

Ressources didactiques en sciences :  
8<sup>e</sup> année

# ***Fluides :***

# ***Les forces des fluides***

(Ce document doit subir une dernière révision linguistique)

## Remerciements

Le ministère de l'Éducation du Nouveau-Brunswick remercie sincèrement les personnes et les groupes suivants de leur contribution à l'élaboration de la trousse didactique pour l'enseignement des sciences de 8<sup>e</sup> année intitulée : *Fluides : Les forces des fluides*.

L'équipe d'élaboration des ressources didactiques en sciences :

- Adam Bentley, district scolaire 10
  - Danny Marmen, district scolaire 8
- Science Est :
    - Michael Edwards, directeur de programmes
    - Karen Matheson, directrice de l'enseignement
  - Kathy Hildebrand, spécialiste de l'apprentissage des sciences et des mathématiques, ministère de l'Éducation du Nouveau-Brunswick.
  - Les spécialistes de l'apprentissage des sciences et les professeurs de sciences du Nouveau-Brunswick, qui nous ont offert de précieuses suggestions et rétroactions tout au long de l'élaboration et de la mise en œuvre de ce document.

Veillez noter qu'au moment de la mise en ligne de ce document, tous les liens URL de ce document dirigent le lecteur vers le contenu scientifique désiré. Si vous remarquez que des modifications ont été apportées à ces contenus, veuillez communiquer avec Kathy Hildebrand, [kathy.hildebrand@gnb.ca](mailto:kathy.hildebrand@gnb.ca), spécialiste de l'apprentissage des sciences au ministère de l'Éducation.

## TABLE DES MATIÈRES

<b>JUSTIFICATION</b> .....	<b>1</b>
<b>INFORMATION GÉNÉRALE</b> .....	<b>4</b>
CONNAISSANCES PRÉALABLES : .....	4
IDÉES ERRONÉES COURANTES : .....	4
LE SAVIEZ-VOUS?.....	4
<b>PROGRAMME D'ENSEIGNEMENT</b> .....	<b>5</b>
ACCÉDER AUX CONNAISSANCES PRÉALABLES .....	5
1 <sup>ER</sup> CYCLE .....	6
<i>Objets qui coulent ou qui flottent</i> .....	6
<i>Réflexion : Discussion en classe</i> .....	7
<i>Réflexion : Consignation par écrit</i> .....	8
2 <sup>E</sup> CYCLE.....	9
<i>Activité – Préparer un ludion</i> .....	9
<i>Réflexion : Discussion</i> .....	10
3 <sup>E</sup> CYCLE.....	13
<i>Activité d'évaluation quantitative des forces</i> .....	13
<i>Réflexion</i> .....	14
<i>Réflexion : Consignation par écrit</i> .....	15
<b>POUR SUSCITER LA DISCUSSION EN CLASSE</b> .....	<b>17</b>
<b>LISTE DE MATÉRIEL</b> .....	<b>19</b>
<b>VERSION DES RÉSULTATS À L'INTENTION DES ÉLÈVES</b> .....	<b>20</b>
<b>OBJETS QUI COULENT OU QUI FLOTTENT</b> .....	<b>21</b>
<b>LUDION</b> .....	<b>22</b>
<b>ACTIVITÉ – ÉVALUATION QUANTITATIVE DES FORCES</b> .....	<b>23</b>
<b>FABRIQUER UN TENSIONMÈTRE</b> .....	<b>25</b>
<b>GRILLE D'OBSERVATION</b> .....	<b>26</b>
<b>FICHE DE VÉRIFICATION</b> .....	<b>27</b>
<b>FICHE D'OBSERVATION</b> .....	<b>28</b>
<b>ÉVALUATION DE L'ÉLÈVE</b> .....	<b>29</b>
<b>ARCHIMÈDE</b> .....	<b>30</b>

## Justification

Ces ressources didactiques présentent les recherches actuelles en matière **d'enseignement efficace des sciences** et renferment un **programme d'enseignement** portant sur l'un des sujets tirés du Programme de sciences du Canada atlantique destiné aux élèves de la 8<sup>e</sup> année. Ce programme comporte des résultats liés aux STSE (sciences, technologie, société et environnement), de même qu'aux habiletés et aux connaissances. Chacun de ces éléments a de l'importance en vue de bâtir une compréhension rigoureuse des sciences et de la place qu'elle occupe dans notre monde.

Comme le faisaient nos ancêtres, nous concevons tous, en ce qui a trait aux phénomènes que nous observons, des « explications » qui peuvent ou non se révéler valides. Une fois les idées établies, elles sont **remarquablement tenaces** et il est rare qu'une nouvelle explication puisse modifier les convictions déjà ancrées. Pour contrer ces **idées erronées** ou ces conceptions divergentes, il importe de présenter aux élèves des expériences soigneusement choisies et des discussions pertinentes.

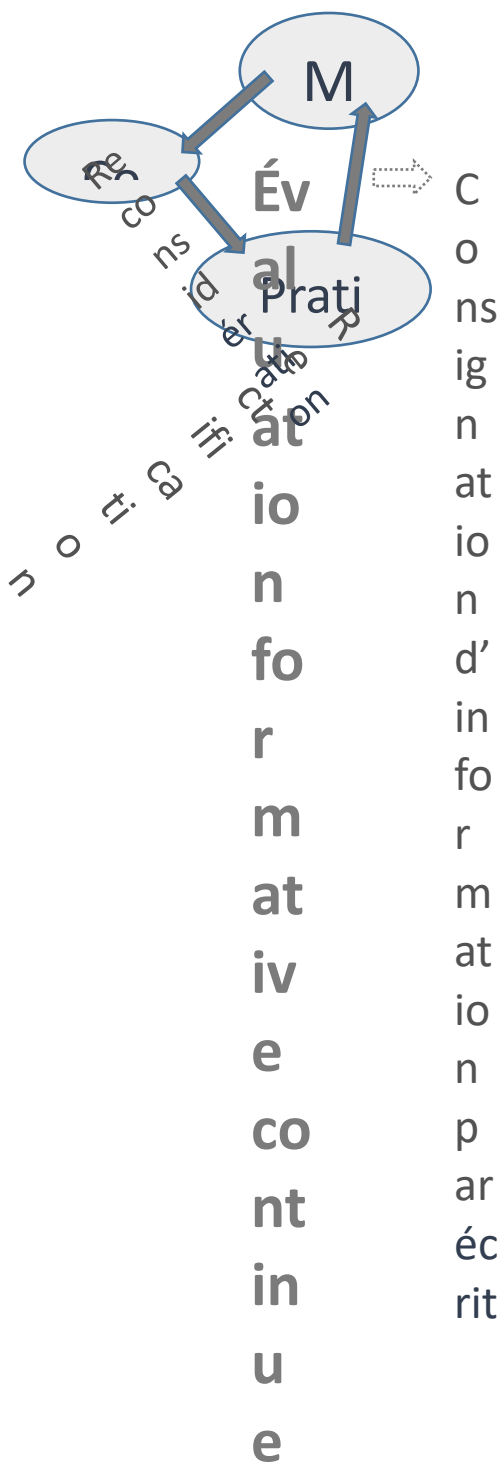
Une composante fondamentale de ce programme d'enseignement vise l'accès **aux connaissances préalables**. Celles-ci seront consignées de façon à pouvoir être **consultées à nouveau** tout au long de l'exploration de la thématique. L'objectif consiste à amener l'élève à revoir, à enrichir ou à modifier ses idées initiales à l'aide de connaissances factuelles.

