



**HAL**  
open science

## Le traité des corps flottants d'Archimède. Traduction nouvelle

Adrien Legrand

► **To cite this version:**

Adrien Legrand. Le traité des corps flottants d'Archimède. Traduction nouvelle. J. Phys. Theor. Appl., 1891, 10 (1), pp.437-457. 10.1051/jphystap:0189100100043700 . jpa-00239563

**HAL Id: jpa-00239563**

**<https://hal.science/jpa-00239563>**

Submitted on 4 Feb 2008

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## LE TRAITÉ DES CORPS FLOTTANTS D'ARCHIMÈDE

(Περὶ ὀχουμένων),

TRADUCTION NOUVELLE

PAR M. ADRIEN LEGRAND.

## INTRODUCTION.

Le *Traité des Corps flottants* n'est pas inédit. Il a même été déjà traduit une fois en français <sup>(1)</sup>, par Peyrard (dans son *Archimède complet*, Paris, in-4°, 1807). Mais on ne savait pas, jusqu'à ces dernières années, d'où provenait le texte des traductions latines ou française, s'il était bien celui du géomètre grec, et par quelles voies il avait été transmis de l'antiquité aux modernes qui en ont tant profité.

Ces questions d'origine ont été récemment débrouillées <sup>(2)</sup>. De là l'occasion et l'intérêt de la présente publication.

On sait maintenant qu'en 1269 de notre ère, un traducteur qui avait sous les yeux, en grec, tous les traités d'Archimède connus, en rédigea en latin une traduction complète, d'ailleurs littérale et fidèle jusqu'à la servilité. Après quoi, par je ne sais quelle mauvaise fortune, le plus précieux peut-être de ces Ouvrages, celui qui nous occupe, disparut à tout jamais dans les siècles d'indifférence scientifique qui suivirent. Il ne sera sans doute plus retrouvé maintenant.

Mais la traduction de 1269 restait, conservée dans les bibliothèques de prélats ou de grands seigneurs, communiquée, quand tel était leur bon plaisir, à des savants, aux précepteurs de leurs enfants.

Lors du grand mouvement de renaissance scientifique en Italie, au xvi<sup>e</sup> siècle, les deux savants Gauricus et Tartaglia qui, entre autres monuments de l'antiquité, voulurent connaître Archimède, le lurent dans cette traduction. C'est elle-même, à peine modifiée, qu'ils livrèrent partiellement à l'impression en 1503 et 1543.

Pour ce qui est des *Corps flottants*, Tartaglia n'osa point convenir devant le public, pour le bien duquel il tirait de la nuit cet opuscule de si haute portée, qu'il n'en connaissait point l'original grec. Sans s'expliquer autrement sur l'authenticité de l'œuvre ou sur le mode de transmission qui l'avait fait parvenir entre ses mains, il la donna telle qu'il la trouvait ... et fit bien. La forme énigmatique, incorrecte, sous laquelle il la présentait était en somme suffisante pour en faire deviner la valeur à

(1) Mais traduit *du latin*, non du grec.

(2) Voir *Deutsche Literaturzeitung*, 1884, p. 211, Berlin; et *Zeitschrift für Mathematik und Physik*, Supplément, 1890, p. 1-84; Leipzig.

des esprits pénétrants. Les conséquences qu'en ont su tirer Galilée, Stevin, Pascal, l'ont bien fait voir.

D'ailleurs un professeur soigneux et bon écrivain, Commandin de Bologne, sans disposer de ressources nouvelles, avait donné <sup>(1)</sup> de ce même latin de 1269 une transcription ou une rédaction claire et correcte, mais sans s'interdire de remplacer par des développements personnels les lacunes ou les parties de raisonnement trop obscures. Avec quelque tact et quelque finesse qu'il ait rempli sa tâche, il lui arrive parfois de mener le lecteur où l'aurait conduit le texte même d'Archimède, mais par des chemins qui passent à côté.

Jusqu'en 1890, il a bien fallu faire fond, pour connaître dans sa forme première le fameux théorème d'Hydrostatique, sur les publications précieuses en leur temps, mais si peu méthodiques de Tartaglia et de Commandin. Peyrard les combinait de son mieux pour en donner une traduction. Charles Thurot, mon regretté maître, signalait leurs incertitudes de détail, sans les discuter à fond, dans ses remarquables *Études sur le principe d'Archimède* (Paris, 1869). En 1881, M. Heiberg de Copenhague, l'exact et savant éditeur d'Archimède, arrivé à cet endroit difficile de sa publication <sup>(2)</sup>, s'appuyait principalement sur Tartaglia, tout en le nuancant à doses discrètes de Commandin. Bref, on allait forcément à tâtons.

Une découverte fortuite faite en 1881 par M. V. Rose de Berlin à la Bibliothèque du Vatican a jeté la lumière sur ces obscures questions d'authenticité.

Dans un manuscrit contenant différents autres ouvrages de Science, M. Rose a retrouvé le texte même de la vieille traduction de 1269, perdue dans les archives papales depuis trois siècles. Volontairement, sans doute, les premiers éditeurs de notre *Traité* avaient rendu à l'oubli ce précieux document. Ils auront craint de nuire à la réputation de l'œuvre qu'ils mettaient en lumière, s'ils avouaient n'en avoir pas traduit ni même vu l'original. A cette époque, où le progrès des esprits et l'enthousiasme pour l'antiquité portaient, comme à leur envers, le mépris profond du moyen âge, quel crédit se fût attaché à la simple publication d'une copie archimédéenne en latin vieux de trois cents ans?

Tel qu'il est, ce latin du moyen âge est jusqu'à nouvel ordre l'intermédiaire unique et direct entre Archimède et nous <sup>(3)</sup>. Il n'est point

<sup>(1)</sup> En 1565.

<sup>(2)</sup> *Archimedis opera, latine vertit J.-L. Heiberg*. Leipzig. Collection Teubner, 3 in-12; 1881.

<sup>(3)</sup> Divers indices irrécusables montrent que le traducteur de 1269 avait bien sous les yeux (point capital pour nous) *un exemplaire grec d'Archimède*. Il le mentionne; il s'y réfère; et, — ce qui porte à croire que nous tenons le brouillon même de son travail —, dans le cas, assez fréquent encore, où une lacune interrompt son latin, il note alors en marge des mots, qu'il laisse *en grec*, parcelles de phrase dont la lecture lui paraissait douteuse, ou le sens par trop obscur. Ainsi, dans la Proposition VI.

d'autre base sur laquelle doit être établie une traduction du *Traité des corps flottants*. Tartaglia ou Commandin ne doivent plus être consultés qu'à titre de renseignements. C'est ainsi que j'ai procédé pour le présent travail. — Pourtant, je me suis aussi servi, pour contrôler l'état du texte, d'une source tout à fait indépendante de celle-là : les énoncés (sans démonstration) des propositions du premier Livre, traduits directement sur un manuscrit grec par le mathématicien arabe Amed-ben-Mohammed-ben-Abd-Adjalil-Alsidjzi (1) en 969 de notre ère. M. Houdas, professeur d'arabe à l'École des langues orientales a bien voulu les mettre en français pour moi, et c'est un grand service qu'il m'a rendu.

