

Masse, volume c'est trop coule!

Circonscription Lille 1/Lambersart

Mercredi 2 Octobre et Mercredi 6 Novembre

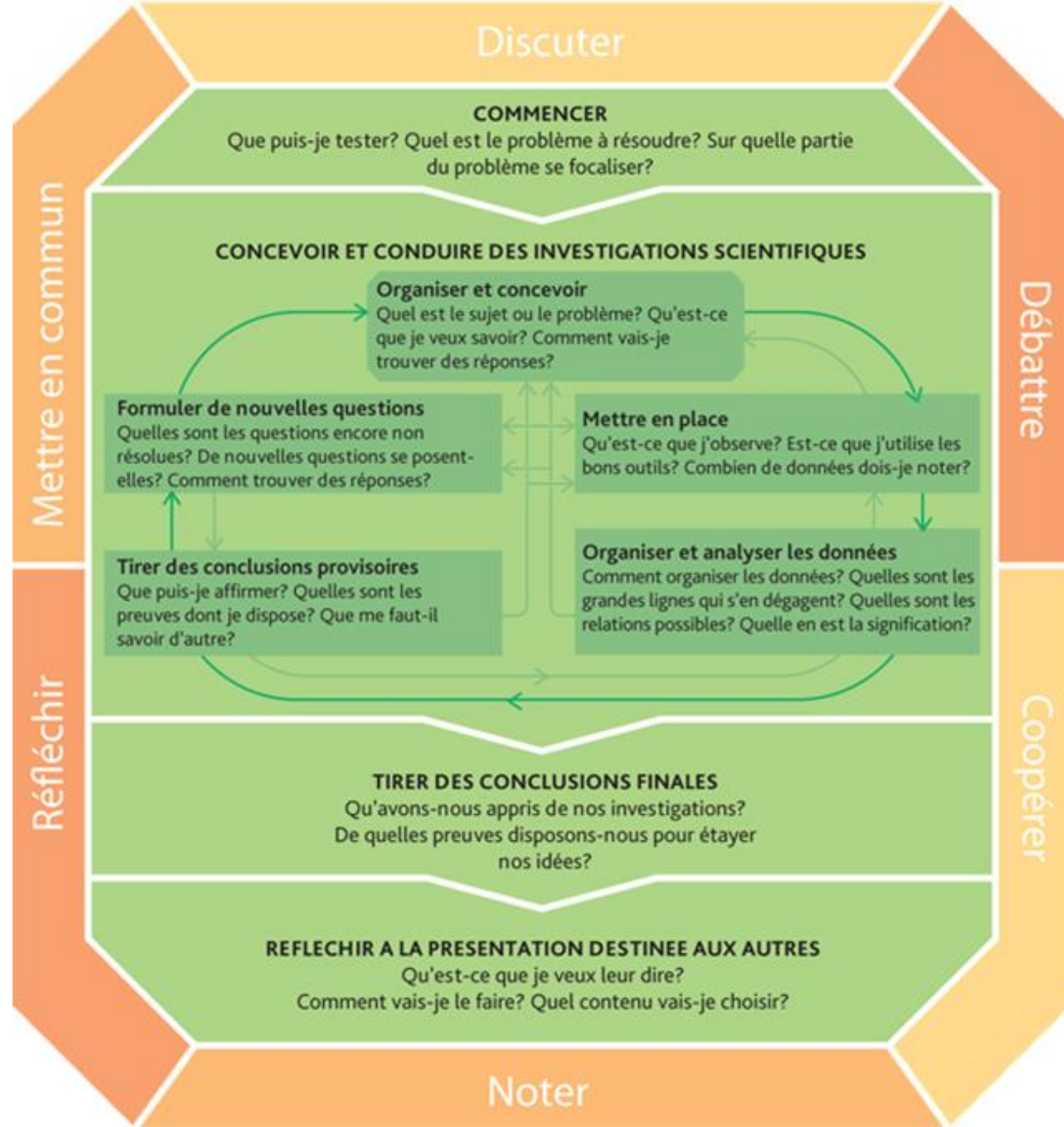
La démarche d'investigation

Principe : se mettre dans la peau d'un chercheur

Cette démarche s'appuie sur le **questionnement des élèves** sur le monde réel. Elle peut être présentée par une **succession d'étapes** pouvant être réalisées de manière variée, mais ne présente pas un déroulement figé.

La démarche d'investigation en plusieurs phases :

- motivation : « **d'où part-on ?** » ;
- problématisation : « **qu'est-ce qu'on cherche ?** » ;
- définition de la stratégie de recherche : « **comment va t-on faire pour chercher ?** » ;
- mise en œuvre du projet : « **cherchons** » ;
- confrontation : « **a-t-on trouvé ce que l'on cherche ?** » ;
- terminaison : « **le savoir construit : ce que l'on a expliqué, compris, appris, découvert** ».



