

éduscol



Ressources maternelle

Explorer le monde du vivant,
des objets et de la matière

Les bateaux



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE, DE
L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR ET DE
LA RECHERCHE

Retrouvez eduscol sur :



Janvier 2016

Table des matières

Éléments du programme et attendus de fin de cycle	6
Les connaissances utiles aux enseignants	6
Les enjeux de ce module	6
Les premières compréhensions visées chez les élèves	6
Les raisonnements qui pourraient être mobilisés lors de la mise en œuvre	7
Lexique qui pourrait être mobilisé durant la mise en œuvre du module	7
Traces qui pourraient être produites durant la mise en œuvre	8
Organisation spatiale et matérielle de la classe	9
Précautions relatives aux situations déclenchantes qui pourraient être proposées à partir d'albums	10
Quelques situations qui permettent d'introduire le module	10
Premiers moments de familiarisation pratique pour les élèves de MS avec le bac à eau et divers objets	11
Moment suivant de familiarisation pratique pour les élèves de MS avec le bac à eau et de nouveaux objets	12
Premiers moments de familiarisation pratique pour les élèves de GS avec le bac à eau et divers objets	12
Premier moment de focalisation avec les élèves de GS. Quels sont les objets qui flottent ? Quels sont les objets qui coulent ?	15
Vers la notion de perméabilité (en parallèle avec le début du travail sur la flottaison)	18
Second moment de focalisation avec les élèves de GS. Comment représenter, par un code, que des objets flottent ou coulent ?	19

Nouveau moment de familiarisation pour les élèves de GS	21
Troisième moment de focalisation pour les élèves de GS. Premières représentations par les élèves et bilan des expériences vécues.	22
Moment d'échanges avec les élèves de GS	24
Moment de familiarisation avec les élèves de GS	25
Quatrième moment de focalisation avec les élèves de GS. Production collective d'un écrit de synthèse.	25
Moment de focalisation avec les élèves de MS et de GS. Exploitation d'une première construction et d'un premier chargement de bateau	26
Moment de focalisation avec les élèves de MS et de GS. Exploitation d'une expérience collective et mise en lien avec une histoire lue.	28
Moments de familiarisation avec les élèves de MS et de GS	29
Annexe	32



Cette ressource présente le travail réalisé dans une classe de 23 élèves de MS-GS (enseignante : Christine Mage, école primaire d'Issus, circonscription de Villefranche de Lauragais, département de la Haute-Garonne).

La ressource a été scindée en trois parties afin d'en faciliter la compréhension :

- les parcours d'apprentissage qui portent plus spécifiquement sur « Explorer la matière » ne sont pas strictement identiques pour les deux niveaux de classe. En les distinguant de manière « artificielle », les auteurs ont voulu rendre leur logique propre plus explicite. Cette première partie accorde une place plus importante aux élèves de GS (sans exclure totalement des situations proposées aux élèves de MS) ;
- des situations d'apprentissage et des gestes professionnels, spécifiques à chaque niveau de classe, peuvent être présentés et détaillés par l'intermédiaire de séquences filmées assez longues ;
- les parcours d'apprentissage qui portent sur « Utiliser, fabriquer, manipuler des objets » servent à illustrer la dynamique engagée dans une classe à deux niveaux. Un projet de construction de bateaux permet ainsi de faire travailler ensemble, mais avec des enjeux d'apprentissage qui peuvent être différents, les deux sections de la classe.

Éléments du programme et attendus de fin de cycle

- Explorer la matière.
- Utiliser, fabriquer, manipuler des objets.
- Choisir, utiliser et savoir désigner des outils et des matériaux adaptés à une situation, à des actions techniques spécifiques (plier, couper, coller, assembler, actionner...).
- Réaliser des constructions ; construire des maquettes simples en fonction de plans ou d'instructions de montage.

Les connaissances utiles aux enseignants

Voir les ressources en annexe.

Les enjeux de ce module

Les premières compréhensions visées chez les élèves

Distinguer les objets et les matériaux (les substances) qui les constituent.

- Du point de vue des objets :
 - » Des objets flottent : ils ne restent pas au fond de l'eau. Des objets coulent : ils restent au fond de l'eau.
 - » Le fait qu'un objet flotte ou coule ne dépend ni de sa grosseur ni de son poids.
 - » Un bateau chargé s'enfonce dans l'eau et finit par couler au-delà d'une certaine charge.
 - » On peut agir sur la flottaison d'un objet en l'alourdissant ou en modifiant son volume (sa taille ou sa forme diront certainement les élèves).
- Des objets vers les matériaux qui les composent :
 - » Certains objets constitués de matériaux imperméables peuvent toujours flotter à la surface de l'eau, quelle que soit leur forme.
 - » Certains objets constitués de matériaux imperméables flottent uniquement si on les façonne en forme « de bateau ».
 - » Des objets constitués de matériaux perméables peuvent flotter durant un temps limité (car ils absorbent l'eau, s'alourdissent, se désagrègent...).
- Du point de vue des matériaux :
 - » Certains matériaux absorbent l'eau, ils sont perméables. Certains matériaux n'absorbent pas l'eau, ils sont imperméables.

Des habiletés motrices : couper, découper, coller, plier, assembler, fixer.

Les raisonnements qui pourraient être mobilisés lors de la mise en œuvre

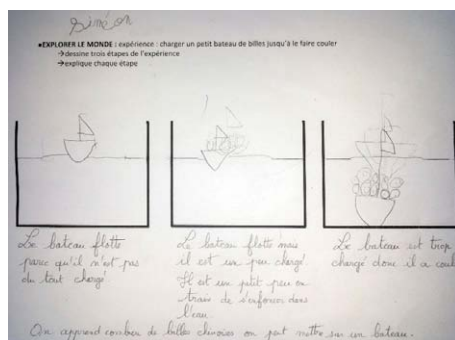
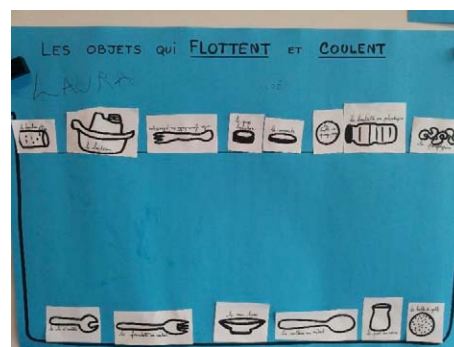
- De type **séquentiel** (ou chronologique) : la suite ordonnée des étapes de fabrication d'un radeau ou d'un bateau (par pliage, par modelage, par assemblage de divers matériaux), la suite chronologique des étapes d'une expérience, etc.
- De type **conditionnel** : si... alors.
 - » Exemple 1 : si on charge le bateau alors il s'enfonce dans l'eau.
 - » Exemple 2 : si le bateau est fait avec du papier perméable alors il coule.
 - » Exemple 3 : si je perce la coque d'un bateau, alors il se remplit d'eau et il coule.
 - » Exemple 4 : si je souffle sur le bateau, il peut avancer.
- De type **relationnel** : plus... plus..., moins... moins...
 - » Exemple 1 : plus un bateau est chargé, plus il s'enfonce sous la surface.
 - » Exemple 2 : moins un bateau est chargé, moins il s'enfonce sous la surface.
 - » Exemple 3 : plus je souffle fort, plus le bateau avance vite.
 - » Exemple 4 : plus le papier qui sert à fabriquer le bateau est absorbant, plus il coule rapidement.
- De type **analogique** :
 - » Exemple 1 : comme les bateaux que nous avons fabriqués, les vraies barques peuvent couler quand elles sont alourdies.
 - » Exemple 2 : comme les bateaux que nous avons fabriqués, une barque peut couler quand elle a un trou dans la coque.
- De type **comparatif** :
 - » Repérage de points communs (et de différences) sur les attributs physiques,
 - » Identification des éléments communs entre différents types de bateaux (présence de flotteurs, de voiles, de moteurs, etc.),
 - » Identification des similitudes de formes entre des barques, des bateaux, des navires, des paquebots... Tous les bateaux ont un avant (la proue) et un arrière (la poupe).

Lexique qui pourrait être mobilisé durant la mise en œuvre du module

Verbes	Substantifs	Adjectifs et adverbes
flotter, couler, tomber, s'enfoncer, plonger, immerger, se déplacer, naviguer, transporter, charger, alourdir, alléger, couper, découper, coller, plier, assembler, étaler, faire naufrage, chavirer, équilibrer...	surface, fond, voile, mât, coque, taille, forme, charge, moteur, ancre, cordage, paquebot, barque, chalutier, canoë, gondole, voilier...	lourd, léger, perméable, imperméable, gros, petit, absorbant, sec, humide, mouillé, trempé, chargé, lentement, délicatement...

