

Réseau Maison des Petits

« Des objets qui flottent, des objets qui coulent »

*Une séquence didactique pour explorer
les propriétés physiques de la matière
en 3P/4P-Harmos*

- Document général de diffusion -



Séquence didactique élaborée par

Florence Ligozat & Laurence Marty (Université de Genève)

avec la collaboration de

Claire de Goumoëns (Ecole de la Roseraie)

Mercedes Rouiller (Ecole St. Antoine)

Sila Anderegg (Ecole de la Roseraie)

Laurent Dubois (Université de Genève)

Crédits photos : Barbara Rickenmann

Introduction

La mise en place du Plan d'Etude Romand 2011 fait désormais apparaître un domaine commun aux « Mathématiques et Sciences de la nature » pour les degrés des cycles 1 et 2. Les exigences concernant l'enseignement scientifique à l'école primaire ont évolué vers une prise en compte plus conséquente de la **démarche scientifique** et de la **modélisation** comme éléments transversaux aux thèmes qui doivent être abordés en sciences de la nature.

A l'école primaire, ces composantes de l'activité scientifique engagent souvent des activités expérimentales, au travers desquelles les élèves peuvent observer, décrire, questionner et/ou analyser un phénomène. Toutefois, la gestion de situations expérimentales en classe est souvent déclarée comme une source de difficultés par les enseignants. *L'expérience doit-elle toujours permettre de « répondre » à une question ? Comment choisir le matériel ? Comment s'assurer que les élèves puissent tirer partie de leurs manipulations correctement ? Comment faire s'ils n'obtiennent pas tous les mêmes résultats ? Comment gérer la discussion collective des expériences menées ? Etc.*

La séquence d'enseignement proposée dans ce document a été conçue dans le cadre d'un partenariat entre chercheurs et enseignants (Réseau Maison des Petits à Genève), impliquant différents essais et ajustements réalisés à partir d'observations dans les classes. Elle s'adresse prioritairement aux degrés 3 ou 4 Harmos, mais elle peut être exploitée en amont et en aval de ces degrés, moyennant certains aménagements (cf. partie VI de ce document)

I – Objectifs et fils conducteurs de la séquence

Objectif principal

L'objectif prioritaire de cette séquence peut être formulé de la manière suivante :

Construire un premier modèle descriptif du phénomène de flottaison, en distinguant les matières constitutives des objets (approche intuitive de la densité).

Quelle place dans la progression des enseignements scientifiques de la scolarité obligatoire ?

Cet objectif fait partie d'une progression plus large qui débute par des explorations empiriques dès le début du cycle 1 (ex : ressenti de la poussée de l'eau dans la séquence « Plouf dans l'eau », MER 1-2-H), et se poursuit au cours des cycles 2 et 3 avec la construction de savoirs de plus en plus élaborés faisant appel à des relations mathématiques entre les grandeurs en jeu et nécessitant des mesures instrumentées.

Aux degrés 3 et 4 H du cycle 1, la séquence « Des objets qui flottent et des objets qui coulent » propose une exploration qualitative de **la relation entre la densité des objets (ou masse volumique)¹ des objets et le comportement de flottaison**, à travers la mise en évidence de **comportements similaires liés à une même matière** (bois, sagex, minéraux, plastiques durs ou mous, cire, verre, métal, etc.). La notion de « densité » n'est pas à enseigner directement, mais elle peut être abordée intuitivement en relativisant le « poids » (ou masse)² des objets par rapport à leur taille : une « petite » bille de plomb est « lourde » pour sa taille, une « grosse » balle de sagex est « légère » pour sa taille.

Aux degrés 5-6H, toujours qualitativement, il est possible d'affiner cette modélisation en utilisant différents milieux de flottaison (cf- aménagements de la séquence Partie VI de ce document).

Dans cette vision, la **construction de modèles** reliant des observations et des caractéristiques d'objets est au cœur de l'apprentissage.

¹ Nous ne faisons pas ici la distinction entre les notions de densité et de masse volumique, qui est normalement utilisée en physique (la masse volumique d'un objet est proportionnelle à la densité de l'objet dans l'eau). A ce stade de la scolarité, cela nous permet de parler d'objets plus ou moins « denses » en continuité avec le sens commun, c'est à dire pour décrire le degré de compactage de la matière dans un volume donné.

² Nous ne ferons pas la distinction entre le poids d'un objet (force d'attraction terrestre) et sa masse, toujours pour conserver la continuité avec le vocabulaire des grandeurs utilisé au quotidien, où le mot « poids » est utilisé pour parler la masse propre d'un objet (exprimée en gramme ou kilogramme).

Quels modèles peuvent être construits en 3-4H à propos de la flottaison ?

Les termes de "modèle" et "modélisation" sont aujourd'hui très présents dans le PER, dès le cycle 1. Dans le lexique du PER, **modéliser** signifie « associer à une situation complexe un modèle qui la rend intelligible en la réduisant à ses éléments essentiels ». Un modèle est d'abord un moyen de description d'un phénomène qui inclut et exclut certains aspects. Il peut être exprimé en langage naturel (avec des mots et phrases) et être associé à différents modes de représentations (schéma, graphique, tableau, etc.).

Dans cette séquence, la construction de modèles passe d'abord par la **mise en évidence de constats** issus de l'observation :

« Les objets les plus lourds ne sont pas toujours ceux qui coulent ; les objets les plus légers ne sont pas toujours ceux qui flottent »

« Le poids seul ou la taille seule de l'objet ne suffisent pas pour prévoir la flottaison »

« Il y a des objets qui sont très lourds alors qu'ils sont tout petits ; des objets plutôt légers alors qu'ils sont assez gros »

« Il y a des matières qui flottent (le sagex, le plastique mou, le bois, la cire) et des matières qui coulent (la pierre, le métal, le plastique dur) »

« Un objet creux fait d'une matière qui flotte, se maintient toujours à la surface, même s'il est rempli d'eau »

« Un objet creux fait d'une matière qui coule, peut se maintenir à la surface s'il n'est pas rempli d'eau, mais il coule s'il se remplit »

Exemples de **modèles visés à travers la séquence** :

« Tous les objets constitués d'une même matière ont le même comportement lorsqu'ils sont complètement immergés, qu'ils soient gros ou petits, lourds ou légers, quelque soit leur forme ».

« Des objets qui ont la même taille peuvent avoir un poids très différent ; les plus lourds ont plus de matière dedans ; les plus légers ont moins de matière dedans »

« Les objets très légers pour leur taille flottent, et ceux très lourds pour leur taille coulent ; entre les deux, on ne peut pas facilement prévoir »

Il est ensuite possible d'utiliser ces modèles pour traiter de nouveaux cas (exemple : prévoir le comportement d'objets que l'on n'a pas encore testés). En ce sens, un modèle est une petite « machine » à faire des anticipations, des prévisions. **Il est donc important qu'au delà de la construction du modèle, il y ait une phase de mise à l'épreuve.**

La construction de ces modèles se fait souvent au prix de la remise en cause ou de la transformation de modèles ou « idées » dont les élèves disposent déjà, dérivés de situations de la vie quotidienne, et qui s'avèrent insuffisants pour prévoir le comportement des objets dans l'eau.

Exemples de modèles insuffisants issus de la vie courante :

« Les objets gros et/ou lourds vont forcément couler »

« Un objet coule parce qu'il a du poids »

« Un objet plat et/ou léger flotte parce qu'il tient mieux sur l'eau ».

Dans ces modèles, il y a souvent une ambiguïté sur la signification des mots « lourd » et « léger », entretenue par les occasions d'usage dans la vie courante. Par exemple, la chute d'un objet est souvent associée à son poids. On dira facilement d'un objet très lourd en équilibre précaire que, « attention, c'est lourd, ça va tomber », tandis que les précautions seront moindres pour un objet dit « léger ». De même, si l'on demande à quelqu'un de citer des exemples d'objets qui flottent ou qui coulent, les exemples fournis sont général limités aux cas typiques d'objets très denses, qualifiés de « lourds » (le caillou qui coule dans la rivière) ou au contraire très peu denses qualifiés de « légers » (le canard en plastique dans le bain). Dans ces derniers cas, l'usage des mots « lourd » et « léger » peut aussi bien désigner le poids de l'objet que sa densité ressentie (lourd pour sa taille ou léger pour sa taille). Il est peu courant d'observer le comportement dans l'eau d'objets relativement légers mais très denses (ex : une petite bille de plomb) ou encore des objets lourds mais peu denses (ex : une grosse bûche de sapin).

Apprendre à élaborer un modèle en sélectionnant et reliant différents faits entre eux est un savoir scientifique en soi (qui engage des éléments de la démarche scientifique), en plus de l'apprentissage des notions qui sont incluses dans le modèle (ici la matière, mais aussi implicitement les grandeurs masse, volume, et densité représentées par la matière constitutive des objets).

