



Machines et inventions : le mythe et la technique

*Actes de la journée scientifique
du XLIV^e congrès de l'APLAES*

édités par Frédéric Le Blay

Paris
[Annales de l'APLAES](#)
2015

Machines et inventions :
le mythe et la technique

ISSN 2271-4693

Ce livre électronique peut être consulté en ligne à l'adresse
<http://revues.aplaes.org>
Il est également catalogué par la Bibliothèque Nationale de France

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation réservés pour tous
les pays.

© 2015 APLAES (Association des Professeurs de Langues anciennes de
l'Enseignement supérieur) <http://www.aplaes.org>
Siège social : École Normale Supérieure, 45, rue d'Ulm, 75005 Paris
Mise en page par Robert Alessi, CNRS UMR 8167 « Orient & Méditerranée »

Les automates dans l'Antiquité de la légende mythologique aux traités techniques

Jean-Yves GUILLAUMIN
Université de Franche-Comté

*En hommage à la mémoire de
Gilbert Argoud et d'Alain Segonds*

Le terme « automate »

L'adjectif αὐτόματος « qui agit de soi-même » est déjà utilisé dans l'*Iliade* à propos de personnes qui se déplacent de leur propre initiative¹ ou même à propos d'objets qui fonctionnent tout seuls². Ce terme est beaucoup employé par Aristote à propos de la « génération spontanée » dans le traité sur la *Génération des animaux*; il est utilisé aussi à propos de phénomènes naturels, comme des fleuves qui débordent, des plantes qui poussent; à propos d'événements qui se produisent sans l'intervention de personne, par accident ou par hasard.

Le second élément -ματος viendrait³ de la racine de μέμονα, μέμμεν, μένος. Ce serait *mn-to-, comme dans le latin *commentus* de *comminiscor* « imaginer », et *commentum* « chose imaginée », puis « plan » et « projet », et même « commentaire ».

Le grec moderne a encore αὐτόματον « automate », αὐτόματος « automatique », « spontané » (et l'adverbe αυτομάτως, qu'employait déjà Aristote).

Les termes grecs sont passés en latin. On trouve dans le *De architectura* de Vitruve une forme *automatopoetus* (« qui se meut soi-même »)⁴ qui est la transcription latine du grec αὐτοματοποίησης. Le latin a gardé le sens de « spontané » et « volontaire » dans la transcription *automatus*⁵ de αὐτόματος. *Automatarius*

1. *Iliade* 2, 408 : αὐτόματος δὲ οἱ ἦλθε, « il (Ménélas) s'y (au sacrifice célébré par Agamemnon) rendit de lui-même » (alors que les autres chefs y ont été invités par Agamemnon).

2. *Iliade* 5, 749-751 et 8, 393-395; 18, 372-377; voir *infra*.

3. CHANTRAINE, P. (1968), *Dictionnaire étymologique de la langue grecque*, Paris : Klincksieck, (1999²), s. u. αὐτόματος.

4. Vitruve 9, 8, 4, à propos d'automates inventés par Ctésibios : *Item aquarum expressiones automatopoetasque machinas multaue deliciarum genera (...) explicuit*, « il utilisa aussi la pression de l'eau et développa des automates et plusieurs autres genres de machines divertissantes. »

5. Par exemple dans les *plausus automati* du *Satiricon* 50, 1.

« d'automate » est attesté par l'épigraphie ⁶ et désigne, au neutre, un automate chez Ulpien ⁷ ; on le voit repris dans la latinité contemporaine ⁸. Mais l'automate est aussi désigné, comme en grec, par le neutre *automatum* ou *automaton* (gén. : *automati*), « automate, machine qui se meut soi-même » dans le *Satiricon* ⁹ et chez Suétone ¹⁰. Il existe une déesse qui règle à son gré les événements : c'est *Automatia*, c'est-à-dire *Αὐτοματία*, chez Cornelius Nepos ¹¹ en latin et chez Plutarque ¹² en grec.

En français, « automate » apparaît en 1532 chez Rabelais comme adjectif (du gr. *αὐτόματος*) ; le XVIII^e s. voit apparaître les trois mots « automatiser », « automatisme » (avant 1757, Réaumur) et « automatique » (fin du siècle). L'« automatisation » n'est que de 1867 (Larousse) et l'« automation » de 1956. Pour le Littré, l'automate est une « machine, et, en particulier, machine imitant les êtres animés, qui se meut par ressort ». Cette définition est restrictive ; on verra que les automates ne sont pas tous à ressort.