Revenons à la vieille traduction latine. On croit en connaître l'auteur. Ce serait un prêtre italien, malgré son nom batave, Guillaume de Moerbek, qui, au temps de l'éphémère empire latin de Constantinople, vers 1230, fut desservant d'une église à Thèbes. Il y apprit le grec, et, revenu en Italie, à Viterbe, se servit de ses connaissances acquises pour traduire les moins connus des monuments antiques.

Il semble que ce n'ait pas été un mathématicien, et que, se désintéressant pour lui-même du sens, il ait voulu donner à ceux qui chercheraient non la facilité de la lecture mais l'exactitude du fond, les mêmes mots que dans le texte, en même nombre tout au moins, avec les mêmes tournures. De là la physionomie bizarre, au premier coup d'œil, de son travail, moins traduit que calqué sur le grec. Les alliances de mots, les constructions ignorées du latin y sont reproduites avec une véritable candeur. Un seul exemple fera sentir l'exagération de ce système. *L'article* n'existant pas en latin, Guillaume a détourné de son usage propre le genre de mots qui y ressemble le plus, le pronom relatif, et, sans crainte d'écrire des phrases qu'un Romain n'eût pas entendues, a mis presque autant de relatifs latins qu'il rencontrait d'articles grecs.

Les défauts apparents de ce document en font, pour nous, le prix. Guillaume, qui appliqua le même système de traduction brutale à des Ouvrages scientifiques d'Aristote, fit bien de violer plutôt le génie de la langue latine que de s'exposer à altérer le sens et la suite des idées archimédéennes. Cette conscience ou cette absence de scrupules nous a valu un latin incorrect mais transparent, sous lequel, d'ordinaire, nous apercevons aisément les vraies expressions grecques.

Aussi n'ai-je point, comme mes prédécesseurs, tâché d'amender le manuscrit latin, quand il était fautif. J'ai cherché plutôt de quelle ressemblance exagérée avec le grec la faute peut provenir.

M. Heiberg avait fait mieux : il a remis en grec ce latin tout hellénique. Il fallait, pour cela, la profonde connaissance de la langue archimédéenne qu'il a acquise, en éditant avec tant de soin les autres traités qui nous sont parvenus en grec. Les curieux liront sa *restitution* dans les *Mélanges* publiés à Paris, en 1883, en l'honneur de *Charles Graux*. A dé-

---

(1) Voir *Mémoires présentés à l'Académie des Sciences*, t. XIV, p. 664.

faut de ce plaisir de haut goût, il m'a semblé que tous les physiciens amèneraient à lire une traduction précise et serrée des *Corps flottants*, en sachant sur quelles bases le traducteur aurait travaillé<sup>(1)</sup>.

Il ne m'a pas été donné d'aller lire à la Vaticane le manuscrit de Guillaume de Moerbek, mais M. Heiberg, à qui les lecteurs futurs d'Archimède devront tout, à qui, pour ce travail, je dois beaucoup moi-même, a collationné fort scrupuleusement ce manuscrit avec le texte de son édition. Je me suis servi de cette collation insérée à la suite de sa remarquable étude sur Guillaume de Moerbek, publiée comme il a été dit plus haut<sup>(2)</sup> à Leipzig en 1890.

Voici donc, à part de légères différences purement verbales, la forme même sous laquelle Archimède a vu et présenté aux quelques savants du III<sup>e</sup> siècle avant notre ère sa précieuse découverte. C'est ainsi qu'il a, selon le mot de Pascal parlant de son grand prédécesseur<sup>(3)</sup> « éclaté aux esprits! »

La partie la plus intéressante de ce petit Traité, celle au moins qui sollicitait le plus la curiosité, est peut-être l'hypothèse ou postulat initial qui sert ensuite dans presque tous les théorèmes. Toujours est-il que c'est ce qu'il était le moins facile de comprendre et de traduire. J'ai exposé dans les notes les difficultés que ces quelques lignes soulevaient et qu'il me semble avoir aplanies.

Dès qu'il tient pour accordés le glissement des molécules liquides et la direction de ce mouvement, Archimède explique aisément, sinon avec une absolue rigueur, du moins avec une admirable clarté d'évidence, comment se comportent dans les divers cas possibles, les solides flottants dans un liquide.

Il est vrai que sa théorie semble quelque peu éparse et comme émiettée : il ne la rattache pas tout entière à un principe unique, simple et compréhensif, centre autour duquel le reste ne soit plus qu'un rayonnement de corollaires. Il ne faut pas s'en étonner. C'est là la manière de procéder de l'esprit grec, au moins pour l'exposition de la pensée scientifique. Elle avance pas à pas; les vérités arrivent une à une, sans que les plus importantes paraissent dominer les autres.

Par exemple, la notion du *poids spécifique* dont nul avant Archimède<sup>(4)</sup> n'avait eu la moindre idée, n'est pas énoncée à part et mise au rang qui lui convenait. Elle arrive, presque incidemment, au troisième théorème. Mais

(1) N'étant pas bien sûr d'avoir affaire à de l'Archimède pur, Peyrard ne s'est pas imposé une exactitude rigoureuse. De bons juges, entre autres Ch. Thurot (*Recherches*, p. 13 et 15), trouvent sa traduction tantôt obscure, tantôt inexacte. J'ai pu faire profiter la mienne des améliorations proposées par Ch. Thurot dans ce même travail.

(2) Note 2, p. 437.

(3) *Pensées*. Édition Havet, t. II, p. 16.

(4) Pas même Aristote, quoiqu'il ait touché à ces questions.

elle est formulée en termes explicites et qui ne laissent aucune place à l'hésitation. Et ceci vaut la peine d'être noté. Car, Archimède n'ayant pas créé de mot spécial qui correspondit à cette notion nouvelle, on a paru dire qu'il n'avait pas cherché à en exprimer nettement l'idée. Or il l'a rendue, à défaut d'un mot unique, au moins par une des tournures que lui offrait la langue parlée autour de lui, par une alliance de mots qu'on rencontre quatre fois la même dans le premier Livre du Traité. Je me suis expliqué là-dessus dans les Notes. Un des mérites d'Archimède est d'avoir distingué ce qu'on confondait jusqu'à lui : l'épaisseur ou viscosité des liquides et leur poids *relatif à leur volume*. Il a introduit dans la science la notion de poids spécifique. Il importe qu'on ne se méprenne pas sur cette preuve de sa grande originalité d'esprit.