IMPORTANT :

- en 3-4H, on ne vise pas l'apprentissage de faits à retenir tels que « le bois flotte » ou « le métal coule », mais un raisonnement à partir de ces faits qui produit une généralisation étendue à divers objets.

- en 3-4H, les modèles basés sur la matière des objets ont une portée locale liée à un ensemble d'objets testés et judicieusement choisis par l'enseignant pour permettre l'émergence d'un raisonnement (Cf.- partie III de ce document). Ces modèles seront tôt ou tard sujets à révision lors de la rencontre de nouveaux objets qui ne rentrent pas leurs domaines de validité, soit dans les degrés ultérieurs, soit dans des expériences personnelles. **La révision, l'adaptation, voire l'abandon de certains modèles est une caractéristique propre de l'activité scientifique.**

Exemple : au cours de la séquence, les élèves auront observés que tous les objets en bois flottent. Pourtant un peu plus tard, ils verront qu'un objet en bois d'ébène coule (un bois très dense par rapports aux autres espèces). Cette rencontre devra déclencher une nouvelle enquête pour réviser le modèle utilisé jusque-là, sans doute en procédant à une formalisation de la densité (au delà de la simple catégorisation de la matière), à travers des comparaison de masses volumiques de différentes espèces de bois par exemple (Cycle 3).

Pour pouvoir enseigner des sciences à l'école, il faut **accepter d'enseigner des modèles partiels ou « savoirs provisoires » qui s'avèreront insuffisants plus tard ou dans l'ailleurs de la classe**. Ces paliers sont indispensables pour que l'élève s'engage dans la construction de savoirs scientifiques de plus en plus complexe. Il faut aussi accepter de ne pas pouvoir tout expliquer à tel ou tel degré. Pour certains objets (ex : plastiques), on ne peut pas toujours prévoir leur flottaison avec certitude. C'est une incertitude normale que l'on apprendra à lever plus tard avec d'autres outils au cours de la scolarité.

Quels sont les principes didactiques au cœur de la séquence ?

Il existe de nombreuses propositions pédagogiques pour l'école primaire qui se proposent d'investiguer le phénomène de flottaison. Bien souvent, ces propositions font la part belle à l'émission d' « hypothèses »³ par les élèves sur le comportement des objets, comme préalable à l'expérience d'immersion. L'expérience prend alors la tournure d'un verdict sur des idées vraies ou fausses des élèves, censé alimenter un débat.

La séquence « Des objets qui flottent et des objets qui coulent » propose **une investigation scientifique guidée** du phénomène de flottaison. Elle repose sur trois principes didactiques essentiels :

- La construction de modèles descriptifs autour du phénomène en jeu n'est possible qu'à partir d'un **ensemble de significations partagées dans le collectif classe**, c'est à dire à partir d'une série d'expériences vécues par les élèves en classe (concrètes ou représentées) dont le sens doit faire l'objet d'un enseignement pour éliminer les aspects contingents et instituer les aspects importants à prendre en compte.

- L'émission d'hypothèses sur le comportement de certains objets dans l'eau n'a d'intérêt que si les élèves ont à leur disposition des ressources pour les étayer, c'est à dire **qu'il doit être possible de faire une hypothèse en se basant sur certains faits observés ou compilés préalablement** (ce qui ne veut pas dire que tous les élèves feront nécessairement une hypothèse juste !). A ce titre, les traces écrites jouent un rôle important dans la construction d'une mémoire collective des faits observés individuellement ou en groupe

- **Les prévisions justes ou fausses doivent pouvoir être discutées et éventuellement justifiées par des démarches personnelles**. A la question « pourquoi tel ou tel objet flotte ? » (explication générale), on préférera des questions du type « *comment tu savais que tel objet aller flotter ? (s'il flotte en effet)* » ou encore « *qu'est-ce qui te faisait penser que tel objet devait couler ? (s'il s'avère qu'il flotte)* ». De ces démarches personnelles, on pourra tirer collectivement des raisonnements plus englobant, sans faire porter aux élèves individuels la difficulté de construire seuls les modèles visés.

³ Dans un raisonnement scientifique de type hypothético-déductif, l'émission d'une hypothèse est soutenue par un modèle explicitable (valide ou non).

II) Vue d'ensemble de la séquence

ETAPES	DUREE	MATERIEL
1- Découverte d'une collection de 35 objets - Collectif	Jour 1 30 min	35 objets Etiquettes magnétiques photo-nom d'objet
2- Expérience d'immersion de 28 objets - par groupes de 2 ou 3	Jour 2 20 min/gp	Sous-collections de 28 objets (sur 28 objets de la collection totale) Bacs d'eau Poster + étiquettes à coller
3- Première discussion collective : partage des constats (trace écrite de référence) et adoption d'un protocole commun pour tester les objets	Jour 2 30 à 40 min	28 objets à disposition 28 étiquettes magnétiques Papier java Bac d'eau
4 - Première prévisions (oral) sur la flottaison des 7 objets restants (objets-tests) - collectif	Jour 3 30 à 40 min	Collection de 7 objets-tests
5- Le rôle du poids : sériation des 7 objets tests 5a - Sériation des 7 objets par soupesée - <i>par groupe de 2</i> 5b - Discussion des résultats (sur la base des séries construites par les groupes) - <i>collectif</i> 5c - Sériation des 7 objets à l'aide de la balance à plateaux - <i>collectif ou demi-classe avec guidage de ENS</i> 5d - Discussion des résultats sur la base de la trace écrite de la sériation à la balance - <i>collectif</i>	Jour 4 & 5 5a - Jour 4 15 min/gp 5b - Jour 4 15 min 5c- Jour 5 20 min 5d - Jour 5 15 min	Collection de 7 objets-tests Fiche « Estimation des poids avec la balance à plateaux » Balance à plateaux + 2 lots de boulons + poster « sériation des poids à la balance » (avec ENS en 4H)
6a - Prévisions fermes (notations écrites de « paris ») sur la flottaison des 7 objets restants (objets-tests) - individuel 6b- Test des 7 objets dans l'eau (par groupe de 2 ou 3) et notation des observations (individuel)	Jour 6 15 min/él	Collection de 7 objets-tests Affiche de tous les résultats précédents au TN Fiche prévision/vérification
7 - Deuxième discussion collective : constats et modélisation	Jour 7 40 à 50 min	35 objets à disposition Affichage de tous les résultats précédents au TN
8- Les objets creux : mise à l'épreuve des modèles 8a - Présentation de 4 ou 5 objets creux (qui ne font pas partie de la collection initiale, mais dans les mêmes matières) 8b - Hypothèses sur la flottaison de ces objets (<i>par groupe de 2</i>) - Si je pose à la surface - Si je les immerge complètement 8c - Tests dans l'eau et discussion - <i>collectif</i>	Jour 8 8a - Jour 8 10 min 8b- Jour 8 10 min 8c - Jour 8 20 min	Collection de 4 objets creux - gobelet en aluminium - gobelet en plastique (mou) - bougie creuse - verre Bac à eau

Tableau 1 : Déroulement de la séquence

III) - Positionnement dans le PER

Proposée pour des classes de 3-4H, cette séquence relève essentiellement du **Module 16 de Mathématiques et Sciences de la Nature dans le PER⁴**, couvrant l'étude des phénomènes naturels et techniques au cycle 1.

Voir http://www.plandetudes.ch/web/guest/MSN_16/

Parmi les **objectifs généraux de ce module**, la séquence travaille les aspects suivants :

- 1 – confronter ses conceptions (*idées, modèles issus de la vie quotidienne*) entre pairs et avec divers médias
- 3 – chercher à expliquer le fonctionnement de phénomènes naturels (*la flottaison*)
- 4 – réaliser des expérimentations (*proposées par l'enseignant*) et proposer des explications (*généralisations de constats ; mise à l'épreuve de modèles*)
- 5 – communiquer ses observations à l'aide d'un vocabulaire adapté

Le **thème principal** de la séquence porte sur la matière.

- Catégorisation empirique (*en essayant dans l'eau, en soupesant, en comparant deux à deux*) d'éléments (*objets sélectionnés par l'enseignants dans l'environnement quotidien*) selon leur flottabilité, leur masse, leur taille ;
- Discussion des critères de forme (*gros, petit, rond, plat, allongé, plein / creux*), aspect (*lisse, rugueux, dur, souple*) et de matière constitutive (*bois, cire, métal, plastique dur ou mou, sagex, liège, verre, pierre, terre*) pouvant intervenir dans le phénomène de flottaison des objets
- Prise en compte de la « matière » constitutive de l'objet (*qui peut être corrélée à la relation taille-poids de l'objet – soit une densité intuitive*) comme moyen de prédiction de la flottabilité.

Toutefois, les discussions collectives peuvent s'orienter du côté du thème de l'énergie (surtout si les élèves ont eu l'occasion de travailler sur le MER « Plouf dans l'eau ! » en 1-2H).