Objectifs de l'atelier

- ✓ Vivre une mise en situation d'investigation pour adultes
- ✓ Partager un vécu commun, créer un objet de référence à partir desquels on va pouvoir :
 - ▶ Caractériser les compétences et les connaissances mathématiques mises en jeu à partir d'une situation concrète en sciences
 - ▶ Établir une progressivité sur l'ensemble des cycles

Mise en situation d'investigation

**A l'aide du matériel proposé, comment
faire pour que la boîte, totalement
immergée au préalable, remonte
librement et le plus lentement possible à
la surface de l'eau dans un seau ?**

Créer un groupe de 5/6 personnes (multi cycle), désigner un observateur qui relèvera le lexique, les compétences et connaissances mathématiques en jeu

Noter le maximum d'éléments

- ↗ Observations
- ↗ Les choix effectués au départ
- ↗ Les adaptations faites en cours d'expérience
- ↗ les résultats

Nous vous demandons de :

1. Proposer un schéma du dispositif présentant la démarche et les résultats de l'expérience.
2. **Relever les observables (sous forme de mesures mais pas seulement)**

Synthèse

Par rapport à votre démarche

- Est-ce que vous choisiriez la même démarche si c'était à refaire ?

Plusieurs démarches observées :

- Une approche expérimentale : essai – erreur (tâtonnement)
→ plus ou moins rapide
- méthodes systématiques : **algorithme**

Une situation complexe qui comprend de nombreux paramètres

Résolution de problèmes

Le défi est formulé comme un problème :

- comment faire pour...

devient

- Trouver la masse, le nombre d'écrous

Présentation des résultats

En nombre d'écrous

Le résultat peut être exprimé de différentes manières

- comparaisons difficiles

Besoin de la **même représentation** pour comparer les résultats /**nécessité d'une unité commune**

- on peut imposer une contrainte
 - utiliser le nombre minimum d'écrous
- on peut choisir **une mesure normalisée**
 - on pèse les boîtes pleines

Comment interpréter les résultats ? Apports mathématiques et scientifiques

Quelles grandeurs physiques influent sur les phénomènes ?

Phénomènes :

- ça coule ou ça flotte
- si ça flotte : la vitesse moyenne de remontée (chronomètre – sablier)

Comment interpréter les résultats ?

Quelles grandeurs physiques influent sur les phénomènes ?

Phénomènes :

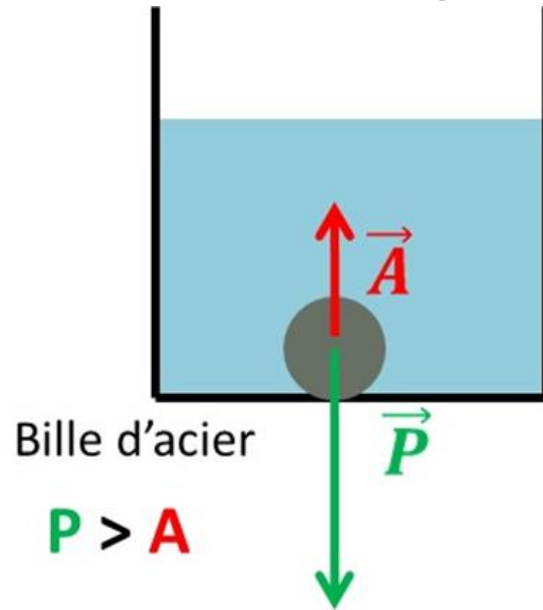
- ça coule ou ça flotte
- si ça flotte : la vitesse moyenne de remontée

Masse ($\neq$ poids) **et** volume

- On a fait varier qu'une seule grandeur : la masse
 - On peut mesurer la masse des boîtes (pesée)
- Comment étudier l'influence du volume ?
- Que peut-on dire du volume des boîtes ?
 - On a besoin d'une mesure

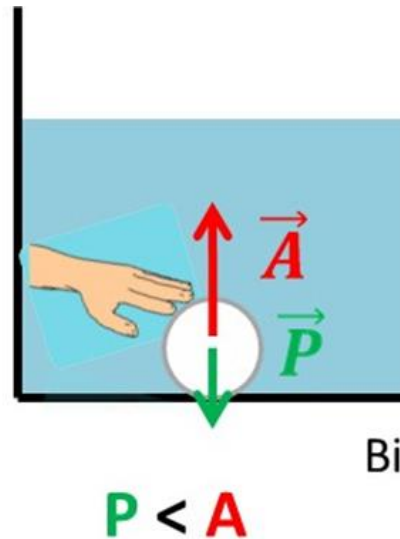
La poussée d'Archimède : éclairage scientifique

La poussée d'Archimède (A) est une force qui s'exerce sur un objet immergé dans un fluide (comme l'eau) ; elle est opposée au poids de l'objet (P). Quand on plonge un objet dans un fluide, la poussée d'Archimède est égale au poids du volume de fluide déplacé.