Traces qui pourraient être produites durant la mise en œuvre

- Des photos des expériences réalisées, des tris effectués ;
- des dessins d'observation ;
- des tableaux pour consigner les observations (lien entre les matériaux et le fait que les bateaux flottent ou coulent ; pour un même matériau, liens entre les formes des bateaux et le fait qu'ils coulent ou qu'ils flottent) ;
- des photos pour rendre compte des différentes étapes de la fabrication d'un bateau (pliage, assemblage), des photos pour rendre compte de l'évolution du comportement des bateaux en fonction du temps (certains flottent quelques instants puis absorbent de l'eau et coulent ; certains bateaux flottent puis lorsqu'ils sont chargés, ils s'enfoncent progressivement dans l'eau), etc.
- des réalisations matérielles (constructions réalisées par les élèves).



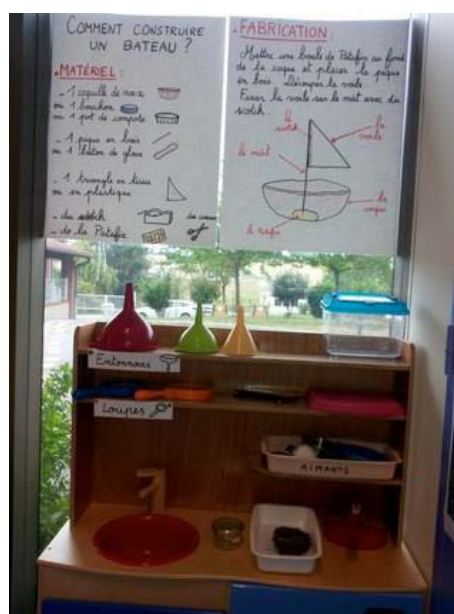
Organisation spatiale et matérielle de la classe

La présence couplée de certains matériaux va orienter les types d'activités possibles chez les élèves. Lorsque les élèves sont confrontés pour la première fois à la thématique « flotte / coule », il est prudent de choisir du matériel qui facilite le repérage **par rapport à la surface de l'eau** (éviter les situations dans lesquelles des objets resteraient « entre deux eaux »).

Exemple 1 : la présence simultanée de bateaux et de petits éléments (par exemple, des billes) dans une classe favorisera des actions chez les élèves (charger le bateau avec les billes, ce qui peut conduire vers flotte/coule).

Exemple 2 : les présentations de jouets, de bateaux déjà assemblés (maquettes), de photographies peuvent conduire les élèves à vouloir en construire qui soient identiques.

Dans cette classe, l'enseignante a aménagé, pour la durée du module, un coin « sciences » dans lequel elle a regroupé du matériel et affiché des écrits ainsi que des photographies en lien avec les apprentissages visés. Le matériel pourra également être utilisé dans les différents espaces de la classe (regroupement, accueil, etc.).



Précautions relatives aux situations déclenchantes qui pourraient être proposées à partir d'albums

Débuter ce module par des lectures d'albums peut conduire la classe à rencontrer plusieurs écueils :

- la logique du thème de l'album pourrait constituer un « habillage » qui ferait écran et qui ne faciliterait pas une bonne articulation entre les informations « scientifiques » contenues dans l'album et les situations concrètes rencontrées en classe. Cela pourrait conduire à parasiter les apprentissages visés dans le cadre du module.
- l'enjeu littéraire des albums pourrait être minoré. On adopterait alors une logique « utilitariste » de l'album qui aurait pour visée principale son exploitation très parcellaire dans le domaine « Explorer le monde ».

Terminer ce module en utilisant des albums — pour « valider » les connaissances et les habiletés pratiques construites par les élèves — pourrait désorienter des élèves car, généralement, la classe recourt à des documentaires pour cela. Ici, la visée de l'album serait détournée alors que les élèves de maternelle rencontrent des écrits variés auxquels ils attribuent progressivement différentes fonctions (raconter, expliquer...).

Lorsque les écueils sont connus, les enseignants peuvent choisir, en connaissance de cause et en prenant les précautions nécessaires, d'utiliser des albums durant le module.

À l'occasion de lectures d'albums réalisées à l'issue du module, l'enseignant pourrait, par exemple, amener les élèves à comprendre que les connaissances personnelles dont ils disposent (et que l'auteur ne formule pas explicitement) peuvent être utiles pour mieux comprendre un texte.

Plus généralement, il peut être intéressant de voir si un module abordé antérieurement a aidé les enfants dans la compréhension d'un album, notamment lorsqu'un des nœuds de l'histoire repose sur les apprentissages visés dans le domaine « Explorer le monde ».

Quelques albums liés au thème : « Le petit bateau de Petit Ours », « Le bateau de Monsieur Zougoulou », « Les voiliers de Valérie », « Le printemps des écureuils », « Le Père Noël Bleu ».

Quelques situations qui permettent d'introduire le module

- Jeux libres avec différents matériels proposés (vider, remplir, verser, transvaser, immerger, déposer à la surface de l'eau, absorber à l'aide d'une éponge...).
- Mise à disposition de bacs à eau et de jeux d'eau dans la cour.
- Mise à disposition de plusieurs bateaux apportés par l'enseignant.
- Apport, par les élèves, de bateaux de différentes sortes (jouets, etc.).
- Fabrication de bateaux, par assemblage, dans le cadre d'activités réalisées en classe.
- Sortie scolaire (lac, mer, mare, étang...).

Premiers moments de familiarisation pratique pour les élèves de MS avec le bac à eau et divers objets

Lors de ces premiers moments de familiarisation, l'enseignant permettra aux élèves de :

- découvrir l'élément « eau », dans le cadre de la classe, avec un environnement et un matériel choisis,
- apprendre à se retrousser les manches avant d'agir, éventuellement à mettre des « tabliers » au coin eau,
- s'approprier des règles : veiller à ce que l'eau reste dans les récipients, ne pas arroser ses camarades, éponger le sol, ne pas boire l'eau dans laquelle du matériel a été placé...

Durant le temps d'accueil, l'enseignante aménage un espace de manipulation constitué de deux bacs remplis d'eau et de divers objets disposés à proximité. Les élèves de MS le fréquentent par groupe de 4. Cet espace sera investi par différents groupes au cours de la journée. L'enseignante laisse cet espace aménagé à disposition durant plusieurs jours et introduit progressivement divers objets.



[Vidéo : accueil 1](#)

Dans les séquences filmées, on observe que les élèves remplissent, transvasent, versent, secouent, réalisent des actions observées chez les adultes (nettoyer avec une éponge)... On constate également que certains agissent en imitant leurs camarades. L'enseignante laisse les élèves manipuler (elle est auprès d'autres élèves de la classe) puis les rejoint

au coin spécialement aménagé. Après les avoir observés, elle les interroge sur les constats effectués. Un élève place des bouchons de liège dans l'eau puis agite l'eau. Une camarade les déplace à l'extérieur du bac assez rapidement. La maîtresse suggère aux élèves d'essayer différents objets (cuillères en bois, cuillères en plastique, etc.) et les questionne sur ce qu'ils observent. Des élèves disent rapidement que des objets flottent, tombent ou coulent. L'enseignante oriente les actions (« essaie celle-ci », « laisse-les à la surface pour voir ») et questionne les élèves (« alors, qu'est-ce que ça donne ? », « lesquels vont au fond de l'eau ? »). Une élève identifie la matière (le bois) dont est constituée une fourchette et dit « qu'elle flotte », « qu'elle ne peut pas tomber ».

Vidéos : [accueil 2](#) et [accueil 3](#)



Moment suivant de familiarisation pratique pour les élèves de MS avec le bac à eau et de nouveaux objets

Le lendemain, la maîtresse propose la même situation à d'autres élèves de MS. Elle introduit de nouveaux objets. Elle reprend les propositions des élèves (« elle nage », « elle plonge », « elle s'allonge ») et emploie — en situation — le lexique spécifique (« elle flotte »).



[Vidéo : découverte de nouveaux objets \(MS\)](#)

Commentaires :

Dans cet extrait, on voit que l'activité spontanée des élèves porte surtout sur les transvasements (et le problème des bouchons). C'est l'intervention de l'enseignante qui recentre l'activité sur la flottaison.

Premiers moments de familiarisation pratique pour les élèves de GS avec le bac à eau et divers objets

L'enseignante propose également le même matériel aux élèves de GS durant l'accueil. Ils n'investissent pas le matériel de la même manière que les élèves de MS : un élève dispose une coquille de noix sur une cuillère en bois et dit que « ça fait un bateau pour la noix ». L'enseignante l'invite à trouver un dispositif plus stable. L'élève manipule alors un morceau d'éponge sur lequel il place la coquille de noix. Un autre élève présent agit par imitation. Dans l'autre bac, placé à proximité, un élève essaie de déplacer la coquille de noix déposée sur une cuillère en bois. Il dit que « ça navigue ». La maîtresse rentre dans le scénario des élèves : elle interagit en respectant les manipulations des élèves sans chercher encore à les orienter.

