

Site : <https://www.histoiredumonde.net/Archimede.html>

Archimède de Syracuse (du grec Arkhimêdês), né à Syracuse en 287 av. J.-C. et mort à Syracuse en 212 av. J.-C.), est un grand scientifique Grec de Sicile (Grande Grèce) de l'Antiquité, physicien, mathématicien et ingénieur.

La vie d'Archimède est peu connue, on ne sait pas par exemple s'il a été marié ou a eu des enfants. Les informations le concernant proviennent principalement de Polybe (202 av. J. Chr. - 126 av. J. Chr.), Plutarque (46 - 125), Tite-Live (59 - 17) ou bien encore pour le cas de l'anecdote de la baignoire, de Vitruve, un célèbre architecte romain. Ces écrits sont donc, sauf pour Polybe, très postérieurs à la vie d'Archimède.

Concernant les mathématiques, on a trace d'un certain nombre de publications, travaux et correspondances. Il a en revanche jugé inutile de consigner par écrit ses travaux d'ingénieur qui ne nous sont connus que par des tiers.

Archimède serait né à Syracuse en 287 av. J.-C. Son père serait[1] l'astronome Phidias qui aurait commencé son instruction. On suppose qu'il parachève ses études à la très célèbre école d'Alexandrie. Du moins, on est sûr qu'il en connaissait des professeurs puisqu'on a retrouvé des lettres qu'il aurait échangées avec eux[2].

De la famille de Hiéron II, roi de Syracuse, (ici le terme de famille est à prendre au sens très large de quelqu'un de la maison de Hiéron), il entre à son service en qualité d'ingénieur et participe à la défense de la ville lors de la seconde guerre punique. Il meurt en 212 av. J.-C. lors de la prise de la ville par le Romain Marcellus.

Archimède, le géomètre

Archimède est un mathématicien, principalement géomètre, de grande envergure. Il s'est intéressé à la numération, cherchant, par exemple à écrire le nombre de tous les grains de sable de l'univers[3]. La majeure partie de ses travaux concerne la géométrie avec

- * l'étude du cercle où il détermine une méthode d'approximation de π à l'aide de polygones régulier et propose les approximations $\frac{22}{7}$ et $\frac{22371}{7065}$
- * l'étude des coniques en particulier la parabole dont il présente deux quadratures très originales. Il prolonge le travail d'Eudoxe sur la méthode d'exhaustion
- * l'étude des aires et des volumes qui font de lui un précurseur dans le calcul qui ne s'appelle pas encore intégral. Il a travaillé en particulier sur le volume de la sphère et du cylindre et a demandé à ce que ces figures soient gravées sur sa tombe. « Le rapport des volumes d'une sphère et d'un cylindre, si la sphère est tangente au cylindre par la face latérale et les deux bases, est égale à $\frac{2}{3}$. »
- * l'étude de la spirale qui porte son nom dont il a aussi donné une quadrature.

Archimède, le mécanicien

Archimède est considéré comme le père de la mécanique statique. Dans son traité, De l'équilibre des figures planes, il s'intéresse au principe du levier et à la recherche de centre de gravité.

On lui attribue aussi le principe d'Archimède sur les corps plongés dans un liquide (Des corps flottants).

Il a aussi travaillé sur l'optique (La catoptrique).

Il met en pratique ses connaissances théoriques dans un grand nombre d'inventions. On lui doit, par exemple,

- * des machines de traction où il démontre qu'à l'aide de poulies, de palans et de leviers, l'homme peut soulever bien plus que son poids
- * des machines de guerre (principe de la meurtrière, catapultes, bras mécaniques utilisés dans le combat naval).

Parmi les machines de guerres très importantes l'on doit souligner l'appareil à mesurer les distances (odomètre) que les Romains empruntèrent[4] à Archimède. En effet pour que l'armée soit efficace, elle doit être reposée et les journées de marche doivent donc être identiques. La machine d'Archimède doit être réalisée avec des dents de rouage pointues et non carrées. On a mis très longtemps à la reconstituer car on faisait cette erreur.

* la vis sans fin et la vis d'Archimède, dont il rapporte, semble-t-il, le principe d'Égypte et dont il se sert pour remonter de l'eau. On lui attribue aussi l'invention de la vis et de l'écrou.

* le principe de la roue dentée grâce auquel il construit un planétaire représentait l'Univers connu à l'époque.

Archimède le scientifique

Nous possédons un palimpseste connu sous le nom de manuscrit d'Archimède. Lors de l'étude de celui-ci, l'on s'aperçut qu'Archimède avait la notion du calcul infinitésimal, chose très moderne et tout à fait nécessaire pour progresser en sciences. Il est rappelé que pour les anciens Grecs, Dieu est parfait parce que fini.

Archimède et la légende

Le génie d'Archimède en mécanique et en mathématique fait de lui un personnage exceptionnel de la Grèce antique et justifie la création à son sujet de faits légendaires. Ses admirateurs parmi lesquels Cicéron qui découvrit sa tombe, Plutarque qui relata sa vie, Léonard de Vinci, et plus tard Auguste Comte ont perpétué, enrichi les contes et légendes d'Archimède.

À l'instar de tous les grands savants, la mémoire collective a associé une phrase, une fable transformant le découvreur en héros mythique : à Newton est associée la pomme, à Pasteur le petit Joseph Meister, à Albert Einstein la formule $E = mc^2$. Pour Archimède, ce sera la phrase Eurêka ! (en grec : j'ai trouvé !) prononcée en courant nu à travers les rues de la ville alors qu'il venait de trouver l'explication de la poussée du même nom. Archimède venait enfin de trouver la solution à son problème : En effet, il était courant à cette époque que les rois en manque d'argent fondent leurs bijoux en or et découvrent que les présents qui leurs avaient été fait n'étaient en réalité que du plomb plaqué or ou un mélange d'or-argent ! Le roi avait chargé Archimède de trouver un moyen pour déjouer cette fraude[5]. C'est dans sa baignoire, alors qu'il cherchait depuis longtemps, qu'il trouva la solution, d'où sa joie ! Il put mesurer le volume de la couronne par immersion dans l'eau puis la peser afin de comparer sa masse volumique à celle de l'or massif.

Le siège de Syracuse et les miroirs d'Archimède [modifier]

Utilisation du soleil pour défendre Syracuse

Utilisation du soleil pour défendre Syracuse

Lors de l'attaque de Syracuse, alors colonie grecque, par la flotte romaine, la légende veut qu'il ait mis au point des miroirs géants pour réfléchir et concentrer les rayons du soleil dans les voiles des navires romains et ainsi les enflammer. Cela semble scientifiquement peu probable car des miroirs suffisamment grands étaient techniquement inconcevables, le miroir argentique n'existant pas encore. Seuls des miroirs en bronze poli pouvaient être utilisés.

Une expérience menée par des étudiants du MIT en octobre 2005 semblait démontrer que cette hypothèse était réaliste. Le professeur David Wallace et ses étudiants parvinrent en effet à enflammer une reconstitution de bateau romain à 30 mètres de distance en dix minutes. Cependant, cette expérience avait été menée hors de l'eau, sur du bois sec, sur une cible immobile et à l'aide de miroirs ordinaires et non de miroirs en bronze comme ceux de l'époque d'Archimède.

