



**HAL**  
open science

## La capitale de la mécanique

Philippe Fleury

► **To cite this version:**

Philippe Fleury. La capitale de la mécanique. Alexandrie la divine, Ed. de la Baconnière, pp.432-435, 2014, 978-2-940431-22-9. hal-02142659

**HAL Id: hal-02142659**

**<https://hal.science/hal-02142659v1>**

Submitted on 21 Aug 2023

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

FONDATION MARTIN BODMER  
FONDATION GANDUR POUR L'ART  
BIBLIOTECA MEDICEA LAURENZIANA  
FONDATION CARÈNE



# ALEXANDRIE LA DIVINE

VOLUME I

SOUS LA DIRECTION DE  
CHARLES MÉLA  
FRÉDÉRIC MÖRI

EN COLLABORATION AVEC  
SYDNEY H. AUFRÈRE  
GILLES DORIVAL  
ALAIN LE BOULLUEC

LaBaconnière  
éditeu r

FONDATION MARTIN BODMER  
FONDATION GANDUR POUR L'ART  
BIBLIOTECA MEDICEA LAURENZIANA  
FONDATION CARÈNE

# ALEXANDRIE LA DIVINE

VOLUME I

SOUS LA DIRECTION DE  
CHARLES MÉLA  
FRÉDÉRIC MÖRI

EN COLLABORATION AVEC  
SYDNEY H. AUFRÈRE  
GILLES DORIVAL  
ALAIN LE BOULLUEC

## Comité scientifique

SYDNEY H. AUFRÈRE, CORINNE BONNET, LUC BRISSON,  
JACQUES CHAMAY, GILLES DORIVAL, ALAIN LE BOULLUEC,  
CHARLES MÉLA, FRÉDÉRIC MÖRI, PAUL SCHUBERT,  
MICHEL TARDIEU, STÉPHANE TOUSSAINT

avec ROBERT STEVEN BIANCHI (objets archéologiques)

et VERA VALITUTTO, IDA GIOVANNA RAO (Biblioteca Medicea Laurenziana)

## Edition

SARAH GAFFINO

## Photographies

FRÉDÉRIC MÖRI

## LA CAPITALE DE LA MÉCANIQUE

PHILIPPE FLEURY

Bibliographie [Réf. XLVII]

Alexandrie a une aura scientifique souvent célébrée, mais elle fut aussi un foyer de développement des sciences appliquées en Méditerranée, une « Silicon Valley » de l'époque, pourrait-on dire. L'expression « science appliquée » n'a pas d'équivalent exact en grec ancien. Le mot *mêchanê* en est la meilleure traduction. Un traité attribué à Aristote, mais probablement écrit au début du III<sup>e</sup> s. av. J.-C., définit ainsi le concept : « Chaque fois qu'il faut faire quelque chose contre la nature, nous sommes embarrassés par la difficulté et nous avons besoin de la technique (*technê*). C'est pourquoi nous appelons la partie de la technique qui vient à notre secours face à de telles difficultés la *mêchanê*. »<sup>1</sup>