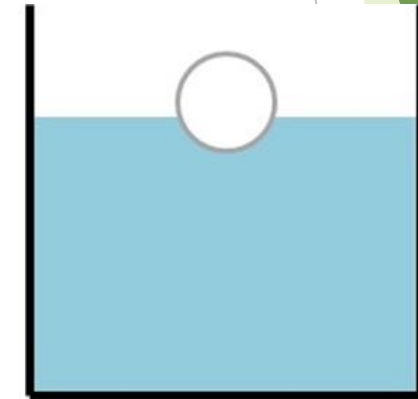
A volume égale, l'acier est plus lourd que l'eau, $P > A$, la bille d'acier coule

L'acier est plus dense que l'eau



A volume égale, le polystyrène est plus léger que l'eau, $P < A$, la bille de polystyrène flotte

Le polystyrène est moins dense que l'eau

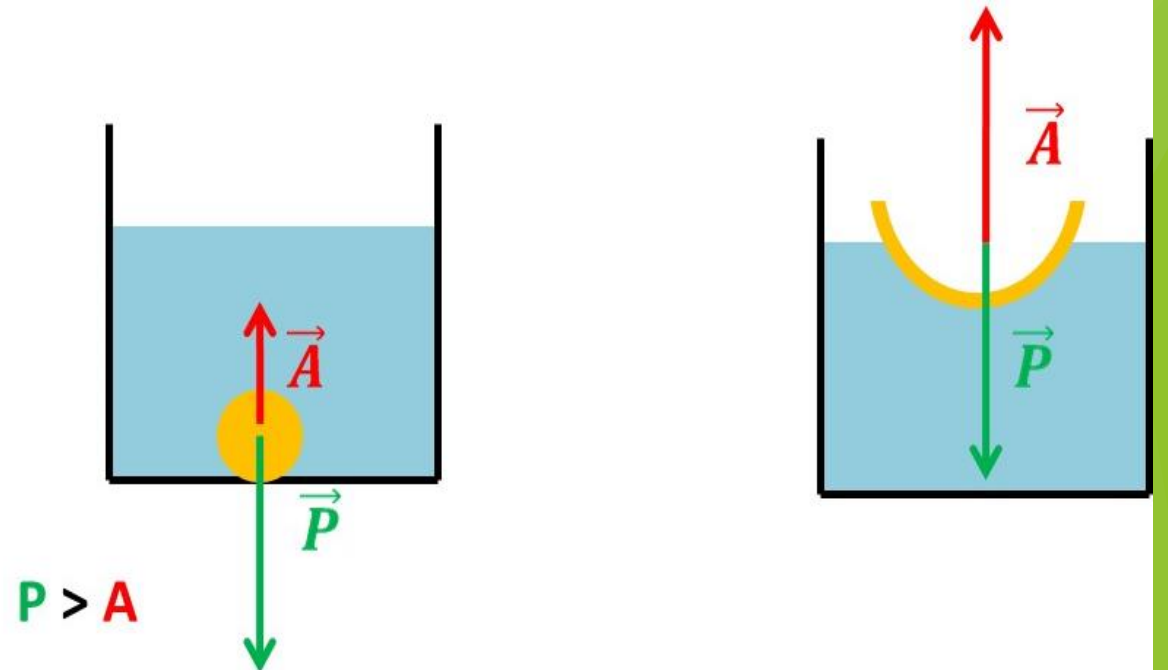


La poussée d'Archimède : éclairage scientifique

L'influence de la forme de l'objet

Une matière peut couler ou flotter selon sa forme. Par exemple, une boule de pâte à modeler plongée dans l'eau coule et un bateau en pâte à modeler (même quantité de pâte à modeler) flotte

Si on prend la même quantité de pâte à modeler, mais avec une forme différente (une forme de bateau, par exemple), le volume de l'objet en pâte à modeler augmente, même si son poids reste le même (on néglige le poids de l'air contenu dans le bateau). Le volume d'eau déplacée augmente, donc la poussée d'Archimède augmente et permet de compenser le poids de l'objet. Le bateau en pâte à modeler flotte.



Obstacles : masse/volume/flottabilité

Les enfants disposent de représentations préalables construites au cours de leur existence. Comme un élève construit ses connaissances en fonction de celles qu'il a déjà et de ses représentations initiales, il est important de les prendre en compte lors de l'élaboration de séquences d'enseignement afin de lui permettre de faire évoluer ses représentations erronées.

Obstacles : masse/volume/flottabilité

Volume

- ▶ Beaucoup d'élèves n'associent pas le volume d'un solide ou d'un liquide à l'espace qu'il occupe, mais à sa forme (cube, pyramide etc...)
- ▶ Certains élèves associent également le volume d'un objet à une quantité de matière, donc à la masse de l'objet
- ▶ Lorsqu'un objet est immergé, les élèves associent le volume d'eau déplacé à la masse de l'objet
- ▶ Les élèves ont des difficultés à rendre compte de la conservation du volume d'un solide déformable ou d'un liquide transvasé dans un récipient de forme différente.

