on utilise plus fréquemment le **litre** (L).

La poussée d'Archimède

Lorsque l'on parle du principe d'Archimède et de la flottabilité, l'erreur classique est de se fier uniquement à la masse de l'objet : c'est lourd ça coule, c'est léger ça flotte. Mais alors, comment expliquer que les bateaux flottent ?

Afin de comprendre pourquoi un objet flotte ou coule, il faut analyser le rapport des forces en présence : la force exercée par l'objet (verticalement vers le bas) et la force exercée par l'eau (la poussée d'Archimède, verticale vers le haut).

- L'objet **coule** si la force qu'il exerce (son poids) est **plus grand** que la force (poussée) d'Archimède ;
- L'objet **flotte** si la force qu'il exerce (son poids) est **plus faible** que la poussée d'Archimède.

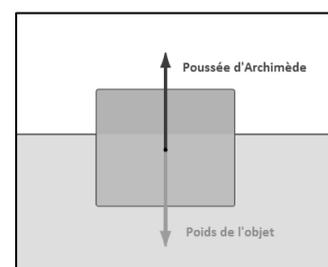
Quels sont les éléments qui interviennent dans le « rapport de forces » ?

- **La force verticale vers le bas :**

Le poids d'un objet étant proportionnel à sa masse, la force exercée par l'objet, verticalement vers le bas, est donc d'autant plus grande que l'objet est lourd.

- **La force verticale vers le haut :**

La partie immergée de l'objet prend la place d'un volume d'eau : c'est le volume d'eau déplacé. Ce volume a lui aussi une masse et donc un poids. C'est ce poids qui est la force d'Archimède. Plus le volume d'eau déplacé est grand plus la force verticale vers le haut sera grande.



Ainsi,

- plus la masse de l'objet est grande, plus la force verticale vers le bas est grande
- plus le volume de l'objet est grand, plus la force verticale vers le haut est grande

C'est donc le rapport masse/volume de l'objet comparé au rapport masse/volume de l'eau qui est l'élément clé. C'est la **densité**.

Pour revenir à l'interrogation ci-dessus, même si sa masse est élevée, le volume d'un bateau est aussi très grand et principalement constitué d'air. Sa densité reste inférieure à la densité de l'eau.

2.2. Séquence d'apprentissage

Les activités développées dans cette séquence travaillent la notion de **flottabilité** mettant en jeu le **principe d'Archimède**. En référence aux *Socles de compétences*, elles mettent l'accent plus particulièrement sur les savoirs et savoir-faire suivants.

C3 : Dans le cadre d'une énigme, agencer les indices en vue de formuler au moins une question, une supposition ou une hypothèse.

C5 : Concevoir ou adapter une procédure expérimentale pour analyser la situation en regard de l'énigme.

C6 : Recueillir des informations par des observations qualitatives en utilisant les 5 sens et par des observations quantitatives.

Savoirs - les forces :

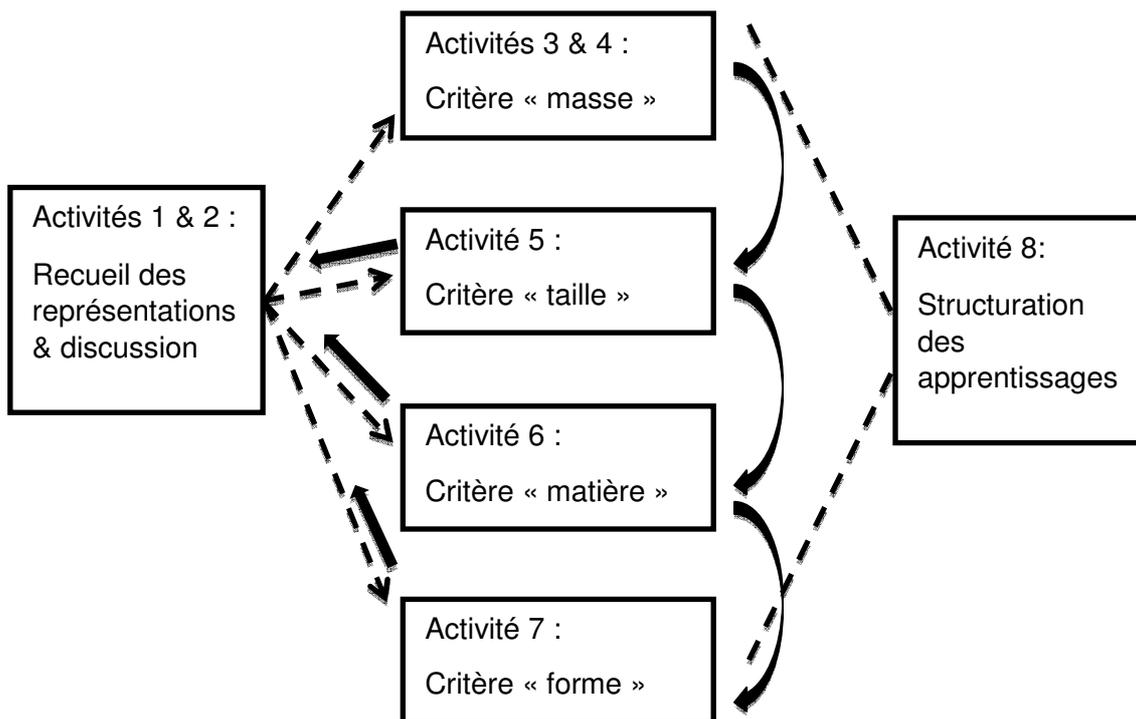
- Mise en évidence d'une force par ses effets perceptibles.
- Principe de l'action-réaction

Voici un exemple de formulation de la notion à laquelle les élèves devraient arriver en fin de séquence d'apprentissage, elle est reprise de l'ouvrage de Schneeberger et Vérin (p 94, 2009).

« Il y a de la matière qui flotte et de la matière qui coule. Un objet en matière qui flotte, flotte toujours. Un objet en matière qui coule peut flotter ou couler. Il coule s'il est plein. Il flotte ou coule s'il est creux, ça dépend de l'importance du creux ».

La démarche scientifique n'est pas une démarche linéaire, elle est faite d'aller-retour tentant de suivre le raisonnement tenu par les élèves.

La représentation ci-après permet d'envisager la séquence d'apprentissage dans cette optique. Elle présente deux étapes incontournables. D'une part, l'étape initiale de recueil et de confrontation des représentations (ou conceptions) et d'autre part, l'étape finale de structuration des acquis. Les étapes intermédiaires, quant à elles, se construisent à partir des interventions des élèves, selon la progression de leurs recherches. La recherche commence par l'observation d'un seul critère : la masse, la taille, la matière, la forme ou tout autre critère possible qui ne se trouverait pas dans cette séquence.



La séquence est construite sur base de plusieurs activités courtes et espacées dans le temps ; cette disposition permet à l'enseignant-e d'analyser les productions des élèves entre chacune des séances et de réagir plus adéquatement. Il pourrait être intéressant d'illustrer chaque étape de la démarche avec les élèves afin de construire une ligne du temps de celle-ci. Par exemple, chaque conclusion d'activité pourrait être inscrite sur un panneau qui reprendrait les démarches réalisées sous forme de dessins.

L'utilisation de l'écrit en sciences

L'écrit a un rôle important dans la conceptualisation, la généralisation et l'abstraction. De plus, le type d'écrit à produire change en fonction de la situation de communication.

Bref, écrire sert à communiquer, à retranscrire des idées, mais aussi à développer et structurer sa pensée, construire de nouvelles connaissances.

Trois types d'écrits peuvent être évoqués (Giot & Quittre, n.d.) :

-en début d'activité : ils sont souvent individuels car ils servent souvent à recueillir les conceptions des élèves.

-en cours d'activité – les écrits intermédiaires : produits en sous-groupes ou individuellement, ces écrits permettent aux élèves de noter leurs observations, de commenter ce qu'ils font, de regrouper des informations dans le but de comprendre le phénomène étudié et de le décrire.

-en fin d'activité – les écrits de synthèses finalisés : souvent réalisés avec l'aide de l'enseignant-e, ces écrits permettent aux élèves de structurer les apprentissages effectués. Ils font l'objet de choix sur le contenu et une attention est portée à la forme.

L'écrit est un outil essentiel dans l'apprentissage des sciences. Il est important que l'enfant puisse prendre des notes sur un support choisi (carnet, cahier, etc.). La forme prise par ces écrits est libre, elle n'est pas préétablie par l'enseignant-e qui peut toutefois apporter un léger guidage si cela est nécessaire. Ces écrits ne sont ni codifiés, ni corrigés. Ce sont des traces de l'évolution des conceptions et des apprentissages de l'enfant. Les codes feront leur apparition dans l'écrit de structuration final et commun à l'ensemble de la classe. Il reste toutefois important que ces productions soient datées pour en retracer aisément la chronologie.

La prise en compte des conceptions initiales des élèves en sciences

Face à un élément ne coïncidant pas avec son système explicatif, par économie cognitive, l'individu aura tendance à **nier un des termes de la contradiction** qui se présente à lui. Cette négation pourra s'opérer de différentes manières : nier le caractère « nouveau » ; répondre scolairement sans adhérer à cette nouvelle conception ou accepter cette connaissance sans l'intégrer à son système explicatif et en dévalorisant ses conceptions antérieures. (Vérin, A., 1995)

La démarche d'expression des conceptions tente d'aller contre cette négation. Elle permet aux élèves de rendre leurs idées saillantes, de les identifier pour eux-mêmes et pour les autres. Ces idées peuvent alors être mises en jeu pour les confronter à des idées différentes **sans pouvoir les ignorer ou les refouler**. L'objectif est d'engager les élèves dans une démarche de travail sur leurs idées personnelles. Les deux termes de la contraction dont parle Vérin sont donc en présence, il est plus difficile de les ignorer.

Les idées explicatives des élèves, aussi bien celles qui semblent correctes que celles qui semblent incorrectes, doivent être interprétées par l'enseignant car elles peuvent être des obstacles au changement conceptuel. Elisabeth Plé (2009), identifie quatre types d'obstacle à ce changement :

- Le primat de la perception** correspond à « *ce que je perçois occupe tout mon espace mental et je ne peux pas concevoir autre chose* », c'est-à-dire un *attachement exclusif à ce qui est perçu*. (« *Quand on chauffe de l'eau, elle donne de la vapeur puis disparaît* »)
- La pensée catégorielle** consiste à *ne penser la matière que sous la forme sous laquelle on la rencontre habituellement*. (« *De l'eau, c'est liquide. De la roche, c'est solide. Du gaz de ville, c'est gazeux* »)
- Le langage commun** qui induit des conceptions erronées. (« *Quand on chauffe de l'eau, ça donne de la vapeur puis de l'air* » ; « *De la glace, ce n'est pas de l'eau solide, un glaçon ça casse, ça fond* »).
- Le finalisme** qui amène à *considérer l'existence des choses dans la nature en raison de fins utilitaires*. (« *L'eau ça donne de l'air... parce qu'on respire l'air* »).

Le tableau de la page suivante scinde cette séquence en trois phases. La première phase met l'accent sur l'expression des représentations et conceptions des élèves.