Sur la *pression* que reçoit et transmet le liquide il n'a pas eu des vues aussi précises que sur le poids spécifique. Il n'a pas défini ces pressions; il n'en a pas donné une théorie. Examinant ce qui se passe en des points différents d'une même couche liquide horizontale (c'est là son procédé constant de recherche), il constate, sans plus, que la pression sera plus grande ici, plus faible là. Il ne l'étudie pas autrement; pour aucun des divers cas qui se présentent, il ne la mesure. Comme l'a fait remarquer Ch. Thurot (ouvrage cité), il ignore ce que Pascal saura le premier, « qu'un liquide transmet *en tous sens* la pression exercée en vertu de la pesanteur par ses couches supérieures sur les inférieures ». De là ce défaut de rigueur absolue, sensible en divers points de sa théorie. Il n'a envisagé la pression que comme s'exerçant de façon vague sur les couches liquides, non comme agissant sur un élément de surface, et proportionnellement à la surface. Par suite, il n'a pu établir scientifiquement ce qu'implique son hypothèse première, que tous les points d'une même couche liquide horizontale reçoivent la même pression, et qu'elle est la même *en tous sens* autour d'un même point.

Après tout, ce qui importait, c'était de mesurer la *poussée* de bas en haut que subit tout solide qui plonge dans un liquide. Archimède en formule la mesure, et cette formule, il l'appuie sur un raisonnement vraiment démonstratif (la sixième proposition). Quant au point *d'application* de cette poussée (le centre de gravité du liquide déplacé), il l'indique nettement, mais sous la forme d'un *postulatum*, où il demande qu'on lui accorde aussi la *direction verticale* de cette même force; c'est là sa seconde hypothèse. — Somme toute, ce qu'il était malaisé de voir est vu, et le principal est dit.

Nous ne pousserons pas plus loin cet examen où notre compétence de simple grammairien est trop limitée aux connaissances que nous venons d'acquérir pour les besoins de la cause. Aussi bien n'avons-nous donné entier et avec des commentaires que le premier Livre, le seul qui soit d'un intérêt général. Le second établit les conditions d'équilibre des conoïdes. C'est, au jugement de Lagrange, « un des plus beaux monuments du génie d'Archimède; il renferme une théorie de la stabilité des corps flottants à

aquelle les modernes ont peu ajouté. » J'en ai traduit tous les énoncés.

Au lieu de comparer les propositions d'Archimède avec les mêmes théories traitées par les méthodes ingénieusement exactes d'aujourd'hui, si on réfléchit qu'elles ont surgi du milieu d'une ignorance profonde sur tous ces sujets et d'une confusion pire que l'ignorance même, on sera saisi d'admiration. Nous avons dit que la rigueur des explications n'était pas toujours satisfaisante. Mais le peu d'avancement, l'inexistence même des théories connexes à celles-ci, resserraient le génie d'Archimède au point que sa précision ne pouvait égaler sa pénétration. Celle-ci est prodigieuse. C'est en plein inconnu qu'elle faisait sa première démarche. Ainsi dénuée de toute aide, elle ne pouvait rapporter à leur véritable cause physique les conditions d'équilibre de tout corps flottant; elle les a du moins formulées avec une remarquable justesse.

Je ne puis terminer sans remercier vivement mon ami M. Marcel Brillouin qui m'a donné l'idée de ces recherches historiques, en s'adressant à moi pour quelques éclaircissements sur les sources du texte traduit par Peyrard. Il m'a d'abord rendu service en me questionnant sur Archimède, et, au cours de mon travail, il m'a appris infiniment plus de choses qu'il n'a jamais pu m'en demander.

A. L.

---

## DES CORPS FLOTTANTS.

---

### PREMIER LIVRE.

#### PREMIÈRE HYPOTHÈSE.

Supposons que tout liquide soit de telle nature que, si l'on considère les parties de même niveau <sup>(1)</sup> et continues, la moins

---

(<sup>1</sup>) De même niveau et continues. — Les mêmes expressions se trouveront dans les propositions II, III, IV, V et VII. Elles y ont une importance capitale. Le mode de démonstration employé par Archimède consiste à examiner ce qui se passe, pour chacun des cas qu'il envisage, dans une même couche horizontale. La seconde proposition va définir avec précision le niveau ou l'horizontalité d'une couche liquide. Dès lors ces mots auront une signification rigoureusement déterminée qu'ils n'ont pas encore dans cette première hypothèse. Ils n'y désignent que l'horizontalité apparente de l'eau calme. Ch. Thurot (*Recherches sur le principe d'Archimède*, p. 13) traduit prudemment les mots latins *ex æquo jacentibus* par « également situées », sans préciser l'égalité dont il s'agit et qui ne peut être qu'une égalité de symétrie (autour d'un point qu'on n'indique pas). Le grec que reflètent ces trois mots est évidemment ἐξ ἴσου κειμένων. C'est une des périphrases par lesquelles le langage ordinaire désignait la direction hori-

poussée cède à celle qui l'est plus. Disons encore que chacune des parties est poussée par le liquide qui est au-dessus d'elle suivant la verticale [et cela <sup>(1)</sup>, lorsque le liquide descend dans quelque chose et supporte quelque autre chose].

**Proposition I.**

Une surface étant coupée par un plan qui passe par un point déterminé <sup>(2)</sup>, si la section est une circonférence ayant ce point pour centre, la surface sera sphérique.

Soit une surface coupée par un plan passant en  $\alpha$  de façon que l'intersection soit toujours une circonférence ayant pour centre  $\alpha$ . Supposons que ce ne soit pas une surface de sphère. Toutes les lignes allant du centre de la circonférence à la surface ne seront point égales entre elles.

Soient donc les points  $\alpha\beta\gamma\delta$  sur la surface, et supposons  $\alpha\alpha$ ,  $\alpha\beta$  inégales entre elles. Par  $\alpha\alpha$ ,  $\alpha\beta$  faisons passer un plan dont la section avec la surface soit la ligne  $\alpha\beta\gamma\delta$ . Cette ligne sera une circonférence ayant pour centre  $\alpha$ , puisque telle a été notre supposition sur la nature de la surface en question.

zontale, ne possédant aucun mot unique et spécial pour exprimer cette idée. Au reste, voici tout ce passage tel que le donne la vieille traduction latine : « Supponatur humidum habens talem naturam ut partibus ipsius ex æquo jacentibus et existentibus continuis expellatur minus pulsa a magis pulsa, et unaquæque autem partium ipsius pellitur humido quod supra ipsius existente secundum perpendicularem [si humidum sit descendens in aliquo et ab alio aliquo pressum]. Voici le grec que, selon les conjectures les plus probables, le traducteur a pu avoir sous les yeux : Ὑποκείσθω τὸ ὑγρὸν ἔχον τοιαύτην φύσιν ὥστε τῶν μερῶν αὐτοῦ ἐξ ἴσου κειμένων καὶ ὄντων συνεχῶν ἐξωθεῖσθαι τὸ ὠθούμενον ἤττον ὑπὸ τοῦ μᾶλλον. Καὶ ἕκαστον δὲ τῶν μερῶν αὐτοῦ ὄθεται: ὑγρῶ τῶ ὑπὲρ αὐτοῦ κατὰ κλίβητον.