Les automates dans la mythologie et dans l'histoire légendaire

Les automates occupent une certaine place dans la plus ancienne mythologie. Outre des trépieds à déplacement automatique ¹³, l'Héphaïstos d'Homère avait fabriqué pour qu'elles l'assistent des servantes d'or « qui ont un esprit dans leur diaphragme » et auxquelles « les immortels ont appris à agir » ¹⁴ : bref, des sortes de robots intelligents. Il avait fait aussi deux chiens en métal précieux

6. CIL 6, 9394 : *Saturnino fabro automatario P. Domitius Maximus amico.*

7. *Digeste* 30, 1, 41, 11 : *Sed automataria aut si quis canthari, per quos aquae saliunt, poterunt legari, maxime si impositicii sint.*

8. *Biotula automataria siue Scooter (nomen Anglicum sicut scuter pronuntiatum) est uehiculum duabus rotis instructum, ui petroleica actum*, lit-on dans Wikipedia latin ; voir aussi le *Lexicon recentis latinitatis*, où l'on apprend que OVNI = *res inexplicata uolans* et qu'un playboy est un *iuuenis uoluptarius*.

9. *Satiricon* 54, 4.

10. *Claude* 34 (il faisait combattre dans l'arène des machinistes quand un dispositif automatique n'avait pas marché comme il faut).

11. *Timoléon* 4, 4.

12. *Timoléon* 36, 6 ; cf. *De laude ipsius* 542E6 ; *Praecepta gerendae reipublicae* 816E5.

13. *Iliade* 18, 372-377.

14. *Iliade* 18, 417-420.

pour garder le palais d'Alkinoos¹⁵. L'*Iliade* mentionne à deux reprises l'ouverture automatique des portes de l'Olympe pour laisser passer le char d'Athéna¹⁶.

On comprend bien que les automates des dieux ont pour fonction de supprimer toute forme de πόνος dans un monde divin où règne la sérénité. Ils répondent donc à l'exigence du χρήσιμον (l'utile) en même temps et plus qu'à celle du θαυμαστόν (l'étonnant). On aimerait pouvoir les transférer dans le monde des hommes, où ils permettraient la suppression de l'esclavage, selon un passage de la *Politique* d'Aristote¹⁷.

Le dieu fabricant d'automates est évidemment Héphaiïstos, parce que ce forgeron travaillait avec le feu et avec le souffle c'est-à-dire l'air, manifestant ainsi une relation privilégiée avec deux des quatre éléments et deux des principes vitaux. Son activité lui permettait donc de fabriquer des automates complexes. La diversité des matériaux utilisés, le rôle du feu et de l'air, seront aussi les caractéristiques de beaucoup d'automates héroniens.

Mais à côté d'Héphaiïstos le dieu, Dédale le mortel est connu pour avoir lui aussi, d'après les traditions antiques, fabriqué des automates. On le voit, chez Philostrate¹⁸, travailler avec deux Éros qui manient la scie alternativement et sont visiblement des automates.

Ces deux antécédents mythiques ne sont pas les seuls que pourrait revendiquer la fabrication des automates, car il y a également des prédécesseurs historiques ou présentés comme tels. Canachos de Sicyone (près de Corinthe) avait fait un cerf, qui bondissait¹⁹; Archytas de Tarente avait fabriqué une colombe,

15. *Odyssée* 7, 91-94.

16. *Iliade* 5, 749-751 (et même texte en 8, 393-395). Le commentaire d'Eustathe (*Eustathii archiepiscopi Thessalonicensis commentarii ad Homeri Iliadem pertinentes* ed. M. van der Valk, vol. 2, Leyde, 1976, p. 193) explique que l'adjectif αὐτόματα veut dire que les portes manœuvrent « seules, d'elles-mêmes, sans gardien, comme si elles étaient conscientes, αἰσθητικάι » (Τὸ δὲ αὐτόματοι [sic] ἀντὶ τοῦ μόναι ἄφ' ἑαυτῶν διχα πυλωρῶν, ὡς ἔαν ἦσαν αἰσθητικάι).