	Phase 1 Le recueil des conceptions, leur discussion et leur confrontation	Phase 2 La construction de la notion de flottabilité	Phase 3 La structuration des acquis
Au niveau du contenu	<p>Objectif de cette phase</p> <p>Prendre conscience de ses propres conceptions, les soumettre et les expliciter aux autres ;</p> <p>Entendre les conceptions des autres et prendre conscience qu'elles peuvent être différentes ;</p> <p>Débattre de ces conceptions.</p>	<p>Objectif de cette phase</p> <p>Permettre de déconstruire et de reconstruire différentes notions jouant un rôle dans le principe de flottabilité.</p> <p>Expérimentations</p> <ul style="list-style-type: none"> • Différents tests pour vérifier le comportement des objets dans l'eau (coule ou flotte) selon un critère défini. • Expérience-défi : faire flotter une boule de pâte à modeler. 	<p>Objectif de cette phase</p> <p>Permettre un retour sur la question de départ dans le but d'y répondre par des éléments de type explicatif et non descriptif.</p>
Au niveau de l'acquisition d'une démarche de recherche scientifique	<p>Dans la première phase, les élèves seront amenés à :</p> <ul style="list-style-type: none"> - utiliser une question de recherche pour guider leur démarche ; - émettre et construire une hypothèse explicative. 	<p>Dans la deuxième phase, les élèves seront amenés à :</p> <ul style="list-style-type: none"> - mener une réflexion autour de la conception d'un dispositif expérimental ; - construire des critères d'observation ; - prendre conscience de la nécessité d'utiliser un instrument de mesure ; - utiliser un instrument de mesure ; - travailler sur la conservation des données prises lors d'une expérimentation : - construire un tableau à simple entrée ; - construire un outil de recueil des données ; - recueillir des données ; - retourner à l'hypothèse de départ pour construire une conclusion provisoire ; - émettre une nouvelle hypothèse de travail suite aux observations réalisées. 	<p>Dans la troisième phase, les élèves seront amenés à :</p> <ul style="list-style-type: none"> - synthétiser les résultats de leurs recherches dans un écrit final expositif.

Remarque : Il est important que les élèves soient familiarisés avec la notion qu'ils vont travailler dans la séquence d'apprentissage. Nous entendons par là que l'élève doit pouvoir développer une conception du problème posé, il lui faut un minimum de repères sur le domaine pour comprendre ce dont il est question (Orange, 2009). Si ce n'est pas le cas, l'enseignant-e doit prévoir une phase de familiarisation avant toutes les activités de cette séquence. En effet, sans cela, les élèves pourront difficilement mener une réflexion sur l'objet. Ils ne pourront pas imaginer d'explications sur ce qu'ils observent et ils ne pourront pas émettre d'hypothèses, poser de questions ou s'inscrire dans un débat suffisamment riche pour construire la notion.

Durée estimée : 20 minutes

Matériel

- des feuilles blanches
- un grand panneau avec, écrite en haut, la question de recherche : « *Pourquoi certains objets flottent quand on les plonge dans l'eau ?* »

1. L'enseignant-e présente le panneau à l'ensemble de la classe et lit la question de recherche : « *Pourquoi certains objets flottent quand on les plonge dans l'eau ?* »

Ici, la question de recherche est amenée par l'enseignant-e. C'est une façon de procéder lors des activités scientifiques. Il est aussi possible de partir de la question d'un élève, d'une situation vécue par la classe,... (cfr Giot & Quittre, 2006).

À propos de la question de recherche...

La question à l'origine du débat et de la démarche de recherche doit être de nature explicative. Elle doit également permettre aux élèves de mobiliser des connaissances antérieures et leurs modes de raisonnement pour construire des explications du phénomène étudié, c'est-à-dire un modèle explicatif.

Les questions pertinentes dans ce cadre pour introduire un débat explicatif sont souvent construites en mettant en relation :

- un fonctionnement et une fonction
- un fonctionnement et un résultat.

Il n'est pas gênant que la question soit proposée par l'enseignant lui-même. Ce qui est important, c'est que cette question fasse sens pour les élèves, ils doivent pouvoir s'en saisir pour l'exploiter par la suite.

Orange (2009)

Le panneau présentant la question de recherche sera affiché en classe durant toute la séquence d'apprentissage pour que les enfants puissent y revenir en cas de besoin.

2. Individuellement, sur une feuille, les élèves écrivent leur hypothèse et/ou la représentent sous forme d'un dessin.

3. L'enseignant-e passe à côté de chaque élève pour vérifier s'il a compris la consigne. Il demande à l'élève de lui expliquer ce qu'il a inscrit sur sa feuille et, selon le principe de la dictée à l'adulte, l'enseignant-e indique ces éléments sur le verso de la feuille de l'élève.

Voici des exemples de réponses d'élèves. Celles-ci peuvent être classées en 4 sous-groupes présupposant chacun une idée commune.



Dans cet exemple, aucune piste proposée par les élèves n'est à rejeter d'emblée mais il arrive que ce soit le cas pour différentes raisons.

Le choix des pistes investigables

Certaines hypothèses ou questions proposés par les élèves ne sont pas investigables en tant que telles car :

- elles amènent une réponse directe par une simple recherche documentaire ;
- l'élève n'est pas en mesure de comprendre, la notion n'est pas accessible à cet âge ;
- les scientifiques n'ont pas de réponse à cette question et le reconnaître participe à la représentation que l'élève se fait de la science. En effet, il s'agit de montrer à l'élève que la science se construit au fur et à mesure des questionnements.
- elles ne correspondent pas à la question de recherche.

La science est très souvent vue comme quelque chose de figé, comme un ensemble de certitudes (Giot et Quittre, 2006). Or, les savoirs scientifiques doivent être conçus comme des modèles explicatifs construits par l'activité humaine. La science ne fonctionne pas comme une découverte mais plutôt comme une invention, une construction intellectuelle pour comprendre et transformer le monde. Les investigations empiriques se font dans une démarche de construction de preuves avec confrontations et réajustements successifs. (Schneeberger, P. & Verin, A., 2009, p 61-71).

La discussion et la confrontation des conceptions

ACTIVITÉ 2

Durée estimée : 30 minutes

Matériel

- des marqueurs
- de la colle
- le grand panneau avec la question de recherche (voir activité 1)

1. L'enseignant-e trace un tableau à simple entrée en dessous de la question de recherche du panneau.
2. **Chacun à leur tour**, les élèves partagent leur hypothèse avec l'ensemble de la classe et la collent dans une des lignes du tableau de manière à rassembler dans une même case l'ensemble des représentations communes.

Question de recherche

Fiches des représentations des élèves

Hypothèses formulées par les élèves

Hypothèse retenue par la classe qui sera investiguée en premier lieu

Qu'est-ce qu'une hypothèse ?

C'est une tentative explicative de phénomènes observés.

Une hypothèse doit pouvoir être soumise à l'investigation scientifique.

Il s'agit de la phase créatrice de la démarche scientifique car on imagine les relations qui pourraient exister entre des variables.

Une hypothèse doit se baser sur des connaissances relatives (plus d'informations et activités – Fiche 1 page n°8).

3. Lorsque toutes les fiches sont classées, l'enseignant-e sollicite les enfants pour qu'ils donnent un nom à la case regroupant les fiches évoquant la même hypothèse.

4. En **groupe-classe**, l'enseignant-e engage une discussion autour des différentes conceptions émises par les enfants. Le but est de clarifier les hypothèses émises par les élèves et de confronter les idées. Cette remise en jeu des hypothèses devrait permettre aux élèves de se rendre compte que les autres pensent différemment d'eux. Pour construire ce débat, l'enseignant-e doit relever et analyser les contradictions entre les propositions des élèves pour les rendre accessibles au groupe, renvoyer les affirmations sous forme de questions, ...

Cette discussion doit permettre de construire une première hypothèse que l'ensemble de la classe décidera de tester dans un dispositif expérimental. Dans l'exemple présenté précédemment, c'est le facteur masse qui doit être pris en considération (ex. : « *C'est la masse des objets qui les fait flotter* »).

Le débat en classe de sciences

Les débats en classe de sciences sont d'une grande utilité car ils permettent la construction du savoir ainsi que la structuration des connaissances notamment grâce à l'argumentation.

S'ils sont malheureusement peu organisés dans les classes, c'est souvent parce que les enseignants manquent d'outils pour les mener de manière efficace. Lorsque l'on parle de débat, il est courant de se représenter un lieu d'échange d'idées, vu comme une perte de temps par les enseignants.

Plusieurs types de débats sont pourtant à distinguer dans leur fonction et dans leur fonctionnement. Les débats qui nous occupent sont explicatifs car ils portent sur des explications, des prédictions de faits ou de phénomènes observés ou encore des modèles explicatifs implicites ou explicites et non sur de simples constats. Ce ne sont pas des débats portant sur des questions socialement vives (OGM, environnement,...).

Les débats explicatifs permettent la construction de problèmes, la problématisation qui est la base de l'enseignement des sciences. En effet, la problématisation permet de répondre à de l'explicatif (les conceptions des élèves) par de l'explicatif (le modèle que l'on va construire ensemble). Les élèves s'y engagent avec leurs propres idées, leurs représentations qui ont un pouvoir explicatif fort car ce sont via ces filtres que les individus comprennent et appréhendent le monde. Puisqu'ils apportent une réponse satisfaisante dans les situations vécues par les individus, ils n'éprouvent pas le besoin de les changer.

Pour tenter de produire un changement conceptuel, l'enseignant doit donc y répondre par des activités d'apprentissage qui entrent dans le registre de l'explicatif également. Si l'enseignement répond à ces conceptions par du descriptif, l'individu ne verra pas en quoi ce qu'on lui propose permet de mieux comprendre le phénomène observé et gardera sa première conception.

Les débats permettent d'explorer le champ des possibles grâce à la formulation d'arguments et en explicitant les fondements pour construire des explications.

Quelques clés pour mener un débat en classe

Au niveau de l'action enseignante

Schneeberger et al. (2007) et Orange (2009) pointent une série d'éléments permettant une bonne organisation des débats.

- La maîtrise des contenus disciplinaires qui permet de comprendre les enjeux des échanges entre les élèves. Notamment les points clés permettant la construction de « raisons » au travers de l'argumentation.
- Prévoir des points incontournables du débat, en fonction des savoirs en jeu et des productions des élèves. Pour plus de facilité, l'enseignant se donne le temps d'analyser des productions sur lesquelles le débat portera (comme mentionné dans la présentation de cette séquence).
- La prise en compte effective des élèves notamment leurs conceptions, leurs raisonnements ou encore leurs modes de pensée.
- Avoir une posture enseignante qui invite à s'exprimer, à justifier, à rechercher des nouveaux points de vue, à prendre en compte les propositions des autres.

Lors des interactions, l'enseignant doit apporter une double régulation (Orange, 2009) :

- une **régulation pédagogique** portant sur le respect de la parole, des idées, l'intervention de chacun ...
- une **régulation didactique** portant sur des points essentiels favorisant la construction du savoir en laissant de réels espaces de discussion aux élèves.