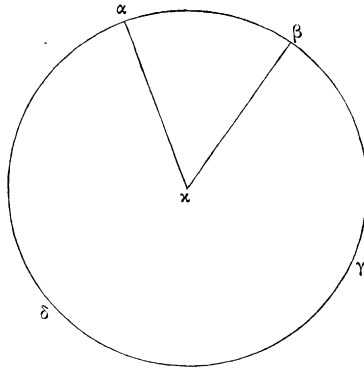
(1) Et cela lorsque, etc. — Ces mots sont inutiles à l'intelligence de ce qui précède. Ils n'y ajoutent rien. Ils ne figurent pas dans la traduction en arabe de 969 (*voir* l'introduction) et il est permis de croire que Mohammed ne les trouvait pas dans son texte grec. Ils paraissent n'être qu'une de ces gloses soi-disant explicatives, mais réellement oiseuses, qui, dans les transcriptions de manuscrits, passent souvent de la marge au texte. M. Heiberg a montré que ces interpolations ne sont que trop fréquentes dans le grec d'Archimède. — Peyrard traduit (librement) : « Soit que le fluide descende quelque part, soit qu'il soit chassé d'un lieu dans un autre ».

(2) Déterminé. — Mot à mot : par un point toujours le même.



Donc les lignes  $\alpha\alpha$ ,  $\alpha\beta$  ne sont point inégales, et, nécessairement, la surface en question est sphérique.

Fig. 1.

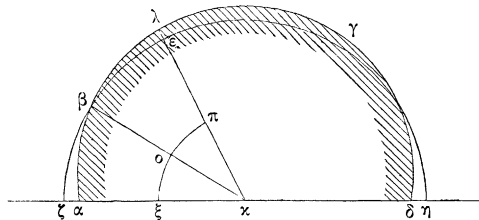


**Proposition II.**

Si un liquide est en état d'équilibre et d'immobilité, la forme de sa surface est celle d'une sphère ayant pour centre le centre de la Terre.

En effet, supposons le liquide en état d'équilibre et d'immobilité. Coupons sa surface avec un plan passant par le centre de la Terre. Soit  $x$  le centre de la Terre. Soit  $\alpha\beta\gamma\delta$  l'intersection de la surface du liquide avec ce plan.

Fig. 2.



Je dis donc que la ligne  $\alpha\beta\gamma\delta$  est une circonférence, dont le centre est  $x$ . En effet, s'il n'en est pas ainsi, les droites menées de  $x$  à la ligne  $\alpha\beta\gamma\delta$  ne seront pas égales. Prenons donc une

droite qui, comparée à celles qui vont vers  $\alpha\beta\gamma\delta$ , soit plus grande que les unes, plus petite que les autres. Avec cette ligne pour rayon, en prenant  $\alpha$  comme centre, décrivons une circonférence. Cette circonférence passera en partie au delà, en partie en deçà de  $\alpha\beta\gamma\delta$ , puisque son rayon est plus grand que certaines des droites menées jusqu'à  $\alpha\beta\gamma\delta$ , plus petit que certaines autres. Soit  $\zeta\beta\epsilon$  la circonférence ainsi décrite. Menons la droite  $\alpha\beta$  et les droites  $\alpha\zeta$  et  $\alpha\lambda$  formant des angles égaux (1). Décrivons encore, en prenant  $\alpha$  pour centre, une circonférence  $\xi\sigma\pi$  dans le même plan et dans le liquide.

Les parties de liquide, situées sur la circonférence  $\xi\sigma\pi$ , sont *de même niveau et continues entre elles* (2). Celles qui sont situées en  $\xi\sigma$  sont poussées par le liquide  $\xi\sigma\beta\zeta$  sous  $\beta\zeta$ ; celles en  $\sigma\pi$  par le liquide  $\pi\sigma\beta\epsilon$  sous  $\beta\epsilon$ . Ainsi les parties du liquide, situées sur l'arc de cercle  $\xi\sigma$ , ne sont pas poussées comme celles situées en  $\sigma\pi$ . Par conséquent, les moins poussées céderont aux plus poussées; nous n'avons donc pas affaire à un liquide en équilibre.

Or, nous l'avions supposé en état d'équilibre et d'immobilité. Il faut donc nécessairement que la ligne  $\alpha\beta\gamma\delta$  soit une circonférence ayant pour centre  $\alpha$ .

On démontrera de même que, de quelque façon que l'on coupe la surface du liquide par un plan passant au centre de la Terre, l'intersection sera une circonférence ayant pour centre celui de la Terre. Il est donc évident que la surface d'un liquide en équilibre a la forme d'une sphère ayant le même centre que la Terre, puisque cette surface est telle que, coupée d'un plan par un point fixe, elle donne pour section une circonférence ayant pour centre le point par lequel est mené le plan dont on la coupe.

(1) Formant des angles égaux de part et d'autre de  $\alpha\beta$ . Je ne sais pourquoi, dans la figure de Tartaglia, reproduite par Heiberg, ces deux angles sont inégaux. D'autre part les *lettres* qui se rapportent aux points de la figure sont légèrement interverties, ce semble, dans les traductions de 1269, tout à fait mêlées dans Tartaglia; si bien qu'on ne peut plus suivre la démonstration. Sans changer un mot du texte, je les ai rétablies d'après le sens de l'ensemble, qui est on ne peut plus clair. Partout j'ai restitué les lettres *grecques* qui, d'après divers indices, doivent avoir été celles de l'original lui-même.

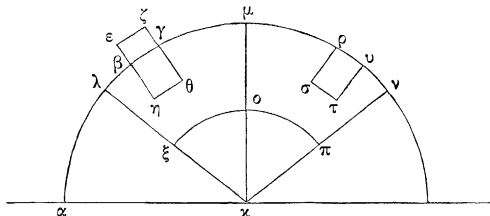
(2) Voir note de la page 442.

## Proposition III.

Un solide de même volume et de même poids <sup>(1)</sup> que le liquide, dans lequel il est abandonné, y enfoncera de façon à n'émerger nullement au-dessus de la surface, mais <sup>(2)</sup> à ne pas descendre encore plus bas.

En effet, supposons qu'un solide de même poids que le liquide y soit abandonné, et, si toutefois cela se peut, qu'il émerge au-dessus de la surface. Supposons le liquide en équilibre et immo-

Fig. 3.



bile. Imaginons un plan qui passe par le centre commun de la Terre et du liquide et par le solide. Soit  $\alpha\beta\gamma$  son intersection avec la surface du liquide,  $\epsilon\zeta\eta\theta$  le corps flottant <sup>(3)</sup>,  $\chi$  le centre

(1) De même volume et de même poids. — C'est-à-dire de même densité : « Archimède, dit Thurot (*Recherches*, p. 13), démontre facilement qu'un corps de même pesanteur que le liquide où il est abandonné plongera tout entier.... A pesanteur il faut ajouter *spécifique*, expression à laquelle rien ne répond dans Archimède. » Ch. Thurot est sévère. La langue n'avait pas de mot unique et spécial pour exprimer cette notion. Mais nous trouvons ici *æqualis molis et æqualis ponderis*, plus bas *magnitudine æquale et æquæ grave supponitur solidum cum humido*, expressions que nous serions en droit de traduire par *le même poids sous le même volume*. Ces périphrases dont nous soulignerons la traduction, chaque fois qu'elles se rencontreront, ne laissent rien à désirer pour la clarté.