Obstacles : masse/volume/flottabilité

Masse (cycles 1, 2, 3)

- ▶ Les élèves ont des difficultés à rendre compte de la conservation de la masse d'un solide après déformation.
- ▶ Jusqu'à 7 ans environ, les élèves associent la masse (ou le poids) d'un objet à sa taille. En d'autres termes, pour les élèves de cet âge, un corps est lourd s'il est gros, quelque soit le matériau qui le constitue. Ou alors si deux objets ont la même forme et le même volume (une boule de bois et une boule de polystyrène par ex.), ils auront la même masse quelque soit le matériau qui les constitue.

Obstacles : masse/volume/flottabilité

Flottabilité

- ▶ Concernant le comportement d'objets immergés dans un liquide,
 - ✓ vers 5-6 ans, les enfants pensent que les objets (les bateaux) flottent parce qu'ils sont lourds (ou gros) (*Association masse volume à cet âge*)
 - ✓ vers 6-8 ans, les enfants pensent que les objets flottent car ils sont légers (ou petit) (*Association masse volume à cet âge*)
- ▶ Le comportement est indépendant de la masse volumique du liquide, donc de la nature du liquide
- ▶ Le volume d'eau déplacé dépend de la masse de l'objet
- ▶ Un objet peut se trouver au sein du liquide à différentes profondeurs et cette profondeur dépend de sa taille ou de sa masse
- ▶ Un objet qui contient de l'air flotte nécessairement

Hashweh, 2016 ; Koliopoulos et al., 2004 ; Zoupidis et al., 2011 ; Dole et al., 2009 ; Rappolt-Schlichtmann et al., 2007 ; Piaget & Inhelder, 1941 ; Javoy et al. 2018

Transposition pédagogique

- Ce que nous disent les programmes

Les compétences mathématiques

Compétences mathématiques

Chercher

S'engager dans une démarche de résolution de problèmes en observant, en posant des questions, en manipulant, en expérimentant, en émettant des hypothèses.

Tester, essayer plusieurs pistes proposées par soi-même, les autres élèves ou le professeur.

Modéliser

Utiliser des outils mathématiques pour résoudre des problèmes concrets.

Représenter

Utiliser des outils pour représenter un problème : dessins, diagrammes, schémas, graphiques, écritures avec des parenthèses, fractions simples et nombres décimaux

Raisonner

Anticiper le résultat d'une manipulation, d'un calcul, ou d'une mesure.

Calculer

De manière exacte ou approchée (rôle de l'estimation), en utilisant des stratégies ou des techniques appropriées(mentalement, en ligne ou en posant les opérations) ; contrôler la vraisemblance des résultats ; utiliser une calculatrice pour trouver ou vérifier un résultat.

Communiquer

Utiliser l'oral et l'écrit, le langage naturel puis quelques représentations et quelques symboles pour expliciter des démarches, argumenter des raisonnements .

Mobiliser le langage dans toutes ses dimensions (dimension lexicale et syntaxique, divers usages du langage et vecteur qui permet de passer de la manipulation à l'abstraction)

Apprendre en réfléchissant et en résolvant des problèmes

Construire les premiers outils pour structurer sa pensée

Explorer le monde

Et pour aller plus loin

Cycle 1

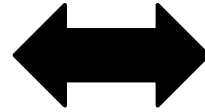
La résolution de problèmes est au **cœur** de l'activité mathématique. Ils peuvent être issus ... de situations rencontrées dans d'autres enseignements, notamment «

Questionner le monde ».

Calculer : mobiliser ses connaissances de faits numériques et ses connaissances en numération. Mais aussi construire ces éléments - Calcul en ligne, calcul posé....

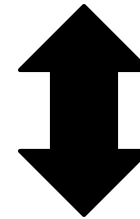
Grandeurs et mesure : comparer des objets selon plusieurs grandeurs et identifier quand il s'agit d'une longueur, d'une masse, d'une contenance ou d'une durée / **estimer** / **mesurer** / utiliser les **mesures usuelles** (g...)

Cycle 2



Pratiquer des démarches scientifiques

Pratiquer, avec l'aide des professeurs, quelques moments d'une démarche d'investigation : questionnement, observation, expérience, description, raisonnement, conclusion .



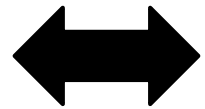
Pratiquer des langages

Communiquer en français, à l'oral et à l'écrit, en cultivant précision, syntaxe et richesse du vocabulaire .

Restituer les résultats des observations sous forme orale ou d'écrits variés (notes, listes, dessins, voire tableaux) .

Lexique : lourd, léger, grand, petit, haut, bas, court, long, estimer...

Syntaxe : si.....alors, plus...plus...



Sciences et technologie : décrire les états et la constitution de la matière à l'échelle macroscopique, mettre en œuvre des observations et des expériences pour caractériser un échantillon de matière (masse, densité).

Mathématiques : utiliser et **représenter** les grands nombres entiers, des fractions simples, les nombres décimaux

Calculer avec des nombres entiers et des nombres décimaux

Résoudre des problèmes en utilisant des fractions simples, les nombres décimaux et le calcul

Comparer , estimer, mesurer des grandeurs géométriques avec des nombres entiers et des nombres décimaux : longueur(périmètre, aire, volume, angle).