La régulation pédagogique peut être réglée grâce à l'utilisation d'indications gestuelles, laissant ainsi de la place pour les régulations didactiques.

Au niveau des élèves

Pour que le débat soit intéressant et constructif, il est important que les élèves soient assez familiers du champ de connaissances traité, qu'ils aient des repères empiriques communs et qu'ils partagent des écrits communs notamment la réponse à la question explicative.

Les critères de la flottaison :

ACTIVITÉ 3

La masse (1)

Un rappel de l'hypothèse construite est réalisé avec les élèves en insistant sur le critère qui devra être observé lors de cette activité, c'est-à-dire la **masse**.

Durée estimée : 50 minutes

Matériel

- une série d'objets variés et les images de ceux-ci (voir page 44)
- une balance
- des petites étiquettes
- des marqueurs
- des feuilles blanches
- un appareil photo

1. En **groupe-classe**, les élèves sont interrogés sur la façon dont ils pourraient vérifier cette hypothèse.

Enseignant-e : « Comment pourrions-nous vérifier que c'est la masse des objets qui les fait flotter ? »

Élève : « En mettant des objets lourds et des objets légers dans l'eau. »

2. Le groupe-classe est scindé en **sous-groupes** de trois élèves. Chaque équipe doit réaliser un **classement** des objets mis à sa disposition selon les catégories « lourd » et « léger ».

Pour créer ces deux groupes, les élèves manipulent les objets. **Chaque élève** garde une trace du classement réalisé.

En **sous-groupes**, ils expriment leur manière de procéder et l'écrivent sous leur classement.

Les notions de « lourd » et de « léger » étant relatives, les élèves n'arriveront probablement pas à un consensus sur le classement des objets.

3. En **groupe-classe**, l'enseignant-e invite les élèves à échanger sur la création de ce classement ainsi que sur les difficultés rencontrées. Cette discussion amènera les élèves à réfléchir à une autre manière de procéder, c'est-à-dire en **ordonnant** les objets du plus lourd au plus léger.

4. Les enfants travaillent à nouveau en **sous-groupes** pour réaliser cet ordonnancement. Ils procéderont probablement par comparaison en soupesant les différents objets.

Les élèves collent sur une feuille les images des objets dans l'ordre qu'ils ont décidé et notent en-dessous la manière dont ils ont procédé. L'enseignant-e reprend la

production de chaque groupe et les affiche au tableau. Une copie est également fournie à chaque membre du groupe.

5. En **groupe-classe**, une mise en commun débouchera sur le constat que les productions et les manières de procéder sont différentes d'un sous-groupe à l'autre.

L'enseignant-e demande alors aux élèves de réfléchir à une manière d'obtenir un classement commun à toute la classe.

Enseignant-e : « Comment pourrions-nous faire pour que nos objets soient ordonnés de la même façon dans chacun des groupes ? »

Cette discussion porte sur les notions de « lourd » et de « léger » qui sont des perceptions dépendantes de chaque individu mais aussi relatives. L'enseignant-e doit mener les élèves sur la voie de la mesure sans leur donner la réponse. La conclusion de cette discussion pourrait être :

« Pour obtenir un rangement qui soit identique à chaque fois, il nous faut peser les objets. Nous connaissons ainsi leur masse et nous pourrions les ordonner du plus lourd au plus léger. ».

6. L'enseignant-e propose alors de réaliser la pesée des différents objets. Les enfants réalisent cette mesure à tour de rôle sur la **balance**.

Il est important de garder une trace des données. Pour ce faire, les élèves notent les résultats de leur mesure sur des étiquettes qui seront collées sur les objets.

Lorsque tous les objets sont pesés, les élèves les ordonnent **du plus lourd au plus léger**, c'est-à-dire de l'objet qui a la masse la plus élevée à celui qui a la masse la moins élevée. Le rangement est réalisé avec les objets eux-mêmes, l'enseignant-e en prend ensuite une photo pour en garder une trace. Cette photo sera affichée en classe et distribuée aux enfants.



Images des objets à découper et à coller

<p>Un bloc de « frigolite »</p> 	<p>Une boule de « frigolite »</p> 	<p>Un bouchon en liège</p> 
<p>Un sous-plat en liège</p> 	<p>Une bille en verre</p> 	<p>Un plat en verre</p> 
<p>Une bouteille en verre</p> 	<p>Une bille en bois</p> 	<p>Une cuillère en bois</p> 
<p>Un clou</p> 	<p>Une cuillère en métal</p> 	<p>Une petite pierre</p> 
<p>Une grande pierre</p> 	<p>Une boule de pâte à modeler</p> 	<p>Une boîte de conserve vide</p> 
<p>Une allumette</p> 	<p>Une petite branche</p> 	

Les critères de la flottaison :

La masse (2)

ACTIVITÉ 4

Maintenant que les objets sont ordonnés, les élèves testent leur hypothèse en les plongeant dans l'eau.

Durée estimée : 50 minutes
Matériel <ul style="list-style-type: none"> • les objets de la liste (voir page n°44) • la photo réalisée lors de l'activité précédente • des bassines d'eau • des panneaux ou feuilles blanches • des marqueurs

1. En **groupe-classe**, l'enseignant-e questionne ses élèves sur la prise de données et sa mise en forme. En effet, les élèves n'ont à leur disposition qu'une photo reprenant les objets ordonnés selon leur masse.

Enseignante : « Lorsque nous allons réaliser l'expérience, qu'allons-nous devoir observer ? Comment ? », « Comment allons-nous garder une trace de ce que nous avons observé ? »

Cette discussion doit mener les élèves à trouver un moyen de prendre des notes d'observations.

Par exemple, il peut être décidé de construire un tableau à double entrée avec les élèves. Celui-ci reprendrait le nom des objets et leur masse dans les deux premières colonnes, les deux dernières étant réservées à la prédiction et à l'observation de la flottaison.

Objets	Masse	Prédictions		Observations	
		Je pensais		J'ai vérifié	
		COULE	FLOTTE	COULE	FLOTTE

Objets placés par ordre décroissant de masse (comme sur la photo)

2. Après avoir retranscrit le nom des objets et leur masse, les élèves sont invités à formuler une prédiction quant au comportement des objets qu'ils ont ordonnés. Cette prédiction est ensuite rapportée dans le tableau collectif.

3. Les élèves sont répartis en **sous-groupes**. Le tableau construit collectivement est reproduit, sans la colonne des prédictions, afin que chaque équipe dispose du sien.

4. Toujours en sous-groupes, les élèves déposent les objets les uns après les autres à la surface de l'eau de leur bassine. Ils indiquent au fur et à mesure leur observation dans leur tableau.



5. Lorsque tous les objets sont passés en revue, l'enseignant-e réalise une **mise en commun** en revenant sur l'hypothèse de départ et les prédictions faites par les élèves.

Enseignant-e : « Que peut-on dire par rapport à ce que l'on avait prévu au départ ? Est-ce que la masse des objets a une importance pour que ça flotte ? »

L'important ici est de laisser les élèves s'exprimer à propos de l'expérience vécue, qu'ils puissent formuler une conclusion à propos de cette hypothèse explicative qu'ils avaient énoncée en début de séquence.

- « *Tous les objets de petite masse ne flottent pas.* »
- « *Certains objets de petite masse coulent et certains de grande masse flottent.* ».

→ Les élèves auront découvert que la masse des objets n'a pas d'influence sur leur flottaison.

Les critères de la flottaison :

ACTIVITÉ 5

La taille (le volume)

L'hypothèse concernant la masse étant invalidée, l'enseignant-e amorce à nouveau la discussion autour de ce qui pourrait permettre aux objets de flotter. Ceci constitue un retour vers une étape antérieure, la formulation d'une nouvelle hypothèse explicative à tester.

Lors de ce deuxième moment d'échange, l'enseignant-e revient sur la question de recherche initialement posée (d'où l'intérêt de l'afficher en classe). Toutes les propositions des élèves sont notées sur un panneau en les regroupant selon leur thème, c'est-à-dire un même critère à investiguer, sur le principe de la deuxième activité. Chaque critère investigable sera alors abordé dans la suite de la séquence d'apprentissage.

Les hypothèses explicatives des élèves tourneront probablement autour de la taille, de la matière et de la forme des objets. Les activités concernant ces critères sont ici présentées dans cet ordre, mais il ne s'agit pas de suivre ce déroulement à la lettre. En effet, la séquence sera adaptée à la situation de la classe et au raisonnement des élèves. Si ces hypothèses ont déjà été relevées précédemment (activités 1 et 2) et qu'elles sont consignées sur un panneau, l'enseignant-e repartira de celui-ci en laissant la porte ouverte à de nouvelles hypothèses.

Durée estimée : 40 minutes
Matériel <ul style="list-style-type: none">• les objets de la liste (voir page n°44)• des bassines d'eau

1. En **groupe-classe**, l'enseignant-e recueille les conceptions des élèves et mène une discussion pour construire une hypothèse commune qui sera testée.

Les conceptions des élèves concernant la taille suivront certainement le sens suivant : les grands/gros objets coulent et les petits objets flottent ou les très petits objets coulent car ils fendent la surface de l'eau. L'hypothèse explicative dégagée doit prendre en considération le facteur taille (volume).

Exemple : « *La taille des objets/ la place que prennent les objets est importante pour qu'ils flottent* ».

Remarque : Il est évident que les objets sont en trois dimensions et qu'il est plus approprié de parler de volume dans ce cas. Il serait donc préférable de diriger la discussion sur la notion de volume sans parler explicitement de ce concept. Il pourrait alors être utilisé des expressions comme « prend beaucoup de place », « prend peu de place », « prend plus de place que... ».

2. L'enseignant-e propose alors aux élèves de discuter autour des concepts de « grand/gros/prend beaucoup de place » et « petit/prend peu de place » dans le but de dégager un classement des objets.

Avec l'aide de l'enseignant-e, les élèves construisent un critère de classement qui leur convient. Ce critère permettra de classer les objets selon la notion de volume. Il s'agit d'un repère pour séparer les objets en deux groupes.

Par exemple :

- l'objet entre ou non dans ma boîte à tartines ;
- je peux tenir ou non l'objet dans ma main ;
- l'objet mesure plus ou moins de 10 cm ;
- ...

Lorsque le classement est effectué, les enfants sont amenés à prédire le comportement des grands et des petits objets.

Exemple :

Les objets qui entrent dans la boîte	Les objets qui n'entrent pas dans la boîte
Ce que la classe pense avant de vérifier	

3. Les élèves testent ensuite les objets dans l'eau pour observer leur comportement effectif et le comparent à leurs prédictions.

4. Une discussion s'engage à propos des constats relevés suite au test. Celle-ci permettra peut-être d'émettre de nouvelles hypothèses de recherche.

La conclusion à dégager avec les élèves est la suivante.

- « Certains petits objets coulent et certains grands objets flottent. »
- « Certains objets qui prennent beaucoup de place flottent et certains objets qui prennent peu de place coulent. »

→ Les élèves auront découvert que la taille des objets/ la place que prennent les objets n'a pas d'importance pour qu'ils flottent.

Les critères de la flottaison :

La matière

ACTIVITÉ 6

Préalablement à cette activité, les objets auront été regroupés selon leur matière.