(2) Mais à ne pas descendre encore plus bas. — Cette seconde assertion n'est pas justifiée ici. L'équilibre du solide pour les déplacements vers le bas n'est physiquement stable que si l'on tient compte de *l'augmentation de la densité* du liquide avec la profondeur. Or c'est une condition à laquelle on ne voit pas qu'Archimède ait songé. — Cette seconde partie de l'énoncé manque chez le traducteur arabe de 969. Peut-être ne la trouvait-il pas dans son manuscrit.

(3)  $\epsilon\zeta\eta\theta$  le corps flottant. — Le traducteur de 1269 écrit : *solide magnitudinis insidentia (sic)* et avertit en marge qu'il avait dans son texte grec  $\delta\chi\eta\mu\alpha$ , (synonyme évident du participe  $\delta\chi\omicron\upsilon\mu\epsilon\nu\omicron\nu$  qu'on lit au titre de ce traité) et qui n'était connu qu'avec le sens de *véhicule* (ou rarement de *bateau*).

de la Terre. Soit  $\beta\gamma\theta$  la partie du solide immergée,  $\beta\varepsilon\zeta\gamma$  celle qui émerge.

Représentons-nous le solide comme compris dans une pyramide, dont la base est un parallélogramme à la surface du liquide et dont le sommet est le centre de la Terre. Disons que l'intersection  $\alpha\beta\gamma$  est une circonférence et que celles des faces de la pyramide avec le plan sont  $\kappa\lambda$ ,  $\kappa\mu$ . Décrivons dans le liquide, autour de  $\kappa$  pris pour centre, une autre surface de sphère sous  $\varepsilon\zeta\eta\theta$ , ce sera  $\xi\sigma\pi$ ; et supposons-la coupée (suivant cette ligne  $\xi\sigma\pi$ ) par la surface du plan. Supposons une autre pyramide semblable, égale et contiguë à celle qui contient le solide. Soient  $\kappa\mu$ ,  $\kappa\nu$  les sections de ses faces par le plan. Envisageons, dans le liquide, un volume de ce liquide même, soit  $\rho\sigma\tau\nu$  égal et identique à la partie  $\beta\eta\gamma\theta$  du solide qui se trouve immergée.

Les parties de liquide qui sont dans la première pyramide sous la surface coupée en  $\xi\sigma$  et celles de la seconde sous  $\sigma\pi$  sont *de même niveau et continues*. Or <sup>(1)</sup> elles ne sont pas également poussées. En effet, celles qui sont en  $\xi\sigma$  sont poussées : 1° par le solide  $\varepsilon\zeta\eta\theta$ , 2° par le liquide situé entre les surfaces  $\lambda\mu$ ,  $\xi\sigma$  et les faces de la pyramide; celles en  $\sigma\pi$  le sont : 1° par le solide  $\rho\sigma\tau\nu$  et le liquide situé entre les surfaces  $\mu\nu$ ,  $\sigma\pi$  et les faces de la pyramide. Mais le poids du liquide  $\mu\nu\sigma\pi$  sera moindre que celui du liquide  $\lambda\mu\xi\sigma$ . En effet, la partie liquide  $\rho\sigma\tau\nu$  est moindre que le solide  $\varepsilon\zeta\eta\theta$ , puisqu'elle est égale à la partie  $\eta\beta\gamma\theta$  et qu'on a supposé le solide *de même poids et de même dimension* que le liquide. Le reste des parties liquides est égal de part et d'autre.

Il est donc évident que le liquide, situé en  $\sigma\pi$ , cédera à celui qui est situé en  $\sigma\xi$  et qu'il ne sera pas en équilibre. Or on l'a supposé immobile <sup>(2)</sup>.

Donc, aucune partie du solide en question n'émergera. Et le

<sup>(1)</sup> Ajoutons, pour la clarté : *de la façon que nous avons supposé les choses*, elles ne sont pas également poussées.

<sup>(2)</sup> Thurot résume ainsi cette longue démonstration : « Archimède démontre que le corps plongera tout entier, en établissant que si (le liquide étant supposé immobile) une portion du corps restait au-dessus de la surface, la portion du liquide placée sous le corps serait plus pressée que celle qui est à côté, et le liquide ne serait pas immobile ».

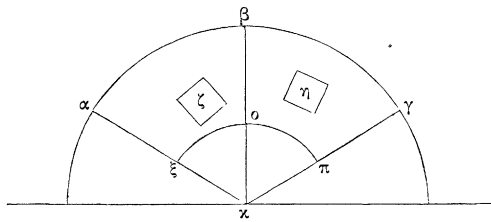
solide immergé ne descendra pas au fond, car toutes les parties du liquide, situées au même niveau, seront également poussées, puisque le solide est de même poids que le liquide (1).

**Proposition IV.**

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

En effet, supposons un corps plus léger que le liquide et qui y est abandonné. Supposons, si toutefois la chose est possible, qu'il y soit totalement immergé sans qu'aucune partie s'élève au-dessus de la surface; que d'ailleurs (2) le liquide reste immobile.

Fig. 4.



Imaginons maintenant un plan mené par le centre de la Terre, le liquide et le solide. Soit  $\alpha\beta\gamma$  la circonférence suivant laquelle ce plan coupe la surface du liquide; la section du solide est représentée par la figure en  $\zeta$ , le centre de la Terre par  $x$ . Imaginons, comme précédemment, une pyramide comprenant  $\zeta$  et ayant pour sommet le point  $x$ ; ses faces seront coupées par le plan  $\alpha\beta\gamma$  suivant  $\alpha x$ ,  $x\beta$ . Admettons une autre pyramide égale et sem-

(1) La première partie du raisonnement montre que l'équilibre est impossible si le solide n'est pas entièrement immergé; la seconde que l'équilibre est atteint dès qu'il cesse d'émerger. Mais, d'après le même raisonnement, l'équilibre subsistera à quelque profondeur que ce solide soit plongé. On s'étonne donc de trouver ici cette démonstration accessoire qui ne démontre pas. Est-elle de la même main que ce qui précède? Voir la Note 2, page 446.

(2) Que d'ailleurs. — Ajoutons, pour la clarté : *dans ces conditions*, ...

blable, dont les faces sont coupées par le plan  $\alpha\beta\gamma$  suivant  $\alpha\beta$ ,  $\alpha\gamma$ . Décrivons ensuite dans le liquide une autre surface de sphère située sous le solide et ayant  $\alpha$  pour centre; elle sera coupée par le même plan suivant  $\xi\sigma\pi$ .