L'expérience fut renouvelée lors de l'émission de télévision Mythbusters sur Discovery Channel en Janvier 2006 ; le professeur Wallace et l'équipe d'étudiants du MIT furent invités à prendre part à cette nouvelle tentative. Cependant, cette reconstitution fut recréée dans des conditions beaucoup plus réalistes et donna des résultats très différents.

Tout d'abord, l'équipe de Mythbusters choisit pour cible un véritable bateau, dont la coque était par conséquent gorgée d'humidité. Ensuite, les participants utilisèrent des miroirs de bronze poli, les seuls disponibles à l'époque d'Archimède. Après plusieurs essais à l'aide de différents miroirs, les participants furent incapables de bouter le feu au navire à 30 mètres de distance, réussissant simplement à faire fumer la coque sans qu'elle prenne feu. Une tentative menée sur les voiles du navire n'aboutit tout simplement à aucun résultat, les voiles blanches renvoyant la chaleur des rayons lumineux et sortant constamment du foyer en raison du vent.

Enfin, une nouvelle tentative à 20 mètres à l'aide de miroirs ordinaires et sur un navire toujours immobile parvint à enflammer péniblement la coque après quelques minutes.

Les nombreuses difficultés rencontrées lors de l'expérience montrent selon toute vraisemblance que la légende des miroirs d'Archimède est irréaliste. Plusieurs facteurs tendent à prouver cela :

- * Syracuse fait face à la mer par l'Est, ce qui aurait forcé Archimède à utiliser les rayons du soleil du matin, moins puissants que ceux de midi.
- * Les miroirs ne peuvent fonctionner que lorsque le soleil est visible, ce qui rend cette « arme » peu fiable car entièrement à la merci de l'état du ciel.
- * Les navires romains étaient vraisemblablement en mouvement, ce qui complique fortement la tâche pour trouver le foyer. Pour être efficaces, les miroirs auraient dû fonctionner très rapidement, ce qui ne fut pas le cas lors de la reconstitution.
- * Les voiles n'auraient pas pu être prises pour cible, car leur couleur claire renvoie mieux les rayons lumineux et ne concentre pas la chaleur aussi bien que la coque ; de plus, les voiles sont constamment en mouvement à cause du vent et par conséquent, sortent sans cesse du foyer.
- * Historiquement, il n'est fait mention de l'utilisation de miroirs lors du siège de Syracuse que 800 ans après les faits, ce qui rend l'anecdote assez douteuse[6]. Plusieurs auteurs plus anciens relatant cet épisode ne mentionnent ni les miroirs, ni même l'incendie des navires romains. L'historien Tite-Live (XXIV-34) décrit le rôle important d'Archimède comme ingénieur dans la défense de sa ville (aménagement des remparts, construction de meurtrières, construction de petits scorpions et différentes machines de guerre), mais il ne dit pas un mot de ces fameux miroirs. De même, il raconte la prise de Syracuse, organisée pendant la nuit non par crainte du soleil, mais pour profiter du relâchement

général lors de trois jours de festivités (généreusement arrosées) en l'honneur de la déesse Diane. (XXV-23)

* L'utilisation de miroirs mobiliserait un grand nombre de personnes pour des résultats peu probants. 300 miroirs furent ainsi utilisés pour la reconstitution lors de l'émission, et à la fin de l'émission, un vent assez faible en renversa un grand nombre, dont plusieurs furent brisés par la chute.

Les organisateurs et les participants à l'émission en conclurent que les miroirs d'Archimède utilisés pendant le siège de Syracuse n'étaient qu'un mythe.

La mort d'Archimède

En -212, après plusieurs années de siège, les Romains auraient alors attendu une journée nuageuse pour s'emparer de Syracuse et la piller. Le général Marcellus souhaitait néanmoins épargner le savant. Malheureusement, selon Plutarque[7], un soldat romain croisa Archimède alors que celui-ci traçait des figures géométriques sur le sol, non conscient de la prise de la ville par l'ennemi. Troublé dans sa concentration par le soldat, Archimède lui aurait lancé « Ne dérange pas mes cercles ! » ("Μη μου τους κύκλους τάραττε !"). Le soldat vexé de ne pas voir obtempérer le vieillard de 75 ans, l'aurait alors tué d'un coup d'épée. En hommage à son génie, Marcellus lui fit de grandes funérailles et fit dresser un tombeau décoré de sculptures représentant les travaux du disparu.

Traités

Archimède a écrit plusieurs traités, dont douze nous sont parvenus. On suppose que trois ou quatre ont été perdus.

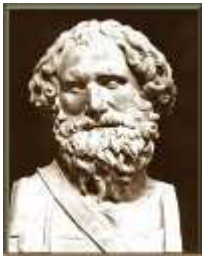
- * De l'équilibre des figures planes, livre I.
- * La Quadrature de la parabole.
- * De l'équilibre des figures planes, livre II.
- * De la sphère et du cylindre, livres I et II.
- * Des spirales.
- * Sur les conoïdes et les sphéroïdes.
- * Des corps flottants, livres I et II.
- * De la mesure du cercle.
- * L'arénaire.
- * La catoptique
- * De la méthode.

Citations

- * « Eurêka ! » (j'ai trouvé !), prononcé d'après la légende lorsqu'Archimède découvrit son célèbre principe.
- * « Donnez moi un point d'appui et un levier et je soulèverai la Terre. »
- * « Ne dérange pas mes cercles ! », prononcé devant un soldat romain qui le déconcentrait peu après la prise de Syracuse. De rage, le soldat le tua.

Introduction

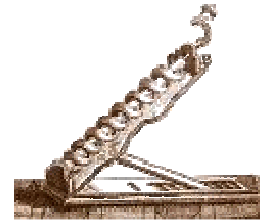
L'histoire des sciences est jalonnée de découvertes essentielles qui ont modifié le savoir des hommes, leur vision du monde, ou tout simplement leur vie quotidienne. A chacune de ces découvertes est lié un personnage auquel ses admirateurs, la rumeur populaire ont associé une phrase, une fable transformant le découvreur en **héros mythique**. La mémoire collective perpétue ainsi les **légendes** édifiantes de **Newton** et de sa pomme, de **Galilée** et de «et pourtant elle tourne», de **Pasteur** et du petit Joseph Meister; on assiste plus près de nous à la transformation en héros scientifiques de **Marie Curie** dans son laboratoire miteux et d' **Albert Einstein** immortalisé autant par son poster que par sa formule (dont le sens est plus que relatif pour beaucoup).



Buste (imaginaire)
d'Archimède - Musée National
de Naples

Un des premiers savants légendaires est sans doute **Archimède** indissociable de sa baignoire et d'eureka. Son appartenance à la Grande Grèce a sans doute favorisé sa semi-déification et contribué à l'élaboration de sa légende.

Ses admirateurs parmi lesquels Cicéron qui découvrit sa tombe, Plutarque, Léonard de Vinci, et plus tard Auguste Comte ont perpétué, enrichi les contes et légendes d'Archimède.