On constate que les élèves de GS ne disent pas la même chose que les élèves de MS. Ils fournissent plus spontanément des explications.

[Vidéo : accueil bateau improvisé \(GS\)](#)

D'autres élèves de GS investissent encore différemment le matériel disponible : un élève essaie d'empiler les divers objets présents, d'autres construisent des ponts entre deux bouteilles sur lesquels ils déposent les objets plus petits...

L'extrait vidéo suivant pose le problème intéressant des élèves qui s'engagent dans une activité (ici,

création de ponts) qui reste très éloignée des visées d'apprentissage de l'enseignante (les problèmes qu'elle a envisagés ne sont pas immédiatement ceux des élèves). Orienter de manière précoce les activités des élèves pourrait se révéler contre-productif. Ce moment de familiarisation pratique doit être conçu comme une étape dans le parcours d'apprentissage.

[Vidéo : accueil constructions avec des objets divers \(GS\)](#)

Une élève sollicite l'enseignante pour lui montrer ce qu'elle fait à l'aide de deux bouchons de liège placés à l'intérieur d'une bouteille remplie d'eau. La maîtresse oriente alors l'activité en demandant à cette élève de placer un seul bouchon dans une bouteille remplie à moitié. Plusieurs actions sont alors réalisées pour modifier l'orientation de la bouteille. Un constat identique est effectué à plusieurs reprises : le bouchon de liège se retrouve toujours « en haut ».

Les gestes professionnels mobilisés par l'enseignante sont très intéressants : se saisir d'un scénario et d'une expérience en cours, l'infléchir sans changer le contexte afin de permettre à l'élève de repérer par lui-même un phénomène (le bouchon de liège reste en haut).

[Vidéo : accueil Kiara bouchon de liège dans une bouteille \(GS\)](#)

Cette même élève a placé une coquille de noix dans le bac. Elle constate qu'elle reste au fond de l'eau. L'enseignante interagit alors avec elle pour lui suggérer une nouvelle action (lâcher la coquille plutôt que la placer au fond) qu'elle pourra répéter avec plusieurs coquilles. La maîtresse fournit du matériel supplémentaire (des coquilles sèches). L'élève constate qu'elles « tiennent bien » et l'enseignante reformule ce constat (« elles flottent bien »). L'élève est conduite à dire que les coquilles sèches flottent mieux sans pouvoir, à ce stade, fournir d'explication.

[Vidéo : accueil Kiara coquille de noix \(GS\)](#)

On constate que les actions effectuées par les élèves durant ce moment de familiarisation pratique n'étaient pas toutes prévisibles par l'enseignante mais qu'elle a pu les exploiter.

Commentaires sur les vidéos précédentes :

*On repère que les consignes données par l'enseignante sont **fonctionnelles**, elles permettent d'introduire des ajustements dans l'activité. Ces **ajustements**, tout en respectant le scénario de l'élève dépendent de **paramètres connus de l'enseignante** (ici, les coquilles sèches flottent mieux que les coquilles imbibées d'eau). L'enseignante décide alors de fournir des coquilles de noix supplémentaires pour que l'élève affine ses constats. Ce faisant, elle a repéré et aménagé un dispositif qui peut conduire vers un **raisonnement plus rationnel** (d'une observation ponctuelle vers des constats répétés et stables qui conduisent à une première explication plus générale).*

*L'enseignante suscite ainsi une **comparaison directe** (comportements différents des coquilles de noix) qui est un élément capital pour construire les premiers raisonnements.*

On constate que les deux autres élèves, qui agissent dans le bac voisin, ne sont pas enrôlés dans la même situation. La manipulation d'un élève ne suscite pas forcément l'intérêt des autres.

En fin de vidéos, on repère que l'attention de la petite fille n'est plus mobilisée dès lors que l'action n'apporte plus de réponse nouvelle. L'élève change d'activité (transvasement).

Référence aux orientations générales du domaine « Explorer le monde » :

Pendant ces moments, l'enseignant va susciter des rencontres avec des objets, des animaux, des phénomènes. Il n'est pas toujours facile de prévoir ce que chaque enfant pourra tirer de ces rencontres, mais il est important de pouvoir identifier ce que chaque moment rend possible — et inversement ce qu'il ne permet pas. Le choix du matériel mis à disposition des élèves et l'anticipation des activités possibles avec ce matériel sont donc des éléments déterminants du travail de préparation de l'enseignant.

Dans ce parcours d'exploration, l'enseignant **alterne des moments d'exploration libre et des moments plus « focalisés »**. Les moments d'exploration libre permettent à chaque enfant de déployer son imagination et de **se familiariser avec le matériel et les phénomènes** qu'il rencontre ; ils contribuent aussi au développement sensorimoteur et à la construction des compétences sociales. Ces moments d'exploration libre vont également susciter des questionnements dont certains pourront être repris dans des moments d'exploration guidés par l'enseignant (moments de focalisation). Cette dernière fonction des activités d'exploration libre est importante pour pouvoir organiser des moments centrés sur le questionnement des enfants.

L'enseignant n'est pas « absent » de ces activités libres : il les aménage, il observe ce qui se passe effectivement sans chercher systématiquement à orienter l'activité des élèves.

Premier moment de focalisation avec les élèves de GS. Quels sont les objets qui flottent ? Quels sont les objets qui coulent ?

Au coin regroupement, l'enseignante présente tout le matériel dont vont disposer les élèves. Elle **nomme** les objets (ou les fait nommer), elle demande également d'**identifier leurs matières** et **établit des liens avec les autres moments de la vie de la classe** durant lesquels les élèves les utilisent.

La maîtresse **présente les tâches** que les élèves devront réaliser **en indiquant les finalités** (déterminer les objets qui flottent et ceux qui coulent, dire ce qu'ils auront remarqué) et **en précisant les modalités d'action** (« essayer tous les objets », « lentement », « ne pas jeter tout le matériel dans l'eau »).

Un élève dit que « si c'est lourd, ça coule ». À ce stade, l'enseignante ne valide ou n'invalide pas la proposition de l'élève mais la reformule (« toi, tu penses que si c'est lourd, ça coule »). Elle questionne ensuite l'ensemble du groupe sur la signification des termes « flotter » et « couler ». Les premiers repères — par rapport à la surface de l'eau et au fond du récipient — sont ainsi donnés.

[Vidéo : présentation des objets et consignes \(GS\)](#)

Commentaires :

*Le moment de focalisation passe par un **guidage plus fort** (cf. les consignes données par l'enseignante) qui se traduit par un aménagement matériel de la situation afin que le dispositif facilite des observations productives (une bille, une balle de golf, une balle rebondissante...). Ce guidage permet de limiter les paramètres de la situation.*

Les élèves manipulent les divers objets. L'enseignante est présente, elle demande aux élèves de dire ce qu'ils font, ce qu'ils observent. Elle est conduite à faire préciser les propos, à suggérer d'autres actions.

Les élèves sont conduits à distinguer les objets (ex. : les fourchettes) des matériaux qui les constituent.

Vidéos : [focalisation en GS 1](#) et [focalisation en GS 2](#)

On constate que, même dans un moment voulu de focalisation (par l'enseignante), les élèves investissent la situation puis finissent par s'en écarter en suivant leurs propres explorations.

Après manipulation une phase de mise en commun est organisée au coin regroupement. Le matériel que les élèves ont utilisé est présenté et disposé de telle sorte que tous puissent le voir.



L'enseignante passe en revue le matériel en s'assurant que les élèves ont effectué les mêmes constats. Elle fait part de ses propres observations et fait partager, avec le groupe, des actions réalisées par certains élèves (un élève fait flotter une sous-tasse en la plaçant sur un bouchon en plastique). Ces élèves sont invités à reproduire les actions devant le groupe. La maîtresse incite les élèves à établir des liens et à faire des comparaisons (« ça fait comme... », « c'est pareil que... »).

Le repérage est réalisé relativement à la surface de l'eau et au fond du récipient. Le tri des objets (ceux qui flottent, ceux qui coulent) s'effectue progressivement en les regroupant en familles distinctes. Une troisième famille est également constituée : il s'agit de celle des objets « qui ne flottent pas tout le temps ». On note que les élèves sont associés à la phase de constitution des familles (l'enseignante dit « je ne sais pas où on va le mettre... »).