Durée estimée : 40 minutes

Matériel

- les objets de la liste (voir page n°44)
- des étiquettes avec le nom des matières
- des bassines d'eau
- des photocopies de la fiche élève « Coule-flotte : la matière » (voir page n°50)

1. En **groupe-classe**, les élèves associent une étiquette « matière » à chaque groupe d'objets. Après validation par l'enseignant-e, ils prennent note de ces informations sur leur fiche élève individuelle.

2. Répartis en **sous-groupes**, les élèves plongent les objets de même matière dans l'eau de leur bassine. Ils observent le comportement de chaque objet et reportent cette observation sur leur fiche.

3. L'enseignant-e mène une mise en commun en **groupe-classe** pour dégager une conclusion par rapport au comportement des objets.

La conclusion à dégager lors de cette activité est une énumération des objets fabriqués dans une matière qui coulent, des objets fabriqués dans une matière qui flottent et des objets d'une même matière qui coulent et qui flottent :

- « *La cuillère en bois, le bloc de « frigolite », la bille en bois, le bouchon en liège, le sous-plat, ... flottent.* »
- « *La cuillère en métal, la boule de pâte à modeler, la grande pierre, la petite pierre, le clou, coulent.* »
- « *Le plat en verre flotte mais la bille coule, la bille en métal coule mais pas la boîte de conserve vide.* »

Remarque : La manière dont les élèves vont poser les objets dans l'eau va avoir une influence sur leur flottaison. S'ils plongent la boîte de conserve ou le plat en verre sur leur tranche, ils vont couler. C'est alors à l'enseignant de montrer que ces objets peuvent également flotter s'ils sont posés sur l'eau d'une autre façon.

→ Les élèves auront découvert que la matière a une importance pour qu'un objet flotte. Il y a des objets en matière qui flotte et des objets en matière qui coule. Certains objets de même matière font les deux.

Coule-flotte : la matière

MATIÈRE	OBJETS	COULE	FLOTTE	MATIÈRE	OBJETS	COULE	FLOTTE	
.....							
							
								
.....							
								
.....							
								
.....							

Les critères de la flottaison :

ACTIVITÉ 7

La forme

Le dernier critère testé ici est celui de la forme des objets que l'on plonge dans l'eau. Grâce à l'activité précédente, les élèves ont pu découvrir que certains objets composés d'une même matière peuvent flotter ou couler.

Pour vérifier ce critère, l'enseignant-e propose une expérience-défi. Cette expérience consiste à faire flotter un objet qui est composé de « matière qui coule ».

Durée estimée : 40 minutes

Matériel

- de la pâte à modeler
- des bassines d'eau

1. L'enseignant-e place les élèves en **sous-groupes** et leur donne le matériel nécessaire à la réalisation de l'expérience : une boule de pâte à modeler et une bassine d'eau par équipe.

Enseignant-e : « Je vous lance le défi de faire flotter une boule de pâte à modeler ! »

2. Lorsque chaque équipe a eu le temps nécessaire pour résoudre l'énigme, l'enseignant-e mène une **mise en commun avec le groupe-classe**. Celle-ci porte sur la façon dont les élèves ont mené l'expérimentation et comment ils ont réussi ou non à faire flotter la pâte à modeler.

Pour montrer que ce n'est pas la masse qui joue, l'objet peut être pesé avant et après sa transformation en « barque » (coque creuse).

La conclusion à dégager lors de cette activité porte sur la forme des objets.

- « Lorsque l'on change la forme d'un objet en matière qui coule, on peut le faire flotter. »

→ Les élèves auront découvert que la forme d'un objet est importante pour le faire flotter.

Remarque : Dans une suite logique, pour construire la notion de Poussée d'Archimède, l'enseignant-e aborde la notion de volume d'eau déplacé et peut faire observer ces volumes d'eau déplacés par des objets n'ayant pas la même forme.

Exemple de prolongement de l'activité présentée ci-dessus :

<http://www.espace-sciences.org/juniors/experiences/ca-flotte-ou-ca-coule>

La réponse à notre question de recherche

ACTIVITÉ 8

Durée estimée : 30 minutes

Matériel

- les objets de la liste (voir page n°44)

1. Individuellement, les élèves prennent connaissance des traces qu'ils ont produites durant toute la séquence d'apprentissage.

2. En sous-groupes, les élèves mettent en commun leur production et réfléchissent à une manière de mettre en forme un écrit qui servirait de synthèse à l'ensemble de la classe. Les élèves doivent produire une explication du phénomène de flottaison à partir de ces écrits.

3. En groupe-classe, les élèves partagent le fruit de leur réflexion et leur production. L'enseignant-e guide ensuite la rédaction d'un écrit final expositif qui structurera les apprentissages réalisés et répondant à la question de recherche. Le but est de formuler un écrit commun dont la forme sera négociée avec les élèves. Cette synthèse reprendra toutes les découvertes qui permettent d'expliquer le phénomène observé, la flottaison.

Cet écrit peut notamment reprendre une conclusion semblable à ce qui a été proposé dans la fiche de présentation de cette séquence.

« Il y a de la matière qui flotte et de la matière qui coule. Un objet en matière qui flotte, flotte toujours. Un objet en matière qui coule peut flotter ou couler. Il coule s'il est plein. Il flotte ou coule s'il est creux, ça dépend de l'importance du creux ».

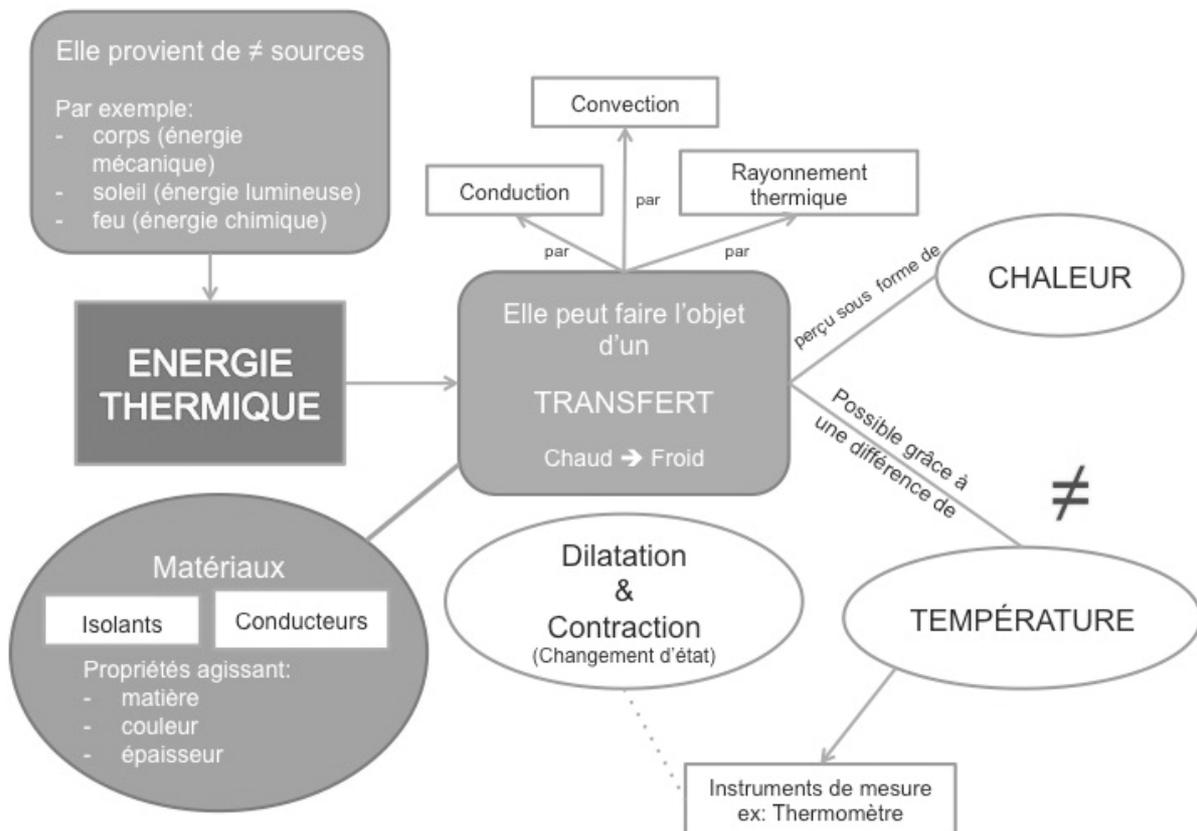
Cependant, elle doit contenir les mots des enfants et correspondre à ce qui a été discuté en classe avec eux.

2.3. Ressources et bibliographie

- Evrard, T. & Amory, B. (Eds). (2015). Les modèles : Des incontournables pour enseigner les sciences ! Louvain-la-Neuve, Belgique : De Boeck.
- Giot, B. & Quittre, V. (2006). Les activités scientifiques en classes de 3e et 4e années primaires : Aider les élèves à structurer leurs acquis. Service général du Pilotage du système éducatif.
- Giot, B. & Quittre, V. (n.d.). Structurer ses acquis en sciences : Le rôle de l'écrit. Liège, Université de Liège : Service de Pédagogie Expérimentale.
- Orange, Ch. (2009). Organiser et mener un débat scientifique en classe. In Schneeberger, P. & Vérin, A. (Eds). Développer des pratiques d'oral et d'écrit en sciences : Quels enjeux pour les apprentissages à l'école ? (pp. 93-119). Lyon, France : Institut National de Recherche Pédagogique.
- Plé, E. (2009). Articuler débats, écrits, manipulations pour franchir un obstacle. In Schneeberger, P. & Vérin, A. (Eds). Développer des pratiques d'oral et d'écrit en sciences : Quels enjeux pour les apprentissages à l'école ? (pp. 93-119). Lyon, France : Institut National de Recherche Pédagogique.
- Plé, E. (2009). Des mots des élèves à la formulation de connaissances scientifiques. In Schneeberger, P. & Vérin, A. (Eds). Développer des pratiques d'oral et d'écrit en sciences : Quels enjeux pour les apprentissages à l'école ? (pp. 93-119). Lyon, France : Institut National de Recherche Pédagogique.
- Schneeberger, P. & Vérin, A. (2009). Propositions pour intégrer le travail sur le langage à l'enseignement des sciences. In Schneeberger, P. & Vérin, A. (Eds). Développer des pratiques d'oral et d'écrit en sciences : Quels enjeux pour les apprentissages à l'école ? (pp. 93-119). Lyon, France : Institut National de Recherche Pédagogique.
- Schneeberger, P. , Robisson, P., Liger-Martin, J. & Darley, B. (2007). Conduire un débat pour faire construire des connaissances en sciences. Aster, 45, 39-63. doi:10.4267/2042/16815

3. LA CHALEUR

3.1. Cadre théorique



Chaleur et température

Chaleur et température sont souvent confondues. Ces concepts sont tous deux liés à l'énergie thermique mais ils sont cependant distincts.

La **température** est une **mesure** de l'agitation des molécules. Son unité internationale est le **kelvin (K)**. Dans la vie courante et même en sciences, les unités les plus utilisées sont le **degré Celsius (°C)** ou encore parfois le **degré Fahrenheit (°F)**⁹.