Vis d'Archimède (cochlea) -
gravure du XVIIIe siècle
(abbé Nollet)

Les certitudes concernant sa vie

- Archimède a vécu à Syracuse, opulente cité de Sicile qui faisait partie de la grande Grèce.
- C'était un ami du roi Hiéron.
- Il est mort âgé de 75 ans au cours du siège de Syracuse sous les coups d'un soldat romain.
- C'était un savant semblable à ceux qui ont pu exister jusqu'au XVIII^{ème} siècle, c'est dire à la fois physicien, mathématicien, ingénieur et philosophe. En mathématiques, il perfectionna le système de numération des Grecs, permettant d'exprimer un nombre aussi grand que l'on veut. Il développa la géométrie d'Euclide (volumes de la sphère, du cylindre; coniques, spirales,...). Il donna un procédé pour calculer π avec autant de précision que l'on veut. Il procéda à de véritables intégrations. Dans le domaine pratique, il imagina, entre autres, la vis sans fin qui porte son nom.
- Il a écrit plusieurs ouvrages, douze nous sont parvenus, on suppose que trois ou quatre ont été perdus. Il a écrit le premier traité scientifique de **statique** avec le principe du levier et les bases de l'**hydrostatique** qui porte son nom.

Les suppositions

- On ignore tout ce qui concerne sa vie personnelle, même la date de sa naissance (qu'on peut cependant calculer par différence: 287 av.JC); en effet, sa biographie, attribuée à Héraclite, a disparu.
- Tous les « portraits » le représentant sous les traits d'un vieillard barbu ou sous ceux d'un homme plus jeune courant dans les rues dans le plus simple appareil datent au mieux du XV^{ème} siècle.

- Il est possible qu'il ait effectué un voyage à Alexandrie, ville grecque d'Egypte, capitale intellectuelle, siège d'une immense bibliothèque. Sinon il a pu avoir une correspondance avec des savants résidant dans cette ville (Euclide fut sans doute un de ses maîtres).
- Les circonstances exactes de sa mort restent assez floues, Plutarque en donne trois versions plus ou moins édifiantes.

Les recherches et les découvertes d'Archimède en mathématiques et en physique ont été à l'origine d'autres études, et quelques unes sont au programme de nos lycées et collèges comme par exemple la mesure du volume par déplacement d'eau qui correspond au plus célèbre conte concernant Archimède.

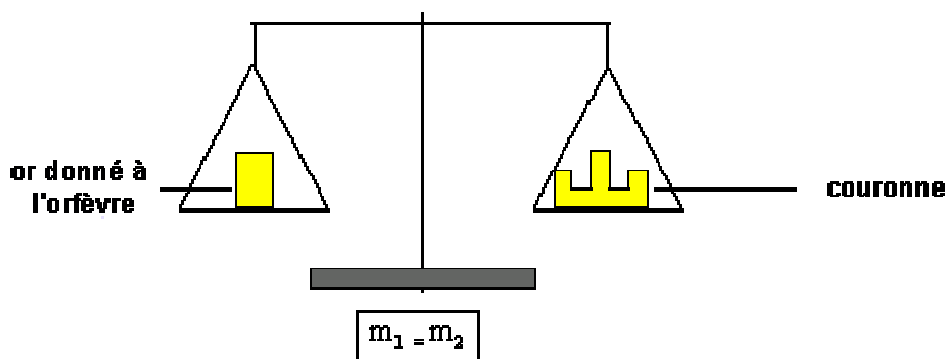
[ARCHIMEDE](#) | [L'HYDROSTATIQUE](#) | [LE PRINCIPE D'ARCHIMEDE](#) | [LA MECANIQUE](#) | [L'OPTIQUE](#)

De la légende à la physique à l'école:

L'hydrostatique

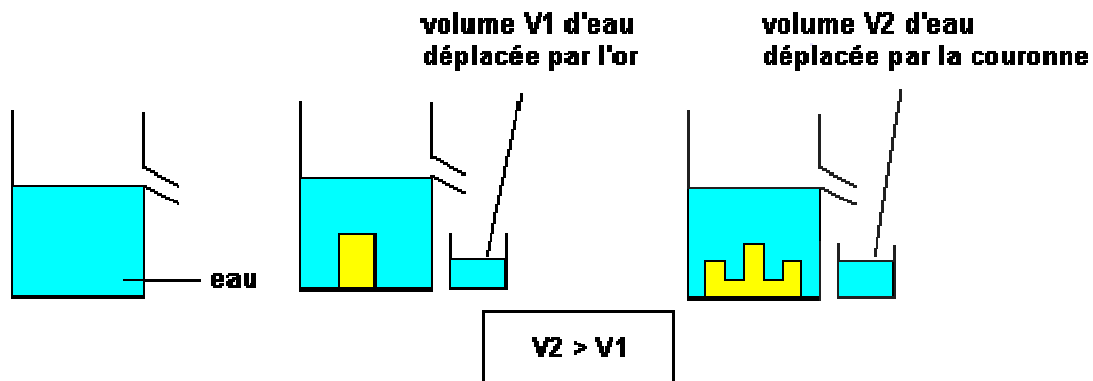
La couronne, le roi et le faussaire.

Un beau jour, le roi commanda une couronne en or pour l'offrir aux dieux, il donna à l'orfèvre la **masse d'or** nécessaire à la fabrication. La couronne réalisée était superbe, elle fut pesée, **sa masse était identique à celle de l'or donné.**



Pourtant le roi avait un doute la couronne ne semblait pas faite d'or pur. Il demanda à son ami Archimède de s'en assurer mais sans détruire l'ouvrage donc sans le fondre ni le scier. Archimède chercha, chercha mais la notion de **volume** et à qui plus est la **mesure du volume** d'un **solide de forme complexe** ne faisait pas partie des connaissances scientifiques de l'époque.

Comme ses contemporains Archimède était amateur de bains, en se plongeant dans une baignoire pleine il constata que celle-ci débordait et... Eurê Eurêka!, il avait trouvé: le problème était résolu. Il sauta hors de son bain, courut tout nu dans les rues pour annoncer sa découverte, il allait pouvoir **mesurer le volume** de la couronne et celui de l'or donné **par déplacement d'eau.**



La couronne avait un **volume supérieur** à celui de l'or donné, elle contenait donc un **autre métal** en l'occurrence de l'argent, qui pour un même volume a une masse plus faible que l'or. La notion de **masse volumique** entraine dans l'histoire.

On dit maintenant que 1 m^3 d'or a une masse de 19300 kg et que 1 m^3 d'argent a une masse de 10500 kg.

Le roi s'était bel et bien fait avoir, l'orfèvre avait gardé une partie de l'or mais l'histoire ne dit pas ce qui advint de lui.

[ARCHIMEDE](#) | [L'HYDROSTATIQUE](#) | [LE PRINCIPE D'ARCHIMEDE](#) | [LA MECANIQUE](#) | [L'OPTIQUE](#)

Le principe d'Archimède

Pour l'énoncé «habituel» du **principe d'Archimède**, cliquez [ICI](#).