Utiliser le **lexique**, les unités, les instruments spécifiques et les grandeurs / proportionnalité.

Cycle 3

Lexique : Organisation et structuration du propos selon le genre de discours ; mobilisation des formes, des tournures et du lexique appropriés : **compte rendu, présentation des résultats** d'une recherche documentaire ; description, **explication, justification, présentation** d'un point de vue **argumenté**.

Ecriture/ Trace écrite : Recourir à l'écriture pour réfléchir et pour apprendre :

- Écrits de travail pour **reformuler, produire des conclusions provisoires, des résumés**
- Écrits réflexifs pour **expliquer une démarche, justifier une réponse, argumenter**

Cycle 3

Transposition dans les classes

En terme de démarche :

- Phase 1 : familiarisation
- Phase 2 : investigation
- Phase 3 : réinvestissement

Faire des hypothèses « *je pense que...* »

= **essayer de prédire le résultat de l'expérience**

Garder une trace des prédictions des élèves

Justifier son hypothèse : « *pourquoi ?....* »

Des idéogrammes pour structurer la démarche :

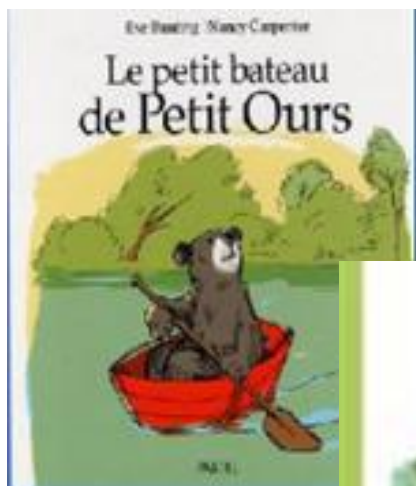
? Je me demande	 Je pense	 J'essaie	 Je sais
-----------------------------------	--	---	--

Idéogrammes extraits du DVD, [Apprendre la Science et la Technologie à l'école](#)

Interroger la continuité.

Les étapes

Phase 1 : distinguer ce qui coule, ce qui flotte



Poursuivre la même démarche

- étudier le paramètre matière
- étudier le paramètre volume
- Quand on étudie un paramètre, les autres doivent être fixes pour voir l'influence du paramètre.

Phase 2 : distinguer objets et matière

Ce n'est pas la masse (la lourdeur), ni le volume (la taille), ni la couleur etc... qui fait qu'un objet flotte ou coule

Un objet flotte ou coule en fonction du matériau qui le constitue.

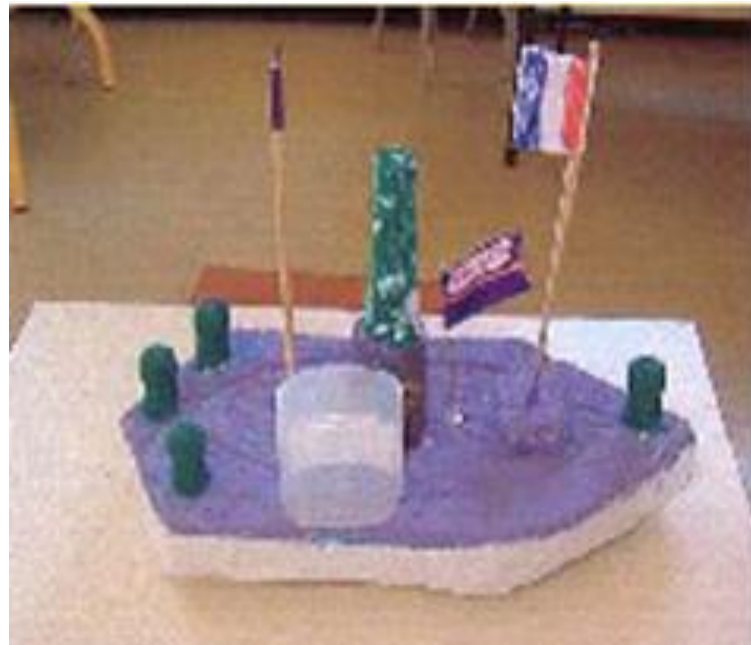
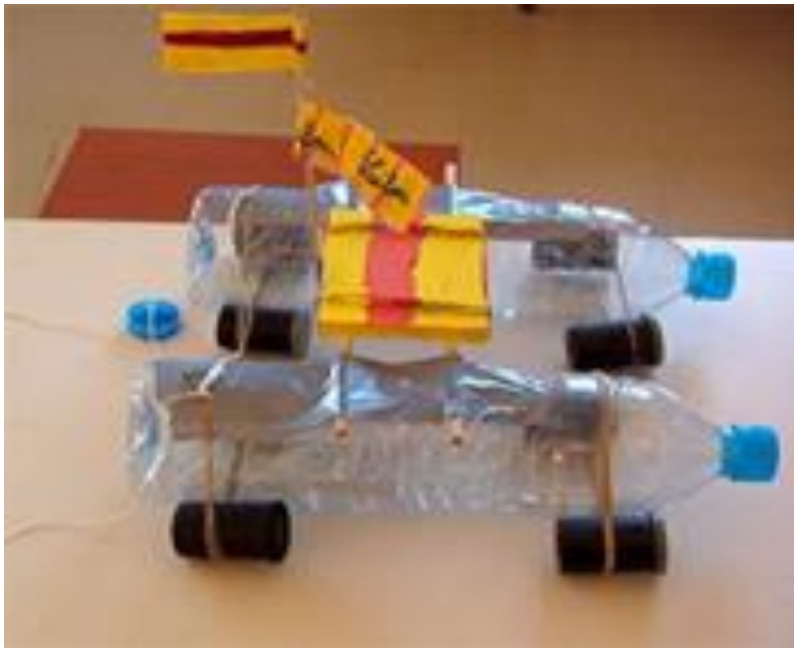
- Un objet en polystyrène flotte quelque soit sa taille
- Un objet en verre coule quelque soit sa taille etc...