⁹ Les échelles Celsius et Fahrenheit sont des échelles de mesure relative (c'est pour cette raison que l'on parle de « degré » Celsius ou Fahrenheit). Ces deux échelles mesurent l'agitation moléculaire par rapport à l'agitation existant à un point de référence (la fonte de la glace pour l'échelle Celsius). Le point de référence de l'échelle Kelvin est le point théorique auquel il n'y a aucune agitation moléculaire, il s'agit donc d'une mesure absolue de l'agitation moléculaire.

Énergie thermique ou agitation thermique

L'agitation thermique est le mouvement incessant dont sont animées les molécules. Ce mouvement est d'autant plus rapide que la température est élevée.

À l'état **solide**, les molécules sont ordonnées et fortement liées entre elles. Les liaisons chimiques qui les relient limitent fortement leurs mouvements : leur **agitation thermique** est **faible**.

À l'état **liquide**, les molécules sont désordonnées mais restent liées les unes aux autres. Les molécules ont une plus grande liberté de mouvement. L'**agitation thermique** est **modérée**.

À l'état **gazeux**, les molécules sont totalement désordonnées et les liaisons chimiques sont quasi inexistantes. Les molécules ont une **agitation thermique maximale**.

Le passage d'un état à l'autre demande une augmentation/diminution de la température intrinsèque de la matière : plus une matière reçoit d'énergie, plus elle va bouger.

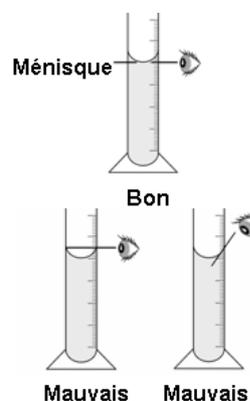
La température est mesurée à l'aide d'un **thermomètre**.

Utilisation des thermomètres

Peu importe le type de thermomètre que vous décidez d'utiliser en classe, il existe certaines règles d'utilisation à ne pas oublier.

- La **lecture de la température** se fait uniquement une fois que celle-ci s'est stabilisée et toujours en **laissant le capteur ou le réservoir dans** le matériau ou le fluide dont la température est mesurée.

- Avec les thermomètres **analogiques**, il est important que la lecture se fasse avec les yeux **à hauteur du ménisque** (*base de la courbe formée par un liquide dans un tube*). Pour les thermomètres extérieurs, il faut que les enfants puissent monter à hauteur du thermomètre ou que celui-ci puisse être décroché pour être amené à hauteur des yeux des enfants ou encore qu'il soit fixé à hauteur des yeux des élèves et non des adultes (qui doivent alors se baisser pour lire la température).



oell@Yanpetro

La **chaleur** est la partie d'énergie thermique qui est transférée d'un corps à un autre et perceptible à nos sens. La chaleur n'est perceptible que lorsque ce transfert a lieu, c'est pourquoi le terme « chaleur » n'a de réelle signification que dans un processus d'échange d'un corps à un autre.

Ce transfert s'effectue toujours de la zone/l'objet le plus chaud vers la zone/l'objet le plus froid.

La chaleur dépend principalement de trois facteurs.

1. La chaleur dépend de la différence de température entre les deux corps.

Si vous rentrez d'une balade dans la neige, vous percevez la chaleur de la pièce parce qu'il y a une différence de température entre votre peau (basse) et la température de l'air ambiant (plus élevée). Il y a transfert d'énergie de l'air vers votre peau : c'est la chaleur. Par contre, une personne présente dans la même pièce depuis un certain temps ne ressentira pas de chaleur parce qu'il n'y a plus de transfert d'énergie¹⁰.

2. La chaleur dépend de la masse du corps. Un objet de très faible masse ne peut pas transférer beaucoup d'énergie, il ne sera donc pas perçu comme chaud, même si sa température est élevée.

Pour décorer un gâteau, vous allumez des bâtonnets d'étincelles. La température des étincelles peut atteindre 1000 °C pourtant si des étincelles tombent sur vos mains vous ne vous brûlerez pas. Même à très haute température, une étincelle est de si petite taille qu'elle transporte très peu d'énergie. Il y a très peu de chaleur.

3. La chaleur dépend de la nature du corps.

Si vous touchez une table en bois dont les pieds sont en métal, le bois vous semblera plus chaud que le pied en métal. Pourtant, étant dans la même pièce ils sont à la même température mais les transferts de chaleur sont plus importants dans le métal que dans le bois.

Transfert de chaleur, conduction thermique et isolation thermique

Les concepts de transferts de chaleur, de conduction et d'isolation sont intimement liés. La transmission de l'énergie thermique peut s'opérer selon trois modes¹¹ :

- **La conduction** est le moyen par lequel la chaleur circule de proche en proche dans un matériau ou passe d'un corps à un autre en contact physique direct, par chocs entre les atomes et/ou les molécules. Les molécules du corps le plus chaud se heurtent entre elles et transmettent leur énergie aux molécules voisines plus froides. Le flux de chaleur va donc toujours des zones chaudes vers les zones froides.

La casserole chaude transfère la chaleur à la partie du beurre qui est à son contact. C'est pourquoi seule la partie du beurre en contact avec la casserole fond. Puis, l'entière du beurre finit par fondre puisque la chaleur est transmise de proche en proche au sein du beurre.

- **La convection** est l'échange de chaleur entre la surface d'un solide et l'air¹² environnant lorsqu'il y a différence de température entre les deux. Au contact

¹⁰ Il s'agit d'une simplification. Le corps humain est producteur d'énergie. En fait, les transferts s'inversent mais sont estompés par les vêtements.

¹¹ Inspiré de <http://www-energie2.arch.ucl.ac.be/transfert%20de%20chaleur/3.2.htm>

d'une surface chaude, l'air froid se réchauffe. L'air ainsi chauffé se dilate, s'allège et s'élève. Il est continuellement remplacé par de l'air plus froid qui, à nouveau, se réchauffe. Cela crée une circulation ascendante de l'air. Dans le cas inverse, lorsque de l'air chaud vient en contact d'une surface froide, le mouvement de convection est alors descendant.

- **Le rayonnement thermique** est la transmission de chaleur sous forme d'ondes et donc sans contact physique direct. Tous les matériaux rayonnent sans arrêt de l'énergie dans toutes les directions : les plantes et les animaux à sang à température constante émettent un rayonnement thermique invisible infrarouge, alors que le soleil émet principalement de la lumière visible. Ce rayonnement thermique peut signifier soit une baisse, soit une augmentation de température.

Assis à proximité d'un feu éteint depuis peu, vous sentez le rayonnement émis par les braises tièdes. Il y a augmentation de la température. Par temps froid, assis à proximité d'une fenêtre, vous sentez le rayonnement émis par le verre froid. Il y a diminution de la température.

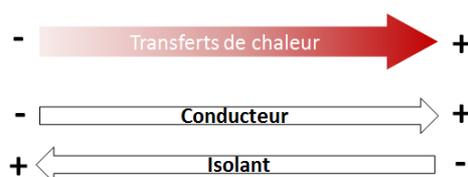
Un **isolant thermique** est un matériau où les transferts de chaleur par conduction sont lents. Il est placé entre deux milieux dont les températures sont différentes. Il peut être représenté comme une sorte de barrière, ou plutôt comme un élément tampon, qui freine la conduction de chaleur.

Lorsque vous utilisez des gants de cuisine pour saisir une casserole chaude, le flux de chaleur va de la casserole (zone chaude) vers les mains (zone froide) en transitant par les gants dont la matière conduit faiblement la chaleur. Les gants isolent vos mains de la chaleur de la casserole.

Vous pouvez porter ces mêmes gants pour prendre un aliment dans le congélateur. Dans ce cas, le flux de chaleur ira de vos mains (zone chaude) vers l'aliment congelé (zone froide) en transitant à nouveau par les gants. Le flux de chaleur y étant lent, vos mains conservent leur chaleur, on dit que les gants isolent vos mains du froid.

Un **conducteur thermique** est un matériau qui laisse facilement passer la chaleur. On utilise un conducteur pour évacuer ou disperser la chaleur. Les meilleurs conducteurs thermiques sont les métaux et certains fluides. Ainsi, les radiateurs sont en métal afin de transférer rapidement la chaleur de l'eau qui y circule.

Le schéma suivant permet de visualiser la gradation du pouvoir isolant *versus* conducteur des matériaux selon la vitesse des transferts de chaleur en leur sein.



¹² D'une manière générale, il s'agit de l'échange de chaleur entre une surface et un fluide mobile à son contact mais, pour des raisons de simplification, nous nous limitons au cas où ce fluide est l'air environnant.

Quelles sont les caractéristiques d'un bon isolant thermique ?

La conduction est plus importante dans les métaux que dans les non-métaux. Par ailleurs, les transferts de chaleur par conduction sont plus rapides dans les solides que dans les liquides et sont encore plus lents dans les gaz.

En pratique, les matériaux non métalliques dont la structure piège de l'air sont donc de bons isolants. C'est le cas des fibres naturelles et par exemple la laine, le chanvre, le lin mais aussi le bois, le liège...

Les matériaux synthétiques tels que le polystyrène expansé ('frigo-lite') ou le polyuréthane sont également de bons isolants. Les plastiques sont des faibles conducteurs de chaleur et la structure sous forme de mousse permet de capturer une grande quantité d'air.

Le double vitrage utilise également la propriété isolante des gaz. Un gaz inerte (air ou autre) est emprisonné entre deux couches de verre. C'est encore le pouvoir isolant de l'air qui est exploité dans les seaux à vin isothermes, la couche d'air permettant de conserver la fraîcheur du vin.

Il est aisé de comprendre que l'épaisseur du matériau augmente l'effet isolant, les transferts d'énergie étant davantage freinés. Toutefois, au-delà d'une certaine épaisseur, les performances isolantes ne s'améliorent plus.

Nous l'avons dit, les matières isolantes sont des matières où le transfert d'énergie par conduction est faible. Toutefois, les matériaux qui ralentissent le rayonnement thermique ont également un certain effet isolant. C'est le cas de l'aluminium.

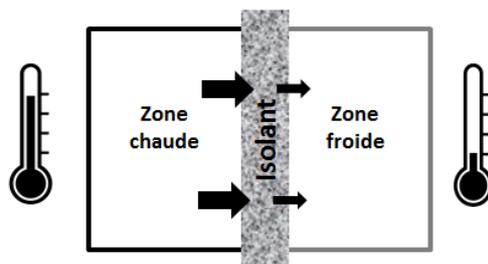
Saisir une casserole chaude à l'aide d'une feuille d'aluminium ne protégera pas vos mains de la chaleur de la casserole. Pourtant, une préparation peut être gardée chaude un certain temps lorsqu'elle est emballée dans une feuille d'aluminium.

Comment expliquer cette apparente contradiction ? L'aluminium conduit très rapidement la chaleur d'un corps à un autre en contact direct mais il freine le rayonnement thermique en le réfléchissant, ce qui agit à l'inverse de la conduction.

C'est encore la propriété réfléchissante de l'aluminium qui est exploitée dans les couvertures de survie isolantes. En réfléchissant le rayonnement infrarouge émis par le corps, la face argentée apposée vers l'intérieur permet de maintenir la température corporelle.

