

MARCHER SUR LES EAUX

« Les taureaux et les chameaux y surnagent ! » : que suis-je ?

Plusieurs auteurs romains se sont montrés intéressés par le lac Asphaltites de Syrie (aujourd'hui, au niveau d'Israël, de la Jordanie et de la Palestine) : le naturaliste Pline l'Ancien (I^{er} s. av. J.-C.), le philosophe Sénèque (I^{er}-II^e s. apr. J.-C.) et l'historien Tacite (I^{er}-II^e s. apr. J.-C.) lui ont consacré quelques lignes.



Quosdam lacus esse, qui nandi imperitos ferant, notum est : erat in Sicilia, est adhuc in Syria **stagnum**, in quo **natant** lateres et **mergi** projecta non possunt, licet **gravia** sint. Hujus rei palam causa est : quamcumque vis rem expende et contra **aquam** statue, dummodo utriusque par sit modus : si aqua **gravior** est, **leviorem** rem, quam ipsa est, fert, et tanto supra se extollet quanto erit **levior** ; **graviora** descendunt. At si aquae et ejus rei, quam contra pensabis, par pondus erit, nec pessum ibit nec extabit sed exaequabitur aquae et **natabit** quidem sed paene **mersa** ac nulla **eminens** parte.

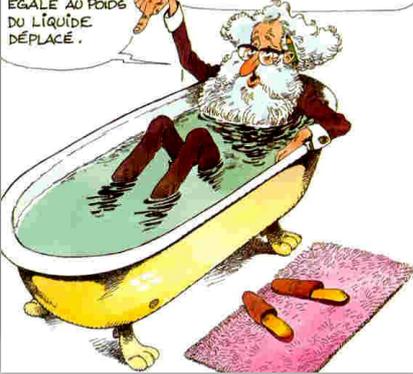
Hoc est cur quaedam tigna supra aquam paene tota efferantur, quaedam ad medium **submissa** sint, quaedam ad aequilibrium aquae descendant. Namque cum utriusque pondus par est, neutra res alteri cedit, **graviora** descendunt, **leviora** gestantur. Grave autem et **leve** est non aestimatione nostra, sed comparatione ejus, quo vehi debet.

On sait que l'eau de certains lacs soutient ceux qui ne savent pas nager. Il y avait en Sicile, et il y a encore en Syrie un lac où les briques surnagent, et où les corps pesants ne peuvent s'enfoncer. La raison en est facile à concevoir. Pesez un corps quelconque, et comparez son poids avec celui de l'eau, pourvu que de part et d'autre le volume soit égal : si c'est l'eau qui est la plus pesante, elle supportera le corps plus léger qu'elle, et l'élèvera à une hauteur proportionnée à sa légèreté ; si l'objet, au contraire, est plus pesant, il descendra ; si l'eau et le corps comparé sont de poids égaux, le corps ne s'élèvera ni ne s'abaissera, mais restera au niveau de l'eau, flottant à la vérité, mais presque enfoncé, et ne dépassant pas la surface du liquide.

Voilà pourquoi on voit flotter des poutres, les unes presque entièrement élevées sur l'eau, les autres à moitié submergées, d'autres en équilibre avec l'eau. En effet, quand le corps est égal en pesanteur à l'eau, ni l'un ni l'autre ne cède : quand il est plus pesant, il s'enfonce ; quand il est plus léger, il surnage. La pesanteur et la légèreté du corps ne sont point susceptibles d'être déterminées par nos mesures ; elles sont seulement relatives à la légèreté ou à la pesanteur du liquide qui doit le porter.

Si donc l'eau est plus pesante qu'un homme ou qu'une pierre, elle s'opposera à la submersion du solide plus léger qu'elle, et incapable de vaincre sa résistance : c'est ainsi que dans certains lacs les pierres mêmes ne peuvent aller à fond.