Le fameux principe devenu loi ou théorème a en fait été démontré au XVIème siècle. Son énoncé figure dans un des ouvrages d'Archimède: « **Le Traité des corps flottants** »

Proposition III: *Un solide de même volume et de même poids (en fait de même masse volumique) que le liquide dans lequel il est abandonné y enfoncera de façon à n'émerger nullement au-dessus de la surface, mais à ne pas descendre plus bas.*

Proposition IV: *Tout corps plus léger que le liquide où il est abandonné ne sera pas complètement immergé, mais restera en partie au-dessus de la surface du liquide.*

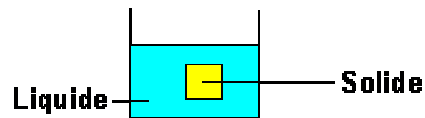
Proposition V: *Un solide plus léger que le liquide dans lequel on l'abandonne y enfonce de telle façon qu'un volume de liquide égal à la partie immergée ait le même poids que le solide entier.*

Proposition VI: *Lorsqu'un corps est plus léger que le liquide où on l'enfonce et remonte à la surface, la force qui pousse en haut ce corps a pour mesure la quantité dont le poids d'un égal volume de liquide surpasse le poids même du corps.*

Proposition VII: *Un corps plus lourd que le liquide où on l'abandonne descendra au fond et son poids, dans le liquide, diminuera d'une quantité mesurée, par ce que pèse un volume de liquide égal à celui du corps.*

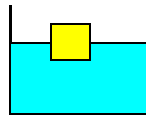
Soit en schémas:

Proposition III



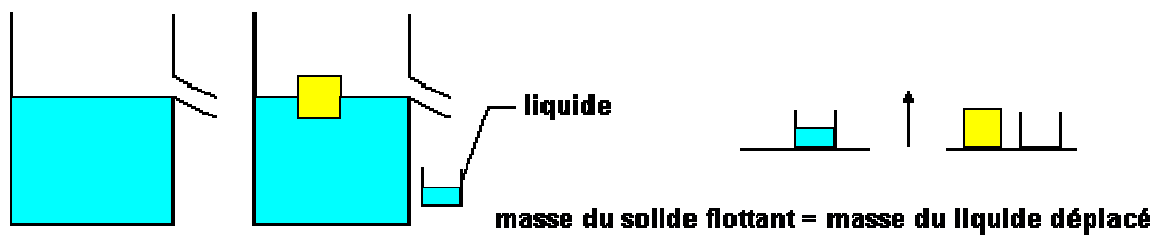
Masse volumique du solide = masse volumique du liquide:
le solide reste en équilibre au sein du liquide où on l'a mis.

Proposition IV

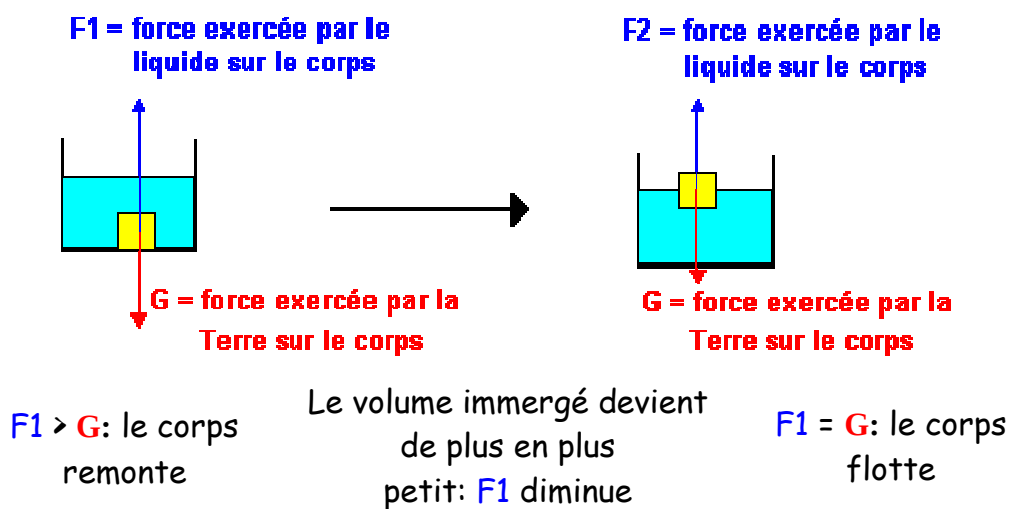


Masse volumique du solide < masse volumique du liquide:
le solide flotte sur le liquide.

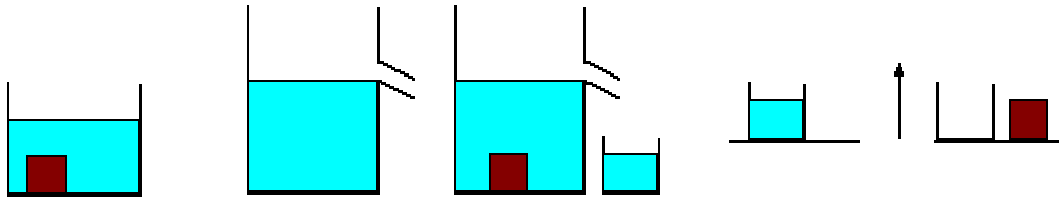
Proposition V



Proposition VI



Proposition VII



Masse volumique du **solide** > masse
volumique du liquide:
le **solide** coule

Masse totale du **solide** = masse du
liquide déplacé



EXPERIENCES, FORMULES et PRINCIPE D'ARCHIMEDE

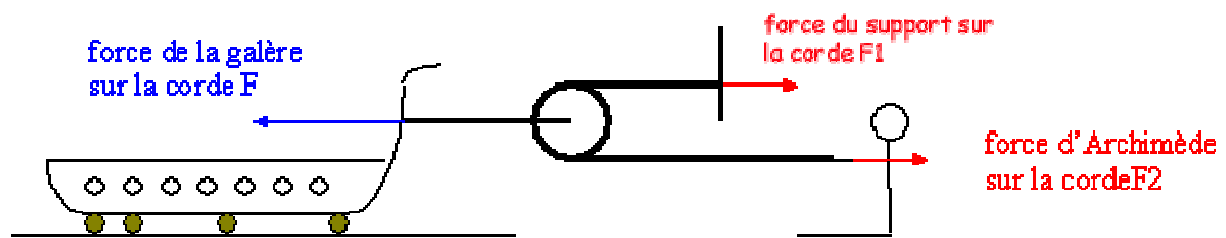
ARCHIMEDE | L'HYDROSTATIQUE | LE PRINCIPE D'ARCHIMEDE | LA
MECANIQUE | L'OPTIQUE

La mécanique et surtout la statique

Autre phrase associée à la légende d'Archimède est le fameux « **donnez-moi un levier et je soulèverai le monde** ». L'ambition du savant était en effet de déplacer des grandes masses à partir de petites.