Les sciences ne sont pas un ensemble de faits immuables. Le processus d'exploration, de révision, d'enrichissement et, parfois, de remplacement des idées est fondamental à **la nature de la science**. Les sciences doivent être perçues sous l'angle **d'une discussion factuelle constante** qui s'est amorcée avant notre époque et qui se poursuivra ultérieurement. Les sciences revêtent souvent un caractère collaboratif et la discussion y joue un rôle fondamental. L'apprentissage des sciences chez les élèves devrait le plus possible tenir compte de cette dimension.

L'intention qui sous-tend ce programme d'enseignement est d'encourager une approche **constructiviste** de l'apprentissage. Les élèves explorent une activité, pour ensuite procéder à des mises en commun, à des discussions et à des réflexions. En général, la présentation du contenu par l'enseignant viendra par la suite, en guise d'enrichissement de la recherche (ou de l'expérience) explorée par les élèves.

L'apprentissage est **structuré sous forme de cycles**. Les conceptions partielles et les idées erronées sont reconsidérées à chaque cycle, afin de permettre aux élèves de faire évoluer leurs opinions. Chaque cycle donnera lieu à un approfondissement ou à un enrichissement des apprentissages.





**Les activités pratiques** font partie intégrante du programme d'enseignement. Les activités de prise de renseignements sont davantage structurées, pour la plupart, durant le premier cycle. Le professeur fait part aux élèves de la question faisant l'objet de la recherche, de même que de la procédure à suivre. Les cycles suivants s'accompagnent



de moins de structure. Par exemple, on présentera une question aux élèves et on leur demandera d'élaborer et de mettre en œuvre un plan expérimental. L'objectif consiste à **migrer vers une démarche ouverte de prise de renseignements** dans le cadre de laquelle les élèves ébauchent une question analysable, élaborent un plan expérimental à l'aide du matériel dont ils disposent, mettent en œuvre ce plan, consignent par écrit les observations pertinentes et tirent des conclusions raisonnables. Les activités présentées serviront à amorcer cette aventure.

La **discussion** et les **réflexions écrites** occupent une place importante dans les leçons. La discussion (orale et écrite) est un véhicule qui fait avancer la science. Par exemple, lorsque les scientifiques publient leurs observations et leurs conclusions, il se peut que d'autres scientifiques tentent de reproduire les résultats ou de déterminer l'étendue des conditions auxquelles s'applique la conclusion. Si de nouvelles observations scientifiques entrent en contradiction avec les conclusions antérieures, des ajustements s'imposeront. Dans le même ordre d'idées, dans le cadre de ce programme d'enseignement, les élèves commencent par **réaliser une activité**, pour ensuite **parler** et finalement, **écrire** sur le concept. Ces ressources didactiques comportent une section sur les discussions pertinentes.

Ce programme d'enseignement comporte également des tâches d'**évaluation** portant sur trois types de résultats pédagogiques liés au domaine des sciences : STSE, habiletés et connaissances. Ces tâches se veulent des outils qui permettront à l'enseignant et à l'élève de vérifier **où ils en sont** dans leurs apprentissages et quelles pourraient être les **étapes à venir**. Par exemple, le résultat est-il atteint ou est-ce que d'autres apprentissages s'imposent? Faut-il prévoir plus d'exercices? Faudrait-il une activité différente?

Une fois que l'évaluation révélera l'atteinte des objectifs, elle constituera **une preuve de réussite**. Cette preuve, à elle seule (sans nécessiter d'autres examens écrits officiels), peut suffire à démontrer l'atteinte des objectifs.



## ① Information générale

### **Connaissances préalables :**

En 6<sup>e</sup> année, les élèves ont appris le principe de Bernoulli tel qu'il s'applique à l'air.

Les élèves ont été exposés au modèle particulaire de la matière en 7<sup>e</sup> année et ont continué à parfaire leurs connaissances en 8<sup>e</sup> année. Les élèves doivent comprendre que toute matière est faite de particules et que les particules sont continuellement en mouvement.

Les élèves de 8<sup>e</sup> année ont appris le principe de masse volumique des liquides dans la présente unité.

### **Idées erronées courantes :**

#### **IDÉE ERRONÉE**

« Les gaz ne sont pas des fluides parce qu'ils ne sont pas liquides. »

« Les choses lourdes coulent et les choses légères flottent. »

#### **FAIT**

Les gaz sont des fluides. Un fluide est toute substance qui peut couler.

Des choses qui semblent lourdes peuvent, en fait, avoir une masse volumique moyenne très faible. (Par exemple, un navire contenant un grand volume d'air.)

### **Le saviez-vous?**

**La masse volumique** est « l'encombrement » des particules ou, plus précisément, la quantité d'une substance qui occupe un espace donné.

**La masse volumique moyenne** est la masse totale de toutes les substances dans un volume donné divisée par le volume total. Par exemple, lorsque le poids du navire et de sa cargaison est réparti sur un volume assez grand, la masse volumique moyenne du navire est inférieure à la masse volumique de l'eau.

**Le principe d'Archimède** : Principe selon lequel la **poussée hydrostatique** d'un objet est égale au **poids** (gravité) du fluide déplacé par l'objet. Le **volume** d'un objet est égal au **volume** de fluide déplacé par l'objet.

**La poussée hydrostatique** est la tendance d'un objet à s'élever ou à flotter dans les fluides, la capacité d'un fluide à soutenir un objet qui flotte dans ou sur le fluide. Les particules du fluide exercent une force dans une direction opposée à la force de gravité.

**La flottaison** : état d'un objet qui ne tombe pas dans l'air ou ne coule pas dans l'eau, mais demeure suspendu dans le fluide.



## Programme d'enseignement

### **Accéder aux connaissances préalables**


- Demandez aux étudiants de faire un brassage d'idées en petit groupe et de dresser une liste de choses qui flottent et une liste des choses qui coulent.
- Demandez aux élèves de discuter deux par deux ou en petits groupes avant de partager leurs idées avec toute la classe.
- Puis, avec l'ensemble du groupe, faites le tour des équipes en demandant à chacune d'elles de présenter un élément à la fois et inscrivez-le au tableau, ou sur un tableau à feuilles. Continuez jusqu'à ce que tous les éléments aient été nommés.
- Acceptez toutes les idées et répertoriez-les de façon à pouvoir y revenir au cours des leçons suivantes. Si les élèves ne sont pas d'accord entre eux, permettez-leur d'expliquer leurs idées et leur raisonnement aux autres. Les conseils visant à susciter la discussion (voir pages 16 et 17) peuvent se révéler utiles.
- Demandez aux élèves de trier la liste d'objets volants selon la raison pour laquelle ils coulent ou flottent. Regroupez les objets et ajoutez une fiche indiquant pourquoi ils ont été placés ensemble.