Dans l'esprit des Grecs et, plus tard, des Romains, le champ couvert par les mots *mêchanê*, *machina*, *machinatio* est plus vaste que celui couvert par les mots « machine » ou « mécanique » en français. La *machina* est, au sens concret, l'appareil, l'engin composé de pièces mobiles, mais c'est aussi l'instrument, le système permettant à l'homme de résoudre une difficulté naturelle (échelle, échafaudage, etc.). Alexandrie fut la capitale de la mécanique pendant plusieurs siècles. Son représentant le plus connu est Héron d'Alexandrie, dans la deuxième moitié du I<sup>er</sup> s. ap. J.-C., à une époque de renaissance de la vie intellectuelle de cette ville sous la domination romaine, mais l'histoire commence avec Ctésibios au début du III<sup>e</sup> s. av. J.-C. : il est celui qui a mis au point des applications du principe de la compression de l'air obtenue par le mouvement d'un piston dans un cylindre. Aucun de ses écrits ne nous a été directement transmis ; c'est un auteur latin du I<sup>er</sup> s. av. J.-C., Vitruve, un ingénieur lui aussi, qui nous permet de mieux le connaître. Il cite souvent Ctésibios et il raconte comment celui-ci découvrit « la puissance de l'air ordinaire » : « Ctésibios était né à Alexandrie d'un père barbier. Sa vive intelligence et sa grande activité le mettaient au-dessus de tous les autres, et il trouvait son plaisir, dit-on, en d'ingénieux travaux. C'est ainsi que, voulant suspendre dans la boutique de son père un miroir qui, lorsqu'on désirerait le faire descendre et remonter au plafond, remontât de lui-même au moyen d'une corde, grâce à un poids dissimulé, il réalisa le mécanisme suivant : il fixa sous une poutre un conduit de bois et y disposa des poulies. Par ce conduit, il amena une corde dans un angle de la pièce, où il enfila bout à bout de minces tuyaux, à l'intérieur desquels il fit descendre, à l'aide de la corde, une boule de plomb. Ainsi le poids, en descendant rapidement dans les tuyaux étroits, comprimait la quantité d'air qui s'y trouvait, et, chassant à l'air libre, par sa descente rapide à travers ce passage resserré, l'air rendu plus dense par compression, il provoqua, par cette rencontre soudaine, un son aigu. Ayant donc remarqué que du contact de

<sup>1</sup> PSEUDO-ARISTOTE, *Mechanica, praef.*

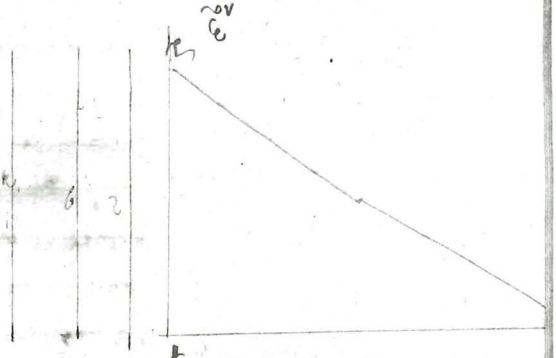
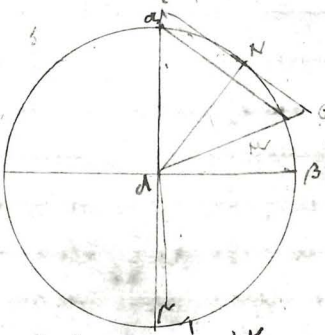


ἴσῳ δὲ ἢ γῆ  
 λόγον ἔχει  
 ἢ πρὸς τὸ α  
 τὸν περιεφ  
 ομένον πο

έως δαμα-  
 περιεφείθε δ  
 μένου πλ  
 ἢ ἔχασον  
 ἢ κείλων  
 ἔχων τὸ σ  
 ἢ δὲ πε  
 ἢ τὸν αβθ  
 τὸν βθα  
 ἢ δὲ βθ  
 ἢ τὸν η  
 ἢ τὸν κ  
 ἢ τὸν λ  
 ἢ τὸν μ  
 ἢ τὸν ν  
 ἢ τὸν ξ  
 ἢ τὸν ο

αὐτὸς γωνίας δίχα, καὶ τῆς ἡμισείας δίχα, δῶκε  
 τούτου γινόμενον, λαβὴν δὲ τῆς γωνίας ἐλάσσων  
 οὖσα ἠδὲ ἴσῳ τῆς ὑποχέθ· λαβὴν οὖν  
 ἢ ὑπὸ α ἢ μ· ἢ αμ οὖν γὰρ πολυγώνον σχῆμα ἀπὸ  
 φομένου εἰς τὸν κύκλον· καὶ ἐνώτερον πλὴν τοῦ  
 αὐτῆ γωνίας δίχα τῆς ἡμισείας ἀπὸ τοῦ μ ἀγῶν  
 ἐφαπτομένην τοῦ κύκλου σὺν ἢ ξο· αὕτη σχῆμα  
 αὐτὸ τοῦ πολυγώνου τὸν περιεφρομένου περιτὸν αὐτῶν  
 κύκλον· ὁμοίως τῶν ἄλλων καὶ ὁμοίως τοῖς προ  
 φημένοις ἢ ξο προστιθῆναι ἐλάσσονα λόγον ἔχει  
 ἢ πρὸς τὸ εἰ μέγιστος πρὸς τὸ ζ·