Le déplacement de la galère

Pour prouver au Roi la véracité de son affirmation Archimède lui proposa de déplacer une galère chargée, de plus, sur la terre ferme; ce qui fut dit fut fait. A Syracuse, Archimède, assis, déplaça la galère d'une main en s'aidant sans doute d'un **palan**.



$$F = F1 + F2$$

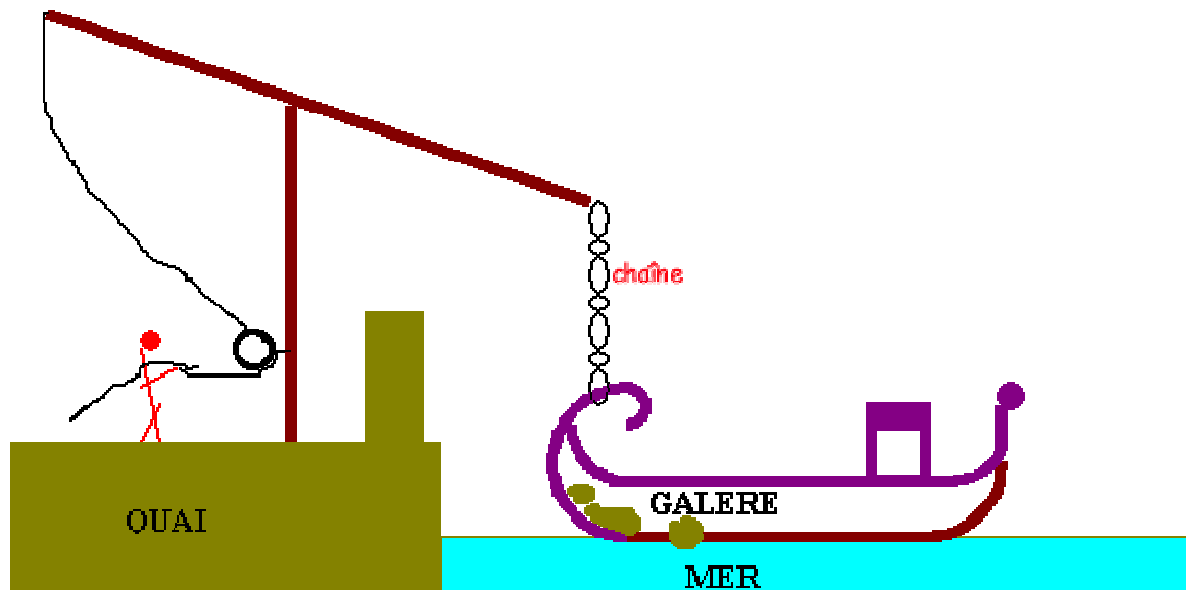
Cette simple **poulie** permet de **diviser par deux l'effort** à effectuer pour tirer l'objet, il faut cependant **tirer deux fois plus de corde** que la distance du déplacement souhaité et il faut trouver un bon **point d'ancrage**. En rajoutant des poulies on continue à diviser l'action à exercer.



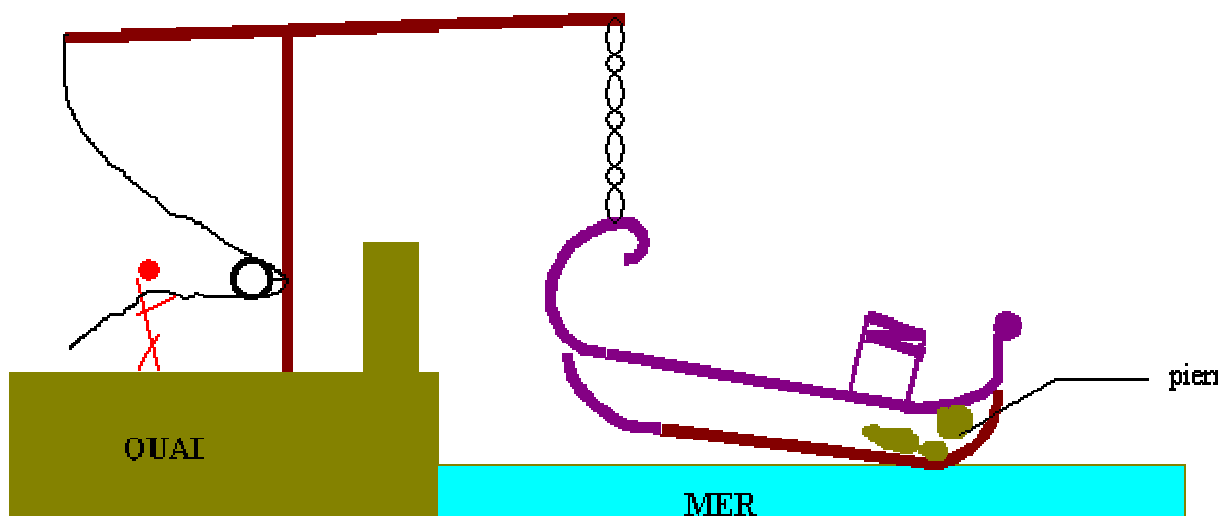
ANIMATION INTERACTIVE (les systèmes de poulies)

Une autre histoire de galère

Au cours des conflits qui opposèrent Syracuse à Rome, on prêta à Archimède l'invention de nombreuses machines guerrières plus machiavéliques les unes que les autres comme des machines à lancer des flèches et «les mains de fer» qui soulevaient les bateaux et dont le principe basé sur les **leviers** a été repris au Moyen-Age et à la Renaissance.



Après avoir été bombardée de pierres, ce qui obligeait l'équipage à refluer vers l'arrière du bateau, la galère était soulevée par un **levier** associé à une **poulie** (la force à déployer était donc divisée).



La chaîne était alors détachée et la galère déséquilibrée s'enfonçait.

On trouve dans l'un des ouvrages d'Archimède: «De l'équilibre des plans» la **loi des leviers**:

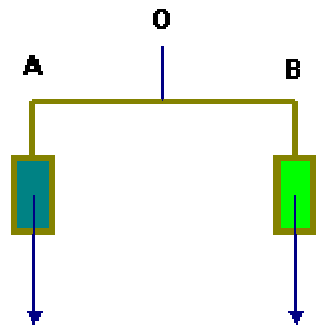
Proposition I: Des poids qui s'équilibrent à des distances égales sont égaux

Proposition II: Des poids inégaux s'équilibreront à des distances inégales, et le plus grand sera situé à la plus petite distance.

Proposition III: Des grandeurs quelconques s'équilibrent à des distances inversement proportionnelles à leur poids.

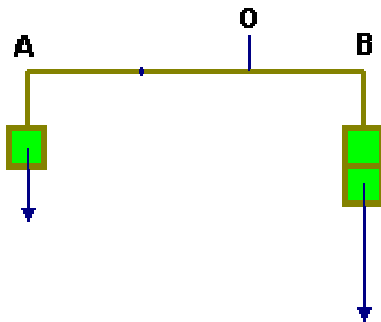
Soit en schémas:

Proposition I



distance OA = distance OB
poids en B = poids en A

Proposition II et Proposition III



distance OA = 2 X distance OB
poids en B = 2 X poids en A

C'est le principe de la **balance** dite **romaine**.



ANIMATION INTERACTIVE (la loi du levier)

[ARCHIMEDE](#) | [L'HYDROSTATIQUE](#) | [LE PRINCIPE D'ARCHIMEDE](#) | [LA MECANIQUE](#) | [L'OPTIQUE](#)

L'optique

La plus controversée des légendes d'Archimède est sans doute l'incendie de la flotte romaine par des **miroirs**. On a tenté de renouveler l'expérience sans succès, et on suppose que cette histoire est plus de «l'intox que de l'info». mais on ne prête qu'aux riches!