Vous pouvez demander aux élèves d'écrire leurs idées sur des fiches ou sur des morceaux de papier avec des marqueurs. Ces fiches peuvent être placées sur un babillard au fur et à mesure qu'ils sont mentionnés et sont faciles à déplacer pour la partie de l'activité sur le regroupement des objets.

#### ✓ **Évaluation :**

Prenez en note les concepts et les idées erronées qu'expriment les élèves. Vous en aurez besoin pour préparer des questions efficaces à des fins d'activités et de discussions subséquentes, pour permettre aux élèves d'effectuer un retour sur leurs conceptions et de les modifier au besoin.

Notez les types d'exemples donnés par les élèves. Quelles raisons donnent-ils pour expliquer que certains objets coulent et d'autres flottent?

 **Affichez la version des résultats à l'intention des élèves sur un tableau à feuilles (voir page 19). Informez les élèves que vous effectuerez un retour sur ces résultats durant la prochaine partie de cette unité. Signalez aux élèves sur quels résultats porte chacune des activités.**





 **1<sup>er</sup> cycle****★ Résultats du programme**

- 208-6 Concevoir une expérience et délimiter les variables importantes.
- 210-13 Mettre à l'essai la conception d'un dispositif ou d'un système de leur fabrication.
- 210-14 Cerner et corriger des problèmes pratiques dans le fonctionnement d'un prototype ou d'un dispositif de leur fabrication.
- 211-3 Travailler en collaboration avec les membres de l'équipe pour élaborer et réaliser un plan et traiter les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent.

 **Objets qui coulent ou qui flottent**

Matériel :

- Feuille d'étain
- Argile à modeler
- Papier ciré
- Eau
- Contenant pour tester les formes – un grand contenant à partager ou de plus petits contenants pour chaque groupe
- Serviettes de papier essuie-tout

Donnez aux élèves diverses substances (feuille d'étain, argile à modeler, papier ciré) et demandez-leur de créer des formes avec ces substances et de voir si les formes flotteront ou couleront. Ils peuvent dessiner une image illustrant la forme qu'ils ont fabriquée et indiquer si celle-ci flotte ou coule. La page 22 comporte une fiche de consignation des résultats.



**✓ Évaluation :**

Durant l'activité des élèves, prenez des notes sur les résultats (ou les parties de résultats) abordés. Les résultats liés aux habiletés dont l'élève fait preuve durant le processus font partie du programme et doivent être évalués. Vous pouvez, pour ce faire, vous munir de la grille d'observation ou de la fiche de vérification (cf. pages 25-27) sur une planchette à pince. Faites votre propre code pour pouvoir prendre des notes rapidement.

*Code suggéré :*

√ = observé et approprié;

AD = avec difficulté;

A = absent.

Cette grille peut être utilisée durant plusieurs jours. Il suffit alors d'utiliser un stylo ou un crayon de couleur différente chaque jour et d'inscrire la date dans le coin. Vous n'aurez pas forcément un symbole ou une note pour chaque élève tous les jours. Certains enseignants préfèrent se concentrer sur un groupe ou deux à la fois. Peu importe la façon dont vous choisirez de noter vos observations, celles-ci vous permettront toujours de cibler les élèves qu'il vous faut observer ou aider davantage. Les renseignements ainsi recueillis vous aideront également à compiler vos résultats.

** Réflexion : Discussion en classe**

- Demandez aux élèves de discuter, en petits groupes, des questions suivantes et de noter leurs réponses :
  - Quelles caractéristiques doivent être présentes pour qu'un objet coule?*
  - Quelles caractéristiques doivent être présentes pour qu'un objet flotte?*
- Demandez aux groupes de partager leurs idées avec toute la classe afin de dresser une liste des exigences pour chaque situation. Notez les idées des élèves sur un tableau à feuilles.

Le site Explore Learning contient des simulations appelées Gizmos. Celles-ci peuvent être utiles pour tester les généralisations soulevées par les élèves durant la discussion.

Le lien ci-dessous mène à un Gizmo sur le principe d'Archimède. Il permet de modifier la largeur, la hauteur et la longueur d'un « navire », d'y ajouter du poids et de modifier la masse volumique du fluide.

<http://www.explorelearning.com/index.cfm?method=cResource.dspView&ResourceID=603>

(en anglais seulement)

C'est une excellente ressource pour montrer aux élèves comment ces facteurs influent sur le fait qu'un objet flotte ou coule. Elle permet également d'expliquer, visuellement, le concept de « masse volumique moyenne ».



Le site « Gizmo » permet aux utilisateurs non inscrits d'utiliser chaque Gizmo pendant 5 minutes par jour. Il est également possible de s'inscrire pour une période d'essai gratuite. L'inscription générale n'est pas gratuite.

- Passez en revue la liste des objets qui coulent ou qui flottent créée durant l'activité Accéder aux connaissances préalables (page 4). Demandez : *Pouvons-nous ajouter des renseignements sur ce tableau ou en modifier?* Rappelez à vos élèves les règles pour une discussion respectueuse. Les conseils visant à susciter la discussion aux pages 16 et 17 pourraient être utiles.

## **Réflexion : Journal de science**

Demandez aux élèves d'expliquer la flottaison et l'immersion en commençant les phrases ainsi :

Les objets flottent quand . . .

Les objets coulent quand . . .

✓ Les inscriptions au journal ne doivent pas faire l'objet d'une note sommative. Un commentaire positif suivi d'une question visant à recentrer l'attention ou à suggérer la prochaine étape que doit franchir l'élève dans son apprentissage se révélera très efficace. En parcourant les inscriptions au journal, repérez les élèves qui utilisent des caractéristiques appropriés qui expliquent pourquoi les objets flottent ou coulent.



## 2<sup>e</sup> cycle

### ✦ Résultats du programme

- 210-13 Mettre à l'essai la conception d'un dispositif ou d'un système de leur fabrication.
- 211-3 Travailler en collaboration avec les membres de l'équipe pour élaborer et réaliser un plan et traiter les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent.
- 309-2 Décrire le mouvement d'objets par rapport aux forces équilibrées et non équilibrées.

### Activité – Préparer un ludion

Même si cette activité est présentée à la page 149 du manuel intitulé *OMNISCIENCES 8*, nous proposons ici une méthode de remplacement.