17. *Pol.* 1, 2, 1253b33-1254a1 : Εἰ γὰρ ἡδύνατο ἕκαστον τῶν ὀργάνων κελουθὲν ἢ προαισθανόμενον ἀποτελεῖν τὸ αὐτοῦ ἔργον, καὶ ὡσπερ τὰ Δαιδάλου φασὶν ἢ τοὺς τοῦ Ἥφαιστου τρίποδας, οὓς φησὶν ὁ ποιητὴς αὐτομάτους θεῖον δύεσθαι ἀγῶνα, οὕτως αἱ κερκίδες ἐκέρκιζον αὐταὶ καὶ τὰ πληκτρα ἐκιθάριζεν, οὐδὲν ἂν ἔδει οὔτε τοῖς ἀρχιτέκτοσιν ὑπηρετῶν οὔτε τοῖς δεσπότηαις δούλων, « Si chaque instrument, en effet, pouvait, sur un ordre reçu, ou même deviné, travailler de lui-même, comme les statues de Dédale, ou les trépieds de Vulcain, 'qui se rendaient tout seuls, dit le poète, aux réunions des dieux'; si les navettes tissaient toutes seules; si le plectre jouait tout seul de la cithare, les entrepreneurs n'auraient pas besoin d'ouvriers ni les maîtres d'esclaves. »

18. Philostrate, *Galerie de tableaux* 1, 16, 3.

19. Pline, *HN* 34, 75.

qui volait²⁰ ; à Olympie, il y avait un dauphin, qui jaillissait vers le sol, et un aigle, qui s'élançait vers le ciel, quand le responsable des concours hippiques manipulait un système mécanique placé dans l'autel²¹ ; aux Grandes Dionysies de 308, Démétrios de Phalère produisit un escargot mécanique, qui bavait²².

La science des automates dans le cadre de la science antique

La science des automates, d'après les classifications antiques, relève de la mécanique. La mécanique, pour nous, consiste en la description, la construction et l'utilisation de machines, et en second lieu dans l'étude des causes qui permettent d'expliquer le fonctionnement de ces machines, et d'en améliorer l'efficacité.

La classification des sciences par Géminus²³ peut être considérée comme un modèle de référence parce qu'elle permet de situer l'idée que se fait de la construction des automates un contemporain (grec) de Vitruve, vers l'année 30 av. J.-C., un siècle à peu près avant les traités d'Héron.

Après avoir donné la classification pythagoricienne traditionnelle, Proclus dit qu'il y en a une autre, celle de Géminus : d'un côté les mathématiques dont l'objet est l'intelligible (arithmétique et géométrie), de l'autre les mathématiques dont l'objet est le sensible (six sciences : mécanique, astronomie, optique, géodésie, canonique et logistique). Dans la mécanique Géminus distingue trois subdivisions, l'organopoeïque (art de fabriquer les machines utiles à la guerre), la thaumatopoeïque (fabrication des automates) et la sphéropée (« qui permet de représenter les révolutions célestes »).

Géminus, à propos des automates, parle donc, pour cette subdivision de la mécanique, de θαυματοποιική « thaumatopoeïque » « qui imite les mouvements du vivant ». Employant ce terme, il insiste sur l'aspect extraordinaire et étonnant des réalisations de l'« automatopoeïque ». Héron, dans ses *Automates*, dira que « les anciens » appelaient « thaumaturge » le fabricant d'automates (ἐκάλουν δὲ οἱ παλαιοὶ τοὺς τὰ τοιαῦτα δημιουργοῦντας θαυματουργοὺς διὰ τὸ ἔκπληκτον τῆς θεωρίας)²⁴ ; dans cette phrase, on remarquera l'emploi

20. Aulu-Gelle 10, 12, 9-10.

21. Pausanias 6, 20, 10-12.

22. Polybe 12, 13, 11.

23. voir AUJAC, G. (1975), *Géminos. Introduction aux Phénomènes*, Paris : Collection des Universités de France, p. 114-117 : extrait de Proclus, in *Eucl.*, qui dit rapporter la doctrine de Géminus.

24. *Automates*, ch. 1, 8, ligne 1 SCHMIDT.

de l'adjectif ἔκπληκτος pour parler des effets produits sur les spectateurs par les automates, dans la formule τὸ ἔκπληκτον τῆς θεωρίας, qui apparaît une autre fois dans l'ouvrage²⁵ ; ailleurs²⁶, Héron utilise dans le même but l'adjectif ἐκπληκτικός.