- Expérimentation de la force de l'eau et/ou d'objets en mouvement, perception à l'aide du corps (*Ex : il faut exercer une pression sur certains objets pour qu'ils restent au fond de l'eau et si on les lâche, ils flottent → quand un objet flotte, la résistance de l'eau est plus forte que la chute de l'objet*).

Ce thème reste toutefois plus secondaire dans cette séquence, car il ne permet de procéder à des prévisions à ce stade de la scolarité

Par ailleurs, cette séquence travaille plusieurs dimensions de **la démarche scientifique** :

⁴ Certains aspects du PER sont cités en caractères soulignés. Entre parenthèses et en italique, figurent des éléments de spécification du PER en lien avec la séquence et les principes didactiques sous-jacents.

- Formulation de questions ou d'hypothèses au sujet d'une problématique à l'oral (étapes 4 et 6 : *quels sont les objets qui flottent ou coulent ? comment peut-on savoir ?*)
- Elaboration et/ou mise en œuvre d'un dispositif d'expérimentation, d'exploration ou observation (étape 5 : *la sériation des poids et éventuellement des tailles pour observer la non corrélation de ces variables seules avec le comportement de flottaison*)
- Identification de quelques facteurs (« matière » ou « poids par rapport à la taille ») influençant un phénomène observé ou expérimenté (*la flottaison*)
- Utilisation d'outils de mesure adéquats (*la balance à plateau*) pour une problématique (étape 5 : *pour sérier les poids des objets*) ; lien avec MSN 14 en mathématiques : grandeurs et mesures
- Découverte et comparaison de grandeurs (*masses, volumes*) à l'aide d'unités non standardisées (étape 5 : *usage d'un nombre de boulons équivalent à la masse d'un objet ; réalisation des équilibres sur la balance à plateaux*)
- Relevé des observations (étape 2 : *catégorisation flotte / coule* ; étape 6 : *test des objets dans l'eau après avoir fait des hypothèses*) ou des mesures effectuées (étape 5 : *notation des mesures de poids*)
- Organisation et tri des collections, des observations et des résultats à l'aide de divers outils de représentation (*tableaux et diagramme de classement, tableau à double entrée, sériation linéaire du plus lourd au plus léger*)
- Proposition d'une explication (ou modèles) à partir des résultats d'une observation, d'une expérience. Sensibilisation à la distinction entre ce qui relève des résultats, des constats et ce qui relève de l'interprétation qu'on en fait et qui peut être remise en question (*usage des modèles pour faire des anticipations ou produire des explications – cf. les objectifs de la séquence dans la partie I de ce document*)
- Dans un compte rendu oral ou écrit, présentation de certaines phases de recherche (observation, constats, questions, hypothèses, résultats, généralisation, interprétations) à l'aide différents supports (étape 7 : *en collectif, reconstruction du cheminement parcouru dans la séquence : quelles questions ont été posées ? qu'a-t-on appris dans les différentes expériences ?*)

En outre, cette séquence contribue au **MSN 15 « Représenter des phénomènes naturels et techniques ou des situations mathématiques »**, par le fait qu'elle place l'élaboration de modèles au cœur des apprentissages. Expériences, questionnements et constats font systématiquement l'objet d'une référence partagée dans le collectif classe, à travers différents systèmes de représentation (tableau, sériations, etc.).

IV)- Préparation du matériel nécessaire

A) Liste du matériel

- Une collection de 30 à 40 objets⁵ issus de la vie quotidienne (gomme, balle de golf, bille de verre, pomme de terre, pièce de monnaie...etc.) qui servira de matériel de référence dans la séquence. Un guide précis servant à l'élaboration de cette collection sera développé dans la partie suivante (Partie B)



Figure 1 : Un exemple de collection d'une trentaine d'objets

- Un jeu d'étiquettes photo-nom d'objet, correspondant à la collection d'objets, que l'enseignant aura conçu préalablement se déclinant sous deux formes :

- un jeu de grandes étiquettes plastifiées, manipulables au TN (environ 20 x 5 cm)
- des étiquettes, plus petites, photocopiables, pour la manipulation par les élèves et le collage dans un tableau d'observation (cf annexe 3)

- 2 à 6 bacs à eau transparents (type aquarium 20 l en plastique)

⁵ Dans les premières phases proposées, les objets sont convexes (pas d'objets « creux ») ; le traitement des objets « creux » (ou concaves) dont le comportement de flottaison peut changer, suivant s'ils sont remplis ou pas, fera l'objet d'un développement spécifique dans la dernière étape de la séquence (étape 8).



Figure 2 : Le bac transparent type "aquarium"

- une balance à plateau et deux lots de boulons ou écrous - diamètre 6 mm et 3 mm

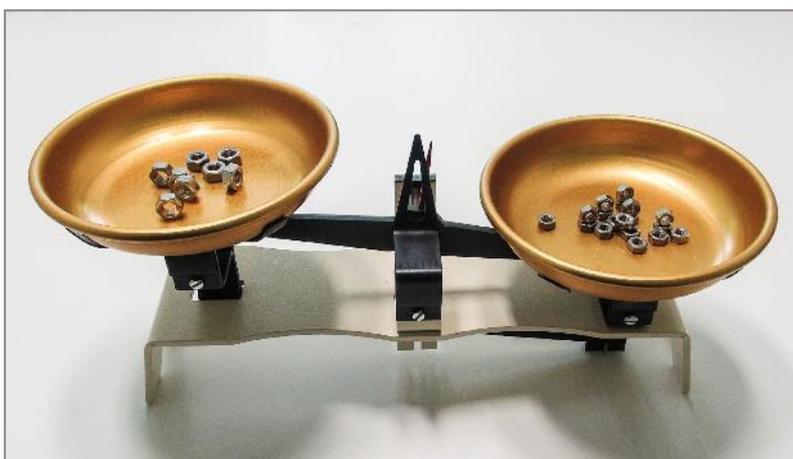


Figure 3 : La balance à plateaux et les deux lots de boulons

- diverses fiches qui seront distribuées aux élèves (cf annexes 4, 5 et 6)

B) Choix de la collection

Comment choisir les objets de la collection de référence ?

Il est préférable de choisir une proportion relativement équilibrée d'objets qui flottent et qui coulent. Les objets dont la densité est supérieure (respectivement inférieure) à celle de l'eau sont ceux qui coulent (respectivement flottent). Dans l'image ci-dessous, nous avons mis en évidence les matières similaires en les regroupant par couleurs.

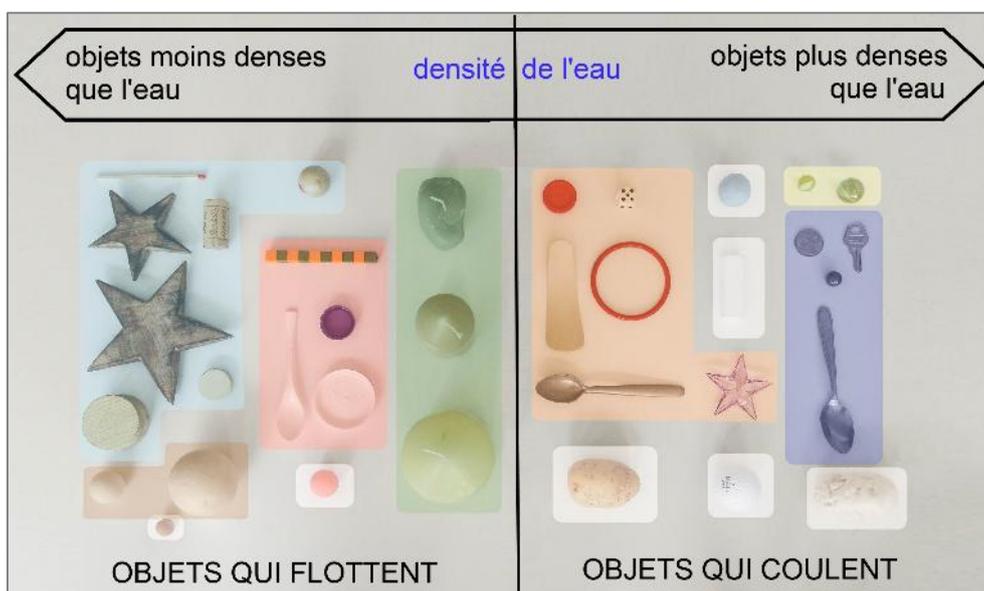


Figure 4 : Les objets classés en fonction de leur densité par rapport à l'eau

Il est assez facile de prévoir la flottaison des objets dont la densité est très éloignée de celle de l'eau (ceux qui se situent aux deux extrémités du classement sur l'image, tels les objets en bois ou les cailloux). Lors de l'élaboration de la collection, il est important de choisir quelques objets dont la densité se rapproche de celle de l'eau (ex : les objets près de la barre verticale, comme le jeton de puissance 4, le chausse-pied ou le dé à jouer)

Afin d'exclure les paramètres poids et taille considérés isolément d'une part et valoriser la matière constitutive des objets d'autre part, il est crucial que :

- chaque objet soit composé d'une seule « matière » facilement identifiable (bois, cire, métaux, plastique dur, plastique mou, verre, végétal, pâte à modeler)⁶
- le choix initial des objets de la collection se fasse sur la base d'une variation de chacun des facteurs taille, poids, forme et matière, les autres restants constants.