Matériel :

- Bouteille de boisson gazeuse de 2 litres
- Pipette de plastique ou capuchon de stylo-bille
- Boulons de métal ou argile à modeler

Méthode :

Avec une pipette :

- Coupez la tige de la pipette, à environ 2 cm sous le ballon.
- Glissez au moins un boulon sur l'extrémité de la pipette – selon la taille du boulon, il peut être nécessaire de le fixer en place avec un pistolet à colle chaude.
- Placez la pipette dans un verre d'eau. La presser pour enlever une partie de l'air afin que la pipette flotte, mais soit sur le point de couler. Idéalement, cela se produit quand l'eau dans le ballon de la pipette atteint le quart ou la moitié du ballon – le ludion est prêt à être utilisé. S'il fait trop d'eau pour le faire couler ou s'il ne coule pas du tout, ajoutez un boulon sur l'extrémité de la pipette.

À défaut de pipette :

- Placez de la pâte à modeler sur le capuchon du stylo-bille (voir la photo). Le capuchon ne doit pas être troué.

Puis :

- Remplissez complètement la bouteille de boisson gazeuse avec de l'eau, puis ajoutez le ludion dans la bouteille.
- Vissez le bouchon de la bouteille et appuyez sur les côtés de la bouteille.
- Notez vos observations.



**✓ Évaluation :**

Sur la grille d'observation (ou sur un autre registre), inscrivez le rendement des élèves en ce qui a trait aux résultats liés aux habiletés.

**● Réflexion : Discussion**

- Demandez aux élèves de discuter en petits groupes. *Pourquoi le ludion flottait-il au début? Qu'est-ce qui a changé?*  
(La pression dans la bouteille a augmenté lorsque les élèves ont appuyé sur les côtés de la bouteille, ce qui a poussé de l'eau à l'intérieur du ludion. Celui-ci devient plus lourd et coule, puisqu'il vainc la poussée hydrostatique. Dès que la pression est relâchée, l'eau additionnelle dans le ludion ressort, le ludion est plus léger et il remonte.)
- Demandez aux élèves de faire un diagramme montrant les forces qui agissent sur le ludion (gravité – vers le bas, flottabilité – vers le haut).
- Présentez les diagrammes et discutez-en en classe.

Les élèves doivent saisir que lorsqu'un objet coule, la force de la gravité est plus grande que la flottabilité. Lorsqu'un objet flotte, la flottabilité est plus grande que la gravité. Lorsqu'un objet ne coule pas et ne flotte pas, les forces sont équilibrées.

Les prochains vidéo clips/animations pourront vous aider à aborder une discussion:

<http://bernard.langellier.pagesperso-orange.fr/dynamic/ludion.html>

[http://www.dailymotion.com/video/x33r5p\\_un-ludion\\_fun](http://www.dailymotion.com/video/x33r5p_un-ludion_fun)

[http://www.dailymotion.com/video/x9e18r\\_la-boite-a-bidouilles-le-ludion\\_news](http://www.dailymotion.com/video/x9e18r_la-boite-a-bidouilles-le-ludion_news)

- Passez en revue la liste des objets qui coulent et qui flottent créée durant l'activité Accéder aux connaissances préalables (page 4). Demandez : *Pouvons-nous ajouter des renseignements sur ce tableau ou en modifier?* Rappelez à vos élèves les règles pour une discussion respectueuse. Les conseils visant à susciter la discussion aux pages 16 et 17 pourraient être utiles.



**✓ Évaluation :**

Les élèves peuvent dessiner des diagrammes de situations réelles et dessiner des flèches pour montrer l'ampleur et la direction des forces lorsque :

- a) un objet coule
- b) un objet flotte
- c) un objet demeure en suspension dans un liquide

(Consultez les diagrammes à la page 151 du manuel intitulé *OMNISCIENCES 8*).

Ou

Demander aux élèves de dessiner un diagramme et montrer l'ampleur et la direction des forces avec des flèches utilisant la situation du site :

[http://www.youtube.com/watch?v=HVT09jTeo\\_U](http://www.youtube.com/watch?v=HVT09jTeo_U)

Notez si les élèves comprennent l'idée de deux forces en opposition (gravité et flottabilité) et leur lien avec le fait qu'un objet coule ou flotte.



## ➤ L'histoire d'Archimède

Utilisez l'histoire d'Archimède (qui commence à la page 29) pour présenter le principe d'Archimède et donner un aperçu de l'historique du développement de la pensée scientifique.

Le site suivant contient des simulations, dont un « Gizmo » intitulé « *Determining Density via Water Displacement* ». Utilisez cette simulation pour mesurer le volume comme le faisait Archimède.

<http://www.explorellearning.com/index.cfm?method=cResource.dspView&ResourceID=400> (en anglais seulement)

Le site « Gizmo » permet aux utilisateurs non inscrits d'utiliser chaque Gizmo pendant 5 minutes par jour. Il est également possible de s'inscrire pour une période d'essai gratuite. L'inscription générale n'est pas gratuite.

Ces liens pourront serviront à explorer ces concepts :

[http://www.cea.fr/content/download/5550/298808/file/09\\_archimede.swf](http://www.cea.fr/content/download/5550/298808/file/09_archimede.swf)

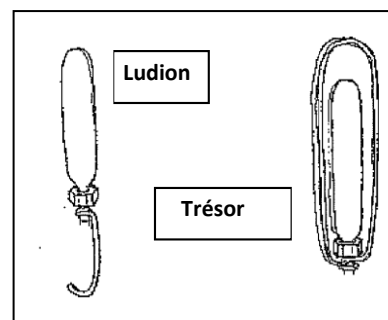
[http://www.walter-fendt.de/ph14f/buoyforce\\_f.htm](http://www.walter-fendt.de/ph14f/buoyforce_f.htm)

<http://phys.free.fr/archi.htm>

### Idée de complément :

Envoyez votre ludion chercher un trésor englouti. Cette légère variation met les élèves au défi de faire remonter un ludion coulé au fond.

- Les élèves devront ajouter un bout de fil métallique à leur ludion. Le fil doit être tourné autour de la tige de la pipette et le reste, plié en forme de crochet. Il faudra peut-être utiliser de la Crazy Glue.
- Le trésor est similaire au ludion. Une pipette est coupée à environ 1 cm au-dessus du ballon et un boulon est collé à la tige. À l'aide d'un bout de fil métallique plus long que celui utilisé pour le ludion, tournez un bout autour de la tige, faites une boucle autour du ballon, puis enroulez l'autre bout autour de la tige. Vous pouvez coller le fil en place.
- Placez le trésor au fond de la bouteille de boisson gazeuse. Le ludion flotte à peine. *Pouvez-vous faire descendre votre ludion et aller chercher le trésor?*



## 3<sup>e</sup> cycle

### ✦ Résultats du programme

- 209-3 Utiliser de façon efficace et avec exactitude des instruments de collecte de données.
- 211-3 Travailler en collaboration avec les membres de l'équipe pour élaborer et réaliser un plan et traiter les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent.
- 307-10 Décrire des situations où la masse volumique des substances change naturellement ou est modifiée intentionnellement.
- 309-2 Décrire le mouvement d'objets par rapport aux forces équilibrées et non équilibrées.