ARCHIMEDE et son «PRINCIPE»: le principe d'Archimède

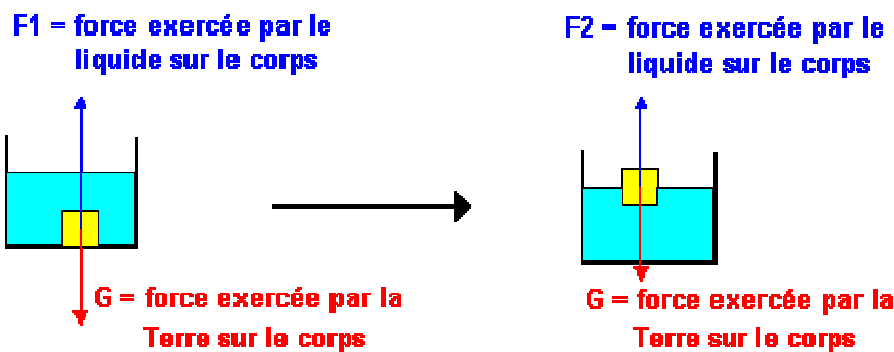
Introduction

La page [ARCHIMEDE, LEGENDE OU REALITE](#) vous présente la plupart des découvertes scientifiques de ce grand personnage quasi mythique. Ce que l'on retient surtout de son oeuvre, c'est l'énoncé du fameux «principe d'archimède» parfois bien connu des étudiants mais souvent mal compris par ceux-ci et la plupart des gens.

Archimède a surtout compris et appliqué la notion de masse volumique pour confondre, selon la légende, le faussaire à la cour du roi Hieron de Syracuse. Ce n'est donc pas notre grand savant qui a rédigé le principe qui porte son nom.

Rappels

Tout corps plongé dans un fluide (liquide ou gaz) a un poids apparent plus faible que son **poids réel** G , c'est-à-dire la force exercée par notre planète sur ce corps.



La force F_1 , lorsque ce corps est immergé, a une intensité plus élevée que la force G exercée sur le corps par la Terre: il monte jusqu'au moment où ces deux forces ont la même intensité, elles s'annulent ($F_2 = G$) et le corps flotte. Notez que la force G peut avoir une intensité plus élevée que F_1 , le corps ne monte pas, il a seulement un poids apparent plus faible que son poids réel G .

Il existe donc une **force exercée par le fluide** qui pousse ce corps vers le haut, c'est cette force qui est appelée poussée d'Archimède et est notée F_A (une poussée est une force, pas une pression).

Si le poids du corps est noté G et si son poids apparent est noté G_{app} , nous avons la formule:

$$G_{app} = G - F_A$$

ou

$$F_A = G - G_{app}$$

Si le corps flotte ou est en équilibre dans un fluide, son poids apparent G_{app} est nul et nous obtenons la formule:

$$\text{Corps flottant: } F_A = G$$

Quels sont les facteurs significatifs de la poussée d'Archimède F_A ?

Avec l'expérience ci-dessous, vous pouvez faire varier divers paramètres et noter les variations de l'intensité de la **poussée d'Archimède** en fonction des valeurs que vous attribuez

à ceux-ci. Pour **déplacer le dynamomètre**, placez le curseur sur son anneau puis cliquez-déplacez l'objet verticalement.



Entraînez-vous. Lorsque vous **changez la valeur d'un paramètre**, appuyez sur la touche [ENTER]. Réalisez un tableau montrant l'influence des différents facteurs.

N.B.: dans le SI (Système International) on ne parle pas de densité, mais de masse volumique (ρ) exprimée en kg/m^3 et non pas en g/cm^3 : concrètement, vous devez multiplier par 1000 la densité du corps pour obtenir sa masse volumique; rappelons que les longueurs doivent être exprimées en m, les aires (surfaces) en m^2 et les volumes en m^3 . Soyez vigilants!

Je vous aide un peu:

- La poussée d'Archimède **varie** en fonction du volume immergé (V_i) du corps, de la masse volumique (ρ) du fluide,...
- La poussée d'Archimède **ne varie pas** avec la profondeur (h) d'immersion lorsque le corps est totalement immergé, ce qui est étonnant (la pression n'est donc pas un facteur significatif de la poussée d'Archimède),...

Le principe d'Archimède

Enoncé:

Tout corps plongé dans un fluide reçoit de la part de ce fluide une **force** (poussée) verticale, vers le haut dont l'intensité est égale au poids du volume de fluide déplacé (ce volume est donc égal au volume immergé du corps).

Formules:

$$F_A = \rho_{\text{fluide}} \cdot V_i \cdot g$$

$$F_A = G - G_{\text{app}}$$

Légende des symboles et leur [unité SI]:

F_A	→	poussée (ou force) d'Archimède en [N]
ρ_{fluide}	→	masse volumique du fluide en $[\text{kg/m}^3]$
V_i	→	volume immergé du corps en $[\text{m}^3]$
g	→	gravité en $[\text{N/kg}]$ (ou accélération de la pesanteur en $[\text{m/s}^2]$)
G	→	poids du corps en [N]
G_{app}	→	poids apparent du corps en [N]

Archimède

qui est Archimède ? - le mathématicien - le physicien -
l'ingénieur - ses oeuvres

Qui est Archimède ?

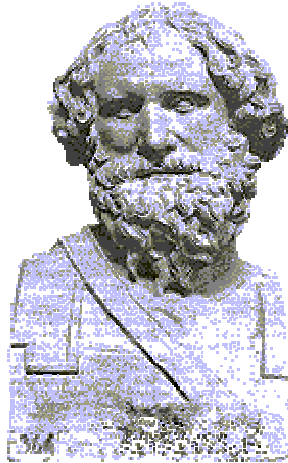


gravure du XVIe siècle (bibliothèque nationale de Paris)

☀ Archimède, fils de l'astronome Phidias (ce dernier a déterminé que le périmètre du Soleil est douze fois plus grand que celui de la Terre) , est un Grec né à Syracuse, en 287 avant JC.

Celui qui nous permet de retrouver sa date de naissance est le poète du XIIe siècle Tzetzes qui nous dit qu'Archimède a vécu jusqu'à l'âge de 75 ans ; comme la date de sa mort nous est connue avec certitude , on en déduit donc l'année de sa naissance .

Tous les portraits le représentent sous la forme d'un vieillard barbu ou sous les traits d'un homme plus jeune courant dans les rues .



Statue du National Museum de Naples

☀ La légende raconte que lorsque les troupes du consul romain Marcellus (homme politique et général romain) envahirent Syracuse , il était occupé à résoudre un problème de géométrie .Un soldat romain entra dans sa maison , lui demandant de le suivre ; mais Archimède lui ordonna d'attendre qu'il eût fini de résoudre son problème .Le soldat le transperça alors d'un coup de glaive (alors que Marcellus avait demandé qu'on l'épargnât) en 212 avant JC. Marcellus ordonna des funérailles en hommage à ce grand savant

☀ Il passa sa vie à Syracuse en Sicile . Issu d'une famille aisée ,sans être très riche , il a pu se consacrer à la science sans avoir à travailler pour subvenir à ses besoins .

☀ Formé en Égypte, par des élèves de l'école Euclidienne, il a intégré puis dépassé les principes d'[Euclide](#)

Ses travaux mathématiques furent longtemps méconnus du XVIIe jusqu'au XIXe siècle . Pascal , Monge et Carnot fondèrent une partie de leurs travaux sur ceux d'Archimède .

Il fut déjà très célèbre de son vivant comme ingénieur mais restera très en avance sur son temps ; il est le premier vulgarisateur des mathématiques car il met en application des principes pour réaliser des inventions .