Que l'on se représente, dans la seconde pyramide, un volume de liquide  $\eta$  (1) égal au solide  $\zeta$ . Les parties liquides de la première pyramide, situées sous les deux surfaces en  $\xi\sigma$  et celles de la seconde, situées également sous les deux surfaces en  $\sigma\pi$ , sont *de même niveau et continues entre elles*. Mais elles ne peuvent être également poussées. Car celles de la première pyramide le sont par le solide en  $\zeta$  et par le liquide qui l'entoure et qui occupe la partie de pyramide  $\alpha\beta\sigma\xi$ . Celles de la seconde sont poussées par le liquide en  $\eta$  et le liquide qui l'entoure et qui occupe la partie de pyramide  $\pi\sigma\beta\gamma$ . Mais le poids de ce qui est en  $\zeta$  est moindre que celui de ce qui est en  $\eta$ , puisque nous supposons le solide *égal en volume au liquide, mais plus léger* (2). Quant au liquide qui entoure  $\zeta$  et  $\eta$ , son poids est égal dans les deux parties de pyramides qui sont égales entre elles (3). Donc, la portion de liquide située sous les deux surfaces (4) suivant l'arc de cercle  $\sigma\pi$  est la plus poussée des deux. Elle chassera donc la moins poussée et le liquide ne peut dès lors rester immobile. Donc, le solide ne sera pas entièrement immergé; une portion en restera au-dessus de la surface du liquide (5).

**Proposition V.**

Un solide plus léger que le liquide dans lequel on l'abandonne

(1) « Peyrard, dit Thurot, est encore ici très inexact, en traduisant (p. 374) *un solide H qui soit composé du fluide*. Archimède ne suppose nulle part la solidification d'une partie du liquide. »

(2) Égal en volume mais plus léger. — Voir note 1, p. 446.

(3) Ici le texte paraît altéré, déparé par une lacune; le sens est évident.

(4) Ces trois mots, inutiles à tout prendre, manquent de clarté. Le texte grec paraît avoir été mal lu par le traducteur latin.

(5) « Logiquement, dit Thurot, cette démonstration indirecte et négative serait irréprochable. Mais elle ne nous montre pas *physiquement* comment le corps spécifiquement plus léger que le liquide est poussé en haut. Aussi Archimède, avant de traiter de l'équilibre des conoïdes est-il forcé de demander qu'on lui accorde un second postulat. » Voir, plus loin, Hypothèse II.

y enfonce de telle façon qu'un volume de liquide égal à la partie immergée ait le même poids que le solide entier (voir *fig. 3*).

Faisons les mêmes constructions que ci-dessus, et supposons le liquide immobile. Soit un solide  $\epsilon\zeta\eta\theta$  plus léger que le liquide. Pour que le liquide soit immobile, il faut que *les parties de même niveau* soient également poussées. Par conséquent, le liquide sera également poussé sous les surfaces déterminées par les arcs de cercle  $\xi\sigma$  et  $\sigma\pi$ . Les poids qui les pressent seront donc égaux.

Mais le poids du liquide dans la première pyramide, diminution faite du solide  $\beta\eta\theta\gamma'$  est égal au poids du liquide de la seconde moins la partie  $\pi\sigma\upsilon$ . Donc, il est évident que le poids  $\epsilon\zeta\eta\theta$  est égal à celui du liquide  $\pi\sigma\upsilon$ . Donc, un volume de liquide égal à la partie immergée pèse autant 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 <sup>(1)</sup> qui pousse en haut ce corps a pour mesure la différence entre le poids d'un égal volume de liquide et le poids même du corps.

En effet, soit un corps A plus léger <sup>(2)</sup> que le liquide. Soit  $\beta$  le poids de ce corps, et  $\beta\gamma$  le poids d'un volume de liquide égal à A. Il s'agit de démontrer que le corps A, enfoncé de force dans le liquide, remontera avec une force égale à  $\gamma$ .

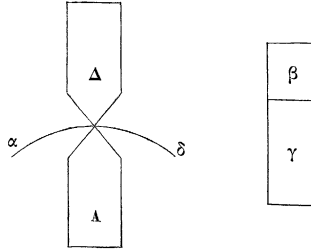
Prenons un corps  $\Delta$ , dont le poids soit égal à  $\gamma$ . L'ensemble composé des corps A et  $\Delta$  sera *plus léger* <sup>(2)</sup> que le liquide. Car, le poids des deux réunis est  $\beta\gamma$ , mais le poids du liquide égal en volume à  $A\Delta$ , serait supérieur à  $\beta\gamma$  qui est seulement ce que pèse un volume de liquide égal à A.

<sup>(1)</sup> La force qui pousse en haut ce corps. — « Peyrard, dit Ch. Thurot, traduit inexactement *vi* par *viesses* dans le texte de la démonstration. » Voici comment Thurot traduit cet énoncé difficile à formuler brièvement : « Un corps plus léger que le liquide où il est enfoncé de force se relève et est porté en haut avec une force égale à la quantité dont le poids d'une portion de liquide égale au corps surpasse le poids du corps. »

<sup>(2)</sup> Plus léger. — Spécifiquement. Il faut ici sous-entendre cette idée complémentaire, qui n'est rendue d'aucune façon.

Donc, abandonnons dans le liquide l'ensemble composé des corps A et  $\Delta$ . Il y enfoncera jusqu'à ce que le volume de liquide égal à la partie immergée ait le même poids que le corps tout entier. C'est, en effet, ce qu'on vient de démontrer (1).

Fig. 5.



[Soit  $\alpha\delta$  la circonférence formant la surface du liquide.] Puisqu'un volume de liquide égal à A a le même poids que  $A\Delta$ , il est clair que la partie immergée sera A, que l'autre partie, c'est-à-dire  $\Delta$ , émergera tout entière. [Cela étant démontré, le reste de la proposition l'est (2)]. Il est évident que la force qui pousse A vers le haut est égale à celle qui pousse en bas la partie supérieure  $\Delta$ , puisqu'aucune des deux parties n'entraîne l'autre avec elle.

Mais la pesée de  $\Delta$  vers le bas est précisément le poids  $\gamma$ ; car nous avons supposé le poids de  $\Delta$  égal à  $\gamma$ . Ce qu'il fallait démontrer est donc évident.

**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.

D'abord, il est évident que le corps descendra au fond. Car les

(1) Ce qu'on vient de démontrer. — Dans la proposition précédente dont celle-ci n'est qu'un corollaire.

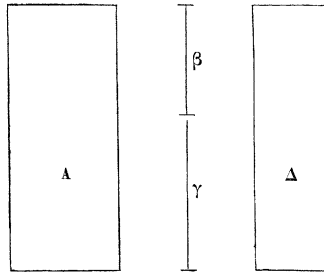
(2) Cette parenthèse dont nous donnons le sens probable est formée de quelques mots grecs lus de façon incertaine par le traducteur et transcrits tels quels à la marge de son exemplaire, sans qu'il ait tenté de les faire passer en latin.



parties de liquide qui se trouvent sous lui sont plus pressées que celles qui sont à son niveau <sup>(1)</sup>, puisque le solide est supposé plus lourd que le liquide. Démontrons maintenant que son poids y diminuera de la quantité que nous avons dite.