### Activité d'évaluation quantitative des forces

Les élèves étudieront les forces qui agissent sur un poids et sur d'autres objets dans divers liquides.

Cette activité peut se dérouler en stations pour limiter la quantité de matériel requis et peut être faite en 2 parties ou comme une seule activité. Chaque station peut contenir un liquide différent à tester. Les élèves peuvent passer d'une station à l'autre pour faire flotter ou couler des objets et mesurer la flottabilité avec une balance à ressort.

Matériel :

- 4 ou 5 fluides de différentes masses volumiques –boisson gazeuse, mélasse (ou sirop de maïs), eau, eau salée
- Verres de plastique ou autre contenant pour les liquides
- Balances à ressort
- Objets à tester – bouchons de liège, bouts de chandelles, gros écrous ou boulons de métal
- Poids (comme ceux utilisés avec les balances à plateaux)

Méthode :

Partie 1 – Pour déterminer les changements des forces exercées sur un poids dans différents liquides

- Demandez aux élèves de prédire et de classer les liquides, du liquide ayant la plus grande masse volumique à celui ayant la moins grande masse volumique.
- Demandez aux élèves de placer un poids ou une masse sur une balance à ressort, de la suspendre dans l'air et de noter la force.





- Demandez aux élèves de submerger le poids dans chaque liquide à tester (p. ex., eau salée) et de noter le poids indiqué par la balance. (Vous trouverez une fiche d'inscription des résultats à la page 22.).

Partie 2 – Pour tester si différents objets coulent ou flottent dans ces liquides (de différentes masses volumiques)

- Demandez aux élèves de prédire si différents objets, comme un bouchon, un bout de chandelle et un boulon ou un écrou en métal couleront ou flotteront dans chacun des liquides, en se fondant sur les résultats de la partie 1.
- Demandez aux élèves de tester leurs prédictions et de noter leurs observations. (Vous trouverez une fiche d'inscription des résultats à la page 23.).

### ✓ Évaluation :

Sur la grille d'observation (ou sur un autre registre), inscrivez le rendement des élèves en ce qui a trait aux résultats liés aux habiletés.

## Réflexion

En alternant entre de petits groupes et toute la classe, discutez des points suivants :

- Demandez aux élèves de présenter leurs diagrammes des forces agissant sur la masse dans chaque liquide. Demandez : *Comment savons-nous que les forces sont différentes dans différents liquides? Sur quoi ces forces agissent-elles – la balance à ressort ou les objets?*
- Demandez aux élèves de classer les liquides, du liquide ayant la plus grande flottabilité à celui ayant la plus faible flottabilité. Peuvent-ils justifier leur classement?
- Demandez aux élèves de classer les liquides, du liquide ayant la plus grande masse volumique à celui ayant la moins grande masse volumique. Peuvent-ils justifier leur classement?
- Que remarquent-ils au sujet des deux listes (flottabilité et masse volumique)? Demandez : *Quel est le lien entre la masse volumique et la flottabilité?*
- Demandez aux élèves de classer les objets testés, de l'objet ayant la plus grande masse volumique à celui ayant la moins grande masse volumique.
- Demandez aux élèves de rédiger une phrase qui explique comment prévoir si un objet coulera ou flottera en fonction de la masse volumique de l'objet et de la masse volumique du fluide.



Vous trouverez plusieurs simulations sur le site <http://www.explorellearning.com/index.cfm?method=cResource.dspResourcesForCourse&CourseID=308> (en anglais seulement) - Ces simulations permettent aux élèves de classer des objets en ordre de masse volumique en vérifiant s'ils coulent ou flottent dans différents liquides. Essayez les simulations intitulées « Density via Comparison », « Density » et « Density Laboratory ».

Le site « Gizmo » permet aux utilisateurs non inscrits d'utiliser chaque Gizmo pendant 5 minutes par jour. Il est également possible de s'inscrire pour une période d'essai gratuite. L'inscription générale n'est pas gratuite.

Examinez le vidéo Youtube de Jérôme Bonaldi ("Dis Jérôme..?" la poussée d'archimède) à <http://www.youtube.com/watch?v=xzIJeTvkgJM>.

- Passez en revue la liste des objets qui coulent ou qui flottent créée durant l'activité Accéder aux connaissances préalables (page 4). Demandez : Pouvons-nous ajouter des renseignements sur ce tableau ou en modifier? Rappelez à vos élèves les règles pour une discussion respectueuse.

## Réflexion : Journal de science

Pensez au bouchon de liège, au boulon de métal et au bout de chandelle – Pourquoi certains objets flottent-ils toujours, d'autres objets coulent toujours et certains flottent ou coulent, selon le liquide dans lequel ils sont plongés?

ou

Comment les résultats de l'expérience susmentionnée changeraient-ils si le même poids utilisé pour mesurer la flottabilité était plutôt un petit cube de 1 cm<sup>2</sup>?

✓ Les inscriptions au journal ne doivent pas faire l'objet d'une note sommative. Un commentaire positif suivi d'une question visant à recentrer l'attention ou à suggérer la prochaine étape que doit franchir l'élève dans son apprentissage se révélera très efficace. En parcourant les inscriptions au journal, repérez les élèves qui parlent de masse volumique ou de forces pour expliquer pourquoi un objet coule ou flotte. Les élèves doivent en arriver à la conclusion suivante : si un objet est moins dense que le fluide dans lequel il est plongé, il flotte; si un objet est plus dense que le fluide dans lequel il est plongé, il coule.

*Quelles sont les situations, dans la vie réelle, où la masse volumique d'un objet change, naturellement ou intentionnellement?*



- Activité de recherche :

*Expliquez (le/la/les) \_\_\_\_\_ à l'aide des concepts de masse volumique et de flottabilité.*

Suggestions de recherche : la plongée en scaphandre autonome, les sous-marins, les submersibles, les quais flottants, les montgolfières.

Voir le site qui suit pour des exemples de la mise en pratique de ces concepts :

<http://www.youtube.com/watch?v=a3R87MSQnZ8> (montgolfières 0 :00 – 6 :20)

<http://www.youtube.com/watch?v=r1mp5eCk2fg> (la plongée en scaphandre)

### **Complément :**

Les élèves peuvent fabriquer leur propre tensiomètre (comme une échelle à ressort) pour faire les tests (voir la page 24).

Ils doivent utiliser une règle, une bande élastique ou un ressort et un poids (par exemple un petit sac de noix, du sable mouillé ou un autre objet lourd).

Ils doivent ensuite fixer la bande élastique ou le ressort au haut de la règle, soit en perçant un trou ou avec du ruban adhésif. L'élastique ou le ressort doivent s'étirer au moins jusqu'au  $\frac{3}{4}$  de la règle. Un trombone ou une flèche de papier peuvent être utilisés pour marquer les changements dans la force des différents liquides.