ἢ ὑπερ τὸ εἰ μέγιστος πρὸς τὸ ζ·  
 ἢ ὑπερ τὸ εἰ μέγιστος πρὸς τὸ ζ·  
 ἢ ὑπερ τὸ εἰ μέγιστος πρὸς τὸ ζ·  
 ἢ ὑπερ τὸ εἰ μέγιστος πρὸς τὸ ζ·  
 ἢ ὑπερ τὸ εἰ μέγιστος πρὸς τὸ ζ·  
 ἢ ὑπερ τὸ εἰ μέγιστος πρὸς τὸ ζ·  
 ἢ ὑπερ τὸ εἰ μέγιστος πρὸς τὸ ζ·  
 ἢ ὑπερ τὸ εἰ μέγιστος πρὸς τὸ ζ·  
 ἢ ὑπερ τὸ εἰ μέγιστος πρὸς τὸ ζ·  
 ἢ ὑπερ τὸ εἰ μέγιστος πρὸς τὸ ζ·



ἔχειν· ἢ τὸ μείζον μέγιστος πρὸς τὸ ἔχασον· ἐκεί  
 αθω κύκλος ὁ αβ· καὶ δὲ μέγιστος ἢ ἀνίσταται αὐτῶν· δ  
 μείζον τὸ ε· δαί οὖν πολυγώνον ἀγγράφει εἰς  
 τὸν κύκλον· δῶκε περιεφείθει· ἵνα γένηται τὸ ἐπι  
 τελευτῶν· λαμβάνω δὲ δύο ἐθείας ἀνίστοιτε τὰς γθ  
 ἢ κείλων ὅσῳ ἢ γ· ὥστε τὰ γ πρὸς τὰ θ ἐλα  
 ἴσσονα λόγον ἔχειν, ἢ τὰ ε πρὸς τὰ ζ· καὶ τῶν γθ μέ  
 σος ἀναλόγῳ λαβὴν τῆς ἢ μείζον ἀρα καὶ ἢ γ  
 ἢ κ· περιγεγραφθεὶς δὲ τὸν κύκλον πολυγώνον  
 δῶκε ἀγγράφει· ὥστε τὰν τὸν περιεφρομένου  
 πολυγώνου σχῆμα πρὸς τὰν τὸν ἀπὸ ἀφέντος ἐλα  
 ἴσσονα λόγον ἔχειν· ἢ τὰν γ πρὸς τὰν η, καὶ ὥς ἐκεί



l'atmosphère et d'un jet d'air comprimé naissent des sons et des notes de musique, Ctésibios mit à profit ces résultats de début pour construire, le premier, des orgues hydrauliques. De même, il conçut des jets d'eau sous pression, des automates et toutes sortes de trucs amusants, parmi lesquels figurent aussi des mécanismes d'horloges à eau.»<sup>2</sup>

Hédylos, un poète du III<sup>e</sup> s. av. J.-C., parle d'un vase chantant fabriqué par Ctésibios et placé dans le temple d'Arsinoé (épouse de Ptolémée II) à Alexandrie<sup>3</sup>. Suivant deux autres auteurs, il fut aussi constructeur de machines de guerre: Philon de Byzance lui attribue la mise au point d'une catapulte à air comprimé<sup>4</sup>, et Athénée le Mécanicien celle d'un tube pour escalader les remparts<sup>5</sup>.