La pneumatique et la construction d'automates partagent ces caractéristiques. La différence entre elles est que l'une (celle qui est appelée par Héron la construction d'automates) utilise des leviers, des poulies, des engrenages, des courroies, tandis que l'autre (celle qu'on appelle la pneumatique) utilise les gaz (compression et dilatation) et les fluides, et pratiquement parlant l'air et l'eau. Mais toutes deux sont les deux facettes d'une même technique, d'après les auteurs anciens comme Géminus et Pappus²⁷, car la θαυματοποιική utilise aussi bien, dit expressément Géminus²⁸, des procédés pneumatiques (διὰ πνευμάτων φιλοτεχνούσα) que des systèmes de poids (διὰ ῥοπῶν).

La science alexandrine, Héron et les automates

Héron, qui est bien « d'Alexandrie », n'a rien à voir avec l'Alexandrie de la bibliothèque et du Musée, institutions dont il ne subsiste rien à son époque. Il est d'époque « romaine » et non d'époque « alexandrine ». Il n'empêche qu'il se rattache explicitement à une tradition bien identifiée par lui et par nous, celle des ingénieurs alexandrins des Ptolémées.

La documentation qui nous est parvenue sur ces ingénieurs est incomplète, et même fragmentaire. Pour quatre siècles, il nous reste trois noms, et — en partie — deux œuvres : le nom de Ctésibios (durant le règne de Ptolémée II Philadelphe, 283-247), le nom et une partie de l'œuvre de Philon de Byzance (qui fut sans doute son élève ; auteur d'une *Mécanikê Suntaxis*, dont le livre V, *Pneumatica*, est entièrement conservé dans une version arabe), tous deux au III^e siècle avant J.-C., et le nom et une partie de l'œuvre d'Héron d'Alexandrie, dans la

25. En 1, 1 ligne 3 SCHMIDT.

26. *Pneumatiques* 1, préface, l. 16 SCHMIDT.

27. Dans l'introduction du livre VIII de sa *Collection mathématique*.

28. *Loc. cit.* : « ... l'art de fabriquer les automates qui, par l'usage astucieux de procédés pneumatiques, comme on en trouve dans les traités de Ctésibios et de Héron [c'est Proclus, au V^e s., qui ajoute au texte de Géminus cette mention d'Héron], ou d'un système de poids dans lequel le mouvement vient d'un défaut d'équilibre et l'immobilité de la réalisation de l'équilibre, comme c'est indiqué dans le *Timée*, ou tout simplement par l'usage de cordes et de fils, imitent les déplacements et la gesticulation des êtres animés » (trad. G. AUJAC, p. 116-117).

seconde moitié du I^{er} siècle après J.-C. ; les dates soulignent le maintien d'une certaine tradition, même s'il y a eu, vraisemblablement, solution de continuité.

La faveur que l'époque alexandrine a manifestée envers la « mécanique » s'explique par plusieurs raisons. Il y avait d'abord les encouragements des Ptolémées, sensibles à la gloire qu'ils pourraient tirer des prouesses techniques de leurs ingénieurs : les « grands travaux » n'ont pas été inventés par les présidents de la V^e République. Mais les mêmes rois étaient aussi soucieux d'applications, si l'on peut dire, plus immédiatement rentables, par exemple dans le domaine de la balistique et plus généralement de l'art de la guerre. Cette préoccupation se reflète dans les préfaces de nombreux traités techniques : construction de machines de guerre, fabrication d'appareils de visée pour déterminer de loin la hauteur d'une muraille et donc la dimension des échelles de siège, ou bien, s'il s'agissait de préparer l'établissement d'un pont, la largeur d'une rivière dans le cas où l'ennemi, sur la rive adverse, s'opposait au franchissement. On pouvait avoir aussi des préoccupations plus ludiques ou plus proches des détails de la vie quotidienne ; ce sont celles des *Automates* et des *Pneumatiques*.

À 250 ans de distance après ses deux prédécesseurs²⁹, donc, Héron d'Alexandrie occupe une place à part en raison du nombre et de la taille des œuvres qui lui sont attribuées et qui sont parvenues jusqu'à nous, et de leur diversité.