« Isoler du chaud », « Isoler du froid » : un même phénomène

La figure ci-dessous schématise l'influence d'un isolant sur le flux de chaleur entre une zone dite chaude et une zone dite froide. On comprend que le concept d'isolation ne se réduit pas aux seules caractéristiques de l'isolant ; il faut encore tenir compte de la température de chacune des deux zones en contact avec l'isolant. Pour qu'il y ait isolation, il faut qu'une différence de température existe entre ces deux zones.



« Isoler du froid » ou « isoler du chaud », c'est exploiter le même phénomène mais avec des objectifs différents. C'est le focus qui est différent.

« Isoler du froid » et « garder chaud ». Si on désire garder une boisson chaude, on s'intéresse à la zone chaude et on utilise un isolant pour la protéger de la zone froide.

« Isoler du chaud » et « garder froid ». Si on désire garder une boisson froide, on s'intéresse à la zone froide et on utilise un isolant pour la protéger de la zone chaude.

Que l'on isole du chaud ou que l'on isole du froid, les transferts de chaleur qu'il faut considérer s'effectuent toujours du milieu chaud vers le milieu froid. Il n'y a jamais aucun transfert de la zone froide vers la zone chaude.

Enfin, n'oublions pas que zone chaude et zone froide sont des notions relatives. Été comme hiver, je désire que la température à l'intérieur de ma maison avoisine les 20°C. En hiver, ma maison à 20°C est la zone chaude et l'isolation va freiner les transferts de chaleur de l'intérieur vers l'extérieur. En été, par temps chaud, l'intérieur de ma maison toujours à 20°C, devient la zone froide et le même isolant freinera les transferts de chaleur de l'extérieur vers l'intérieur.

3.2. Séquence d'apprentissage

La séquence d'apprentissage présentée ci-après est composée de trois activités qui se suivent selon une progression logique dans la découverte des notions relatives à la conduction de la chaleur. Ces activités doivent donc se dérouler successivement.

↓	<p>Activité 1 : Mes mains dans l'eau Objectif de l'activité : Différencier « chaleur » et « température »</p>
	<p>Activité 2 : Réinventons l'eau chaude ! Objectif de l'activité : Découvrir le concept de conduction de la chaleur</p>
	<p>Activité 3 : Les bouteilles habillées Objectif de l'activité : Découvrir le concept d'isolation</p>

Bien que chaque activité balaye l'ensemble de la démarche scientifique, chacune, selon ses spécificités, met davantage l'accent sur certains savoirs et savoir-faire plutôt que sur d'autres. Le tableau suivant présente une répartition des savoir-faire mis particulièrement en avant dans chacune des activités.

	Savoirs	Savoir-faire
Activité 1 Mes mains dans l'eau	Distinction chaleur/température	<ul style="list-style-type: none"> - Recueillir des informations par des observations qualitatives en utilisant ses cinq sens et par des observations quantitatives ; - Utiliser correctement un instrument de mesure et lire la valeur de la mesure.
Activité 2 Réinventons l'eau chaude	Transfert de la chaleur dans les différents états de la matière	<ul style="list-style-type: none"> - Rassembler des informations sous la forme d'un tableau et les communiquer à l'aide d'un graphique (compléter un tableau de données) ; - Élaborer un concept, un principe, une loi ; - Réinvestir dans d'autres situations les connaissances acquises.
Activité 3 Les bouteilles habillées	Les qualités d'un bon isolant thermique	<ul style="list-style-type: none"> - Différencier les faits établis des hypothèses de travail, des réactions affectives et des jugements de valeur ; - Concevoir ou adapter une procédure expérimentale pour analyser la situation en regard de l'énigme ; - Valider les résultats d'une recherche (accepter, rejeter ou nuancer un constat provisoire et/ou partiel en se référant à des documents illustrés).

La découverte du principe de conduction de la chaleur permet de rencontrer des situations d'apprentissage basées sur les perceptions des élèves. Tout au long de la séquence, ils devront alors mettre en place des dispositifs expérimentaux en vue d'objectiver leurs constats.

Dans cette séquence, les élèves seront placés dans une réflexion continue quant aux éléments techniques qui interviennent lors d'une expérimentation.

Ainsi, dans la **première** activité, les élèves seront amenés à prendre conscience de la nécessité d'utiliser correctement un **instrument de mesure**. Dans la **seconde** activité, ils prendront conscience de l'importance d'utiliser un « **témoin** » comme référence. Enfin, la **troisième** activité mettra en évidence la nécessité **de ne changer qu'une seule variable** lors d'une expérimentation.

Toutes les activités de cette séquence nécessitent un matériel de base assez simple à obtenir : des bouteilles en plastique, des seaux ou bassines, des bouillottes ou bocaux en verre, de l'eau chaude, des thermomètres, des chronomètres ou montres analogiques. Lors du choix de ce matériel, une attention particulière sera portée par l'enseignant-e afin que toutes les variables à tenir sous contrôle se présentent de manière parfaitement identique. Ainsi, les bouteilles seront exactement les mêmes (au niveau de la matière, de la forme, de la couleur...), il y aura la même quantité d'eau dans les récipients, etc. Ces précautions sont nécessaires afin que les élèves acquièrent eux aussi ce souci de précision et de rigueur scientifique.

Mes mains dans l'eau

ACTIVITÉ 1

Afin de s'assurer que chaque élève puisse réaliser ses propres observations, l'expérience suivante sera réalisée sous forme d'ateliers identiques qui pourront chacun accueillir maximum 5 élèves.

Cette disposition permettra également d'éviter le réchauffement de l'eau de la bassine froide. En effet, après plusieurs passages des mains des élèves dans l'eau, celle-ci risque de se réchauffer ce qui pourrait faire échouer l'expérience.

Matériel par atelier

- 1 bassine d'eau à une température de 8°C
- 2 seaux identiques étiquetés D (droite) et G (gauche) contenant chacun 1.5 litre d'eau à température ambiante
- 1 thermomètre
- 1 chronomètre ou 1 montre
- fiches : « Mes mains dans l'eau - *Ce que je ressens* » (voir page n°63)
- fiches : « Mes mains dans l'eau - *Ce que je mesure* » (voir page n°64)

1. Au sein des ateliers, chaque élève suit le protocole de la fiche « Mes mains dans l'eau - *Ce que je ressens* ».

2. En **groupe-classe**, l'enseignant-e organise une mise en commun : la majorité des élèves a constaté que l'eau du seau D (main droite) est plus chaude que celle du seau G (main gauche). Se pose alors la question : « Comment être certain que l'eau du seau de droite est plus chaude ? »

3. Après discussion, les élèves décident de vérifier la température de l'eau des 2 seaux d'eau (D et G) à l'aide d'un thermomètre.

4. Pour garder des traces de cette prise de mesures, ils peuvent noter les données recueillies sur la fiche « Mes mains dans l'eau – *Ce que je mesure* ». Cette fiche pourra être réutilisée lors de la seconde activité intitulée : « Réinventons l'eau chaude ! ».

5. Suite aux prises de mesures, les élèves constatent que la température de l'eau est identique dans les deux seaux. **C'est à cette étape que les notions de chaleur et de température doivent être explicitement dissociées.**

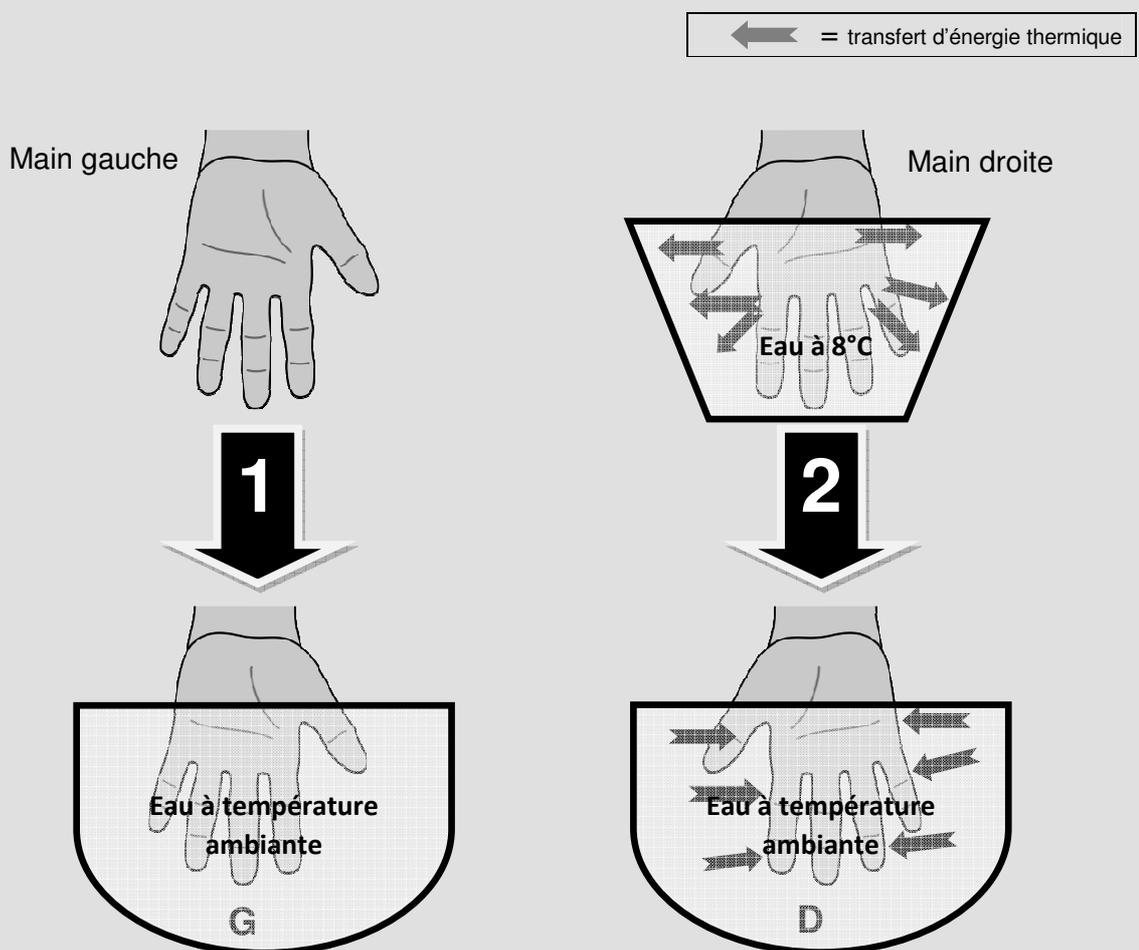
6. Réalisation d'une synthèse commune, sous la forme d'un panneau illustré (avec des photos des expériences réalisées en classe, des schémas et des tableaux de données produits par les élèves). Ce panneau sera affiché en classe comme

mémoire collective de l'activité. Il sera complété, au fur et à mesure, par les nouvelles découvertes qui seront réalisées lors des expériences suivantes. Voici les concepts qui doivent nécessairement transparaître après cette première activité.