Ainsi, on choisira :

- des objets d'une **même forme**, mais de matières et de tailles différentes



Figure 5 : Les objets sphériques

- des objets d'une **même taille**, mais de poids et de matières différents

⁶ On évite les objets composites (ex : cuillère avec manche en plastique et extrémité en métal).



Figure 6 : Les "patatoïdes"

- des objets de **même masse**, mais de matières et de tailles différentes



Figure 7 : Le cochonnet et la bille de plomb, objets de même masse

- des objets constitués d'une **même matière**, mais de tailles, masses et formes différentes



Figure 8 : Les objets en bois



Figure 9 : Les objets en plastique dur

Tous les objets devront être rassemblés **au minimum en deux exemplaires identiques** car certaines étapes des séquences prévoient des travaux de groupes à effectuer en parallèle avec les mêmes objets.

IMPORTANT : Avant de commencer la séquence, l'enseignant aura testé systématiquement tous les objets dans l'eau pour connaître leur comportement, et il les aura classés (pour sa gouverne) selon une des deux catégories Flotte ou Coule (cf. un exemple en annexe 1)

Comment choisir les objets-tests, qui serviront pour formuler des hypothèses ?

Une fois la collection de référence présentée aux élèves à l'étape 1, **6 à 8 objets sont mis de côté par l'enseignant et ils sont exclus des étapes 2 et 3**. Ces objets seront utilisés dès l'étape 4 afin d'amener les élèves à formuler des hypothèses à propos de leur flottabilité.



Figure 10 : Un exemple d'une collection d'objet-tests

Spécificités de la sous-collection des 6 à 8 objet-tests :

- Dans la sous-collection, certains des objets **les plus lourds (ou les plus gros) flottent** et inversement certains **des plus légers (ou des plus petits) coulent**.



Figure 11 : Le classement des objets-tests selon leur poids

- La majorité des objets de la sous-collection sont constitués de mêmes matières que les objets qui ont pu être testés dans l'étape 2 (mais ils peuvent être de formes ou de tailles différentes)



Figure 12 : La bougie, la bille de plomb et la barre de multicubes reliés aux objets de même matière de la collection

IMPORTANT : A l'aide de la balance à plateaux, **l'enseignant aura pesé préalablement chaque objet-test** afin de constituer une sériation de poids du plus lourd au plus léger, en faisant correspondre à chaque objet son équivalent en boulons (cf un exemple en annexe 2).

L'équilibre avec la balance est parfois approximatif : on considèrera qu'il y a l'égalité des poids entre l'objet d'un côté et les boulons de l'autre, lorsque les deux plateaux auront décollés de leur socle, et cela même si l'aiguille centrale n'est pas bien verticale. La sériation obtenue servira à construire la fiche des hypothèses de l'étape 6 (cf. un exemple en annexe 8)

V) - Déroulement de la séquence

Etape 1 – Présentation d'une collection de 35 objets (environ)

(Jour 1 ; 30 min)

Il s'agit de présenter l'entière collection d'objets aux élèves et leur attribuer *un nom fixe*⁷ (bille de verre, cochonnet, balle de golf, caillou, petite étoile, grande étoile, etc.) qui les discriminent chacun par rapport à l'ensemble de la collection.

Des noms en liens avec la taille, la couleur ou la matière des objets (ex : petite boule / grosse boule, jeton rouge, étoile en bois/étoile en cristal etc.) auront été choisis en amont par l'enseignant qui aura préparé *un référentiel écrit manipulable* au tableau (étiquettes photos + nom d'objet ; cf. un exemple dans l'annexe 3) afin de laisser les élèves s'entraîner quelques instants à appairer les étiquettes aux objets correspondants.

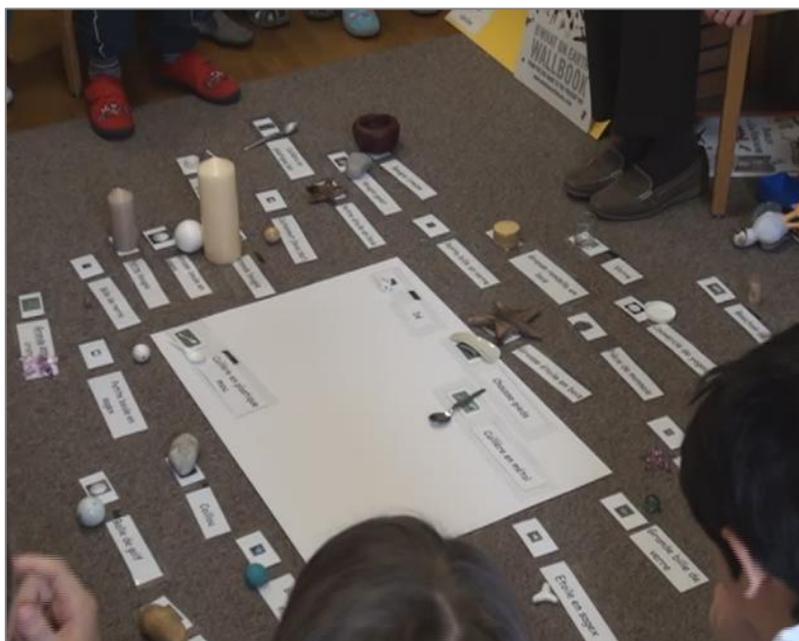


Figure 13 : Jeu d'appariement Objet-Etiquette

Etape 2 – Première familiarisation avec le phénomène de flottaison

(Jour 2 ; 20 min/groupe)

A cette étape, il s'agit de se familiariser avec la flottaison d'une trentaine d'objets (*soit la majeure partie de la collection détaillée à l'étape 1, mais pas la collection entière – certains objets, appelés « objets-tests » doivent être réservés pour l'étape 4*) et d'être capable d'en rendre compte en construisant un mode de représentation adapté.

En collectif, l'enseignant donne la consigne suivante :

« La dernière fois, on a découvert pleins d'objets différents. Aujourd'hui, on va faire une petite expérience... Vous allez mettre ces objets dans l'eau et il s'agira d'observer s'ils flottent ou s'ils coulent. Parfois, vous pouvez ne pas être sûrs. On en discutera après, mais il faudra

⁷ Les noms fournis sur la fiche signalétique sont donnés à titre indicatif.

pouvoir expliquer à toute la classe ce que vous avez observé; pour vous aider vous allez noter ce qui se passe ».

Dans l'instant, les élèves peuvent faire des anticipations sur ce qui va se passer mais l'enseignant n'intervient pas. Il montre une affiche avec un tableau à trois colonnes : « Flotte » / « Coule » / « ? ». Il indique que les élèves peuvent coller les étiquettes dans les colonnes « Flotte » ou « Coule ». S'ils ne sont pas sûrs, ils peuvent utiliser la dernière colonne « ? ».

Les élèves travaillent ensuite par groupes de 2 ou 3. Chaque groupe dispose d'une sous-collection d'environ 10 objets⁸ préparée par l'enseignant (cf. un exemple dans l'annexe 4), d'un bac à eau et d'une affiche avec les trois colonnes qui ont été décrites.



Figure 14 : La station de travail par groupe

Les groupes d'élèves testent chacun une dizaine d'objets (prévoir au moins deux ateliers eau en parallèle) et notent leurs résultats sur l'affiche à l'aide des étiquettes.

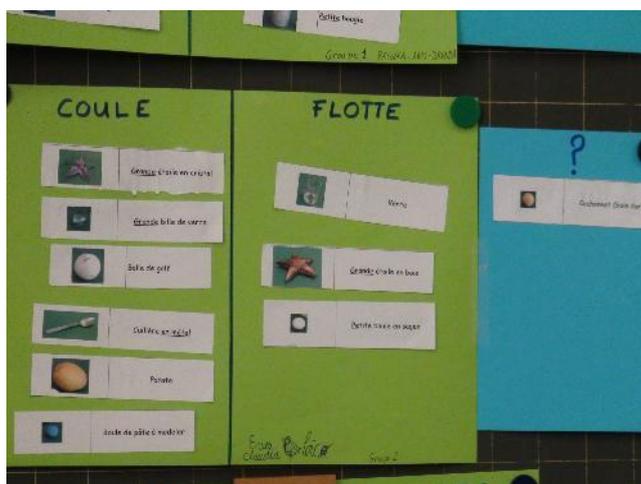


Figure 15 : Le tableau à trois colonnes avec la notation des observations par élèves

Etape 3 – Première discussion collective

⁸ Les groupes ont des collections non-identiques avec toutefois de mêmes objets qui se retrouvent d'une collection à l'autre. Le fait que la composition des collections ne soit pas exactement la même pour chaque groupe justifie la discussion collective et la nécessité de stabiliser par écrit ce que l'on a vu.