Si l'on ne sait rien de sa vie (il aurait d'abord été cordonnier), on a en revanche sous son nom une grande quantité de traités. Tous ne sont pas strictement techniques. Son ouvrage géométrique le plus important est incontestablement sa *Métrique* (les *Metrica*), en trois livres. D'autres œuvres de géométrie conservées sous le nom d'Héron ont sans doute un fondement héronien mais ne sont pas authentiques : ainsi les *Définitions*, les *Geometrica*, les *Stereometrica*, le *De mensuris*. Le traité sur la *Dioptre* (Περὶ διόπτρας), authentique, relève à la fois de la géométrie et de l'art de l'ingénieur ; Héron expose le mode de construction, le fonctionnement et les domaines d'utilisation d'un appareil de visée qui est très proche de notre théodolite mais que, malgré son perfection-

29. La datation la plus généralement admise aujourd'hui le place dans la seconde moitié du I^{er} siècle après J.-C. : en effet, Héron explique dans la *Dioptre*, ch. 35, comment calculer la distance entre Rome et Alexandrie en utilisant la même éclipse de lune depuis ces deux villes ; il précise que cette éclipse a eu lieu le dixième jour avant l'équinoxe de printemps et a débuté à Rome à la troisième heure de la nuit et à la cinquième heure à Alexandrie. Ces indications ne peuvent s'appliquer qu'à l'éclipse de lune du 13 mars 62 après J.-C. et à aucune autre éclipse entre le III^e siècle avant J.-C. et le III^e siècle après J.-C. Sauf à dire que ce ch. 35 n'est pas de lui, on a une indication chronologique importante, un *terminus a quo*.

nement, l'auteur n'utilise guère, en général, que pour tracer des alignements et des systèmes orthonormés, c'est-à-dire comme la fruste *groma* des arpenteurs romains. Comme μηχανικός, c'est-à-dire comme ingénieur, Héron est l'auteur d'un nombre important de traités parmi lesquels s'insèrent parfaitement les *Automates* et les *Pneumatiques*.

Les automates d'Héron d'Alexandrie : le traité de *automatis*

Les deux traités des *Automates* et des *Pneumatiques* ont été édités par W. Schmidt, avec une traduction allemande, à l'extrême fin du XIX^e s. Les deux traités, de fait, sont solidaires, car ils relèvent tous deux de la fabrication des automates.

Dans le traité des *Automates*, il s'agit de présenter des mécanismes de théâtre miniature, avec poids et contrepoids pour faire bouger des plates-formes et des personnages. Le traité se compose de deux parties différentes. La première partie³⁰ concerne les personnages automates « mobiles », ὑπάγοντα, et la deuxième ceux qui sont dits « fixes », στατά. Dans le premier cas, les automates fonctionnent sur un support mobile, qui se déplace grâce à des roues, devant les spectateurs qui restent assis autour du théâtre miniature. Héron commence son traité³¹ en insistant sur toutes les précautions qu'il faut prendre pour que l'affaire puisse fonctionner : un sol absolument plan et bien tassé, ou des planches (σανίδες) ; sur ces planches, des sortes de rails pour guider les roues installées sous le support du théâtre miniature et pour rendre plus assuré leur roulement ; utilisation de matériaux légers³² ; mettre de l'huile³³ ; utiliser des cordes absolument inextensibles et qui ne se rétractent pas³⁴, résultat que l'on peut obtenir par différents moyens (par exemple, laisser pendre assez longtemps une corde à laquelle est suspendu un poids). Le thème choisi par Héron pour son spectacle est celui du temple de Dionysos, avec des figurines de Bacchantes qui dansent. Cela donne une scène unique, celle de l'apothéose de Dionysos, dans laquelle les personnages, qui sont rangés autour du dieu, exécutent leurs mouvements à ciel ouvert.

30. Jusqu'au ch. 19 compris, p. 404-405 de l'édition SCHMIDT.

31. Ch. 2, p. 342 sq. SCHMIDT.

32. Avec cette justification : ἵνα μὴ διὰ τὸ βάρος δυσκίνητα γένηται (p. 342 l. 23-24).

33. P. 344 l. 6 : καὶ ἔλαιον δὲ παρεπιχέειν δεήσει εἰς ταῦτα.

34. P. 344 l. 9-12 : δεῖ δὲ καὶ τὰς σπάρτους... μῆτε ἐπέκτασιν μῆτε συστολὴν λαμβάνειν, ἀλλὰ τοιαύτως διαμένειν τοῖς μήκεσιν οἷαι καὶ ἐξ ἀρχῆς κατεστάθησαν.