Réinvestissement

Mettre en place un défi scientifique (cycle privilégié : cycle 2) qui permet de réinvestir les éléments vus au cycle 1.

Construire une OFNI (objet flottant non identifié) capable de flotter au moins une minute avec une masse de 1kg qui tient dans une boîte de 50 x 50 x 80 cm.



Points de vigilance :

- Avoir une exigence quant à l'utilisation du **lexique** à l'oral (langage d'action-langage d'évocation)
- **Auto positionnement** de l'élève avec pour objectif de faire évoluer les représentations et de dépasser les obstacles
- Le compte rendu d'expériences et le **réinvestissement de ce lexique**
- Prévoir des **traces écrites** en co construction à partir de ce qui a été positionné à l'oral et des compte-rendu d'expériences.

Et au cycle 3...

L'enseignant élabore une liste des “connaissances” et compétences à atteindre sur les **concepts scientifiques et mathématiques**.

- ⇒ Ecrire un scénario conceptuel reprenant les niveaux de formulation attendus des connaissances
- ⇒ Ce scénario aide à réfléchir aux activités à mettre en place pour atteindre les objectifs

Connaissance 1 : une même matière

Pour les élèves

- ↗ Le volume et la masse sont deux grandeurs différentes qui caractérisent un objet.
 - Le volume d'un objet peut être obtenu par le calcul à partir de ses dimensions ou en mesurant le volume d'eau qu'il déplace
 - La masse d'un objet est obtenue par comparaison à la masse d'autres objets (balance Roberval) ou par lecture directe (balance de cuisine).
- Un objet homogène est fait d'une seule matière.

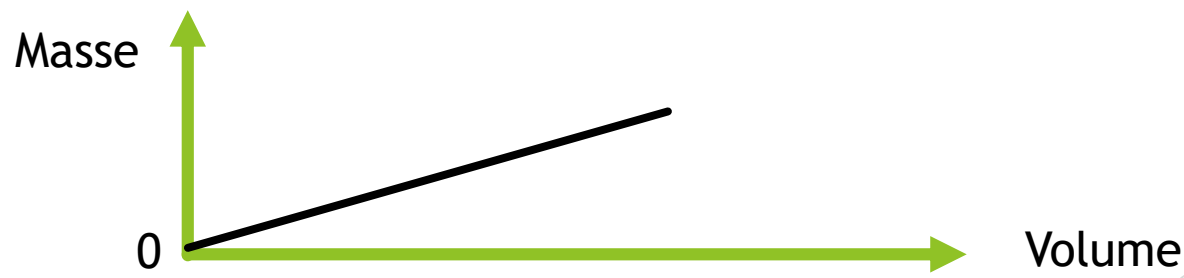
Connaissance 1 : une même matière

Pour les élèves

- Pour deux objets homogènes d'une même matière celui qui a le plus grand volume est le plus lourd.
 - la **relation d'ordre** des masses est la même que la relation d'ordre des volumes (premier niveau de modèle)



- la masse d'un objet est **proportionnelle** à son volume (deuxième niveau de modèle)
 - on peut déterminer avec plusieurs objets de même matière et de volumes différents le coefficient de proportionnalité



Connaissance 1 : une même matière

Pour les enseignants

- ↗ Le coefficient de proportionnalité masse/volume s'appelle la masse volumique
- La masse volumique est une propriété de la matière

Connaissance 2 : interaction d'un objet avec un liquide

- Le liquide pousse vers le haut sur l'objet
 - il pousse plus fort si l'objet est plus volumineux (plus gros)
- L'objet pousse vers le bas sur le liquide
 - Il pousse plus fort si l'objet est plus lourd
- Quand le liquide pousse plus fort que l'objet : l'objet monte
- Quand l'objet pousse plus fort que le liquide : l'objet descend
- Flotter et couler définissent les mouvements vers le haut ou vers le bas d'un objet immergé dans un liquide

Connaissance 3 : densité d'une matière par rapport à un liquide

Pour les élèves

- Si deux objets homogènes d'une même matière sont mis dans le même liquide soit ils flottent tous les deux, soit ils coulent tous les deux même si leurs volumes sont différents.
- Un objet homogène coule si la densité de sa matière est plus grande que celle du liquide
- Un objet ne peut pas rester immobile dans le liquide s'il ne se trouve pas soit à la surface, soit au fond.