(Jour 2 ; 30 à 40 min)

En collectif, il s'agit de reconstruire l'ensemble des objets qui flottent et l'ensemble des objets qui coulent afin d'aboutir à **un classement qui servira de référence commune** dans les étapes suivantes.

Les élèves sont invités tour à tour à annoncer le comportement d'un objet qu'ils ont eu à tester ; chacun décidant de l'objet dont il veut parler.

- Si les constats faits par les autres élèves qui ont eu cet objet se recoupent, l'objet (son étiquette) est classé dans une catégorie : Flotte OU Coule (affichage au tableau noir)
- Si il y a incertitude ou contradiction dans les observations, on laisse l'objet en suspens (« objets à re-essayer») afin d'y revenir plus tard.
- Une fois tous les objets passés en revue, les objets « incertains » sont de nouveau testés dans l'eau devant le collectif, afin de mettre en évidence les conditions de manipulation qui peuvent mener à des résultats différents (poser l'objet à la surface délicatement, le jeter, l'enfoncer dans l'eau avec la main...etc.).

Face à la possibilité que certains objets puissent avoir un comportement versatile (par exemple : chausse-pied, jeton rouge, bille de terre, bouchon vissé, cochonnet), **comment décider définitivement de la catégorie à laquelle ils appartiennent ?** Il faut se mettre d'accord sur un protocole de test. Celui-ci peut consister à enfoncer l'objet jusqu'au fond et à observer ce qui se passe : **soit il remonte (on dira qu'il flotte), soit il reste au fond (on dira qu'il coule)**. L'enseignant institutionnalise ce protocole et l'utilise devant les élèves pour lever toutes les indéterminations sur les objets encore incertains.

« Il faudrait qu'on se mette d'accord pour faire tous pareil donc pour la suite. Les prochaines expériences, quand il y a des objets dont on n'est pas sûrs, on va tous faire pareil : on va les enfoncer et puis s'ils remontent pas, qu'ils vont se remettre au fond de l'eau, au fond du bac on va dire: ils coulent.

Vous hésitez avec la petite bille de terre ? Alors, j'essaie de l'enfoncer jusqu'au fond... Qu'est-ce qui se passe ? Elle remonte... Alors on est bien d'accord qu'elle flotte »

A l'issue de la première discussion collective, le collectif classe aura alors réalisé une catégorisation unique de la collection d'une trentaine d'objets expérimentés à l'étape 2.



Figure 16 : La catégorisation Flotte/Coule à la fin de l'étape 2 servira de référentiel commun pour la suite

D'autre part, la discussion collective doit également faciliter l'apparition de propositions du type « *je pensais qu'il flottait parce que... [le poids, la grosseur, la forme], etc.* », tout comme la production de premières tentatives de généralisation du type « *l'étoile en bois elle flotte, alors c'est normal que la rondelle de bois elle flotte aussi* ». Au fil de la discussion, l'enseignant note ces constats et tentative d'explications sur une affiche séparée, sans chercher à les valider ou les invalider.

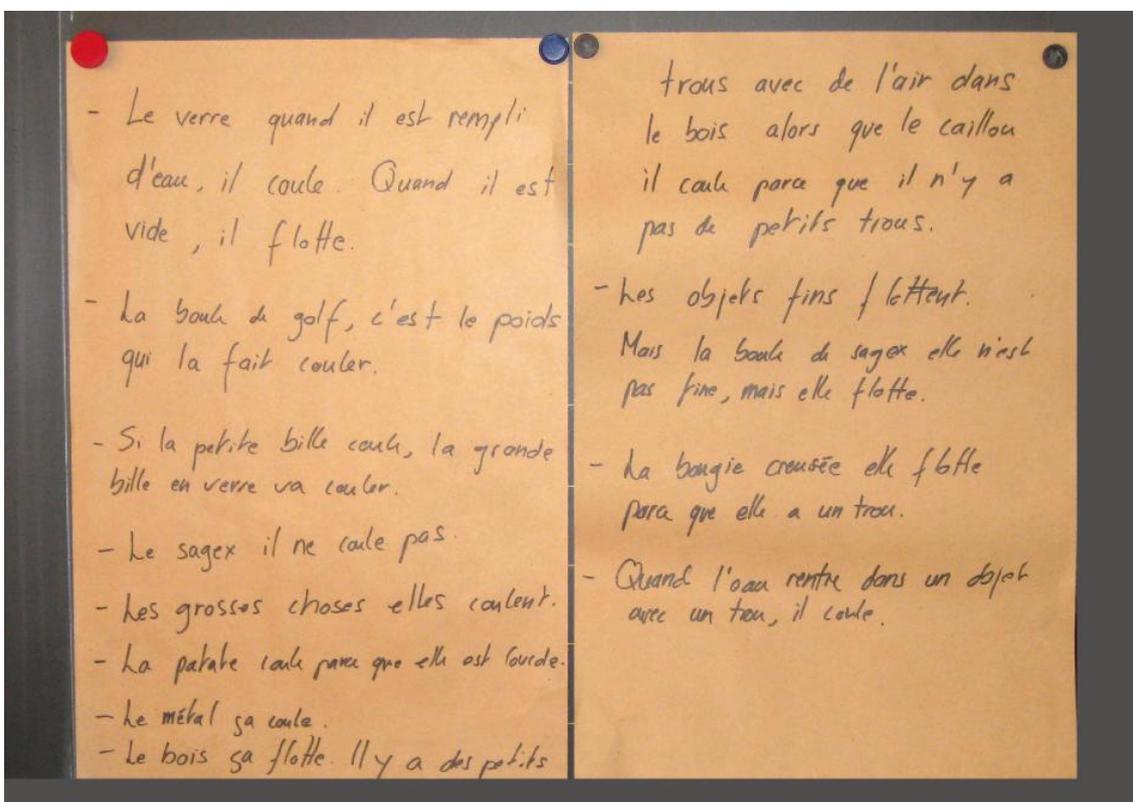


Figure 17 : Premières hypothèses des élèves sur le phénomène Flotte/Coule

Etape 4 – Prévisions sur la sous-collection des objets restants (objets tests) (Jour 3 ; 30 à 40 min)

On travaille maintenant avec la sous-collection de 6 à 8 objets qui n'ont pas été utilisés dans les étapes 2 et 3. Les élèves ne connaissent pas encore leur comportement de flottaison.



Figure 18 : Un exemple de collection d'objet-tests

En collectif, l'enseignant construit la discussion de la manière suivante :

1. « *La dernière fois on a testé plein d'objets et on a pu les trier en « ceux qui flottent » et « ceux qui coulent », lorsqu'on les plonge complètement dans l'eau (montre l'affichage réalisé). Mais dans notre collection, il en reste qui n'ont pas encore été testés...on les avait oubliés...* »

L'enseignant montre les 6-8 objets « oubliés »⁹. Les élèves les observent, se rappellent qu'on les avait vus et touchés à l'étape 1.

2. « *Est-ce que vous avez des idées sur ce qui va passer pour eux, si on les mets dans l'eau ? Est-ce que vous sauriez prévoir s'ils flottent ou coulent ?* »

De nombreuses propositions peuvent émerger, certaines contradictoires pour un même objet. On laisse les élèves s'exprimer un peu, puis on entre dans une notation systématique des « paris » (expliquer ce qu'est un pari, si besoin¹⁰) :

3. *Alors on va faire des paris. Pour l'objet ..., qui veut parier qu'il « flotte » ou « coule » ?*

L'enseignant dresse un tableau à double entrée au tableau noir avec la liste des « objets oubliés » et deux colonnes : « je parie que ça flotte » ou « Je parie que ça coule ». Il ajoute dans chaque colonne le nom des élèves qui ont parié. Certains élèves peuvent dire qu'ils ne savent pas, ou qu'ils ne veulent pas parier, ce n'est pas gênant.

Objet « oubliés »	Flotte	Coule
Grosse bougie	David ; Célia, Amina	Joé ; Anouk

⁹ On ne prononce pas le terme d' « objet-test » avec les élèves.

¹⁰ L'idée d'introduire des paris pour engager des prévisions vise à faire accepter l'incertitude aux élèves. Quand on fait un pari, on peut être « raisonnablement » sûr, mais pas absolument sûr. Par ce moyen, on cherche à éviter que l'échec de la prévision soit vécu comme une erreur, selon le contrat didactique classique « quand le maître me pose une question, il attend une réponse juste ».

Boule de pâte à modeler	<i>Eleni, Ilan</i>	<i>Jérémie, Alexandre</i>
Grosse rondelle de bois
Cuillère grise	
Barre de cubes	...	
Caillou		
Bille de fer		

Puis l'enseignant demande :

4. *Pour l'objet ..., il y a des avis différents : pourquoi vous pensez que cet objet doit couler ou flotter ?*

A ce stade, les élèves peuvent raisonnablement invoquer le poids, la taille, la forme, mais **certains auront peut-être l'idée de faire des analogies avec d'autres objets déjà testés**. Ces analogies peuvent porter sur la forme ou la matière.