Qu'a-t-il trouvé en tant que mathématicien ?



Il mit au point une méthode pour calculer une bonne approximation du nombre pi.

Il faut cependant noter que pour Archimède , le nombre pi n'avait pas le statut de nombre , c'était seulement le rapport entre le périmètre du cercle et le diamètre.



Il a montré que la **surface d'une sphère** est quatre fois celle de son grand cercle .

Il a montré qu'une sphère inscrite dans un cylindre occupe les deux-tiers de son volume .

Il a montré que la surface de la sphère est égale aux deux-tiers de celle du cylindre.

Selon lui , c'est Eudoxe de Cnide qui a le premier montré que le volume d'un cône est égal au tiers du volume d'un cylindre de même base et de même hauteur .



Il démontre trois propriétés importantes dans " La mesure du cercle " :

"Tout cercle est équivalent à un triangle dont la hauteur et la base sont le rayon et la circonférence."

" le rapport du cercle au carré circonscrit est proche de celui de 11 à 14 " .

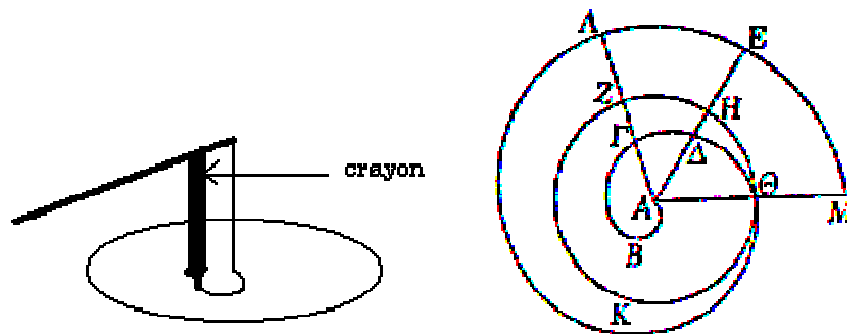
" Le périmètre de tout cercle est égal au triple du diamètre augmenté d'un segment compris entre les dix soixante et onzièmes et le septième du diamètre " . (Il fixe comme valeur approchée de)



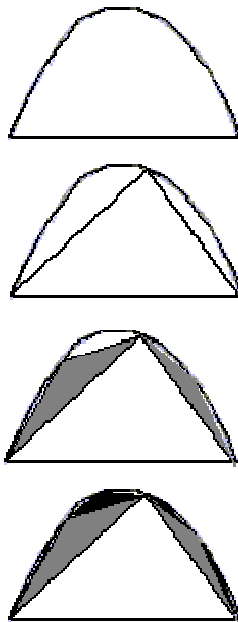
la spirale d'Archimède : Prenons un grand plateau circulaire qui tourne autour de son centre à vitesse constante. On y place dessus une feuille de papier . A la verticale du centre , on y plante une tige de métal. On fixe un rail électrique horizontal où on y accroche un crayon à la verticale . La pointe du crayon frôle le plateau et se

déplace du centre vers l'extérieur du plateau à vitesse constante. La courbe obtenue sur la feuille est la spirale d'Archimède .

Mathématiquement , elle est définie comme le lieu géométrique d'un point M qui parcourt une demi-droite avec une vitesse constante , elle-même à vitesse angulaire constante. Elle a pour équation polaire : $r = a \theta$



La parabole : Il a mesuré la surface de la parabole en utilisant la notion d'infini . Il inscrit un triangle dans la parabole. Dans les deux petits espaces restants , il inscrit deux autres triangles .Il restait quatre trous à combler avec d'autres trianglesLes surfaces des triangles s'approchaient vite de zéro.Archimède fit la somme des surfaces de l'infinité des triangles et trouva la surface de la parabole .



Qu'a-t-il trouvé en tant que physicien?



"La poussée d'Archimède": Tout corps plongé dans un liquide subit de la part de celui-ci , une poussée exercée du bas vers le haut , et égale , en intensité , au poids du liquide déplacé" .

Le roi Hiéron avait un diadème mais il n'était pas sûr que le bijoutier n'avait pas travaillé avec d'autres matériaux que de l'or pur. Il demanda donc à Archimède de s'en assurer sans détruire sa couronne. Ce dernier, lors d'un bain , prend conscience de la poussée de l'eau en fonction de la densité des matériaux et concrétise une méthode pour rassurer Hiéron.

(La légende dit qu'il serait sorti de l'eau tout nu en criant : « eurêka », (j'ai trouvé !) et qu'il aurait traversé la ville en oubliant de s'habiller pour faire part de sa découverte au roi .)

Il mit la couronne dans de l'eau (soit V_1 ce volume) , puis il mit la masse d'or nécessaire à la fabrication de la couronne dans ce même volume d'eau (soit V_2 ce volume) , et il remarqua de $V_2 > V_1$. La couronne contenait donc un autre métal que l'argent , le roi avait donc raison de douter de l'honnêteté du bijoutier.

La notion de masse volumique entraine ainsi dans l'histoire.



Les corps flottants : un objet plongé dans un liquide a tendance à s'enfoncer sous l'effet de son poids ; mais le liquide résiste en poussant l'objet vers le haut . Pour savoir si un objet flotte ou coule , il faut comparer le poids de l'objet et la poussée opposée par le liquide. Archimède a établi que cette poussée est aussi puissante que le poids du volume de liquide déplacé .

Un caillou est plus lourd qu'un volume égal d'eau donc il coule.

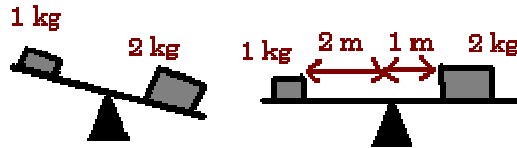
Un ballon est plus léger qu'un volume égal d'eau donc il flotte.

La loi d'Archimède permet même de savoir à quelle vitesse le caillou coule ou jusqu'où le ballon s'enfonce.

Combiné à une étude des centres de gravité , son principe lui permet d'expliquer des phénomènes très utiles en navigation .



Les lois du levier : il pouvait , en appliquant sa théorie , construire des machines capables de soulever des poids très lourds . Son étude se base sur le principe de l'équilibre de deux objets posés de chaque côté d'une balance : pour rester en équilibre , il faut mettre l'objet le plus lourd plus près du milieu . Si par exemple , un objet est deux fois plus lourd qu'un autre , il devra être placé deux fois plus près du milieu . Archimède a donc construit une théorie mathématique de l'équilibre de deux corps , basée sur la notion de centre de gravité . Il est donc le **précurseur du barycentre de deux points**.



Une telle théorie constitue aujourd'hui les bases de la partie de la mécanique appelée "la statique".

Qu'a-t-il trouvé en tant qu'ingénieur ?

Archimède devint ingénieur au service du roi Hiéron : il appliqua ses connaissances à la construction de machines . Il a laissé peu de documents sur ses inventions car il n'y voyait que de simples jeux de géométrie appliquée . Les renseignements obtenus viennent de récits relatés par d'autres .



Les machines de traction : il releva un défi de manier seul une galère qui demande en général une douzaine d'hommes.

Grâce à un système ingénieux de poulies, leviers et palans, il réussit à prouver qu'une petite force peut déplacer quelque chose de très gros, contrairement à ce qu'avait affirmé Aristote.