- Une même température peut être ressentie de manière différente.
- La chaleur n'est pas la même chose que la température :

« La **chaleur** c'est ce que je **ressens**, la **température** c'est ce que je mesure avec un **thermomètre** ».

Explication de l'expérience « Mes mains dans l'eau »



L'élève ressent une sensation d'eau plus chaude en 2 qu'en 1.

Dans le cas 1, la peau de la main gauche ne ressent pas de différence de température car l'eau est à la même température que l'air.

Dans le cas 2, la peau de la main se refroidit au contact de l'eau froide. Il y a un transfert d'énergie thermique de la main vers l'eau froide (la preuve, l'eau froide peut se réchauffer après quelques contacts).

Lorsque cette main est plongée par la suite dans l'eau à température ambiante, l'eau paraît chaude car le transfert d'énergie thermique se fait de l'eau vers la main.

Mes mains dans l'eau

Ce que je ressens

1. Je plonge la main **droite** dans l'eau de la bassine pendant 40 secondes.

Main droite



40 secondes

-
2. Je plonge la main droite dans le seau D et la main gauche dans le seau G en même temps.

Main gauche



G

Main droite



D

-
3. Ce que je ressens :

.....

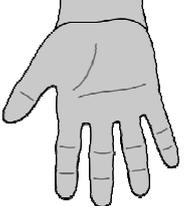
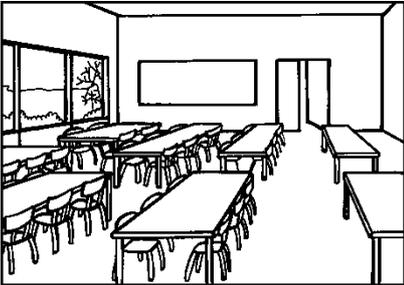
.....

.....

Mes mains dans l'eau

Ce que je mesure

Complète le tableau avec les bonnes températures.

<p>MAIN GAUCHE</p> 	<p>MAIN DROITE</p> 
<p>D'abord...</p>  <p>Température de l'air de la classe : ... °C</p>	<p>D'abord...</p>  <p>Température de l'eau de la baignoire : °C</p>
<p>...ensuite</p>  <p>Température de l'eau du seau G : °C</p>	<p>...ensuite</p>  <p>Température de l'eau du seau D : °C</p>

Réinventons l'eau chaude !

ACTIVITÉ 2

L'objectif de la première activité était de mettre en évidence la distinction entre la sensation de chaleur et la température. L'expérience précédente faisait intervenir la notion de transfert de chaleur par conduction. La séance suivante permettra aux élèves d'affiner leur compréhension de ce phénomène.

Matériel

- 2 bassines remplies d'1,5 litres d'eau à température ambiante
- 1 bouillotte (ou 1 bocal avec couvercle) d'eau chauffée à 100°C
- 3 thermomètres
- 3 chronomètres ou 3 montres
- fiches : « Réinventons l'eau chaude ! » (voir page n°67)
- fiches : « Mes mains dans l'eau – *Ce qu'il se passe avec la main droite* » (voir page n°68)

Attention, afin d'éviter tout risque de brûlure, seul l'enseignant-e manipulera la bouillotte (pour la remplir et y plonger le thermomètre) !

1. Les élèves sont répartis en trois groupes :

- Le groupe « **sans bouillotte** » (témoin)
- Le groupe « **avec bouillotte** »
- Le groupe « **à l'intérieur de la bouillotte** »

Au cours de l'expérience, l'enseignant-e veillera à relever la température de l'eau contenue à **l'intérieur de la bouillotte**. Pour cela, un groupe d'élèves (« à l'intérieur de la bouillotte ») est désigné afin de veiller au respect du timing.

Lors des prises de mesure de température, les élèves notent leurs mesures dans un tableau de données vierge collectif (affiché au mur de la classe), tel que présenté ci-dessous.

	Dans la bassine témoin	Dans la bassine avec bouillotte	Dans la bouillotte
Au départ
Après 2 minutes
Après 4 minutes
Après 6 minutes
Après 8 minutes

En fonction du nombre d'élèves dans la classe, et si les dispositions spatiales et matérielles le permettent, il est envisageable de multiplier le nombre d'ateliers afin de permettre aux enfants de vivre plus activement cette expérience et de les éveiller à la notion de reproductibilité des résultats en sciences, tout en veillant à ce que seul l'enseignant-e manipule l'eau à 100°C.

2. Lorsque le tableau collectif est complété, les élèves schématisent individuellement l'expérience réalisée et notent les résultats obtenus ainsi que leurs constats sur la fiche : « Réinventons l'eau chaude ! ».

3. Une mise en commun des productions personnelles et des mesures permettra de dégager les constats suivants :

- la température de l'eau de la bouillotte a diminué même si elle était fermée ;
- la température de l'eau a augmenté dans la bassine avec la bouillotte ;
- la température de l'eau est restée constante dans la bassine témoin.

Cette découverte mettra en évidence **le rôle majeur du témoin** lors d'une expérimentation. En effet, c'est l'utilisation de ce témoin qui permet d'émettre l'hypothèse que la **chaleur vient de l'objet chaud**. L'observation de la perte de chaleur à l'intérieur de la bouillotte plongée dans l'eau permet de confirmer cette hypothèse.

4. Pour exemplifier et consolider cette nouvelle découverte, un retour explicatif sur la première activité (« Mes mains dans l'eau ») sera proposé à partir de la fiche « Mes mains dans l'eau - *Ce qu'il se passe avec la main droite* ». Les élèves pourront ainsi expliciter le phénomène observé lors de la première activité.

5. Les élèves sont invités à exemplifier leur découverte avec d'autres situations vécues. Exemples : « *Lorsqu'on va la piscine si la douche est froide, l'eau de la piscine paraît chaude. Mais si la douche est chaude, l'eau de la piscine paraît froide.* », « *Lorsqu'on rentre en classe après la récréation et qu'il fait froid dehors, au début on a plus chaud, puis on s'habitue à la chaleur.* », « *Lorsqu'on prépare de la mousse au chocolat, le chocolat fond parce que le pot est en contact avec de l'eau chaude (principe du bain-marie)* ».

6. Synthèse collective. Le panneau de la première activité est complété grâce aux nouvelles découvertes. Voici les concepts qui doivent nécessairement transparaître après cette activité.

- *La chaleur de nos mains, mais aussi celle d'autres objets chauds comme la bouillotte d'eau chaude, réchauffe l'eau de la bassine.*
- ***La chaleur se déplace toujours du chaud vers le froid.***

Réinventons l'eau chaude !

Dessine l'expérience.

Écris la température de l'eau dans le tableau.

Température	Dans la bassine témoin	Dans la bassine avec bouillotte	Dans la bouillotte
Au départ
Après 2 minutes
Après 4 minutes
Après 6 minutes
Après 8 minutes

Que constates-tu :

- au niveau de l'eau de la bassine témoin ?

.....

- au niveau de la bassine avec la bouillotte ?

.....

- au niveau de la bouillote ?

.....

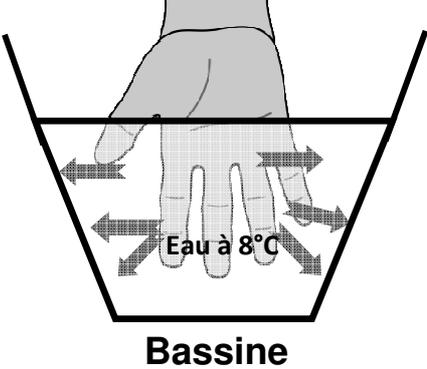
Que s'est-il passé ?

.....

Mes mains dans l'eau
Ce qu'il se passe avec la main droite

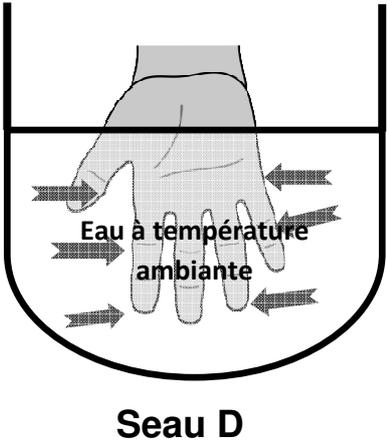
- 1. La main droite est plus chaude que l'eau de la bassine.
- 2. La main droite transmet sa chaleur à l'eau froide de la bassine.

Les flèches représentent le déplacement de la chaleur



L'eau de la bassine se réchauffe grâce à la chaleur de la main.

- 3. L'eau du seau D transmet sa chaleur à la peau de la main droite refroidie.



Les bouteilles habillées

ACTIVITÉ 3

Les deux activités précédentes ont démontré aux élèves que notre corps (nos mains) dégage une certaine chaleur, et que celle-ci pouvait être transférée dans un autre milieu comme l'eau. Cette dernière activité va permettre aux élèves de prendre conscience que notre chaleur corporelle se transfère également dans l'air et que le port de vêtements agit comme un isolant.

1. Au départ d'une situation de classe réelle (exemple : un enfant ne sait pas s'il doit porter sa veste pour aller en récréation) ou de la présentation de la campagne « *Opération gros pull : On baisse la température et on porte un pull* », les élèves seront amenés à se poser la question : « *Pourquoi portons-nous des vêtements ?* ».

Pour faciliter le traitement des hypothèses recueillies auprès des élèves, il convient de dégager les différentes catégories auxquelles elles se rapportent, mais aussi de les distinguer selon les exigences expérimentales que leur vérification nécessiterait.

Exemple de classement d'hypothèses d'élèves :

On peut le vérifier	On peut difficilement le vérifier		
Chaleur	Santé	Météo	Autres
<i>Pour ne pas avoir froid. Parce qu'il fait froid. Pour ne pas geler, pour ne pas devenir de la glace. Pour avoir plus chaud.</i>	<i>Pour ne pas être malade. Pour garder le sang chaud. Parce qu'on peut mourir de froid.</i>	<i>Parce qu'il pleut, parce qu'il neige, pour le vent...</i>	<i>Parce qu'on n'a pas de fourrure comme les animaux. Parce que c'est plus poli. Parce qu'on se sent bien.</i>

Concernant les hypothèses reprises dans la **deuxième colonne**, l'enseignant-e fera prendre conscience aux élèves qu'il est difficile de réaliser des expériences qui mettent en jeu notre santé (exemples : *Pour garder le sang chaud, Pour ne pas être malade*). Cependant, pour aller plus loin, il peut être proposé aux élèves de réaliser une recherche documentaire sur le sujet.

Les hypothèses de la **troisième colonne** (*Parce qu'il pleut, parce qu'il neige, pour le vent...*) font intervenir plusieurs variables.

La **dernière colonne** reprend des hypothèses qui ne peuvent être considérées comme telles parce qu'il s'agit de jugements de valeur (*Parce que c'est plus poli,*

Parce qu'on se sent bien) ou des réponses qu'il faudrait développer pour en faire de véritables hypothèses (*Parce que contrairement aux autres animaux, on n'a pas de fourrure pour nous tenir chaud*).

Seules les hypothèses reprises dans la **première colonne** seront retenues car elles sont facilement vérifiables et sont en relation avec la thématique de départ, « la chaleur ». Deux hypothèses principales en découlent :

- Les vêtements donnent chaud : ils provoquent une augmentation de la température.
- Les vêtements tiennent chaud : ils maintiennent la température constante.