## POUR SUSCITER LA DISCUSSION EN CLASSE

### Nul n'est plus intelligent que la totalité de notre groupe.

Dans l'ouvrage « Science Formative Assessment » (2008), Page Keeley décrit l'interaction d'une discussion à l'aide de l'analogie du tennis de table et du volley-ball. Le tennis de table représente le modèle du va-et-vient entre les questions et les réponses : l'enseignant pose une question, un élève y répond, l'enseignant y va d'une nouvelle question, suivie de la réponse d'un élève, etc. Le volley-ball désigne un **modèle de discussion différent** : l'enseignant pose une question, un élève répond, puis d'autres élèves réagissent successivement, en apportant des compléments aux réponses précédentes. La discussion se poursuit jusqu'à ce que l'enseignant « lance » une nouvelle question.

Une discussion de type « volley-ball » suscite une **plus grande participation de la part des élèves** au chapitre des idées scientifiques. Les élèves énoncent et **justifient** leurs idées. Par l'interaction, les idées peuvent être remises en question et clarifiées. Le processus peut aussi donner lieu à des compléments et à des applications des diverses idées. Les discussions doivent **éviter la dimension personnelle** et porter en tout temps sur **les idées, les explications et les raisons**. L'objectif consiste à amener les étudiants à parfaire leur compréhension.

Abordez les analogies du tennis de table et du volley-ball avec vos élèves. **Il faut bien s'exercer** pour se livrer à de bonnes discussions. Vos élèves et vous allez vous améliorer. Bon nombre d'enseignants trouvent la discussion plus efficace lorsque tous les élèves sont en mesure de se voir (p. ex., assis en cercle), du moins, jusqu'à ce qu'ils aient acquis l'habitude de s'écouter et de se répondre mutuellement.

Comme enseignant, il vous faudra :

- établir et entretenir un cadre respectueux et aidant;
- exprimer clairement vos attentes;
- veiller à ce que la discussion demeure centrée sur l'aspect scientifique;
- orchestrer la discussion avec soin pour assurer une participation équitable.

Il est important d'**établir des normes de discussion** auprès de votre groupe. Vous pouvez notamment exprimer les attentes suivantes :

- Chacun a le droit de participer et d'être entendu.
- Chacun a l'obligation d'écouter et de s'efforcer de comprendre.
- Chacun est tenu de poser des questions en cas d'incompréhension.

Au départ, les discussions risquent de paraître quelque peu artificielles. Les premières fois, il peut être utile de prévoir un babillard présentant, dans des phylactères, diverses amorces d'interventions.

*Je suis en respectueux désaccord...*

*J'ai obtenu un résultat différent...*

*Peux-tu démontrer comment tu as obtenu cette information?*

*En faisant \_\_\_\_, j'ai découvert que...*

*Même si tu as dit que \_\_\_\_, je crois...*

*Les données que j'ai dans mes notes sont différentes de ce que tu viens de présenter.*

*J'ai trouvé...*



- L'intervenant doit s'efforcer de faire preuve de clarté dans ses propos.

Ce sera plus facile si **les questions de l'enseignant portent sur une idée générale** plutôt que sur des détails. (Les poules et les humains pourraient-ils faire bouger leurs os sans muscles?) Les questions doivent être formulées de façon à permettre à tous d'intégrer la conversation. Les questions sollicitant l'opinion des participants se révéleront particulièrement efficaces en ce sens (Que pensez-vous de...? D'après vous, comment...? Et si...? Pourquoi...?).

Octroyez beaucoup de **temps de réflexion** aux élèves. Les élèves donnent des **réponses plus détaillées et plus complexes** lorsqu'ils disposent de suffisamment de temps de réflexion. Prévoyez aussi du temps après les réponses des élèves. Lorsque les élèves sont engagés dans un processus de réflexion, il leur faut du temps pour traiter les réponses des autres avant d'intervenir. Si la discussion n'avance pas, invitez plutôt les élèves à **discuter en équipe**. Les discussions d'équipe permettent à l'enseignant d'insérer des idées qu'il entend de part et d'autre.

Interventions utiles de l'enseignant pour susciter la discussion :

1. Quel résultat prédis-tu?
2. Continue de t'exprimer là-dessus.
3. Que veux-tu dire par...?
4. Comment le sais-tu?
5. Peux-tu répéter, dans tes propres mots, ce qu'a dit \_\_\_\_?
6. Quelqu'un est-il d'accord ou en désaccord avec...?
7. Quelqu'un aurait-il des choses à ajouter à ce sujet?
8. Qui comprend l'idée exprimée par \_\_\_\_ et peut l'expliquer dans ses propres mots?
9. J'aimerais vérifier si je comprends bien ce que tu dis. Est-ce que tu dis que...?
10. Donc, tu dis que...
11. Quelles preuves t'ont permis de croire cela?
12. Bon. Il y a un certain désaccord. Comment se situe chacune des opinions par rapport aux preuves? Que pourrions-nous découvrir d'autre?

Références :

Keeley, Page. *Science Formative Assessment*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press and Arlington, VA: NSTA Press, 2008.

Michaels, Sarah, Shouse, Andrew W., and Schweingruber, Heidi A. *Ready, Set, SCIENCE!* Washington, DC: The National Academies Press, 2008.



## Liste de matériel

Matériel	quantités
Feuille d'étain	1 petit carré par groupe
Argile à modeler	1 petite balle par groupe
Papier ciré	1 petit carré par groupe
Eau	
Contenant pour tester les formes	1 grand pour partager ou un petit pour chaque groupe
Bouteille de boisson gazeuse de 2 litres	1 par groupe
Pipette de plastique ou capuchon de stylo-bille	1 par groupe
Boulon de métal ou argile à modeler	1 par groupe
4 ou 5 fluides de différentes masses volumiques : boisson gazeuse, mélasse (ou sirop de maïs), eau, eau salée	
Verres de plastique	1 par liquide pour chaque station
Balances à ressort	1 par groupe
Différents objets à tester : bouchon de liège, bouts de chandelle, gros boulons ou écrous de métal	1 de chaque par station
Poids (comme ceux utilisés avec les balances à plateaux)	1 par groupe

Les trousse de sciences de 8<sup>e</sup> année données à chaque école en 2009 contiennent:

- 1 Paquet de ballons
- 2 Ensembles de cuillères à mesurer
- 5 Niveau laser
- 2 Blocs de refraction
- 8 Balances à ressort
- 2 Ensembles de lentilles



## Version des résultats à l'intention des élèves

- 208-6** Concevoir une expérience et délimiter les variables importantes.
- 209-3** Utiliser adéquatement des instruments de collecte de données.
- 210-13** Mettre à l'essai la conception d'un dispositif qu'ils ont fabriqué.
- 210-14** Cerner et corriger des problèmes dans le fonctionnement d'un dispositif de leur fabrication.
- 211-3** Travailler en collaboration avec les membres de l'équipe pour élaborer et réaliser un plan et traiter les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent.
- 307-10** Décrire des situations réelles où la masse volumique des substances ou des objets change.
- 309-2** Décrire le mouvement d'objets par rapport aux forces équilibrées et non équilibrées.