IMPORTANT : à ce stade l'enseignant ne se positionne pas (ne pas valider ou invalider ces propositions) mais il laisse « vivre » les propositions (même si on ne pourra pas toutes les vérifier) en leur donnant le statut d'« explications possibles », que l'on va essayer de vérifier.

Etape 5 – Sériation des « poids » des objets-tests

(Jour 4 et 5)

Toujours en collectif, et en s'appuyant sur les prévisions émises précédemment, l'enseignant lance la discussion suivante :

1. *« Certains pensent que les objets coulent parce qu'ils sont lourds, comment on pourrait vérifier ? »*
2. *« Comment on peut savoir lequel est le plus lourd, lequel est le plus léger ? »*

Les élèves peuvent invoquer la balance de cuisine, le pèse-personne, parler de différentes situations où le poids entre en jeu dans leur vie quotidienne.

Mais l'enseignant signale, que

3. *« Pour l'instant, en classe, on n'a pas ce genre de balance, alors on va s'arranger autrement ; on va essayer de savoir en soupesant avec les mains »*

Il montre un exemple en collectif, en soupesant deux objets. Puis il confie la tâche de sérier les objets « oubliés » aux élèves.

A- Sériation des 7 objets par soupesée (Jour 4 ; 15 min/gr)

Par groupe de deux : les élèves réalisent la soupesée estimative des objets « oubliés » et notent la série obtenue sur une fiche (cf. annexe 6) en collant des étiquettes représentant les objets dans l'ordre (cf. annexe 5 pour la préparation des étiquettes).

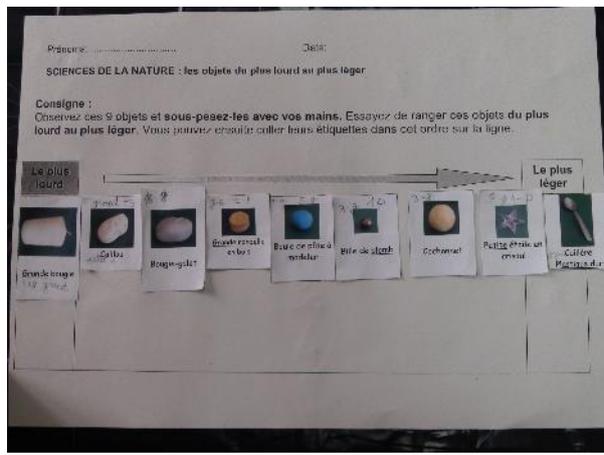


Figure 19 : Pesée des objet-tests par estimation (à gauche) / Sériation des poids des objet-tests obtenue (à droite)

Les soupesées peuvent être réalisées en parallèles par plusieurs duos, à condition de disposer de deux exemplaires (ou plus) de la sous-collection d'objets « oubliés ».

B - Discussion des résultats (Jour 4 ; 15 min)

En collectif : les séries estimatives obtenues sont confrontées, comparées : des désaccords apparaissent et cela justifie le recours à un instrument.

C- Sériation des objets « oubliés » à l'aide de la balance à plateaux (Jour 5 matin ; 20 min)

En collectif, l'enseignant introduit la balance à plateaux.

1. « Alors ce n'est pas une balance dont vous avez l'habitude, mais elle permet de voir très facilement quel est l'objet le plus lourd et quel est l'objet le plus léger »

L'enseignant propose d'abord de **réaliser des comparaisons d'objets deux à deux**, sur la balance. Il pose un objet sur un plateau (ex : la boule de pâte à modeler), prend un autre objet (ex : la bille de plomb) et demande :

2. « Que va-t-il se passer si je mets la bille sur l'autre plateau ? »

Des élèves peuvent proposer que le caillou va rester en bas et la bille sera en haut. L'enseignant reformule et institue :

3. « Alors on pourra dire que le caillou est plus lourd que la bille ».

En collectif : quand les élèves sont familiarisés avec la lecture des résultats donnés par la balance à plateaux dans la comparaison des objets deux à deux, l'enseignant introduit le principe de **la pesée à l'aide d'un mesurant non conventionnel**. Il utilise pour cela des boulons de deux tailles différentes (les boulons sont choisis de manière à ce que deux petits boulons pèsent l'équivalent d'un gros boulon).

4. « *La dernière fois, certains ont parlé de la balance de la cuisine (ou du pèse-personne). Sur ces balances, quand on met un objet dessus, on obtient un nombre. Alors avec cette balance, on peut le faire aussi* ».

L'enseignant place un objet (ex : le caillou) sur un plateau et demande :

5. « *Que va-t-il se passer si on mets des gros boulons sur l'autre plateau ? Combien vous pensez qu'il en faut pour que les plateaux soient à la même hauteur ? Un peu, beaucoup ? Qui veut proposer un nombre ?* »

Les élèves peuvent faire des propositions et venir les essayer. Ils ajoutent des boulons, puis l'équilibre s'inverse. Il faut alors en enlever un à un, jusqu'à ce que les plateaux s'équilibrent.



Figure 20 : Pesée des objet-tests sur la balance à plateaux

L'enseignant (re)décrit ce que se passe et institue :

6. « *Quand les deux plateaux sont à la même hauteur, on voit aussi que l'aiguille au centre est verticale. Alors on peut dire que le caillou pèse pareil que le tas de gros boulons. On peut les compter. Le caillou pèse pareil que 140 boulons* »

Pour certains objets, on n'arrive pas à réaliser l'équilibre avec des gros boulons seulement. Alors l'enseignant ajoute un petit boulon pour s'approcher de l'équilibre.

7. « *La petite étoile en cristal pèse pareil que 8 gros boulons et 1 petit boulon. C'est plus que 8 gros boulons, mais moins que 9 boulons* »¹¹.

Pour chaque objet, le nombre de boulons nécessaire à l'équilibre est noté sur une étiquette représentant l'objet, et les étiquettes sont ensuite sériées en fonction des nombres de boulons trouvés pour chaque objets sur une affiche (fiche en grand format ; cf. annexe 7)

¹¹ Même avec l'ajout d'un petit boulon, il se peut que l'équilibre ne soit pas parfait. Les élèves sont en général très pointilleux sur la précision. L'enseignant doit alors poser les conditions pour faire une approximation. Par exemple : « *on dira que l'on est tout près de l'équilibre si les plateaux ont décollé du socle, et cela même s'ils n'arrivent pas exactement à la même hauteur* ».



Figure 21 : Sériation des poids des objet-tests obtenue par pesée à l'aide de la balance à plateaux

D - Discussion des résultats (Jour 5 matin ; 15 min)

En collectif : l'enseignant engage une petite discussion sur les différences entre les séries obtenues par estimation et par la balance :

« Certains objets (rondelle de bois, bille de fer) sont considérés comme plus lourds ou plus légers par rapport à ce que dit la balance. Pourquoi ? »

Les élèves peuvent invoquer une notion intuitive de la densité, parce qu'ils évaluent le poids par rapport à la taille (la rondelle de bois est légère pour sa grande taille tandis que la bille de fer est lourde pour sa petite taille).

Etape 6 - Prévision ferme du comportement des objets « oubliés » dans l'eau

(Jour 6 ; 15min/élève)

Chaque élève reçoit une fiche photocopiée reproduisant la série des objets « oubliés » du plus lourd au plus léger (exemple de fiche au format A4 en annexe 8).

« Les objets ont été pesés, on sait maintenant lesquels sont les plus lourds et lesquels sont les plus légers. On a aussi les catégories que l'on établit au début, pour les objets déjà testés. Alors, maintenant, vous allez essayer de prévoir, chacun, si ces objets vont flotter ou couler. Si vous aviez déjà fait un pari (montrer le tableau construit à l'étape 4), cela peut être le même, mais vous pouvez aussi avoir changé d'avis. Pour prévoir, vous pouvez vous servir de tout ce qui est affiché »¹².

A- Pour chaque objet, l'élève note son pari sur sa feuille individuelle
B- Chaque élève va ensuite tester les objets dans l'eau et note ses constats en dessous de ses paris.

Etape 7 - Deuxième discussion collective

(Jour 7 ; 40 à 50 min)

¹² Insister sur le fait que les élèves ne sont pas évalués sur des réponses justes ou fausses. On fait des paris, on peut gagner ou perdre, les paris gagnant permettront de dire quelles sont les meilleures idées pour prévoir ce qui flottent ou ce qui coule.

IMPORTANT : Avant de lancer la discussion, l'enseignant aura étudié les prévisions des élèves sur leurs fiches (paris réussis / paris perdus) pour trouver des clés de relance de la discussion.