2. En groupe-classe, les élèves sont invités à proposer un dispositif pour vérifier l'impact de nos vêtements sur notre corps. Pour les aider à imaginer un plan expérimental, le matériel à utiliser leur sera présenté.

Matériel

- 2 bouteilles en plastique identiques
- des échantillons de tissu, tricot de laine, cuir, jeans...
- de l'eau chaude (environ 37°C)
- des thermomètres à immersion (de préférence gradués)

L'enseignant-e peut orienter la réflexion en posant quelques sous-questions.

Enseignant-e : « Comment pourrions-nous représenter notre corps avec ce matériel ? À quelle température devrait être l'eau des bouteilles ? Comment allons-nous représenter les vêtements ? »

Élève : « Les bouteilles d'eau chaude (environ 37°C) nous représenteront et les bandes de laine et de coton serviront à représenter les vêtements. »

Enseignant-e : « Il y aura donc une bouteille emballée dans les vêtements. À quoi servira la deuxième bouteille ? »

Élève : « C'est pour savoir si les vêtements gardent mieux la chaleur ou donnent plus chaud que si on ne portait rien. »

Enseignant-e : « Comment allons-nous vérifier si les vêtements protègent mieux du froid que lorsqu'on n'en porte pas ? »

Élève : « En utilisant le thermomètre. »

Enseignant-e : « Quand allons-nous utiliser le thermomètre ? »

Élève : « Au début et à la fin de l'expérience. »

Enseignant-e : « Pourquoi est-ce important de prendre aussi la température au début ? »

Élève : « Pour être sûr que l'eau est à la même température partout. Si une bouteille est plus chaude que les autres pour commencer, l'expérience ne sera pas juste. »

Enseignant-e : « Où allons-nous noter les résultats ? »

Élève : « On pourrait construire un tableau ! »

Cette étape permettra d'expliciter les éléments importants dont il faudra tenir compte pour réaliser l'expérience :

- utiliser un témoin ;
- prendre des mesures régulièrement et simultanément ;
- écrire un protocole d'expérience suffisamment précis qui prend en compte toutes les variables à tenir sous contrôle.

Si cette étape est trop complexe pour les élèves, il est possible de leur proposer directement le protocole à suivre (voir fiche élève page n°71) et de les questionner sur la démarche.

- *Pourquoi l'eau des bouteilles doit être à la même température au départ ?*
- *Que représentent-elles ?*
- *Pourquoi y a-t-il une bouteille qui n'est pas emballée ?*
- *Pourquoi faut-il prendre la température deux fois ?*

3. Une fois le protocole expérimental établi, les élèves sont répartis en groupes. Simultanément ou en ateliers (en fonction du matériel disponible), les élèves réalisent l'expérience et gardent une trace de leurs observations.

4. En groupe-classe, les élèves émettront ce constat : « **La température de l'eau de la bouteille habillée refroidit moins vite que lorsqu'elle est nue** ».

Le schéma « **Pourquoi portons-nous des vêtements?** » (voir page n°73) permettra de consolider ces constats et il sera possible de conclure que « **Les vêtements gardent la chaleur mais ne donnent pas plus chaud** ». Ce retour sur les hypothèses de départ permettra de construire le concept d'isolation et de matériau isolant.

5. La synthèse collective doit refléter les deux conclusions tirées ci-dessus et faire le lien avec les apprentissages tirés des parties précédentes. Le panneau déjà réalisé collectivement peut donc être complété. Voici les concepts qui doivent nécessairement transparaître après cette activité.

- *Les vêtements agissent comme des **barrières**.*
- *Ils ne permettent pas d'augmenter la température de notre corps, mais évitent que notre chaleur ne s'échappe. Cela s'appelle **l'isolation**.*

Pour aller plus loin...

Il est possible de poursuivre l'activité en travaillant avec d'autres matériaux ou en variant le nombre de couches. Cette poursuite les mènera à formuler de nouvelles hypothèses et à concevoir des expériences pour mettre ces hypothèses à l'épreuve.

Exemples d'hypothèses : "Si on met plusieurs tee-shirts, l'eau se refroidira moins. ", "Plus il y a de couches, moins l'eau se refroidira", "L'eau se refroidira aussi vite si on met 4 couches de coton que si on met 4 couches de laine", etc.

À la fin de l'activité, ils auront découvert que la température diminue plus vite avec certains matériaux qu'avec d'autres (possibilité d'établir un classement du plus au moins isolant) ou qu'ajouter une couche de matière permet de maintenir la température plus longtemps.

L'élève étant capable de se représenter l'isolation comme une barrière qui protège du froid et empêche la chaleur de s'échapper, il est aussi intéressant de voir avec lui dans quelle mesure l'isolation est également indissociable de son principe inverse : se protéger de la chaleur. Nous vous renvoyons vers les pistes didactiques de cinquième année primaire où sont proposées des activités traitant ce sujet.

Quelle hypothèse ? Quelle expérience ?

Il est possible de faire réfléchir les élèves sur ce que l'expérience aurait permis de vérifier si elle avait été conçue autrement.

Les activités présentées dans les fiches « *Quelle hypothèse ? Quelle expérience ?* » (voir page n°74) permettent de faire prendre conscience aux élèves que, lors d'une expérience, il ne faut faire varier qu'un seul élément à la fois. Si toutes les variables changeaient en même temps, il serait impossible de tirer une conclusion valable de l'expérience. C'est aussi pour cette raison que les hypothèses ne peuvent exprimer la variabilité que d'un seul critère.

3.3. Ressources et bibliographie

- Centre de développement pédagogiques pour la formation générale en science et technologie, Ni chaud ni froid ! Contraintes thermiques en milieu de travail, cahier de l'élève, janvier 2011
<http://www2.cslaval.qc.ca/cdp/UserFiles/File/telechargement/contraintes_therm_ET_S_eleve.pdf>, consulté le 11 janvier 2016.
- Centre de développement pédagogiques pour la formation générale en science et technologie, Ni chaud ni froid ! Contraintes thermiques en milieu de travail, Guide de l'animateur, janvier 2011
<http://www2.cslaval.qc.ca/cdp/UserFiles/File/telechargement/contraintes_therm_maitre_ETS.pdf>, consulté le 11 janvier 2016.
- Ministère de la Communauté Française, Administration Générale de l'Enseignement et de la Recherche Scientifique, La propagation de la chaleur, Un outil à l'usage des enseignants pour favoriser une continuité des apprentissages en sciences lors de la liaison primaire secondaire, septembre 2009
<<http://www.hypothese.be/Documents/FasciculesSerge/FasciculeChaleur.pdf>>, consulté le 11 janvier 2016.
- ASBL Hypothèse, Une brique dans le cartable, Isolation thermique,
<<http://www.hypothese.be/Documents/FasciculesFichesTechniques/isolationthermique.pdf>>, consulté le 11 janvier 2016.

Les bouteilles habillées

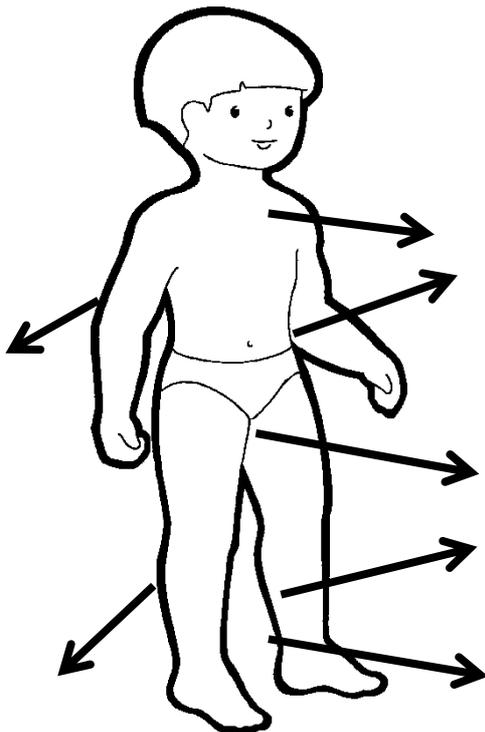
- Remplis 2 bouteilles avec de l'eau à même température.
- Note la température de l'eau de chaque bouteille dans le tableau.
- Habille une des 2 bouteilles.
- Vérifier la température de chaque bouteille après 3, 6 et 10 minutes.

Température	Bouteille nue	Bouteille habillée
Au départ		
Après 3 minutes		
Après 6 minutes		
Après 10 minutes		



Pourquoi portons-nous des vêtements ?

Mon corps dégage de la chaleur. Sans vêtement, la chaleur de mon corps s'échappe vers l'extérieur.



Mes vêtements agissent comme des **barrières** qui empêchent la chaleur de mon corps de s'échapper. Cela s'appelle **l'isolation**.



Quelle expérience ? Quelle hypothèse ?(A)

Voici l'hypothèse d'Emma :

Plus il y a d'eau chaude dans une bouteille,
plus l'eau reste chaude longtemps.

Colorie la liste de matériel dont elle a besoin pour son expérience.

3 bouteilles identiques
Température de l'eau : 50°C/40°C/30°C
Quantité d'eau : 20 cl
1 thermomètre
1 chronomètre

3 bouteilles identiques
Température de l'eau : 50°C
Quantité d'eau : 20 cl/15 cl /25 cl
1 thermomètre
1 chronomètre



Quelle expérience ? Quelle hypothèse ?(B)

Aide chaque enfant à trouver sa liste de matériel pour vérifier son hypothèse.

Léna : Certaines matières gardent mieux la chaleur que d'autres.

3 bouteilles identiques
Température de l'eau : 50°C/40°C/30°C
Quantité d'eau dans chaque bouteille : 20 cl
1 thermomètre
1 chronomètre

Antoine : Certaines formes de bouteilles gardent mieux la chaleur que d'autres.

3 bouteilles de matières différentes : verre, plastique, aluminium
Température de l'eau: 50°C
Quantité d'eau dans chaque bouteille : 20 cl
1 thermomètre
1 chronomètre

Victor : L'eau qui est la plus chaude au départ sera la plus froide après 10 minutes.

3 bouteilles de formes différentes
Température de l'eau: 50°C
Quantité d'eau dans chaque bouteille : 20 cl
1 thermomètre
1 chronomètre



Fédération Wallonie-Bruxelles / Ministère
Administration générale de l'Enseignement
Service général du Pilotage du Système éducatif
Boulevard du Jardin Botanique, 20-22 – 1000 BRUXELLES
www.fw-b.be – 0800 20 000
Impression : Desmet-Laire - contact@desmetlaire.be
Graphisme : charlotte.alexandre@cfwb.be
Juin 2016

Le Médiateur de la Wallonie et de la Fédération Wallonie-Bruxelles
Rue Lucien Namèche, 54 – 5000 NAMUR
0800 19 199
courrier@mediateurcf.be
Éditeur responsable : Jean-Pierre HUBIN, Administrateur général
La « Fédération Wallonie-Bruxelles » est l'appellation désignant usuellement la « Communauté française »
visée à l'article 2 de la Constitution