## Objets qui coulent ou qui flottent

Matériel	Dessiner la forme	Coule ou flotte?





# Ludion

Matériel :

- Bouteille de boisson gazeuse de 2 litres
- Pipette de plastique ou capuchon de stylo-bille
- Boulons de métal ou argile à modeler

Méthode :

## Avec la pipette :

- Coupez la tige de la pipette, à environ 2 cm sous le ballon. Glissez au moins un boulon sur l'extrémité de la pipette – selon la taille du boulon, il peut être nécessaire de le fixer en place avec un pistolet à colle chaude.
- Placez la pipette dans un verre d'eau. La presser pour enlever une partie de l'air afin que la pipette flotte, mais soit sur le point de couler. Idéalement, cela se produit quand l'eau dans le ballon de la pipette atteint le quart ou la moitié du ballon – le ludion est prêt à être utilisé. S'il fait trop d'eau pour le faire couler ou s'il ne coule pas du tout, ajoutez un boulon sur l'extrémité de la pipette.



- **À la place d'une pipette :** Placez de la pâte à modeler sur le capuchon du stylo-bille. Le capuchon ne doit pas être troué.
- Remplissez complètement la bouteille de boisson gazeuse avec de l'eau, puis ajoutez le ludion dans la bouteille. Vissez le bouchon de la bouteille et appuyez sur les côtés de la bouteille.

Notez vos observations :

Pourquoi le ludion flottait-il au début?

Qu'est-ce qui a changé?



## Activité – Évaluation quantitative des forces

### Partie 1

- 1) Classez les liquides, du liquide ayant la plus grande masse volumique à celui ayant la moins grande masse volumique avant de commencer l'expérience.
- 2) Placez un poids ou une masse sur une balance à ressort, suspendez-la suspendre dans l'air et notez la force.
- 3) Submergez le poids dans chaque liquide à tester (p. ex., eau salée) en vous assurant que le poids ne touche pas le fond du contenant.
- 4) Notez le poids indiqué par la balance à ressort.

Liquide	Lecture sur la balance à ressort dans l'air	Lecture sur la balance à ressort dans le liquide
Eau		
Boisson gazeuse		
Mélasses		
Sirop de maïs		
Eau salée		

Dessinez un diagramme des forces qui agissent sur la masse dans chaque liquide. Pourquoi ces forces sont-elles différentes dans différents liquides?

## Activité d'évaluation quantitative des forces



## Partie 2

- 1) Selon les résultats obtenus, prédisez si différents objets, comme un bouchon de liège, un bout de chandelle et un boulon ou un écrou de métal couleront ou flotteront.
- 2) Testez vos prévisions et notez vos observations.

Liquide	Coule ou flotte? <b>Prédiction</b>	Coule ou flotte? <b>Résultat</b>	Coule ou flotte? <b>Prédiction</b>	Coule ou flotte? <b>Résultat</b>	Coule ou flotte? <b>Prédiction</b>	Coule ou flotte? <b>Résultat</b>
	Chandelle	Chandelle	Bouchon de liège	Bouchon de liège	Boulon de métal	Boulon de métal
Eau						
Boisson gazeuse						
Mélasse						
Sirop de maïs						
Eau salée						



## Fabriquer un tensiomètre

Matériel :

Règle

Bande élastique ou ressort

Poids (par exemple, un petit sac de noix, du sable mouillé ou un autre objet lourd).

Méthode :

- Fixez la bande élastique ou le ressort au haut de la règle, soit en perçant un trou ou avec du ruban adhésif. L'élastique ou le ressort doivent s'étirer au moins jusqu'au  $\frac{3}{4}$  de la règle.
- Fixez un trombone ou une flèche de papier au milieu de l'élastique ou du ressort. Ce pointeur sera utilisé pour marquer les changements de longueur de l'élastique ou du ressort dans différents liquides.
- Mettez votre tensiomètre à l'essai et modifiez-le au besoin.



# Grille d'observation

Résultats :

Nom	Nom	Nom	Nom	Nom
Nom	Nom	Nom	Nom	Nom
Nom	Nom	Nom	Nom	Nom
Nom	Nom	Nom	Nom	Nom
Nom	Nom	Nom	Nom	Nom
Nom	Nom	Nom	Nom	Nom
Nom	Nom	Nom	Nom	Nom



## Fiche de vérification

Résultats	Corrélations avec les cycles	Oui	Non
<b>COMPÉTENCES</b>			
208-6 Concevoir une expérience et délimiter les variables importantes.	1 <sup>er</sup> cycle : Noter/consigner les observations durant l'activité sur les objets qui coulent ou qui flottent.		
209-3 Utiliser de façon efficace et avec exactitude des instruments de collecte de données.	3 <sup>e</sup> cycle : Noter/consigner les observations durant l'activité sur la flottabilité.		
210-13 Mettre à l'essai la conception d'un dispositif ou d'un système de leur fabrication.	1 <sup>er</sup> cycle : Noter/consigner les observations durant l'activité sur les objets qui coulent ou qui flottent. 2 <sup>e</sup> cycle : Noter/consigner les observations durant l'activité sur le ludion.		
210-14 Cerner et corriger des problèmes pratiques dans le fonctionnement d'un prototype ou d'un dispositif de leur fabrication.	1 <sup>er</sup> cycle : Noter/consigner les observations durant l'activité sur les objets qui coulent ou qui flottent; journal.		
211-3 Travailler en collaboration avec les membres de l'équipe pour élaborer et réaliser un plan et traiter les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent.	1 <sup>er</sup> cycle : Noter/consigner les observations durant l'activité sur les objets qui coulent ou qui flottent. 2 <sup>e</sup> cycle : Noter/consigner les observations durant l'activité sur le ludion. 3 <sup>e</sup> cycle : Noter/consigner les observations durant l'activité sur la flottabilité.		
<b>CONNAISSANCES</b>			
307-10 Décrire des situations où la masse volumique des substances change naturellement ou est modifiée intentionnellement.	3 <sup>e</sup> cycle : Journal.		
309-2 Décrire le mouvement d'objets par rapport aux forces équilibrées et non équilibrées.	2 <sup>e</sup> cycle : Noter/consigner les observations durant la discussion sur le ludion; question d'évaluation. 3 <sup>e</sup> cycle : Noter/consigner les observations durant l'activité et la discussion sur la flottabilité.		