La maîtresse propose une expérience qui prolongera la réflexion du groupe (laisser une boîte en bois dans l'eau durant toute une nuit) et qui permettra de progresser vers la notion de perméabilité de certains matériaux.

Ce moment de focalisation a duré plus d'une dizaine de minutes.

Commentaires :

Le choix du matériel peut conduire la classe à rencontrer des difficultés pour déterminer des critères de tri. Ici, c'est le cas pour le gobelet en plastique (qui, selon qu'il est rempli d'eau ou non, flottera ou coulera). Dans un premier temps, il est possible de ne proposer aux élèves que des objets qui faciliteront le tri.

Référence aux orientations générales du domaine « Explorer le monde » :

L'organisation d'échanges ou de discussions entre un adulte et un ou plusieurs enfants, ou entre les enfants est un élément essentiel des activités d'exploration du monde. Ces échanges ont plusieurs fonctions : permettre à chacun d'exprimer ce qu'il pense, se mettre d'accord, formuler ce qu'on a compris... Ils seront le plus souvent associés à des actions concrètes : dire ce qui se passe, ce qu'on vient de faire, ce qu'on va faire... Ces discussions sont guidées par les questions de l'enseignant qui orienteront progressivement l'activité exploratoire des enfants. La conduite de ces échanges est exigeante pour l'enseignant qui doit à la fois faciliter la prise de parole du maximum d'élèves – et en particulier ceux qui s'expriment peu – mais également faire avancer le groupe (ou la classe) vers une élaboration collective. Il doit donc éviter deux écueils opposés : suivre le fil d'un scénario détaillé prévu à l'avance qui ne laisse aucune initiative réelle aux enfants et inversement essayer de reprendre systématiquement chaque proposition d'enfant.

Dans les moments de focalisation, le guidage de l'enseignant est plus fort. Ce guidage s'exerce directement lors d'un moment de travail dirigé ou indirectement lors d'activités autonomes (par des tâches plus délimitées ou par un matériel plus inducteur en relation avec ce qui est visé par l'enseignant).

Vers la notion de perméabilité (en parallèle avec le début du travail sur la flottaison)

Cette expérience va s'étaler sur **une dizaine de jours**. Les élèves feront des observations quotidiennes en autonomie et en présence de la maîtresse. Ils sont progressivement conduits à formuler leurs propres « explications ».

Le concept de perméabilité¹ émerge progressivement sans que le lexique spécifique ne soit utilisé (perméable / imperméable). L'enseignante fait le choix d'introduire de nouveaux objets en bois pour que les élèves puissent faire d'autres constats (les objets s'imprègnent, absorbent, s'imbibent...).

Les expériences se déroulent dans des bacs placés côte à côte.



Comme précédemment, la maîtresse tisse des liens avec des expériences de la vie quotidienne. Un élève constate que son expérience personnelle (maillot de bain qui s'alourdit une fois mouillé) fait écho à l'expérience réalisée en classe (la boîte imprégnée d'eau est plus lourde que la boîte sèche). Plusieurs élèves sont invités à soulever les deux boîtes (vers des constats partagés).

[Vidéo : perméabilité en GS 1](#)

Une fois que le concept a été approché « concrètement » par les élèves, le lexique est introduit par l'enseignante. Des liens sont immédiatement établis avec les habits imperméables. On observe que l'enseignante fait réutiliser les termes « perméable », « imperméable ».

[Vidéo : perméabilité en GS 2](#)

1. En toute rigueur, deux propriétés physiques différentes interviennent : la perméabilité et la capacité d'absorption. Certaines fibres synthétiques utilisées dans les vêtements fournissent des exemples de matières perméables mais peu absorbantes. Par ailleurs, la perméabilité est plutôt une propriété d'une surface (matériaux en couches minces) alors que la capacité d'absorption fait intervenir le volume du matériau. Un autre problème est celui de l'étanchéité, problème qui peut se poser à la jonction de matériaux imperméables (couture d'un vêtement imperméable par exemple) et qui ne concerne qu'une partie de la surface de l'objet.

Commentaires :

Le concept de matériau perméable (imperméable) est abordé selon deux voies : **la définition** (la propriété caractéristique est mise en mots : « c'est un matériau qui permet à l'eau de rentrer ») et **l'extension** (plusieurs exemples d'objets perméables et imperméables sont cités par l'enseignante ou les élèves).

L'enseignante veille, une nouvelle fois, à **tisser des liens avec la vie quotidienne des élèves** pour mobiliser le concept qui vient d'être défini (les habits imperméables, les objets du quotidien qui absorbent l'eau, etc.).

Second moment de focalisation avec les élèves de GS. Comment représenter, par un code, que des objets flottent ou coulent ?

Ce moment commence par un rappel de ce qui a été vu la veille (premier moment de focalisation). L'enseignante indique aux élèves qu'elle veut produire un dessin qui permettra de repérer les objets qui flottent (coulent). Elle leur demande ce qu'elle pourrait dessiner et réalise le codage (première symbolisation) devant eux en marquant des pauses et en explicitant, étape par étape, ce qui est représenté.

Quatre codages (symboles) sont retenus : les objets qui coulent directement (immédiatement), les objets qui coulent après un certain temps, les objets qui flottent et dont la majeure partie est située au-dessus de la surface de l'eau, les objets qui flottent mais dont une partie importante est située sous la surface de l'eau.

La maîtresse fait immédiatement utiliser les codages par les élèves en leur demandant de nommer l'objet, la matière dont il est constitué et de justifier leurs propositions.



[Vidéo : tri des objets dans différentes barquettes \(GS\)](#)

Des vérifications pratiques sont effectuées avec les objets pour lesquels les élèves semblaient avoir observé des comportements différents. C'est l'enseignante qui oriente les actions, qui les commente et qui demande aux élèves de faire des observations partagées. La maîtresse valide l'observation (« la bouteille reste juste sous la surface »).

[Vidéo : vérification pour petite bouteille \(GS\)](#)

Après que les élèves ont fait des suppositions sur de nouveaux objets introduits par l'enseignante — matérialisées par les codages établis précédemment —, elle leur propose de faire des tests. L'enseignante suggère des actions (ex. : remplir une bouteille d'eau, appuyer sur un objet pour le faire toucher le fond du récipient...). Les observations et les constats s'affinent.

Vidéos : [hypothèses sur les nouveaux objets - flotte ou coule](#) et [bac vu de côté et de dessus](#)-



Commentaires :

On observe que l'enseignante fait **remobiliser le lexique** (flotter, couler) et qu'elle n'hésite pas à le **redéfinir dans l'échange** (avec des gestes si nécessaire, « couler, c'est aller tout au fond »).

Il est à noter que la phase durant laquelle les élèves sont invités à faire des suppositions les conduit à réaliser des **raisonnements conditionnels** (« si on le remplit d'eau, ça va couler ») et que la maîtresse suscite d'éventuels « désaccords ». Lorsqu'il n'y a pas de proposition unanime, elle crée une catégorie spécifique (les objets pour lesquels « on ne sait pas »). Ce faisant, elle construit **un questionnement partagé** par l'ensemble du groupe.

Tout ce travail préalable permet que l'expérience ait une finalité partagée : valider ou invalider les suppositions faites, apporter une réponse aux suppositions divergentes et non pas seulement « agir

*pour obtenir des effets immédiats ». La place de l'expérience, au sein d'un premier raisonnement, est en train de se construire. Dans ce temps de focalisation, l'expérience s'insère dans le raisonnement partagé. Lorsque les élèves vont manipuler, les observations qu'ils feront permettront de **faire évoluer le raisonnement** (évolution d'un point de vue spontané vers un point de vue plus rationnel).*

Nouveau moment de familiarisation pour les élèves de GS

Lors du temps d'accueil, au coin sciences, les élèves peuvent manipuler librement du matériel qu'ils connaissent déjà ainsi que de nouveaux objets introduits par l'enseignante. Ils réalisent des actions déjà connues (placer les objets dans l'eau, les enfoncer dans le liquide, observer comment ils se comportent...). Ce faisant, la maîtresse s'appuie sur du « déjà-vu » et du « déjà connu » pour étendre le répertoire d'expériences des élèves et pour qu'ils éprouvent à nouveau ce qu'ils sont en train d'apprendre.



[Vidéo : accueil en coin sciences \(GS\)](#)

Commentaires :

Garantir ces moments de familiarisation contribue à stabiliser les apprentissages en cours. Il faut insister sur le fait que ce moment s'insère dans les autres moments de la vie de la classe (ici, temps d'accueil).

Troisième moment de focalisation pour les élèves de GS. Premières représentations par les élèves et bilan des expériences vécues.