En collectif, il s'agit de discuter les écarts entre les prévisions et les observations. Voici quelques extraits de discussion qui peuvent avoir lieu :

ENS : « Quand vous avez mis les objets dans l'eau, est-ce que certains parmi vous ont été étonnés ? »
EL : « Moi, j'ai été assez étonnée que la petite étoile en cristal coule »
ENS : « Toi, tu as été étonnée que la petite étoile en cristal coule. Pourquoi ? »
EL : « Parce que normalement c'est assez léger »
ENS : « Et puis, est-ce que d'autres n'ont pas été étonnés comme Joana ? »
EL : « Moi non. (...) Parce que la grande étoile en cristal on avait vu qu'elle coule. »
ENS : « Alors qu'est-ce que tu t'es dit ? »
EL : « C'était clair que ça allait couler parce que c'est la même matière. »

Sur une affiche A3 reproduisant la fiche de prévision des élèves (cf. annexe 8), l'enseignant note les observations faites sur chaque objet dans la sériation des poids : la non-corrélation entre poids et flottaison devient alors « visible » pour tous.

EL : « la grosse bougie, c'est la plus lourde et elle flotte »
EL : « c'est pas le poids qui compte, parce que la cuillère grise est la plus légère et elle flotte quand même »

L'enseignant prend appui sur les prévisions « justes » ou « fausses » pour demander aux élèves d'explicitier leurs démarches :

ENS : « Tu as réussi ton pari sur la grosse bougie : comment tu savais qu'elle flottait ? »
EL1 : « parce que avant j'avais vu que les autres bougies elles flottaient »
ENS : « et pour la boule de pâte à modeler, là tu as aussi gagné ton pari... à quoi tu as pensé pour dire que cette boule allait couler ? »
EL1 : « parce qu'elle est un peu lourde quand même »
EL2 : « mais on sait que c'est pas le poids, regarde la grosse bougie elle flotte quand même »
EL1 : « oui mais c'est un peu lourd dedans »
ENS : « ah tu veux dire que comparée avec le cochonnet qui a la même taille, la boule de pâte à modeler est plus lourde... »
EL : « il y a plus de poids dedans »
ENS : « oui pour sa taille, elle est lourde alors que d'autres objets peuvent être plus légers pour la même taille »
EL : « la bille de plomb, elle est toute petite mais elle est lourde parce que c'est du fer »
ENS : « pas obligatoirement du fer, mais oui, c'est du métal »

Cette étape cruciale dans la séquence doit aboutir à :

- Remettre en cause le modèle : « les objets les plus lourds sont ceux qui coulent » ;
- Sensibiliser les élèves à la matière constitutive des objets : dans notre collection, des objets de la même matière ont des comportements similaires dans l'eau. **On peut raisonnablement prévoir la flottaison d'un objet si l'on connaît le comportement des objets de la même matière** (tous les objets en bois flottent, tous les objets en métal coulent, etc.).

- Accepter l'idée qu'il n'est cependant pas possible de prévoir systématiquement le comportement de tous les objets. On ne sait pas encore le faire en 3-4P, mais cela viendra plus tard.

Au cours de la discussion, l'enseignant note sur une affiche séparée les constats des élèves, ce qui constitue la dernière référence commune de la séquence.

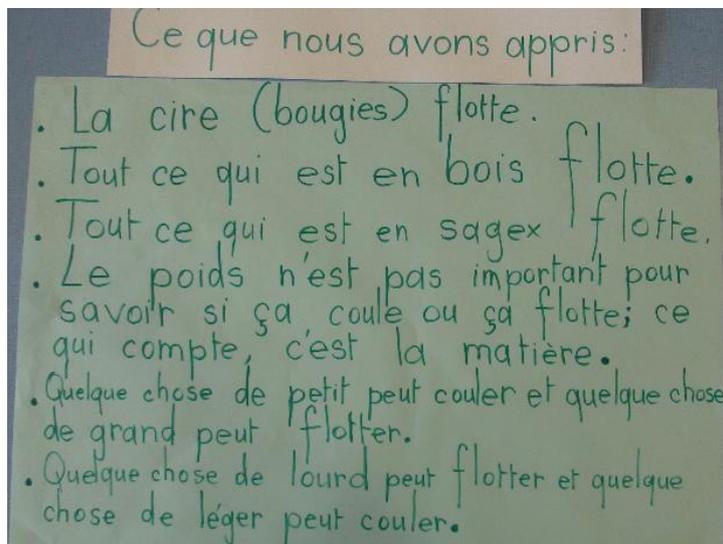


Figure 22 : L'affiche d'institutionnalisation à la fin de l'étape 7

Etape 8 – Le comportement des objets creux

(Jour 8 ; 40 min)

IMPORTANT : Le but de cette dernière étape est de tester la robustesse du modèle qui vient d'être construit dans l'étape précédente.

Modèle : « *Tous les objets constitués d'une même matière ont le même comportement lorsqu'ils sont complètement immergés, qu'ils soient gros ou petits, lourds ou légers, quelque soit leur forme* ».

Conséquence : il est possible de **faire des hypothèses** sur le comportement d'un objet fait d'une même matière qu'un autre objet, dont je connais déjà le comportement dans l'eau (même s'il n'a pas la même forme, la même taille ou le même poids).

A-Présentation de 4-5 objets creux (Jour 8 ; 10 min)

De nouveaux objets, qui n'appartiennent pas à la collection de référence des 35 objets, sont présentés pour la première fois aux élèves :

- un petit verre,
- un gobelet en aluminium,
- un gobelet en plastique mou
- une bougie ronde très évidée.

L'enseignant fait remarquer qu'ils ont tous la particularité d'être creux. Ils peuvent donc se remplir d'eau si on les immerge complètement.



Figure 23 : Les objets creux

B – Hypothèses sur la flottaison de ces objets (Jour 8 ; 10 min)

En collectif, (et en s'assurant que les élèves ont devant les yeux l'affiche de l'étape précédente), l'enseignant introduit le problème suivant :

1. « A votre avis, lesquels de ces objets flottent ou coulent ? Et pourquoi ? »

Certains élèves s'appuient directement sur **le modèle construit précédemment**.

El 1 : « La bougie flotte comme toutes les autres bougies »,

El 2 : « le verre coule forcément comme tous les objets en verre »

Au contraire, d'autres élèves considèrent que la présence d'un creux peut changer les choses.

El 3 : « Lorsque la bougie va se remplir d'eau, elle va couler parce qu'elle va devenir plus lourde »

El 4 : « Si on pose le verre assez doucement sur la surface et que l'eau n'y rentre pas, il peut flotter ».

Parmi tous les comportements envisagés, l'enseignant reformule et distingue **ceux qui se fondent sur la matière** et **ceux qui tiennent compte du remplissage du creux**, mais il ne tranche pas.

2. « D'accord, ce sont vos hypothèses. Alors maintenant voyons ce qui se passe, quand on met ces objets dans l'eau »

On peut également s'attendre à ce que certains arguments concernant le rôle du poids ou de la taille des objets n'aient pas complètement disparu : l'enseignant peut laisser les autres élèves prendre en charge la contradiction dans ces cas-là.

C – Test dans l'eau et discussion (Jour 8 ; 20 min)

En collectif : les objets creux sont testés dans l'eau par différents élèves à tour de rôle. Selon comment les objets sont introduits dans l'eau, l'enseignant ou certains élèves peuvent encourager l'expérimentateur à les remplir d'eau.

Les constats suivants peuvent être faits :

- La bougie et le gobelet en plastique flottent toujours, qu'ils soient vides (posés à la surface) ou qu'ils soient remplis d'eau.
- Le verre et le gobelet en aluminium ont deux comportements possibles : plongés intégralement dans l'eau (remplis), ils restent au fond du bac mais s'ils ont été posés délicatement à la surface, ils s'y maintiennent.

L'enseignant pointe la contradiction et formalise le problème :

3. *« Mais alors, est-ce que la matière nous permet de savoir si de nouveaux objets flottent ou coulent ? Dans nos expériences précédentes, tous nos objets en verre coulaient... tous nos objets en métal aussi... »*

Si les élèves ne l'évoquent pas spontanément, l'enseignant peut rappeler les étapes 2 et 3 où on avait aussi des difficultés pour décider si certains objets flottaient ou coulaient. Comment s'en était-on sorti ?

4. *« Pour être sûr, on enfonçait l'objet jusqu'au fond et on observait ce qui se passe : on disait qu'il flottait s'il remontait à la surface et qu'il coulait s'il restait au fond. Sachant cela, que peut-dire sur le verre (et le pot en aluminium) ? »*

Le modèle de prévision basé sur la matière doit alors être précisé et reformulé :

5. *« La matière permet de prévoir si un objet flotte ou coule, lorsqu'il est enfoncé complètement dans l'eau ; si on ne l'enfonce pas complètement, on ne peut pas savoir juste avec la matière »*

VI) – Aménagements possibles (en 1-2H et en 5-6H)

A- Puis-je exploiter cette séquence avec des élèves de 1-2H ?

Avec des élèves plus jeunes, les objectifs d'apprentissage présentés dans la partie I devront être modifiés, pour se focaliser plus particulièrement sur les classements d'objets.