Voici ma traduction de la description que donne Héron de ce spectacle³⁵ (le support à roues vient d'arriver automatiquement devant les spectateurs ; disons que cela fait penser à un très gros train électrique) : « À l'arrêt de la plate-forme, le feu s'allumera sur l'autel qui est devant Dionysos. Du thyrses de Dionysos il jaillira du lait ou de l'eau, tandis que de sa coupe il coulera du vin en direction de la panthère qui est en-dessous. Toute la partie de la base qui se trouve vers les quatre colonnes sera couronnée. Le cercle des Bacchantes dansera autour du temple. On entendra un bruit de tambourins et de cymbales. Ensuite, quand le bruit aura cessé, le personnage de Dionysos se détournera vers l'extérieur. En même temps que lui se tournera aussi la Victoire placée sur le temple. Sur l'autel, maintenant placé devant Dionysos alors qu'auparavant il était derrière lui, le feu s'allumera de nouveau. De nouveau, le liquide jaillira du thyrses, tandis que reprendra l'écoulement de la coupe. De nouveau les Bacchantes tourneront autour du temple en dansant au son des tambourins et des cymbales. Quand elles s'immobiliseront, le support automobile repartira vers l'endroit où il était au début. Ainsi s'achèvera la représentation. »

Pour la deuxième partie, consacrée aux automates « fixes » ou « à base fixe » (c'est-à-dire qu'il n'y a plus de déplacement sur un chariot), Héron a choisi comme fil directeur de son exposé la légende (μῦθος) de Nauplios³⁶, comme son prédécesseur Philon de Byzance, dit-il. On a donc affaire à un théâtre miniature qui met en scène une véritable tragédie. Le sujet est le retour des Grecs depuis Troie et la tempête qu'ils essuient sur les rives de l'Eubée. Plus exactement, les données (auxquelles fait allusion Euripide dans *Hélène* et qui faisaient le fond de plusieurs pièces perdues, une d'Eschyle, deux de Sophocle) étaient les suivantes. Nauplios, roi d'Eubée³⁷, dont le fils Palamède est mort pendant l'expédition grecque contre Troie, soit qu'il ait été tué par les Troyens, soit même que les Grecs l'aient tué, veut se venger. À la faveur d'une tempête, il allume des feux sur une falaise de l'Eubée, le cap Capharée, pour attirer la flotte des Grecs qui viendra faire naufrage contre les rochers. On retrouve cette histoire dans les *fabulae* d'Hygin et jusque chez les Mythographes Vaticans³⁸.

Telle est donc l'histoire que montre Héron sur son théâtre miniature d'automates. Il faut insister sur « miniature » : certains éléments du texte en té-

35. P. 352 l. 8 sq. SCHMIDT.

36. *Automates* 20, 2, p. 404 l. 15 SCHMIDT.

37. Ce n'est pas le même que celui de Nauplie, qui est fils de Poséidon ; mais ils sont parfois confondus.

38. 1, 141 et 2, 229, d'après Servius, *ad Aen.* 2, 260.

moignent concrètement, comme le fait que le bras de l'automate-charpentier est fait dans une corne de cerf³⁹ ou comme les dimensions de la base qui était précédemment décrite⁴⁰ dans la première partie, pour des automates « mobiles » à support sur roues : il fallait une base de 1 coudée de long (une coudée vaut deux pieds, donc ici la longueur est de 60 cm à peu près), avec une largeur de 4 paumes⁴¹ (environ 30 cm) et une hauteur de 3 (à peu près 22 cm), les quatre colonnes fixées sur cette base ayant chacune une hauteur de huit paumes (60 cm).

Quant aux tableaux que retient Héron pour cette histoire, dans la deuxième partie des *Automates*, ce sont les suivants :

1. chantier naval des Grecs ;
2. mise à l'eau des bateaux par les Grecs ;
3. navigation des Grecs, 1^e partie de ce qu'on a pu appeler « acte III », et dauphins bondissant dans la mer, 2^e partie de ce 3^e acte ;
4. les signaux de Nauplios ;
5. le naufrage des Grecs. Ajax, l'un des chefs grecs, à la mer (V^e acte, 1^e partie) ; Ajax ; foudroyé et disparaissant dans la mer (2^e partie).