Philon de Byzance est le deuxième jalon de l'histoire de la mécanique à Alexandrie. Comme son nom l'indique, ce n'est pas un Alexandrin, mais il dit lui-même qu'il a collaboré avec des ingénieurs à la fois à Alexandrie et à Rhodes sur les machines de jet (*Belopoiika*)<sup>6</sup>. Il cite Ctésibios, qu'il paraît considérer comme une référence. Il lui est donc postérieur, mais nous ne pouvons savoir de combien d'années. On s'accorde généralement pour le placer dans la seconde moitié du III<sup>e</sup> s. av. J.-C. Son œuvre peut être reconstituée: il s'agit d'une encyclopédie mécanique (*Méchanikê syntaxis*) en neuf livres. Nous avons conservé en grec le livre 4 (*Belopoiika*, sur l'artillerie), des fragments du livre 7 (*Paraskeuastika*, sur la préparation des sièges) et une partie du livre 8 (*Poliorketika*, sur l'art de prendre les villes), en arabe le livre 5 (*Pneumatika*, sur la théorie des interactions entre l'eau et l'air et sur son application à des appareils, le plus souvent amusants).

Mais le rôle d'Alexandrie dans le domaine technique est surtout attaché au nom d'Héron. Cet homme, dont la datation a beaucoup fluctué, doit être rattaché en fait à la période romaine d'Alexandrie: il décrit, en effet, une éclipse de lune visible à la fois à Rome et à Alexandrie; or ce phénomène n'a pu se produire dans l'Antiquité qu'en 62 ap. J.-C. Sa vie n'est pas connue, mais une bonne partie de son œuvre a été conservée. Ses *Mécaniques* n'ont été transmis dans leur intégralité qu'en arabe. L'ouvrage traite des principes mécaniques généraux, des machines simples (treuil, levier, palan, coin, vis, etc.) et de problèmes mécaniques à la manière du Pseudo-Aristote. Les *Mécaniques* sont typiquement au croisement de la science et de la technique, comme la *Dioptre*, qui à la fois relève de la géométrie et expose le fonctionnement d'une sorte de théodolite, ou comme les *Pneumatiques* qui traitent de la mécanique des fluides et de la construction d'appareils utilisant la pression de l'air, de la vapeur ou de l'eau pour obtenir une réaction ou un mouvement (pompe à piston, lampe à huile à alimentation automatique, vases chantants, récipients où l'on verse de l'eau et d'où il sort du vin...). D'autres œuvres d'Héron sont davantage tournées vers le côté « sciences »: mathématiques, géométrie, optique; d'autres vers le côté « techniques » (les *Automates*, sur les machines de théâtre, et surtout ses œuvres de mécanique militaire: les *Belopoiika*, sur l'artillerie, et la *Chirobaliste*, sur une sorte d'arbalète).

Les trois noms cités jalonnent l'histoire de la mécanique à Alexandrie, mais, au-delà de ces personnages, se laisse discerner le rôle fondamental de la cité dans la mécanique antique. Tout a peut-être commencé avec la mécanique militaire. Alexandre le Grand lui-même n'y est sûrement pas étranger. Si l'origine des machines de guerre est très ancienne – des représentations existent sur des bas-reliefs assyriens du IX<sup>e</sup> s. av. J.-C. –, si l'artillerie est probablement née à Syracuse au tout début du IV<sup>e</sup> s. av. J.-C. quand Denys préparait la reconquête de la Sicile<sup>7</sup>, Alexandre a donné à la mécanique militaire une importance toute particulière. Du reste, le nom de plusieurs de ses ingénieurs est resté connu, parce qu'ils ont écrit des livres et formé des

<sup>2</sup> VITRUVÉ, *De l'architecture*, 9, 8, 2.

<sup>3</sup> ATHÉNÉE DE NAUCRATIS, *Banquet des savants*, XI, 497d.

<sup>4</sup> PHILON DE BYZANCE, *Belopoiika*, 56, 67-73, 77-78 Thévenot.

<sup>5</sup> ATHÉNÉE LE MÉCANICIEN, 29.

<sup>6</sup> PHILON DE BYZANCE, *Belopoiika*, 50, 38 Thévenot.