Soit en effet un corps A plus lourd que le liquide, et soient  $\beta\gamma$  le poids de A,  $\beta$  le poids du liquide égal en volume à A. Il s'agit de démontrer que le corps A, plongé dans le liquide, aura précisément pour poids  $\gamma$ . Prenons un autre corps  $\Delta$  plus léger à égalité de volume que le liquide <sup>(2)</sup>, ayant d'ailleurs pour poids  $\beta$ ; conve-

Fig. 6.



nons qu'un volume de liquide égal à  $\Delta$ , aurait pour poids  $\beta\gamma$ . L'ensemble composé des corps A et  $\Delta$  sera aussi pesant que le liquide. Car le poids des deux réunis est égal à  $\beta\gamma + \beta$ ; mais le poids du volume équivalent de liquide est égal à cette même somme. Par conséquent, si l'on jette et qu'on abandonne ces deux corps réunis dans le liquide, ils y seront en équilibre et ne remonteront ni ne descendront; car, le corps A, étant plus lourd que le liquide, sera porté en bas, mais ramené aussi en haut, exactement avec la même force par le corps  $\Delta$ . Mais le corps  $\Delta$ , plus léger que le liquide,

(1) Celles qui sont à son niveau. — « La traduction de Peyrard (p. 376) qui a suivi le texte de Commandin n'est pas claire : « Les parties du fluide qui sont » au-dessous sont plus pressées que les parties qui *leur sont adjacentes*. » Archimède veut dire : « qui sont à la même distance qu'elles du centre de la Terre ». Note de Ch. Thurot (*Recherches*, p. 14).

(2) Plus léger, à égalité de volume, que le liquide. — *Levior humido molis æqualis cum ipsa*. Probablement : *νουφεότερον ὑγροῦ τοῦ ἰσομεγέθους αὐτοῦ*. La notion de poids spécifique est exprimée ici par une périphrase, mais de la façon la plus explicite.

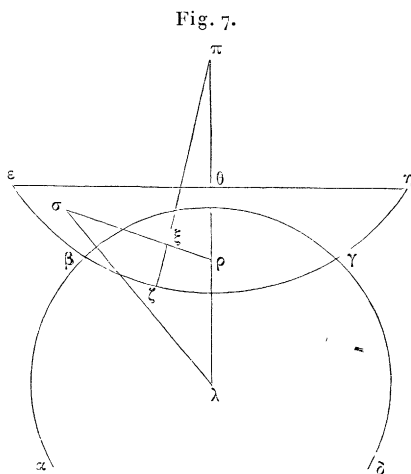
et porté en haut par une force égale à  $\gamma$ . Car il a été démontré <sup>(1)</sup> que les corps solides plus légers que le liquide où on les enfonce remontent à la surface avec une force égale à la différence entre le poids du volume de liquide égal au leur et leur propre poids. Or, le volume de liquide égal à  $\Delta$  est plus lourd que  $\Delta$  d'une quantité égale à  $\gamma$ . D'où il résulte que, le corps A est porté en bas par un poids égal à  $\gamma$ .

SECONDE HYPOTHÈSE.

Supposons que tout corps qui, plongé dans le liquide, remonte, est poussé en haut suivant la verticale qui passe par son centre de gravité.

Proposition VIII.

Si un corps solide, ayant la forme d'un segment de sphère, est abandonné dans un liquide, et si la base du segment ne touche pas le liquide, le corps se tiendra droit, et l'axe du segment sera



vertical. Et si l'on dérange le solide, de façon à faire toucher le liquide par la base du segment, la figure, dès qu'on l'abandonne de nouveau, ne reste pas penchée, mais reprend sa situation droite.

(1) Il a été démontré. — Par la Proposition VI.

[Note marginale du traducteur latin de 1269 :

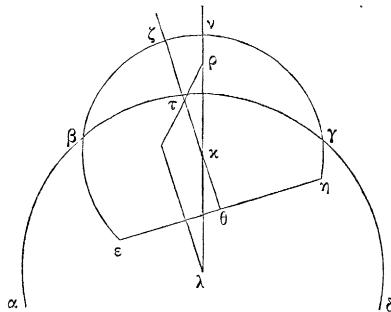
« Il y avait un demi-feuillet blanc. La démonstration de ce théorème manquait dans mon exemplaire grec; c'était la fin d'un cahier, et au commencement du cahier suivant se trouvaient des figures qui sont, selon moi, celles de ce théorème. »]

**Proposition IX** <sup>(1)</sup>.

Par conséquent, si le corps est plus léger que le liquide, et si, quand on l'y abandonne, sa base y plonge tout entière, ce solide se tiendra droit et la direction de son axe sera verticale.

Envisageons un corps, tel qu'on vient de le définir, abandonné dans le liquide. Imaginons aussi un plan mené par la flèche du segment et par le centre de la terre. Soit  $\alpha\beta\gamma\delta$  la circonférence que

Fig. 8.



forme l'intersection de ce plan avec la surface du liquide,  $\epsilon\zeta\eta$  le contour de notre fragment sphérique, et enfin la droite  $\epsilon\eta$ .

La flèche du segment étant  $\zeta\theta$ , admettons, si toutefois la chose est possible, que  $\zeta\theta$  ne soit pas verticale. Il faut montrer que la figure ne gardera pas sa situation, et se redressera.

Le centre de la sphère est sur  $\zeta\theta$ . D'abord, supposons le segment plus grand que la demi-sphère. S'il était égal à la demi-

---

<sup>(1)</sup> Proposition IX. — Ce titre ne se trouve pas dans la traduction latine. Peut-être cette proposition suivait-elle, dans le texte grec, la huitième comme une simple conséquence.

sphère (1), le centre serait en  $\theta$ , en  $\pi$  s'il est plus petit, en  $\alpha$  s'il est plus grand.

Par  $\alpha$  et le centre de la terre  $\lambda$ , menons la droite  $\alpha\lambda$ . La figure située au-dessus du liquide a son axe sur la verticale qui passe en  $\alpha$ . Pour les mêmes raisons, son centre de gravité est sur la ligne  $\alpha\kappa$ , soit en  $\rho$ . Mais le centre de gravité de tout le segment est sur la ligne  $\zeta\theta$ , entre  $\alpha$  et  $\zeta$ , soit en  $\tau$ . Par conséquent, le centre de l'autre partie de la figure, celle qui plonge dans le liquide, sera sur la droite  $\tau\rho$  prolongée (2). . . sera avec  $\tau\rho$  dans le même rapport où le poids de la portion de la figure qui émerge est avec celui de la portion immergée. Soit  $\sigma$  le centre de la portion immergée. Par  $\sigma$ , menons la verticale  $\sigma\lambda$ . Le poids de la portion qui émerge se portera en bas suivant la droite  $\rho\sigma$ ; celui de la portion immergée en haut suivant la droite  $\sigma\lambda$ . Donc la figure ne reste pas dans sa position. Mais les parties situées du côté de  $\tau$  descendent, celles situées vers  $\epsilon$  montent, et cela continue jusqu'à ce que la ligne  $\zeta\theta$  se trouve verticale.

---

SECOND LIVRE.

(ÉNONCÉS.)

I. Si un corps est plus léger que le liquide où on l'abandonne, il y aura entre son poids et le poids d'un volume de liquide égal à celui de ce corps le même rapport qu'entre la partie immergée et le corps tout entier.