## Évaluation de l'élève

Résultat visé	Preuve
Je peux concevoir une expérience et délimiter les variables importantes. (208-6)	
Je peux utiliser adéquatement des instruments de collecte de données (209-3)	
Je peux mettre à l'essai la conception d'un dispositif que j'ai fabriqué. (210-13)	
Je peux cerner et corriger des problèmes dans le fonctionnement d'un dispositif de ma fabrication. (210-14)	
Je peux travailler en collaboration avec les membres de l'équipe pour élaborer et réaliser un plan et traiter les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent. (211-3)	
Je peux décrire des situations réelles où la masse volumique des substances ou des objets change. (307-10)	
Je peux décrire le mouvement d'objets par rapport aux forces équilibrées et non équilibrées. (309-2)	





## Archimède

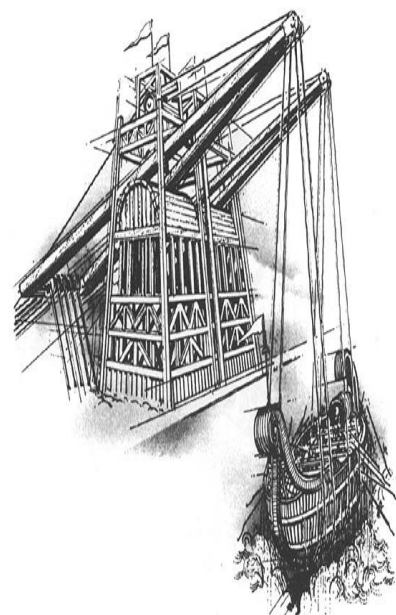


Archimède est né à Syracuse en Grèce en 287 av. J.-C. et est mort en 212 av. J.-C.

Archimède adorait la géométrie. Il a étudié toutes sortes de formes afin d'en mesurer la surface et le volume.

Archimède a tenté de travailler avec des nombres très élevés, mais à l'époque, les Grecs n'avaient pas de symboles de chiffres comme nous en avons maintenant et le zéro n'existait pas. Les nombres étaient représentés par des lettres. Il était très difficile de faire le type d'opération mathématique que vous faites maintenant sans problème.

Archimède a inventé plusieurs objets utiles à ses contemporains. Il a notamment inventé plusieurs machines de guerre, a supervisé leur construction et y a participé. Une de ces machines est montrée à droite. On l'appelait la Griffe d'Archimède. Au bout des longues cordes se trouvait un dispositif ressemblant à une griffe. Les opérateurs (presque toute la population de Syracuse) balançaient la griffe vers les navires ennemis puis la penchaient, ce qui détruisait le navire. Lorsque les navires étaient loin de la rive, Archimède utilisait une de ses nombreuses catapultes différentes pour lancer des roches, du bois ou d'autres objets dans leur direction.



Il a également inventé une machine, parfois appelée le « rayon de la mort », qui permettait de capter l'énergie solaire et qui pouvait même



mettre le feu à des navires. Archimède a créé plusieurs machines avant-gardistes.

Lorsqu'Archimède avait 22 ans, son cousin Hiéron lui a demandé son aide. Hiéron avait élu roi de Syracuse après avoir mené ses concitoyens à la victoire dans une grande bataille. Hiéron estimait qu'il devait faire faire une couronne d'or pour montrer sa gratitude aux dieux qui l'avaient aidé dans la bataille.

Hiéron avait pesé une quantité précise d'or et l'avait donnée à un orfèvre pour qu'il fasse la couronne. Certaines rumeurs couraient voulant que l'orfèvre ait gardé pour lui une partie de l'or. On disait même que la couronne qu'il avait fabriquée pour Hiéron était faite d'un mélange d'or et d'argent. Hiéron était très mécontent à l'idée qu'on ait pu le tromper.



Au début, Archimède ne savait pas comment aider son cousin. Un jour, en entrant dans son bain et en voyant l'eau déborder, il a eu une idée! Archimède avait remarqué que plus son corps était immergé dans le bain, plus il y avait d'eau qui coulait hors du bain. Il savait désormais comment résoudre le problème de Hiéron.



On dit qu'Archimède était tellement excité de sa découverte qu'il est sorti du bain et a couru à la maison sans même prendre le temps de s'habiller. Il criait « Eureka, Eureka! », ce qui signifie, en grec, « J'ai trouvé! J'ai trouvé! »

Il avait découvert un moyen de mesurer le volume d'un objet de forme irrégulière. Il avait établi qu'un objet, lorsqu'il était immergé dans l'eau, déplaçait un volume d'eau égal à son propre volume. En mesurant le volume d'eau déplacée, on pouvait déterminer le volume de l'objet, peu importe sa forme. Nous connaissons maintenant cette découverte concernant le déplacement de l'eau et la flottaison sous le nom de principe d'Archimède.



Archimède a déterminé le volume de la couronne en mesurant le volume d'eau renversé lorsque la couronne était submergée dans l'eau. Il a ensuite comparé ce volume d'eau au volume d'eau renversé au moment de l'immersion de la même quantité d'or pur.

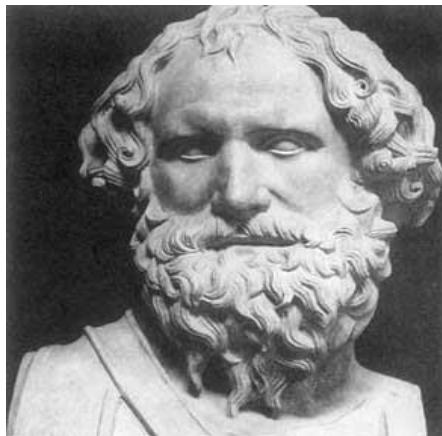
Il a prouvé que les rumeurs étaient fondées – Hiéron s'était fait avoir par l'orfèvre.

Quand Archimède avait 75 ans, Syracuse a été capturée par les Romains. On dit qu'Archimède était si profondément absorbé dans ses pensées qu'un soldat romain qui lui parlait l'a tué, croyant qu'il l'ignorait.



Sans Archimède, notre monde serait probablement très différent. Il aurait déjà dit « Donnez-moi un levier assez grand et un point d'appui et je soulèverai le monde! » Archimède a inspiré plusieurs chercheurs et ses découvertes ont mené à la création de plusieurs technologies.





Sources des images :

1. Archimède [www.scientific-web.com/.../images/Archimedes.jpg](http://www.scientific-web.com/.../images/Archimedes.jpg)
2. La mort d'Archimède [www.gap-system.org/.../Archimedes\\_9.jpeg](http://www.gap-system.org/.../Archimedes_9.jpeg)
3. Archimède [www.nndb.com/.../archimedes-1-sized.jpg](http://www.nndb.com/.../archimedes-1-sized.jpg)
4. La couronne dorée  
[http://www.longlongtimeago.com/lta\\_greatdiscoveries\\_archimedes\\_eureka.html](http://www.longlongtimeago.com/lta_greatdiscoveries_archimedes_eureka.html)
5. La griffe d'Archimède  
[http://images.google.ca/imgres?imgurl=http://www.math.nyu.edu/~corres/Archimedes/Claw/claw\\_lazos.jpg&imgrefurl=http://www.math.nyu.edu/~corres/Archimedes/Claw/illustrations.html](http://images.google.ca/imgres?imgurl=http://www.math.nyu.edu/~corres/Archimedes/Claw/claw_lazos.jpg&imgrefurl=http://www.math.nyu.edu/~corres/Archimedes/Claw/illustrations.html)