Les élèves doivent dessiner les objets et les positions qu'ils occupent dans un récipient rempli d'eau. Les objets sont disponibles à proximité des élèves afin de faciliter leur représentation. Toutefois, ils réalisent le dessin sans pouvoir effectuer les expériences. Ils reprennent les codages établis précédemment pour exprimer si l'objet flotte ou coule. Pour l'enseignante, il s'agit de déterminer ce dont les élèves se souviennent et ce qu'ils ont commencé à comprendre.



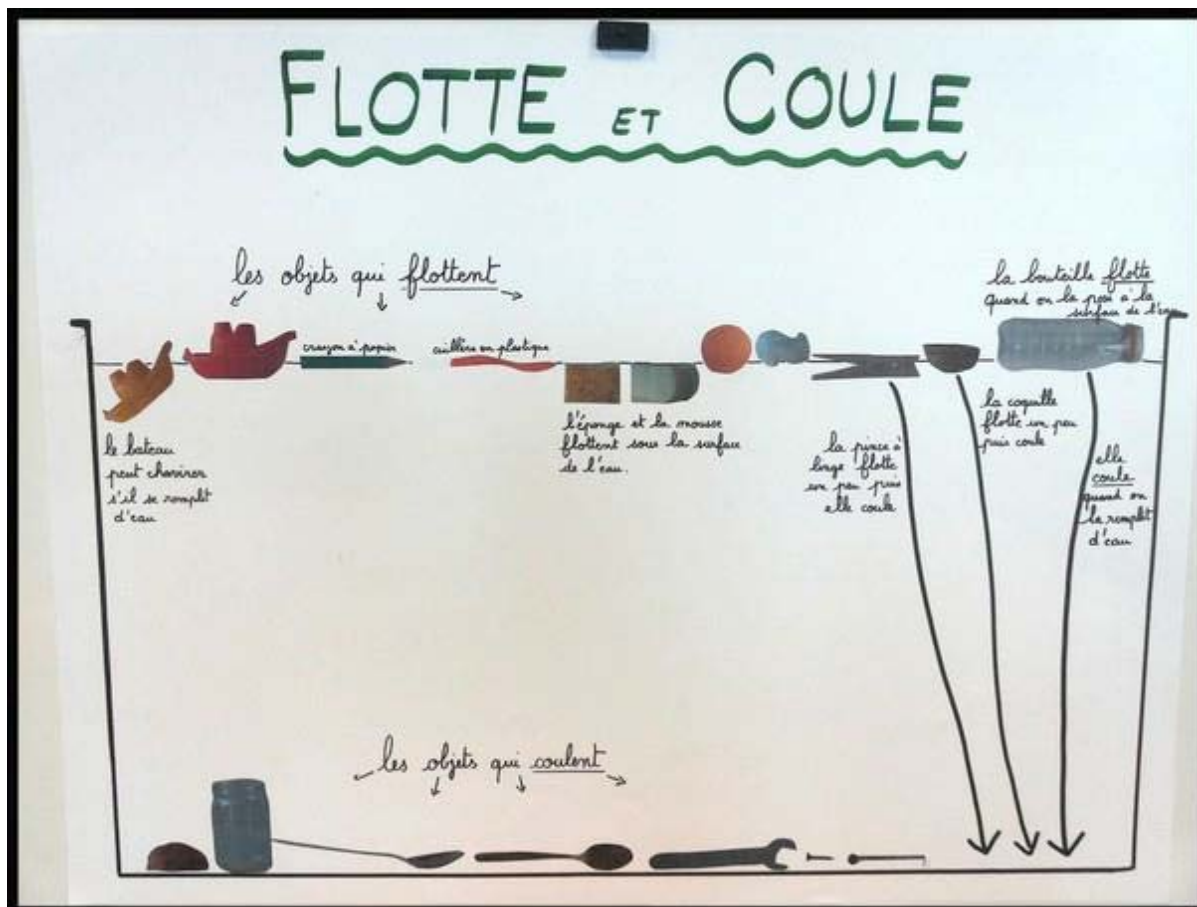
[Vidéo : dessiner les objets \(GS\)](#)

Les productions des élèves sont affichées après que tous les groupes les ont réalisées. L'enseignante organise les échanges pour que des productions soient commentées et que les élèves précisent ce qu'ils ont voulu représenter.

[Vidéo : bilan collectif 1 \(GS\)](#)

L'enseignante a préparé des étiquettes des différents objets utilisés précédemment ainsi qu'une affiche (contour du récipient et surface de l'eau matérialisés. Avec un groupe de 5 élèves, elle leur demande de disposer (à l'aide de pâte à fixer) les éléments en justifiant leurs propositions. Chaque proposition est soumise à validation des élèves du groupe.

Avec un autre groupe, l'enseignante fait observer et commenter l'affiche en cours de construction. Les images sont déplacées pour être regroupées selon les 4 familles établies (les objets qui coulent directement, les objets qui coulent après un certain temps, les objets qui flottent et dont la majeure partie est située au-dessus de la surface de l'eau, les objets qui flottent mais dont une partie importante est située sous la surface de l'eau). La légende est introduite progressivement.



Référence au document « Langage et Exploration du monde » :

Les traces écrites collectives :

Produites lors des bilans ou des temps de réflexion ménagés au cours des activités sur des supports adaptés (affiches, panneaux, diaporama...), elles permettent une mise à distance, favorisent la réorganisation des conceptions et l'émergence de nouvelles catégorisations.

La maîtresse conduit les élèves à faire des analogies avec des situations concrètes qui peuvent se produire (« si une vague arrive effectivement, en mer, qu'est-ce qu'il se passe ? »).

[Vidéo : bilan collectif 2 \(GS\)](#)

Elle questionne les élèves afin de leur faire éprouver (« mettre à l'épreuve ») leurs premières élaborations. L'enseignante évoque des situations — que les élèves peuvent connaître — qui vont permettre de remettre en question la relation « ça flotte si c'est léger » (exemple : les gros bateaux qui transportent des voyageurs). Un élève indique que le bateau en plastique, présent à proximité, est léger et qu'il est donc normal qu'il flotte. Un autre dit que les bateaux qui transportent des voyageurs sont en fer. La maîtresse reformule (fer → métal) puis invite les élèves à rapporter des jouets qu'ils possèdent chez eux afin de réaliser de nouvelles expériences.

Commentaires :

Cette vidéo montre comment l'enseignante prépare la classe à une nouvelle étape dans le parcours d'apprentissage. On observe qu'un élève est capable de formuler le nouveau questionnement que l'enseignante souhaitait faire émerger.

Moment d'échanges avec les élèves de GS

L'enseignante a affiché, au coin sciences, des photographies et des schémas légendés de diverses embarcations. Les élèves les découvrent librement.

La maîtresse organise un temps d'échanges pour faire préciser ce qui est affiché (des images de « vrais » bateaux) et pour faire constater, par l'ensemble du groupe, que ce qui est lourd peut flotter. On observe que des élèves sont surpris (« c'est un peu bizarre ») et qu'ils disent ne pas avoir encore d'explication à cela.

Les échanges se poursuivent pour nommer les différents bateaux dont les images sont affichées.

L'enseignante poursuit le questionnement puis elle justifie l'opportunité de réaliser de nouvelles expériences pour essayer de trouver des réponses. Une élève dit qu'il y a des choses lourdes qui ne coulent pas lorsqu'elles sont dans l'eau. L'enseignante valide en établissant un constat avec les situations représentées sur les photographies.

[Vidéo : observations et questionnement](#)

Référence aux orientations générales du domaine « Explorer le monde » :

Ce moment d'exploration peut commencer lui-même par un premier temps d'échanges sans action concrète sur l'objet (nommer l'objet, discuter de ses usages possibles...). Les échanges contribuent simultanément à l'exploration du monde et au domaine « mobiliser le langage ». Pour les élèves, il n'y a donc pas forcément des séances bien délimitées qui seraient consacrées entièrement et exclusivement à l'exploration du monde. Il faut donc envisager que les moments qui vont privilégier des visées d'exploration du monde s'inséreront au sein du système global d'activités de la classe.

Commentaires :

On observe que des élèves sont capables de formuler eux-mêmes qu'ils n'ont pas d'explication. Cela constitue **un indice fort de l'évolution de leur point de vue** (ici, ils n'avancent plus spontanément de proposition « magique »). Toutes les situations d'apprentissage organisées précédemment leur ont permis de s'approprier le nouveau questionnement (comment des objets lourds peuvent-ils flotter ?).

Moment de familiarisation avec les élèves de GS

Le lendemain, des grands bacs remplis d'eau sont placés dans la cour de récréation. Les élèves ont apporté des bateaux (jouets). L'enseignante a mis à leur disposition du matériel qui permet de charger leurs bateaux (personnages, billes, grosses boules en plastique). Les élèves essaient de faire couler leurs bateaux. L'enseignante accompagne l'activité en faisant verbaliser les observations. Ils apprennent, en contexte, la différence entre **couler** et **chavirer**.