Objectif d'apprentissage possible en 1-2 H :

Etablir des distinctions au sein d'une collection d'objets en fonction de la couleur, de la forme, de l'aspect, de la matière constitutive des objets, de flottabilité, de leur perméabilité, etc.

Piste 1 : La collection des objets (auxquels on ajoutera des objets creux) peut être utilisée pour faire des classements sur table, à propos de la couleur, de la forme, de l'aspect.

Piste 2 : Lorsque les objets sont plongés dans l'eau, on peut les distinguer :

- en fonction de leur mouvement dans l'eau : descend vite, tourbillonne, rebondit, reste à la surface, etc.
- en fonction de leur versatilité (flotte toujours ou flotte un peu si posé à plat ou encore flotte si vide mais coule lorsque rempli d'eau)
- en fonction de l'état final lors de l'immersion complète dans l'eau (flotte ou coule)
- en fonction de la perméabilité (le bois change de couleur en s'imbibant)

Dans cette vision, le phénomène de flottaison est utilisé comme un moyen parmi d'autres de **caractériser les propriétés physiques des objets** qui nous entourent.

B- Puis-je exploiter (ou re-exploiter) cette séquence avec des élèves de 5-6H ?

Avec des élèves plus âgés, on pourra approfondir le travail modélisation vers

- les différences de flottaison selon les liquides utilisés
- la prise en compte du volume de liquide déplacé par l'immersion de l'objet
- la relation entre le rapport masse / volume l'objet et le rapport masse/volume d'eau déplacé.

Objectif d'apprentissage possible en 5-6H et/ou 7-8H :

Construire différents modèles descriptifs en vue d'expliquer le phénomène de flottaison, à partir des matières constitutives des objets (approche empirique de la densité).

Aux degrés 5-6H, toujours qualitativement, il est possible d'affiner les modèles élaborés en 3-4H, en utilisant différents milieux de flottaison.

Piste 1¹³ : On peut montrer que certains objets coulent dans l'eau pure et flottent dans l'eau salée (ex : la pomme de terre coule dans l'eau, mais elle flotte dans l'eau salée); que certains objets flottent dans l'eau pure et coulent dans un mélange d'eau et alcool à brûler (ex : la bougie flotte dans l'eau mais coule dans le mélange eau-alcool).

Voici un exemple de catégorisation Flotte/Coule obtenue dans les différents liquides avec quelques objets de la collection :

	Dans le mélange Eau-Alcool	Dans l'eau pure	Dans l'eau salée
Etoile en bois	F	F	F
Boule de Sagex	F	F	F
Bouchon en plastique	F	F	F
Grosse Bougie	C	F	F
Cochonnet	C	F	F
Chausse-pieds	C	C	F
Dé à jouer	C	C	F
Balle de golf	C	C	F
Gomme	C	C	C
Bille de plomb	C	C	C
Caillou	C	C	C

Tableau 3 : Différents comportement de flottaison pour une même série d'objets

Cela permet alors de construire des classes d'objets en fonction de leur « tendance à flotter » ou « tendance à couler » dans différents liquides. Quatre classes d'objets peuvent être extraits :

- ceux qui coulent dans tous les liquides (C ; C ; C),
- ceux qui coulent dans l'alcool mais flottent dans l'eau et l'eau salée (C ; F ; F),
- ceux qui coulent dans l'alcool et l'eau mais flottent dans l'eau salée (C ; C ; F)
- et enfin ceux qui flottent dans tous les liquides (F ; F ; F).

¹³ Cette piste de travail a été explorée en détail par une équipe de l'Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques (IREM) de Grenoble. Voir le compte rendu de Maryse Coda et Michel Lacroix, intitulé « Classement et sériation », dans la revue Grand N (1985, n°36, pp. 31-54) <http://www-irem.ujf-grenoble.fr/spip/spip.php?rubrique21&num=36>

Les objets (C ; C ; C) sont les plus denses, les objets (F ; F ; F) les moins denses. Quant aux objets (C ; C ; F), ils sont plus denses que les objets (C ; F ; F). Les objets peuvent alors être classés selon une échelle de densité (de ceux qui sont les moins denses et qui ont le plus tendance à flotter, à ceux qui sont les plus denses et qui ont plus tendance à couler).

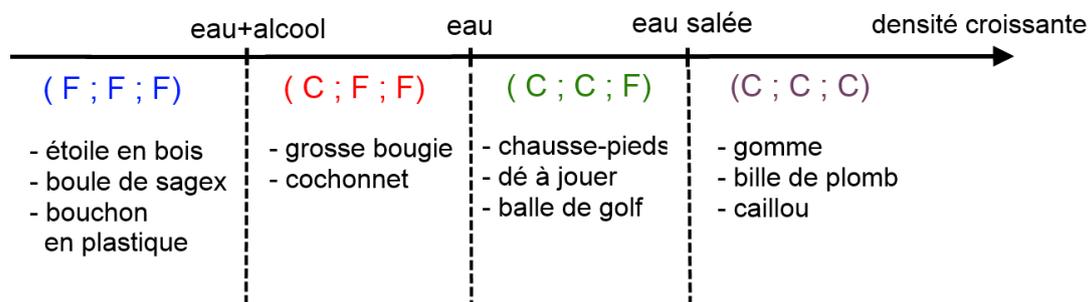


Figure 24 : Objets classés selon une échelle de densité

Piste 2 : On pourra également travailler avec des petites boîtes en plastique (type pellicule photos) remplies de différentes matières (sable, farine, huile, sciure, etc.). Cela permet de créer des « objets » de même taille, mais des masses différentes (et donc de densité différente), qui peuvent être comparés à une boîte de même taille, remplie d'eau.

Avec un vase à trop plein (matériel didactique sur commande¹⁴) qui permet de mesurer le volume de liquide déplacé par l'immersion de chaque type de boîte et de le peser. Le volume de liquide déplacé par chaque boîte est toujours le même, et la masse d'eau déplacée peut-être comparée à celle de chaque boîte.

Cette dernière piste d'exploration conduit à la **formulation du principe d'Archimède** :

- lorsque la masse de la boîte est supérieure à la masse de liquide déplacée, la boîte coule
- lorsque la masse de la boîte est inférieure à la masse de liquide déplacée, la boîte flotte

¹⁴ Par exemple ici : <http://www.jeulin.fr/fr/a-a1027241-edc1000003/article/24300584-Vase-a-trop-plein-de-Boudreau.html#.VV5BIUiTt4>

Quelques principes pour une évaluation des savoirs potentiellement appris dans la séquence didactique « Des objets qui flottent et des objets qui coulent » (facultatif)

Le principe de l'évaluation est d'identifier les savoirs (y compris des savoirs-faire) acquis par rapport aux types de tâches mises en œuvre dans la séquence, sans mettre les élèves en situation de faire des extrapolations à partir des "modèles" qui ont été identifiés dans la mise en commun. Rappelons que le but de la séquence, avec des 3-4 Harmos n'est pas de faire apprendre une série de constats, mais de se familiariser avec un phénomène et quelques moyens de l'investiguer, et si possible de faire fonctionner un premier modèle de description du phénomène, dans des conditions compatibles.

Voici quelques propositions sur lesquelles peuvent porter l'évaluation :

(1) *être capable de lire un résultat dans un tableau qui a été construit collectivement*

"Pour chaque objet ci-dessous, indique si cet objet Flotte (F) ou Coule (C). Tu peux mettre un (?) si tu ne sais pas. Tu peux regarder le tableau d'affichage pour t'aider "

- la balle de golf
- le bouchon de plastique
- la pièce de monnaie
- cuillère en plastique mou
- la patate

(2) *être capable de donner le résultat d'une comparaison sur la balance*

- Quel objet est le plus léger ou le plus lourd? la patate ou la balle de golf?

(3) *être capable de coordonner deux/trois comparaisons faites à la balances*

- range ces objets du plus léger au plus lourd en t'aidant de la balance : la patate, la balle de golf et le boule de PAM

(4) *être capable de coordonner des résultats sur la flottaison des matières connues*

- la boule de PAM coule dans l'eau (dessin du bac avec la boule au fond)
 - j'ai une bûche de bois plus lourde que la boule de PAM (dessin des objets sur la balance)
- Que penses-tu qu'il va se passer si on met la bûche dans l'eau? Dessine la buche dans le bac

OU

- La patate coule dans l'eau
 - J'ai une pièce de monnaie plus légère que la patate
- Que penses-tu qu'il va se passer si on met la pièce de monnaie dans l'eau? Dessine la pièce de monnaie dans le bac.

(5) *réaliser ses propres investigations ..*

Choisis 2 objets (de la classe ou de la maison) qui peuvent aller dans l'eau sans être abîmés.

Dessine les objets (ou écris) son nom	Je pense que Flotte, Coule, ou je ne sais pas	Je vérifie en mettant les objets dans l'eau

Notes personnelles