RETENONS : TOUT CORPS PLONGÉ DANS UN LIQUIDE SUBIT DE LA PART DE CELUI-CI UNE FORCE VERTICALE ÉGALE AU POIDS DU LIQUIDE DÉPLACÉ.



Itaque ubi aqua **gravior** est hominis corpore aut saxo, non sinit id, quo non vincitur, **mergi** : sic evenit, ut in quibusdam stagnis ne **lapides** quidem pessum eant.

Sénèque, *Questions naturelles*, III, XXV, 5-7

ILLUD SCRIPTUM LEGG. (Lis le texte latin ci-dessus.)

1. Résume la théorie évoquée et fais trois schémas (avec titres) pour illustrer les trois cas de figures proposés.
2. Retrouve la traduction des mots en gras en latin en t'aidant d'une réflexion étymologique : reproduis et complète le tableau ci-dessous en plaçant dans la colonne de gauche les mots en gras du texte.

mot latin	mot français issu de ce terme	traduction dans le texte
<i>stagnum</i>

3. Deux adjectifs sont fortement répétés dans le texte (ils sont encadrés) ; tu viens de comprendre que l'un signifie « lourd » et l'autre « léger », mais tous ne sont pas traduits ainsi ! Compare plus précisément les traductions et précise quelle différence sépare « *graviora* » de « *gravia* », ou « *leviora* » de « *levia* ».
4. Pourquoi, d'après toi, trois auteurs romains se sont-ils intéressés à ce lac ?
5. Sauras-tu retrouver le nom actuel de ce « lac » ? et celui du scientifique grec de Sicile qui a théorisé le principe physique décrit par Sénèque ?

Scénario : Emmanuel Deslouais Illustrations : Loïc Derrin pour SVJ

ARCHIMÈDE LE SAVANT JOUEUR

Passionné de colles scientifiques, le savant grec a fait de grandes découvertes... Dont celle de la célèbre poussée qui porte son nom.

Vers 257 avant J.-C. À l'approche de la côte égyptienne.

Enfin ! Alexandrie !

Après deux semaines de traversée en Méditerranée, Archimède, brillant mathématicien né en Sicile, arrive à Alexandrie, en Egypte. Cette ville grecque n'a pas un siècle, mais elle attire déjà tous les grands esprits.

Quelle chance de pouvoir venir étudier les mathématiques ici ! Dans ma bonne ville de Syracuse, il n'existe pas un enseignement aussi poussé.

À peine amarré au quai...

Ils vont prendre tous mes traités de géométrie... Comment les dissimuler ?

Trop tard pour les cacher ! Les rouleaux sont confisqués et confiés à la Grande Bibliothèque d'Alexandrie, rattachée au Musée*, où Archimède est hébergé durant son séjour. Il ne récupérera que des copies.

Dans l'enceinte du Musée. Face à Zénodote, directeur de la Bibliothèque.

Comment s'est passée ton arrivée à Alexandrie ?

Cet endroit est magnifique. J'ai juste été surpris qu'on prenne mes rouleaux...

C'est la règle ici. Ordre du roi Ptolémée ! Selon lui, c'est la meilleure façon de réunir un grand nombre d'ouvrages du monde entier.

*Un centre de recherche où l'on étudie toutes les sciences.

Archimède, je te présente deux brillants pensionnaires du Musée, qui partagent tes passions : Conon de Samos et Eratosthène de Cyrène.

Messieurs, voici Archimède, un brillant géomètre au service du roi Hiéron II de Syracuse. Il est ici en voyage d'étude.

Entouré des plus grands savants et de tous les ouvrages scientifiques de l'époque, Archimède étudie à fond les mathématiques. Il observe aussi les inventions de Ctésibios d'Alexandrie : catapultes, horloges à eau ou à musique... Il saura s'en souvenir plus tard.

Mais son esprit grand ouvert est déjà obsédé par un problème de géométrie corsé : la quadrature du cercle. En clair, comment construire, à la règle et au compas, un carré qui a la même surface qu'un cercle donné. Le but : trouver précisément la surface d'un cercle.