Pour l'enseignant

- ↗ La densité de la matière par rapport au liquide est le rapport de la masse volumique de la matière par rapport à la masse volumique du liquide
 - Le terme densité utilisé seul indique que le liquide est de l'eau
 - Un objet coule si la densité de sa matière est plus grande que 1. Il flotte si elle est plus petite que 1.



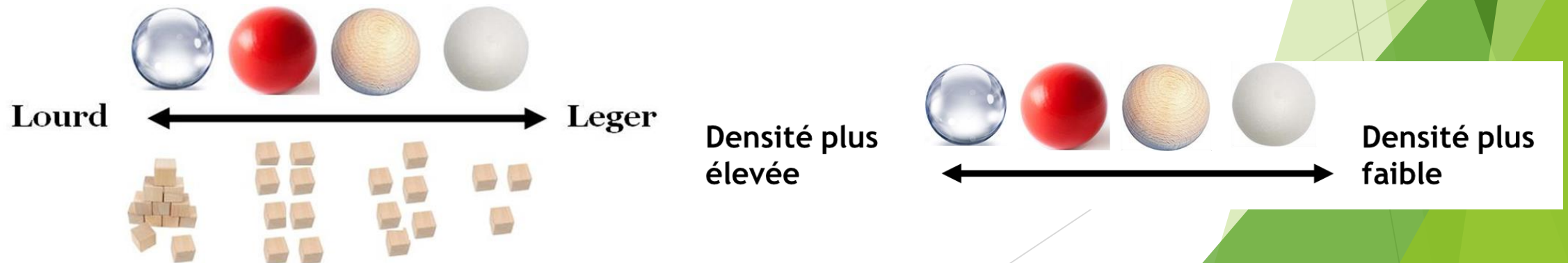
Connaissance 4 : matières différentes

Pour les élèves

- Si des objets sont de matières différentes, les modèles de la connaissance 1 qui relient masse et volume ne sont plus valides
 - Un objet peut être plus volumineux qu'un autre objet et avoir une masse plus petite



- On peut comparer la densité des matières en comparant des objets constitués de matériaux différents mais de même forme et de même volume



Connaissance 4 : matières différentes

Pour les élèves

- ↗ Un objet est hétérogène s'il est fait de plusieurs matières
- Le comportement dans l'eau est difficile à prévoir si un objet hétérogène est composé d'une matière qui flotte et d'une matière qui coule.

Pour l'enseignant

- ↗ La masse volumique d'un objet hétérogène est le rapport de sa masse et de son volume.
 - C'est une propriété de l'objet

Connaissance 5 : masse limite d'un objet pour un liquide donné

Pour les élèves

- ↗ Pour un objet d'un volume donné, il existe une masse limite à ne pas dépasser pour que l'objet flotte
- ↗ Plus l'objet est volumineux, plus la masse limite est grande.
 - Quand on dépasse la masse limite, l'eau ne pousse pas assez pour le porter.
- La masse limite est égale à la masse du même volume de liquide que celui de l'objet.

Pour l'enseignant

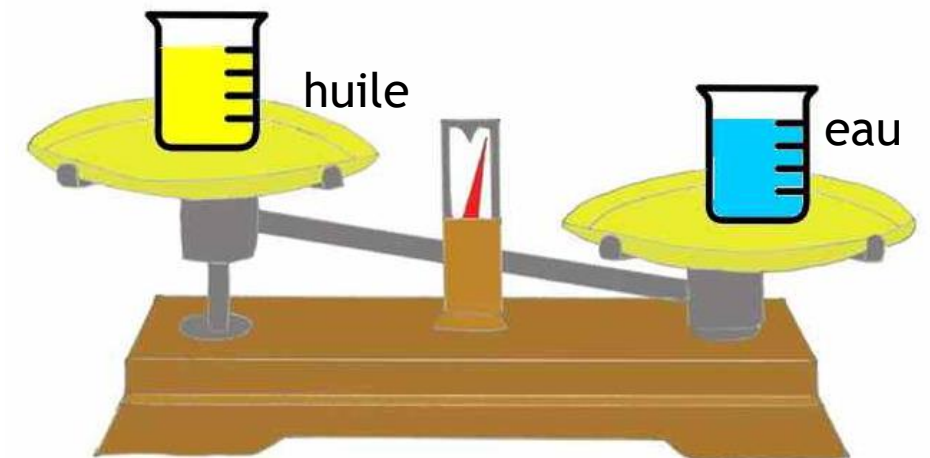
- La masse limite est la masse pour laquelle la densité de l'objet par rapport au liquide est égale à 1