II. Soit un segment droit de conoïde rectangulaire dont la flèche (ne) dépasse (pas) en longueur une fois et demie la-ligne-qui-vient-jusqu'à-l'axe (3), quel que soit le rapport de son poids avec celui du liquide, si on

---

(1) S'il était égal à la demi-sphère. — On voit que le texte, tel que nous le donne le traducteur latin, promet l'examen de trois cas et n'en examine qu'un seul. Encore cette démonstration n'est-elle pas très nette. Du reste, une lacune la dépare.

(2) La droite prolongée.... — Ici une lacune de huit lettres dans la vieille traduction latine. Sans doute : *d'une longueur telle qu'elle sera...*

(3) Le conoïde rectangulaire est le solide engendré par la révolution d'une parabole autour de son axe. On sait qu'Archimède considère la parabole dans le cône droit, et comme étant une section de ce solide faite parallèlement à une génératrice. — Quant à cette *ligne-qui-vient-jusqu'à-l'axe*, c'est, selon

l'y abandonne de façon que sa base ne touche pas à ce liquide, et qu'on le mette dans une position inclinée, — il ne garde pas cette position, mais se redresse. (J'appelle redressement la position où la base ou section est parallèle à la surface du liquide).

III. Soit un segment droit de conoïde rectangulaire dont la flèche (ne) dépasse (pas) en longueur une fois et demie la-ligne-qui-vient-jusqu'à-l'axe; quel que soit le rapport de son poids avec celui du liquide, si on l'abandonne dans le liquide de façon que sa base tout entière soit immergée, et qu'on le mette dans une position inclinée, — il ne garde pas cette position, mais se redresse de façon que son axe soit vertical.

IV. Soit un segment droit de conoïde rectangulaire plus léger que le liquide et dont la flèche dépasse en longueur une fois et demie la-ligne-qui-vient-jusqu'à-l'axe; étant donné que *le rapport de* <sup>(1)</sup> son poids spécifique <sup>(2)</sup> *avec le poids du liquide n'est pas plus petit que celui du carré de l'excès de la flèche sur une fois et demie la-ligne-qui-vient-jusqu'à-l'axe, avec le carré de la flèche; si on l'abandonne dans le liquide de façon que sa base ne touche pas ce liquide et qu'on le mette dans une position inclinée, — il ne garde pas cette position, mais se redresse.*

V. Soit un segment droit de conoïde rectangulaire, plus léger que le liquide et dont la flèche dépasse en longueur une fois et demie la ligne-qui-vient-jusqu'à-l'axe; étant donné que *le rapport de* son poids *avec le poids du liquide n'est pas plus grand que celui de* la différence entre le carré de la flèche et le carré de l'excès de la flèche sur une fois et demie la ligne-qui-vient-jusqu'à-l'axe *avec le carré de la flèche; si on l'abandonne dans le liquide de façon que sa base y soit immergée tout entière et qu'on le mette dans une position inclinée, — il ne garde pas cette position, mais se redresse de façon que son axe soit vertical.*

VI. Soit un segment droit de conoïde rectangulaire plus léger que le liquide et dont la flèche dépasse en longueur une fois et demie la-ligne-qui-vient-jusqu'à-l'axe, mais soit trop petit pour être avec cette ligne

Peyrard, la distance entre le sommet du cône droit et le point par où la section parallèle est faite (et où aboutit l'axe de la parabole ou du conoïde, ou, autrement dit, la *flèche* du segment droit). Il explique que cette distance est égale à la moitié du paramètre de la parabole. Archimède étudie dans ce second livre les différentes positions que prendra dans un liquide un segment droit de conoïde, suivant diverses conditions, entre autres le rapport de la flèche au paramètre.

(1) Pour faciliter un peu la lecture, on a mis partout *en italique* les mots qui servent à établir les rapports eux-mêmes, laissant en caractère romain ceux qui énoncent les termes de ces rapports.

(2) Ad humidum *æque molis* proportio. Probablement ὁ ποτὶ ὑγρὸν ἰσομέγεθος λόγος. La notion de poids *spécifique* est ici nettement énoncée. Partout elle est sous-entendue.

dans le rapport de 15 à 4; si on l'abandonne dans le liquide de façon que sa base touche ce liquide, — il ne restera jamais dans une position inclinée telle que sa base touche le liquide même en seul point.

VII. Soit un segment droit d'un conoïde rectangulaire plus léger que le liquide et dont la flèche dépasse en longueur une fois et demie la-ligne-qui-vient-jusqu'à-l'axe, mais soit trop petite pour être avec cette ligne dans le rapport de 15 à 4; si on l'abandonne dans le liquide de façon que sa base y soit plongée tout entière, — jamais il ne se placera de façon que sa base touche à la superficie du liquide, mais toujours dans une position telle qu'elle soit tout entière dans le liquide sans en toucher la superficie en un seul point.

VIII. Soit un segment droit de conoïde rectangulaire ayant sa flèche plus longue qu'une fois et demie la-droite-qui-vient-jusqu'à-l'axe, mais trop petite pourtant pour être avec cette ligne dans le rapport de 15 à 4; étant donné que *le rapport de son poids (spécifique) avec le poids du liquide est plus petit que celui du carré de l'excès de la flèche sur une fois et demie la-ligne-qui-vient-jusqu'à-l'axe avec le carré de la flèche*; si on l'abandonne dans le liquide de façon que sa base n'y touche pas, — il ne se redressera pas complètement; mais il ne restera incliné que si son axe fait avec la superficie du liquide un angle dont la grandeur va être déterminée.

IX. Soit un segment droit d'un conoïde rectangulaire ayant sa flèche plus longue qu'une fois et demie la-ligne-qui-vient-jusqu'à-l'axe, mais trop petite pour être avec cette ligne dans la proportion de 15 à 4; étant donné que *le rapport de son poids (spécifique) avec le poids du liquide est plus grand que celui de l'excès du carré de la flèche sur le carré de la différence entre la flèche et une fois et demie la-ligne-qui-vient-jusqu'à-l'axe avec le carré de la flèche*, si on l'abandonne dans le liquide de façon que sa base y soit plongée tout entière, et en l'inclinant; — il ne se redressera pas assez pour que l'axe devienne vertical; mais il ne gardera pas la position inclinée, si ce n'est dans le cas où l'axe ferait avec la superficie du liquide un angle égal à celui dont il a été parlé précédemment.

X. Soit un segment droit de conoïde rectangulaire plus léger que le liquide et dont la flèche soit trop grande pour être avec la-ligne-qui-vient-jusqu'à-l'axe, dans la proportion de 15 à 4, si on l'abandonne dans le liquide de façon que sa base n'y touche pas, — tantôt il se tiendra droit et tantôt incliné de façon que sa base touche au liquide en un point unique, et cela dans deux cas; et sa position sera inclinée tantôt de telle sorte que sa base soit mouillée sur un espace plus étendu, tantôt de telle sorte qu'elle ne touche même pas en un point unique à la surface du liquide. Le rapport entre le poids du corps et celui du liquide pour chaque cas sera indiqué au fur et à mesure.