On peut se demander pourquoi Héron a choisi l'histoire de Nauplios plutôt que n'importe quelle autre légende pour illustrer ses constructions d'automates *στατά*. Il est vrai que cette histoire avait servi de support aux exposés de son prédécesseur Philon. À côté de sa célébrité puisqu'elle avait été traitée par plusieurs poètes grecs dans des pièces perdues⁴², il y avait peut-être une autre raison. Néron avait chanté la légende de Nauplios, pendant son voyage en Grèce en 67. On lit chez Suétone : « Un jour, en le voyant passer, Isidore le Cynique lui avait reproché publiquement, à haute voix, de chanter les malheurs de Nauplios et de mal administrer ses propres biens »⁴³. Or, il n'est pas impossible de voir en notre ingénieur quelqu'un d'important au sein du groupe d'ingénieurs, d'origine alexandrine, que Néron a beaucoup fait travailler sur des projets divers et

39. *Automates* 24, 1, p. 422 l. 8 SCHMIDT.

40. Au début du ch. 3 (p. 350 l. 1 sq. SCHMIDT).

41. La *παλαιστή* ou *παλαστή*, « paume » = quatre doigts = un quart de pied ; la largeur est donc ici de 30 cm à peu près.

42. Eschyle avait traité de ce héros ; Sophocle avait donné une *Navigation de Nauplios*, *Ναύπλιος καταπλέων*, et un *Ναύπλιος πυρκαεύς*, *Nauplios allume le feu* ; d'autres auteurs aussi, comme Phrynichos.

43. Suétone, *Néron* 39.

qui ont même pu accompagner l'empereur dans ce voyage en Grèce pendant lequel l'on entreprit le percement d'un canal à travers l'Isthme de Corinthe⁴⁴.

Il y a donc une dimension « littéraire » dans les *Automates*, il y a peut-être une dimension « politique » ou en tout cas contemporaine, et il y a aussi une dimension mathématique, que l'on ressent dans l'emploi de mots comme « le problème », « la question »⁴⁵. Le domaine de la construction des automates est donc bien concerné par la mathématisation typiquement grecque, même si c'est de manière marginale. Cette même caractéristique est perceptible dans la forme canonique de problème adoptée pour les expériences et constructions des *Pneumatiques*.

Les automates d'Héron d'Alexandrie : les *Pneumatiques*

Dans les *Pneumatiques*, qui sont aussi un traité d'automates, les buts revendiqués (dès la préface, comme le fait souvent Héron) sont de plusieurs sortes. Il s'agit d'abord de divertir et d'étonner, Héron se référant alors au $\theta\alpha\tilde{\upsilon}\mu\alpha$. Il s'agit aussi de donner une démonstration visible et concrète de différentes choses : par exemple, la dilatation du gaz ($\pi\nu\epsilon\tilde{\upsilon}\mu\alpha$) sous l'action de la chaleur, et la force de la réaction qu'il produit sur la paroi opposée à un orifice d'échappement : dans ce cas, c'est l'éolipyle⁴⁶ de 2, 11 qui fait démonstration — tourniquet à vapeur, ou à air chaud. Dans cette véritable machine à vapeur, la seule de l'Antiquité, des tubes latéraux sont solidaires d'une boule qui tourne selon l'action de la vapeur. Les appareils peuvent enfin avoir un but utilitaire ($\chi\rho\eta\sigma\iota\mu\omicron\nu$) ; c'est par exemple le cas de la pompe à incendie⁴⁷, demeurée célèbre, ou de la seringue pour aspirer le pus et qui sert aussi à des injections⁴⁸.

Pourtant, le propos des *Pneumatiques* ne se restreint pas à la mécanique en général et à la fabrication d'appareils automates en particulier. Ainsi, la préface, très longue, est un bon exemple de l'insertion de discussions de philosophie

44. Voir RAÏOS, D. (2000).

45. *Automates* 21, 1, p. 410 l. 10 SCHMIDT : τὸ δὲ πρόβλημά ἐστι... ; 21, 2, p. 410 l. 20 : ἡ μὲν οὖν ὑπόθεσις τοιαύτη.

46. Non pas « éolipyle » à quoi on voudrait donner la signification de « Porte d'Éole » avec le grec πύλη ; le mot n'est pas chez Héron ; il vient de Vitruve 1, 6, 2, *Aeoli pila*, « boule d'Éole », car chez Vitruve il y a effectivement une tête d'Éole.

47. *Pneumatiques* 1, 28 ; invention rapportée à Ctésibios, décrite par Philon, Vitruve, puis Héron.