[Vidéo : essais de bateaux avec Kiara et Alexis](#)

Quatrième moment de focalisation avec les élèves de GS. Production collective d'un écrit de synthèse.



Au coin sciences, avec les diverses photographies affichées sur un mur, l'enseignante explique aux élèves qu'elle veut écrire tout ce que la classe sait déjà sur les bateaux afin de pouvoir en construire prochainement. Elle établit une nouvelle fois des liens avec les expériences déjà réalisées en classe pour confirmer ou questionner certaines propositions.

Vidéos : [bilan oral connaissance sur les bateaux 1 \(GS\)](#) et [bilan oral connaissance sur les bateaux 2 \(GS\)](#)

L'enseignante oriente l'observation vers la forme des bateaux afin d'expliquer comment ils peuvent flotter alors qu'ils sont lourds. Les échanges se poursuivent afin de consigner tout ce qui pourra être utile pour les constructions à venir.

Vidéos : [bilan oral connaissance sur les bateaux 3 \(GS\)](#) et [bilan oral connaissance sur les bateaux 4 \(GS\)](#)

Référence au document « Langage et exploration du monde ».

Si tout le temps nécessaire doit être donné à l'enfant pour percevoir, agir, ressentir, c'est la mise en mots, induite par des dispositifs adaptés, qui conduit à l'enrichissement du lexique et de la syntaxe. **La structure des phrases se complexifie quand l'objet même de la communication devient plus précis.** Les échanges et l'explicitation nécessaires à une première distanciation permettent de concevoir une organisation de plus en plus rationnelle du monde.

L'organisation d'échanges verbaux fondés sur des supports concrets et diversifiés en fonction des objectifs amène les élèves à **concevoir et formuler leurs points de vue**, donc à préciser leurs observations ou leur pensée pour les rendre compréhensibles, à prendre conscience de points de vue différents et à tenir progressivement compte des avis ou des connaissances des autres. En grande section, **l'enseignant commence à faire raisonner sur des différences de points de vue et de formulations**. Il fait percevoir que certaines formes sont plus adaptées que d'autres parce qu'elles sont plus justes, plus précises.

Moment de focalisation avec les élèves de MS et de GS. Exploitation d'une première construction et d'un premier chargement de bateau

Nourris des situations vécues précédemment, certains élèves ont voulu fournir du matériel qui ressemble encore davantage à celui des « vrais bateaux ». Lors d'un temps d'accueil, un élève a apporté une barquette qui pourrait servir de coque puis il a fabriqué un bateau. Cela n'était pas prévisible par l'enseignante qui a toutefois décidé d'exploiter cette opportunité en l'aidant à finaliser sa construction (utilisation de pâte à fixer pour le mât).

Référence aux orientations générales du domaine « Explorer le Monde » :

Les travaux de recherche établissent que quelle que soit la qualité de la préparation, il subsiste toujours des imprévus en cours de route. L'enseignant sera parfois conduit à **improviser**. Cette improvisation — **qui est une forme indispensable d'adaptation à une situation inattendue** — suppose qu'il puisse s'appuyer sur un éventail de pratiques possibles (vécues par lui-même ou par d'autres enseignants) et sur une certaine connaissance des écueils à éviter.



Avec la classe complète, elle fait présenter cette première construction lors d'un premier temps de regroupement. L'ensemble des élèves se rend ensuite à l'extérieur pour procéder à une mise à l'eau. Les élèves s'interrogent pour savoir si cette première construction va flotter.

[Vidéo : essai d'un petit bateau improvisé](#)

Un second temps d'échanges est ensuite organisé au coin regroupement. La maîtresse questionne les élèves (« pourquoi ce bateau a bien flotté ? »). On remarque qu'une élève évoque spontanément la matière (le plastique). L'enseignante accepte cette proposition tout en demandant au groupe de se souvenir d'expériences dans lesquelles des objets en plastique ne flottaient pas. Elle oriente ensuite

l'attention des élèves vers la forme de la coque (« légèrement arrondie », « avec des rebords ») et une de ses propriétés (imperméabilité). Des élèves proposent qu'on charge ce bateau avec des billes chinoises.

Avant de réaliser l'expérience, la maîtresse demande aux élèves d'anticiper ce qu'ils pensent observer. Elle fixe les modalités d'actions (« tu vas être très délicat ») puis commente, ou fait commenter, au fur et à mesure que l'expérience se déroule. Tous les élèves sont répartis de telle sorte que chacun puisse observer l'enfoncement du bateau.

[Vidéo : essai d'un bateau chargé de billes chinoises](#)

Le chargement progressif de l'embarcation permet de faire percevoir, en situation, la nécessité d'équilibrer la répartition des charges. L'enseignante conduit également les élèves à distinguer « s'enfoncer dans l'eau » et « couler ».

[Vidéo : essai de charger le bateau pour le faire couler](#)

La charge maximale que l'embarcation pouvait supporter est finalement atteinte.

[Vidéo : essai de charger au maximum le bateau](#)

Commentaires :

Toute cette série d'expériences est très intéressante car elle présente une approche quasi-quantitative qui permet de dépasser, par une approche beaucoup plus fine, l'opposition binaire flotte/coule.

Il s'agit bien d'un moment de focalisation : l'enjeu de l'activité est partagé, l'attention conjointe du grand groupe est effective.

Moment de focalisation avec les élèves de MS et de GS. Exploitation d'une expérience collective et mise en lien avec une histoire lue.

Le lendemain, l'enseignante organise un temps d'échange collectif durant lequel elle sollicite les élèves pour qu'ils se remémorent l'expérience réalisée. Elle demande aux élèves ce que cette expérience leur a appris (« on peut charger un bateau », « on a appris à contrôler le geste pour mettre les billes »). C'est elle qui établit la relation « poids — taille » du bateau en synthétisant : « on a appris que l'on peut charger un bateau, mais que si on le charge trop, il coule ».

La maîtresse sollicite les élèves pour expliquer ces écarts. Elle focalise alors l'attention des élèves sur l'équilibrage du bateau et sur le fait que toutes les billes ne sont pas identiques.

[Vidéo : bilan collectif oral](#)

Un lien est établi avec une histoire précédemment lue en classe. À l'aide de l'album, l'enseignante demande aux élèves de trouver une image sur laquelle le bateau supporte le poids de Petit Ours. Elle commente les illustrations en reprenant le lexique utilisé dans le cadre du domaine « Explorer le monde » (le bateau supporte le poids du Petit Ours », « la charge n'est pas trop lourde pour le petit bateau », « petit à petit, il grandit, il devient plus lourd », « le bateau s'enfonce comme dans notre expérience », « le bateau a chaviré », « pour la taille de ce bateau, c'est trop lourd »...).



La maîtresse se sert de ces constats partagés pour tirer des indications pratiques qui seront utiles aux élèves lors de l'utilisation des bateaux qu'ils auront fabriqués.

[Vidéo : bilan collectif oral avec l'album](#)

Moments de familiarisation avec les élèves de MS et de GS

Durant plusieurs jours, la maîtresse aménage le coin « sciences » afin que les élèves puissent librement charger différentes embarcations. Ils disposent d'embarcations et d'objets variés pour ce faire (billes chinoises utilisées précédemment, autres billes, petits personnages...). On observe qu'ils agissent par étapes, en observant l'enfoncement, afin de déterminer la charge maximale que peut supporter l'embarcation choisie.



[Vidéo : essais de charge maximale](#)

Commentaires :

Ces moments de reprise individuelle sont très importants pour permettre à chacun de manipuler. Les expériences collectives sont fondamentales pour l'avancée cognitive mais sont souvent frustrantes pour les élèves compte tenu de leur désir d'action concrète.

L'enseignante propose également de charger différents pots transparents (en plastique) afin qu'ils soient « enfoncés jusqu'au trait » (la marque est faite à l'aide d'une bande de scotch épais noir). On observe que les élèves remobilisent des savoir-faire (ex. : équilibrer en posant les charges, etc.). L'enseignante continue à mettre des mots, en utilisant toujours le lexique introduit et utilisé dans d'autres situations. Elle propose également des liens avec le réel (chargement d'un vrai bateau).



[Vidéo : analyse de la charge d'un bateau](#)

Elle peut solliciter des élèves qui ont pratiqué cette expérience afin qu'ils l'expliquent à ceux qui ne l'ont pas encore réalisée. De cette manière, des habiletés pratiques sont partagées sous la houlette de l'enseignante. Il s'agit de capitaliser et de tirer profit des « erreurs » des autres.