<sup>7</sup> DIODORE DE SICILE, *Bibliothèque historique*, XIV, 41, 3-42, 2.

disciples. Ainsi en est-il de Poseidonios, constructeur d'une tour mobile révolutionnaire<sup>8</sup>, de Diadès, constructeur notamment d'un trépan pour percer les murailles<sup>9</sup>, ou de Charias. Il ne serait donc pas étonnant que Ptolémée, le général d'Alexandre, ait voulu faire d'Alexandrie un « pôle d'excellence » en matière de mécanique militaire, une discipline qui a des liens privilégiés avec le pouvoir. Démétrios de Phalère, lui-même, le créateur du musée et de la bibliothèque, est l'auteur, entre autres ouvrages, d'un traité d'*Art militaire*.

Un autre point fort de la mécanique alexandrine est le système piston-cylindre. Il n'est pas sans lien avec la mécanique militaire, puisque Ctésibios aurait construit une catapulte à air comprimé reposant sur ce principe. Mais le système a surtout connu le succès dans deux domaines : la musique, avec la pompe à air de l'orgue hydraulique, et l'hydraulique, avec la pompe à eau. L'invention de l'orgue hydraulique – qui n'a d'« hydraulique » que le régulateur de pression – est attribuée à Ctésibios ; toutefois, les premières attestations d'utilisation ne se rencontrent qu'au I<sup>er</sup> s. av. J.-C. et se multiplient sous l'Empire romain. Quant à la pompe à eau, elle a connu deux grands types d'utilisation : la lutte contre les incendies et les aspersions d'eau parfumée et colorée dans les théâtres romains (les *sparsiones*).

L'irrigation, si importante dans le Delta du Nil ou dans l'oasis proche du Fayoum, a pu aussi être un des domaines d'utilisation de la pompe. Mais elle n'a pas seulement entraîné des innovations dans l'élévation de l'eau – la vis à eau, dont l'invention est attribuée à Archimède, est peut-être une application des travaux du savant syracusain sur la vis, lors de son séjour à Alexandrie –, elle est à l'origine des progrès faits dans la mesure des niveaux et dans les instruments correspondants. La dioptré (instrument de visée) et le chorobate (niveau de grande taille) sont probablement d'origine alexandrine.

Alexandrie fut un tel foyer d'innovation technologique qu'on a tendance à trop lui attribuer d'inventions ou de perfectionnements de systèmes mécaniques. Cependant, certains faits sont troublants. Ainsi, un traité arabe, *Sur la construction d'un mécanisme de joueur de flûte*, traduction d'une œuvre grecque – qui pourrait être d'Apollonios de Perga –, contient une allusion au moulin à eau et donne peut-être en même temps le nom de l'inventeur : il est question en effet d'un « axe *abdar* », mais « *abdar* » ne veut rien dire, ni en grec, ni en arabe. Ne s'agirait-il pas d'une mauvaise compréhension du nom propre « Abdaraxos », successeur de Ctésibios au musée d'Alexandrie selon M.J.T. Lewis ? En tout cas la construction des automates, domaine de la science appliquée à laquelle appartient ce traité, est aussi une spécialité d'Alexandrie.

Finalement, ce qui reste caractéristique d'Alexandrie, c'est son cosmopolitisme. Dans l'Antiquité, la cité a attiré les cerveaux et focalisé les savoirs du monde. Beaucoup d'étrangers y ont travaillé tout en restant attachés à leur patrie d'origine. Il en est ainsi de Callimaque de Cyrène, de Philon de Byzance, d'Archimède de Syracuse. Dans le domaine des sciences appliquées, la conjonction de ces talents extérieurs avec ceux d'Alexandrins « purs » comme Ctésibios et Héron a fait d'Alexandrie, sans aucun doute, la capitale de la mécanique ancienne.

<sup>8</sup> BITON, *Belopoiika*, 4 (51-56 Wescher).

<sup>9</sup> VITRUVÉ, *De l'architecture*, 10, 13 ; ATHÉNÉE LE MÉCANICIEN, 10-15.