Connaissance 6 : densité des liquides

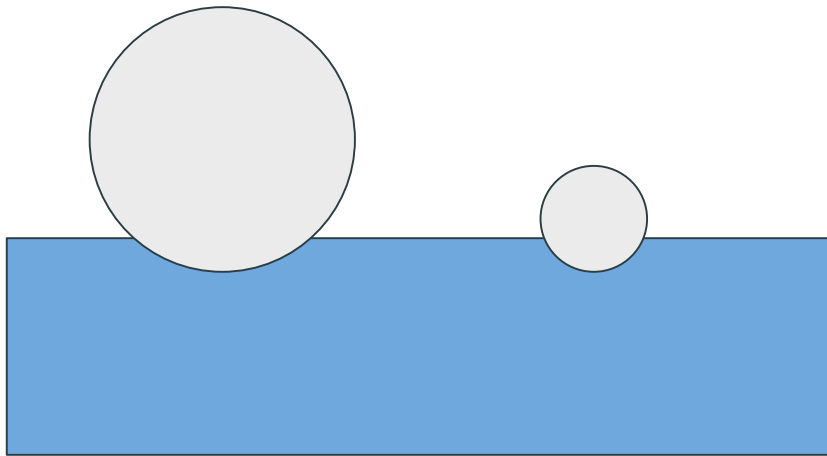
Pour les élèves

- ↯ Quand deux liquides non miscibles sont mis dans un verre, c'est toujours le même liquide qui est au dessus, quelque soit la quantité de l'un ou de l'autre introduite.
- ↯ Quand deux liquides non miscibles sont mis dans un verre, c'est toujours le même liquide qui est au dessus, quelque soit l'ordre d'introduction des liquides dans le verre
- ↯ Quand deux liquides non miscibles sont mis dans un verre, c'est le liquide qui est le plus léger à volume égale qui est au dessus.
 - ↯ On dit que le liquide le plus léger à volume égale a une densité plus faible que l'autre liquide

L'huile a une densité plus faible que l'eau



Exemple d'activités mises en place pour atteindre les objectifs de compétences et de connaissances : **Le liquide appuie sur l'objet**



Qu'est-ce qu'il faut faire pour enfoncer les objets dans l'eau ?

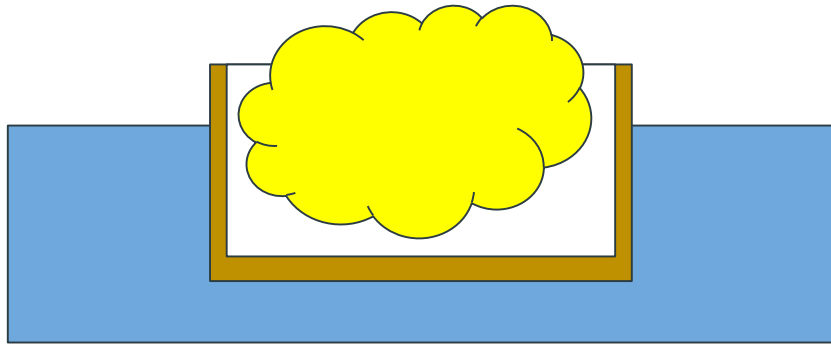
Observations :

- plus l'objet est gros plus il faut pousser
- plus l'objet s'enfonce plus il faut pousser
- quand on arrête de pousser l'objet monte vite

Exemple d'activités mises en place pour atteindre les objectifs de compétences et de connaissances : **L'objet appuie sur le liquide**



On met un récipient vide sur l'eau

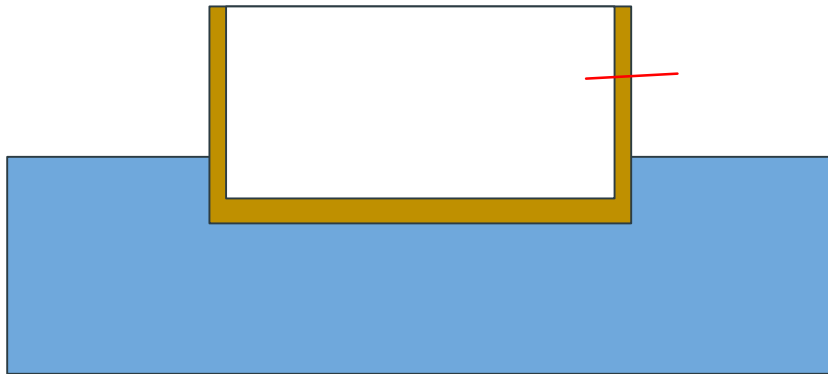


On met un objet pesant dans le récipient

observation : le récipient s'enfonce

On marque la hauteur atteinte par l'eau

Exemple d'activités mises en place pour atteindre les objectifs de compétences et de connaissances : **L'objet appuie sur le liquide**



On enlève l'objet

Comment faire pour que le récipient s'enfonce jusqu'à la marque ?

pour les **cycle 3** avec un récipient de section constante :

- on peut tracer les hauteurs d'enfoncement en faisant varier la masse des objets placés dans l'objet
- mesurer les hauteurs
- faire un graphique hauteur en fonction de la masse
- montrer la proportionnalité

Exemple de mise en œuvre : la boîte à écrous.