Référence aux orientations générales du domaine « Explorer le monde » :

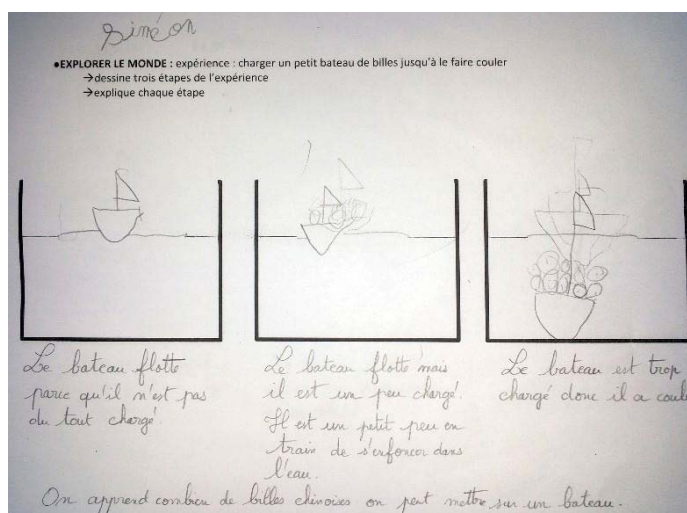
Par ailleurs, au-delà de la formulation qui est importante — pour chaque élève comme pour l'avancée du travail de la classe — il faut également veiller à l'évolution des points de vue. Faire que chacun puisse progresser d'un point de vue spontané vers un point de vue plus rationnel et distancié.

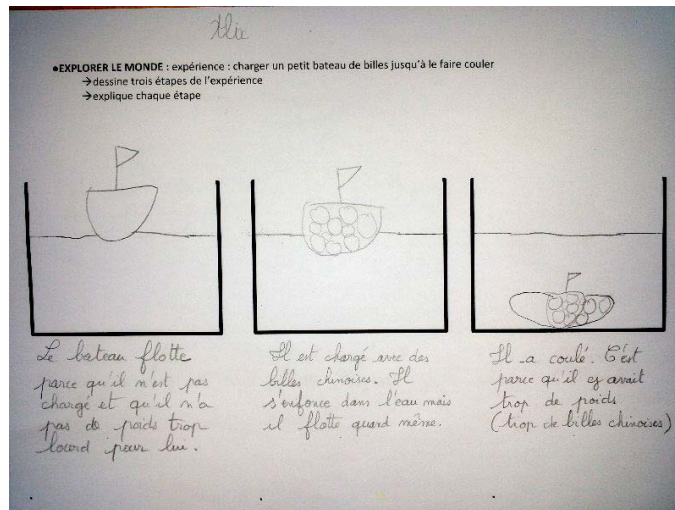
Cette évolution peut être repérée de multiples façons dont nous présentons ci-dessous quelques manifestations possibles :

Point de vue spontané	Évolution vers un point de vue rationnel
Agir sur des objets pour obtenir des effets immédiats.	Agir sur des objets pour comprendre leur fonctionnement et les utiliser de façon efficace.
Se limiter aux résultats de sa propre action.	Prendre en compte les essais des autres élèves.
Parler pour exprimer une demande pratique.	Parler pour dire sa pensée et la comparer à celle des autres.

[Vidéo : explication collective](#)

Lorsque tous les élèves ont réalisé l'expérience, la maîtresse leur demande de la représenter et d'expliquer ce qu'ils observent aux différentes étapes. Elle a préparé un support et note, sous la dictée, ce que disent les élèves. On constate qu'avec le support préparé (contour du récipient, format paysage) et la situation proposée (bateau extrêmement simple), les élèves peuvent se focaliser sur les éléments essentiels à représenter (position du bateau par rapport à la surface, évolution de la charge).





Le parcours d'apprentissage se poursuit pour aller vers la construction des bateaux.

Ce parcours est présenté dans une autre partie de la ressource d'accompagnement.

Annexe

Les informations communiquées dans cette partie constituent des ressources destinées à des enseignants en vue de faciliter la compréhension des phénomènes en jeu dans le module. Les auteurs sont conscients que ces informations comportent des approximations et l'omission d'une situation particulière, celle de la flottaison d'un objet dense mais léger comme une aiguille (qui met en jeu les forces de tension à la surface de l'eau).

Pourquoi un objet flotte-t-il ?

Cette image peut paraître banale, pourtant elle ne l'est pas : en effet, elle montre une péniche en acier, que l'on imagine extrêmement massive et de plus lourdement chargée de plusieurs centaines de tonnes de granulat.

Pourtant cet équipage flotte à la surface d'un canal...

Cette constatation semble aller à l'encontre du « bon sens commun » qui nous pousse à croire qu'un objet lourd doit obligatoirement rejoindre le fond...

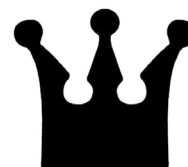


Source image Wikipédia, l'encyclopédie en ligne

Pour comprendre, il faut se rappeler quelques notions dont les effets de la poussée d'Archimède.

Le problème d'Archimède

Ce savant de l'Antiquité résidait à Syracuse. Le roi de cette cité se méfiait de son orfèvre : la couronne d'or qu'il lui avait commandée était-elle faite de ce seul métal précieux ou bien l'artisan indélicat y avait-il mélangé de l'argent ?



La légende veut qu'Archimède trouvât une solution pour répondre à cette interrogation en prenant un bain... Que comprit-il ?

Lorsque l'on se baigne, le niveau de l'eau dans la baignoire s'élève. Cette élévation correspond au volume du corps qui y est immergé. En même temps, nous ressentons que notre poids s'allège : nous traduisons cela en disant que « l'eau nous porte » et c'est ainsi que nous pouvons nager.

Ce que comprit Archimède, c'est que l'eau exerce sur notre corps une force verticale, orientée vers le haut et qui s'oppose donc à notre poids. Eurêka !

Restait encore à quantifier cette force...

Imaginons maintenant que la baignoire soit pleine à ras bord lorsque vous y pénétrez : celle-ci va donc déborder. Si l'on récupère ce volume d'eau que votre corps a chassé et que l'on le pèse, qu'allons-nous constater ?

Pour comprendre comment Archimède a résolu son problème, intéressons-nous d'abord à une expérience en deux temps, proposée par Marie Curie² pour une école de jeunes filles.

Elle quantifie à la fois la poussée d'Archimède et s'intéresse en même temps à l'eau déplacée.

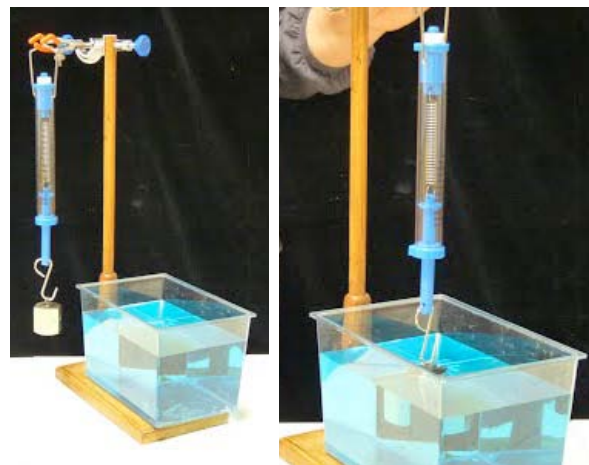
L'expérience de Marie Curie

Matériel : Il faut un cylindre en laiton de 200 g, un peson (balance à étirement), un vase à trop-plein, un gobelet et une balance électronique de ménage.

- **Première manipulation :**

Dans l'air, le cylindre pèse 200 grammes.

Plongé dans l'eau douce, il ne pèse plus que 175 grammes.



- **Seconde manipulation :**

Ce que nous dit Marie Curie : « Prenons un vase à trop-plein que nous remplissons d'eau jusqu'au tube d'écoulement. Plongeons le cylindre dans le vase. Le cylindre déplace de l'eau qui s'écoule dans le trop-plein... ».

Pesons l'eau qui s'est écoulée : la balance (tarée avec le gobelet vide) indique 25 grammes

C'est le poids du volume d'eau déplacée et il correspond exactement à la poussée d'Archimède constatée dans l'expérience n° 1.



Ce que nous dit Marie Curie : « La perte de poids du cylindre était donc bien le poids du volume d'eau qu'il déplaçait. ».

² Source : « les leçons de Marie Curie » <https://sites.google.com/site/lmdsmariecurie/home> (créée à l'occasion du centenaire du Nobel de Marie Curie en partenariat entre la Maison des sciences de Chatenay Malabry/ Institut Curie/ CNRS et 3 universités parisiennes.)