La roi Hiéron ,aurait donc pu , seul , mettre à l'eau un navire de trois mâts avec à bord tout son chargement .Après cet exploit , Archimède lui aurait dit : « Donnez-moi un point d'appui et je soulèverai le monde ».(NB : selon les ouvrages , on peut trouver le mot "Terre" à la place de "monde")

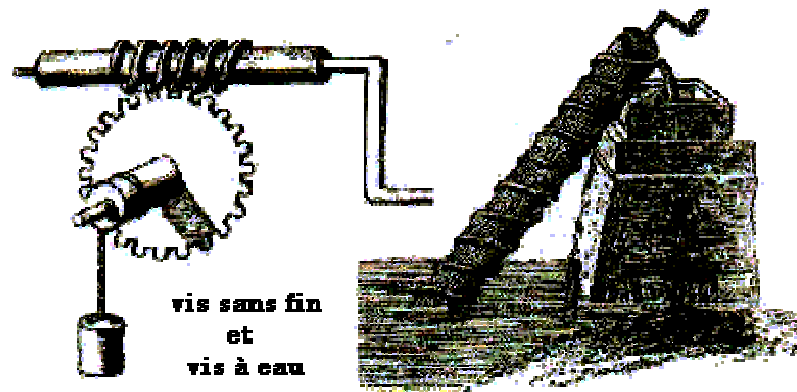
Il eut l'idée des meurtrières : il fit tailler dans la muraille des trous de la largeur de la main pour permettre aux archers de tirer leurs flèches tout en se protégeant .

Il construisit d'immenses mains de fer retenues par des chaînes , qu'il faisait tomber sur les navires ennemis .Grâce aux poulies , leviers et contrepoids , celle-ci aggripe le navire . Le tout était remonté hors de l'eau .Il desserrait ensuite la main et lâchait le navire qui , soit coulait , soit se brisait sur les rochers.

L'ingéniosité d'Archimède dérouta l'armée romaine qui dut se replier.



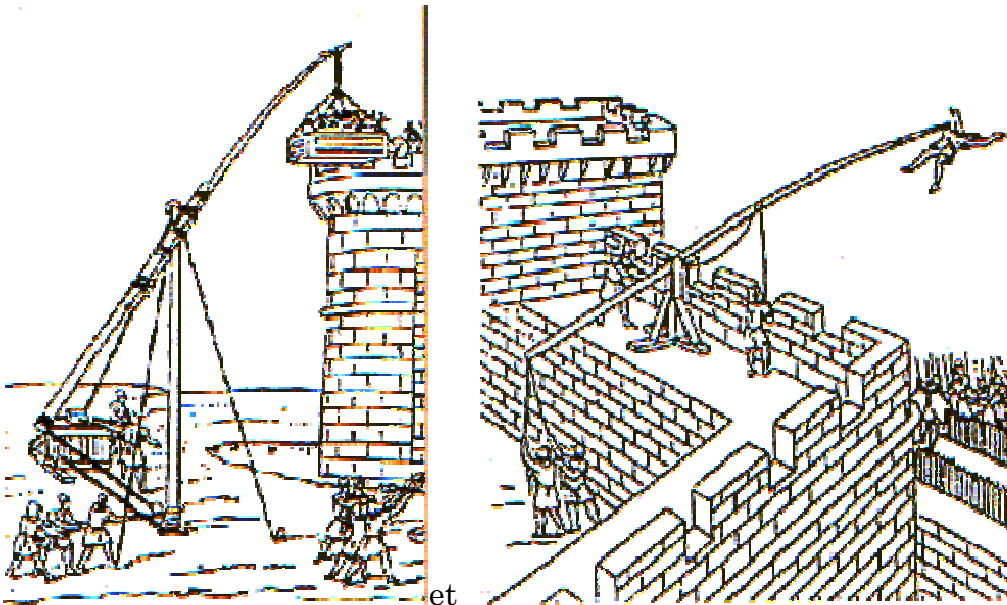
Il a créé la **vis sans fin** : la vis sans fin permet de ramener à la surface de l'eau souterraine . Il aurait mis au point cette invention lors d'un voyage en Egypte . Plusieurs historiens de l'Antiquité racontent comment les habitants du bord du Nil arrosaient leurs terrains grâce à cette vis , appelée aussi limaçon , en raison de sa forme .



Le principe de cette vis est utilisée pour les tire-bouchons , pour les vis ...

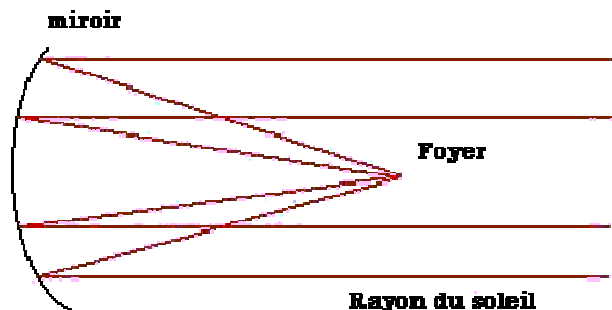
☀ **Le planétaire** : grâce à un système de roues dentées , il a construit une reproduction miniature de l'Univers . En actionnant cette machine , les astres (Soleil , Lune ainsi que la plupart des planètes connues à l'époque) se déplacent en reproduisant leurs mouvements réels dans le ciel .

☀ **Les machines de guerre** : il mit au point une série de catapultes pendant le siège de Syracuse (afin que les Syracusains puissent défendre la ville contre les Romains) sur le principe des leviers. Ces machines étaient capables de lancer sur les ennemis et leurs vaisseaux des pierres ou des boulets de plomb de poids gigantesques . Elles pouvaient également projeter des pluies de flèches . La puissance de ces jets était réglable et pouvait atteindre des cibles très éloignées ou très proches . Il a également mis au point d'énormes grues capables de soulever les bateaux romains .





Il mit au point des **miroirs paraboliques** pour brûler les vaisseaux ennemis qui attaquaient la ville . La parabole renvoie la lumière en la concentrant en un point appelé foyer (le feu).



Ses oeuvres

Il écrivit des ouvrages :

- « De l'équilibre des corps flottant »
- « De l'équilibre des figures planes » sur la théorie mécanique
- « la quadrature de la parabole »
- « De la sphère et de la boule » traitant de mathématique pure. Ce dernier ouvrage détermine la surface de la sphère en fonction du Rayon, la surface latérale d'un cône à partir de la surface du cercle de base.

Il écrivit également les livres :

- « sur les spirales » (la spirale dite d'Archimède car il en existe plusieurs...) ,
- « sur les conoïdes et les sphéroïdes » (volumes engendrés par des surfaces de révolution, des paraboles tournant autour de droite ou d'hyperbole)
- « la mesure du cercle » (il fournit une approximation numérique de pi pour le calcul de la surface et du périmètre d'un cercle qu'Euclide avait découvert) [Voir aussi dans histoire des notations : pi](#)
- « l'arénaire » (sur les nombres).
- « Le traité de la méthode » : sur la façon de découvrir les mathématiques. Ce livre ne fut que découvert en 1889 à Jérusalem.

- «sur le centre de gravité et les surfaces planes » : c'est le premier traité sur le calcul barycentrique(signifiant littéralement "centre lourd")