On sait calculer exactement le surface d'un carré. Mais avec le cercle, c'est une autre histoire...

Après quelque temps, Archimède regagne Syracuse sans avoir résolu le problème de la quadrature du cercle...

Archimède, tu as fréquenté les plus grands savants et engrangé bien des savoirs. Fais-en bon usage pour la grandeur de Syracuse. Car tu le sais, l'époque est agitée : les puissances de Rome et de Carthage se font la guerre.

Il est accueilli par son roi, Hiéron II.

Oui, mais jusqu'à quand ? Notre petit royaume ne contrôle qu'une partie de la Sicile... Et si les Romains et les Carthaginois devenaient plus gourmands ?

Mais nous restons alliés de Rome, n'est-ce pas ?

Hiéron est d'autant plus méfiant qu'à l'époque, les alliances changent très souvent. Pour protéger sa cité natale, Archimède organise le renforcement de la forteresse qui protège Syracuse et fait craquer de gigantesques fossés.

Sacré Archimède ! Il me demande de calculer le nombre de bouffes d'un troupeau imaginaire, en posant plus de huit inconnues... C'est impossible !

Au même moment, à Syracuse...

Pauvre Eratosthène ! Je lui en ai envoyé un problème dont je ne connais pas la réponse. Bah, cet exercice lui « musclera » l'esprit !

Si Archimède fait travailler les neurones de ses semblables, il se lance des défis tout aussi corsés.

Mes calculs sont formels : une sphère inscrite dans un cylindre occupe les deux tiers de son volume. Ce résultat m'a demandé des années de réflexion, je veux qu'on sculpte cette figure sur ma tombe.

Il découvre aussi une méthode pour calculer ce nombre aux propriétés étonnantes que, bien plus tard, on appellera pi.

C'est compris, maître.

Pourquoi de telles recherches ? Parce qu'elles sont toutes dirigées vers un même but : résoudre la question de la quadrature du cercle. Mais Archimède s'acharne... pour rien ! En effet, nous savons aujourd'hui que ce problème est insoluble.

À l'occasion d'une représentation théâtrale, le roi Hiéron sort Archimède de ses calculs.

Tu aimes les défis, Archimède ?

Oui, mon roi. Pourquoi m'avez-vous convié à cette représentation ?

J'ai commandé une couronne en or à mon orfèvre. Mais j'ai un doute : est-elle vraiment en or massif ?

Je vais trouver un moyen de la vérifier.

Mais oui, c'est évident... Un corps qu'on plonge dans l'eau subit une force opposée à son poids. Et l'intensité de cette force est égale au poids du volume d'eau déplacé.

Au palais de Hiéron.

Des jours, des semaines passent. Et un matin, en entrant dans son bain rempli à ras bord...

Comment savoir si l'orfèvre n'a utilisé que de l'or pour fondre la couronne de Hiéron ? Oh, ce bassin déborde !

Eurêka !*

Hiéron, je peux désormais répondre à votre question sur la couronne. Grâce à cette baignoire d'eau et à cette balance...

* « J'ai trouvé ! » en grec

Ça y est. J'obtins un équilibre. Voici donc la quantité d'or qu'il faudrait pour faire votre couronne uniquement avec de l'or massif.

À présent, je plonge le tout dans ma bassine d'eau. Et que passe-t-il ?

Jusque-là, je te suis.

D'abord, je mets votre couronne sur un plateau de cette balance. Et j'ajoute des pièces d'or sur l'autre.

Exactement ! Cela signifie qu'il n'y a pas le même volume d'or d'un côté et de l'autre.

Ces deux objets ont le même poids, ils subissent donc la même force vers le bas.

Où, mais encore ?

L'équilibre est rompu !

Ah, le gremlin d'orfèvre ! Mais comment arrives-tu à cette conclusion ?

Elle n'est donc pas faite avec la même quantité d'or. L'orfèvre a dû mélanger de l'or et un autre métal plus léger.