Et la couronne du roi de Syracuse dans tout cela ?

Archimède façonna un lingot d'or pur de masse identique à la couronne.

Puis il plongea successivement ces deux objets dans l'eau.

La couronne chassa plus d'eau que le lingot : ceci ne s'explique que si la couronne est façonnée dans un alliage plus léger que l'or pur, occupant plus de volume à masse égale. L'orfèvre n'était donc pas digne de confiance !



Revenons maintenant à notre péniche...

Si elle flotte c'est donc que sa partie immergée déplace un volume d'eau dont le poids va compenser celui du bateau et de son chargement.

Mais précisément, quel est le poids de l'eau déplacée ?

Par définition, **1 kg est la masse d'un litre d'eau douce à 4 °C.**

On peut en déduire, par exemple, que les 25 g d'eau de l'expérience de Marie Curie correspondent à environ 25 cL.

La masse d'un matériau par unité de volume est appelée masse volumique.

Ainsi la masse volumique d'un morceau de sucre se calcule en effectuant la division « masse du morceau de sucre / volume du morceau de sucre ».

Dans le système international, la masse volumique s'exprime en kg par m³.

Un volume de 1 000 litres d'eau (ce qui correspond à 1 m³) pèse 1 000 kg. La masse volumique de l'eau douce — exprimée dans le système international — est donc environ de 1 000 kg par m³ (soit 1 kg/L ou 1 g/mL).

Pour rappels :

- 1 décimètre cube = 1 litre (masse 1 kilogramme)
- 1 mètre cube = 1 000 litres (masse 1 000 kilogrammes = 1 tonne)

On peut en déduire que le volume déplacé par cette péniche correspond à plusieurs centaines de m³ d'eau (donc autant de tonnes de poussée d'Archimède).

On peut également en déduire que la péniche a un chargement maximal qui correspond au poids du volume total d'eau déplacé par sa coque. On comprend aussi pourquoi une péniche vide va « remonter » vers la surface.

Remarque : cette même péniche voguant sur une eau de mer salée, donc de masse volumique plus élevée (environ 1,025 g/mL soit 2,5 % supérieure à celle de l'eau douce), serait légèrement moins enfoncée. L'eau de mer « porte » mieux, ce phénomène est bien connu des baigneurs.

On peut aussi exprimer cela en disant que la **densité** de l'eau de mer est supérieure à 1.

Pour les solides et les liquides, **la densité** est le rapport entre la masse volumique d'un matériau et celle de l'eau pure à la température de 4 °C. Comme c'est un rapport de deux grandeurs de même nature, la densité est une grandeur relative sans unité (l'eau de mer a une densité de 1,025).

Tout objet solide dont la densité sera supérieure à 1 coulera puisque son poids ne sera que partiellement compensé par la poussée d'Archimède. C'est le cas du cylindre en laiton utilisé dans l'expérience de Marie Curie, mais pas de la péniche chargée.

Exemples de densités de quelques matériaux :

- Métaux (Or : 19,3 - Argent : 10,5 - Cuivre : 8,92 - Fer : 7,86 - Aluminium : 2,7)
- Marbre : 2,6 à 2,84
- Verre à vitre : 2,5
- Beurre : 0,86 à 0,87
- Sucre : 1,59
- **Le bois** est un matériau composite de densité très variable en fonction des essences.
Balsa : 0,14 - Liège : 0,24 - Sapin : 0,45 - Acajou : 0,7 - Pin : 0,74 - Hêtre : 0,8- Chêne (cœur) : 1,17 - Ébène : 1,15). De plus, un bois peut s'imprégner d'eau et donc voir sa densité croître (exemple : des coquilles de noix flotteront un jour ou deux avant de sombrer, voir plus bas la notion de perméabilité).
- Caoutchouc : 0,92 à 0,99
- **Matières plastiques** : la densité des matières plastiques non expansées va de 0,83 à 2,15.

Dans notre quotidien, nous rencontrons donc des **plastiques « qui flottent »**. Ce sont tous les plastiques opaques de densité 0,95 : bouchons de bouteilles d'eau, bouteilles de lait, flacons de shampoing, bidons d'huile,...

Quant aux **plastiques « qui coulent »** (de densité 1,38), ce sont tous les plastiques transparents, type bouteilles d'eau, colorées ou non. C'est d'ailleurs ainsi que sont séparés les bouchons des corps des bouteilles lors du recyclage : les bouteilles étant broyées, les copeaux de bouchons flottent, les particules du corps des bouteilles coulent.



Séparation des plastiques par flottage, source VALORPLAST

Que faut-il retenir ?

- Les objets — même massifs, fabriqués dans une matière de densité inférieure à 1 — flotteront toujours.
- Les objets fabriqués dans des matières plus denses que l'eau, c'est-à-dire de densité supérieure à 1, pourront flotter à condition de leur donner une forme étalée et creuse, modifiant ainsi leur masse volumique (le volume ainsi défini est en partie rempli d'air).

On peut ainsi faire flotter des choses étonnantes comme ces caissons en béton armé qui servirent au débarquement allié en 1945. Remorqués depuis l'Angleterre, ils furent coulés sur le fond sableux de la plage d'Arromanches pour constituer un port artificiel.



Source image Wikipédia, l'encyclopédie en ligne

Exemples de manipulations possibles en classe

- Une boule de pâte à modeler massive coule généralement (sauf pâtes très grasses) mais on peut étaler cette boule et en relever le pourtour pour lui donner une forme de barque. La pâte à modeler que l'on étale conservera sa masse (on ne fait qu'étaler la pâte sans en enlever ni en ajouter) mais définira un volume plus grand (la feuille de pâte à modeler + tout l'espace creux). En faisant cette manipulation, on modifie la masse volumique de l'objet initial. Ainsi le poids de l'eau déplacée est supérieur au poids de ce qui occupe la place de l'eau déplacée, à savoir la pâte à modeler et l'air.
- Une feuille de papier aluminium coule mais si on la « met en boule » elle flottera. De manière similaire au cas précédent, la feuille de papier aluminium mise en boule conservera sa masse (on n'ajoute pas d'aluminium) mais aura un volume modifié (la boule emprisonne de l'air). En faisant cette manipulation, on modifie une nouvelle fois la masse volumique de l'objet initial. Avec les mains, il n'est pas possible de faire une boule suffisamment serrée pour chasser l'air et parvenir à ce qu'elle ait une densité supérieure à 1. Ainsi, malgré tous les efforts des enfants (et des adultes), il ne sera pas possible de faire couler la feuille de papier aluminium mise en boule.
- Avec le papier aluminium, on peut aussi facilement fabriquer des « barques » : il suffit de copier les « barquettes » alimentaires vendues dans le commerce.

Bateau ou radeau?

Le *Kon-Tiki* est un **radeau** construit par l'anthropologue norvégien Thor Heyerdahl. Réalisé en troncs de balsa (un bois très léger poussant au Pérou) et avec des techniques très anciennes (sans aucun métal), il réalisa une traversée de l'océan Pacifique, ralliant l'archipel des Tuamotu après 101 jours et 8 000 kilomètres de navigation. Thor Heyerdahl voulut ainsi démontrer que d'anciennes civilisations Incas avaient pu coloniser les îles du Pacifique en utilisant de telles embarcations.



Source image Wikipédia, l'encyclopédie en ligne

Construits avec des objets de densité inférieure à 1, les radeaux sont donc normalement insubmersibles. Cependant l'épopée de

1947 faillit mal se terminer : les troncs de balsa ayant fini par s'imprégner d'eau de mer, le Kon-Tiki arriva à destination sans aucune réserve de flottabilité.

Perméabilité et imperméabilité

L'épopée du Kon-Tiki nous conduit à nous intéresser à la **perméabilité** d'un matériau qui correspond à sa capacité à se laisser traverser par un fluide (dans notre cas, le fluide est de l'eau). Un matériau qui se laisse traverser par l'eau sera dit **perméable** (à l'eau). Un matériau qui ne se laisse pas (ou mal) traverser par l'eau sera dit **imperméable** (à l'eau).

Il existe une gamme de variantes. Des matériaux peuvent être imperméables à l'eau mais pas à d'autres liquides. Les phénomènes en jeu étant très complexes (forces de tension entre les molécules d'eau et celles du solide traversé), ceux-ci ne seront pas expliqués ici.

La perméabilité d'un matériau a des conséquences sur sa flottabilité

Ainsi, généralement, un bois sec flotte mais il sombre après un temps plus ou moins long. De même, certaines éponges synthétiques de cuisine que l'on place dans un récipient rempli d'eau vont flotter puis progressivement se charger en eau et finiront par couler. En conséquence, mieux vaut construire un bateau avec un matériau imperméable (métal, plastique dur).