Ainsi, si l'or et la couronne avaient le même volume, ils subiraient dans l'eau la même poussée vers le haut. Or, il y a un déséquilibre : la poussée est plus grande sur la couronne. Son volume est donc plus important que celui des pièces d'or !

J'ai découvert que lorsqu'on plonge un corps dans un liquide, il subit une force verticale, du bas vers le haut. Une poussée qui dépend du volume de l'objet.

En 215 avant J.-C., Syracuse est la cible de l'armée romaine. D'ailleurs, Rome est devenue ennemie. Archimède se souvient alors des catapultes de Ctésibios. Il va en faire construire pour défendre la ville.

Envoyez !

Grâce aux fortifications, à la pugnacité des Syracusains et aux armes d'Archimède, Syracuse résiste. Rome entame un long blocus de la cité...

... Jusqu'à cette nuit de l'an 212 avant J.-C. où les Romains attaquent.

Tout à ses savants calculs, Archimède est si absorbé qu'il ne voit pas venir l'ennemi...

Les Grecs ont bu et festoyé pendant trois jours en l'honneur de la déesse Artémis. Ils sont trop fatigués pour pouvoir se battre !

Qu'est-ce que...

Chez le consul Marcellus, chef des Romains.

Idiot, tu as tué un véritable génie ! Nous n'allons pas pouvoir profiter de sa science et des armes qu'il aurait pu nous fournir...

Tant mieux ! Ça fait trop longtemps qu'ils nous résistent.

Les Romains eux-mêmes étaient conscients de l'importance des travaux d'Archimède. Des découvertes qui, vingt-trois siècles plus tard, nous sont toujours utiles pour résoudre des problèmes de géométrie ou pour concevoir des sous-marins.

ILLAS IMAGINES PERSPICUE. (Observe la bande dessinée ci-dessus.)

6. a) Quelle est la « nationalité » de la ville sicilienne dont Archimède est originaire ? Elle est _____.
 - b) Quelle ville du monde grec attire de nombreux savants ? Ils vont à _____
Grâce à quelle institution ? Les savants s'y rendent pour sa _____.
 - c) Quels propos d'Archimède, signifiant « j'ai trouvé », sont restés célèbres en grec ? Il s'agit d'_____.
 - d) Dans quelles circonstances a-t-il compris ce qui serait appelé plus tard la « poussée d'Archimède » ? Il s'est rendu compte de son existence dans son _____.
 - e) Au cours de quelle guerre ses machines ont-elles repoussé les Romains ? C'est la _____ guerre _____.
7. Pour quelle raison les Romains souhaitaient-ils qu'Archimède ne soit pas tué ?

30 Question de « plus » (mais pas encore de « moins »)

Pour former un comparatif, il faut _____.

exemples :

(positif)	comparatif
Règle générale : radical + ior, ior, ius (gén. ioris)	
- clarus, a, um (célèbre) :	- _____
- fortis, is, e (courageux) :	- _____
- ingens, entis (immense) :	- _____
- pulcher, chra, chrum (beau) :	- _____

Le comparatif se décline en suivant :

- la même déclinaison que l'adjectif
- le modèle *bonus, a, um* (_____ et _____ décl.)
- le modèle *fortis, is, e* (_____ déclinaison)

exercice :

Forme les comparatifs des adjectifs suivants :

- *altis* (datif fém. plur.) : *altus, a, um* (haut)
- *dulcia* (voc. neutre plur.) : *dulcis, is, e* (doux)
- *laeta* (nom. fém. sing.) : *laetus, a, um* (joyeux)
- *cupidi* (gén. masc. sing.) : *cupidus, a, um* (désireux)
- *faciles* (acc. fém. plur.) : *facilis, is, e* (facile)
- *pulchra* (nom. neutre plur.) : *pulcher, chra, chrum*
- *vetus* (acc. neutre sing.) : *vetus, eris* (vieux)
- *audaci* (dat. masc. sing.) : *audax, acis* (audacieux)