48. *Pneumatiques* 2, 18.

naturelle — ce que les Grecs appelaient « physique » — sur l'existence ou non du vide, sur la compressibilité ou non de l'air ou du feu, etc. : le « mécanicien » se fait « physicien ».

Quels exemples peut-on donner de préférence parmi tous les appareils « automates » que décrivent les *Pneumatiques* ? Les plus connus paraissent être l'ouverture automatique des portes d'un temple (miniature, naturellement) quand un feu est allumé sur l'autel ; le distributeur d'eau lustrale ; l'appareil qui distribue du vin quand on le remplit d'eau (qui relève du θαυμαστόν) ; l'orgue « hydraulique », précédé de cent ans par celui de Vitruve, mais qui fut peut-être celui qui occupa les derniers jours de règne de Néron selon Suétone⁴⁹ ; la pompe de Ctésibios (qui relève du χρήσιμον).

De façon plus générale, il faut dire que dans les *Pneumatiques*, les appareils qui se définissent le mieux comme automates ne sont même pas regroupés. Ce sont, au livre I, les appareils 12 15 16 17 21 29 30 31 37 38 39 41 ; en II, les 3 4 5 10 15 21 32 34 35 36 37.

I 16 est le plus achevé : l'eau d'une vasque alimentée par une source coule dans un piédestal creux, cependant que des oiseaux posés au bord de la vasque chantent jusqu'à ce que le piédestal soit plein. Un siphon vide alors ce piédestal dans un seau, suspendu à une corde avec poulie et contrepoids, qui descend en faisant tourner le perchoir d'une chouette. Quand le seau est plein, il amorce un siphon qui le vide à son tour. La chouette reprend ensuite sa position et les oiseaux leur chant.

I 21 permet de faire une libation en jetant une pièce de monnaie dans le col d'un vase (elle tombe à l'intérieur sur un petit plateau). C'est l'ancêtre de nos distributeurs de boissons. Il fait appel à une soupape-robinet dont l'étanchéité suppose la maîtrise du polissage des métaux.

I 38 décrit l'automatisation d'un temple miniature dont les portes s'ouvrent « toutes seules », αὐτομάτως, au moment d'un sacrifice, puis se referment. Sa mise en œuvre combine les effets de dilatation thermique de l'air, de siphon, de vases communicants — et une machinerie de poulies, axes et contrepoids. Ce mouvement est présenté par Honoré d'Urfé dans la quatrième partie de *L'Astrée*⁵⁰.

49. Néron 41, « orgue d'un nouveau genre ».

50. Le texte (H. D'URFÉ, *L'Astrée*, 4^e partie, 1627, éd. H. VAGANAY, Lyon, Masson, 1925, repr. Slatkin Reprints, vol. 4, p. 27-29) est reproduit p. 110 sq. (n. 73) de la traduction commentée des *Pneumatiques* par G. ARGOUËT et J.-Y. GUILLAUMIN, Publications de l'Université de Saint-Étienne, 1997.

Mais, *avec des personnages*, on ne peut ignorer I 12 : « Quand on brûle des parfums sur certains autels, les personnages placés sur les côtés font une libation », ce qui rappelle les procédés des *Automates* avec des personnages miniatures ; la différence est qu'ici le système fonctionne à la vapeur, non pas avec des poids et des cordes comme dans les *Automates*.

Parmi ces appareils, certains ont eu un grand succès en des époques postérieures et ce succès est attesté par des œuvres littéraires françaises. On vient d'évoquer le cas de l'appareil I, 38 qui se retrouve dans *L'Astrée*. Un autre exemple est sans doute plus connu, c'est celui de la fontaine d'Héron, que Rousseau emporta avec lui dans ses premières errances⁵¹. De fait, le XVII^e siècle avait été l'âge d'or des automates, car de nombreux commentateurs d'Héron sont des correspondants ou des inspireurs de Descartes (avec ses animaux « machines », sortes d'automates) et de Leibniz, Kircher, Schott, Mersenne. Mais le XVIII^e siècle mêle la fabrication d'automates avec l'élaboration d'une philosophie moderne qui ira, avec Leibniz, jusqu'au mécanisme universel⁵². En 1738, Jacques de Vaucanson exposa à Paris un canard mécanique qui faisait tout, même des crottes. C'est dans ce contexte, donc, que Jean-Jacques Rousseau part avec l'idée de montrer ce procédé pour épater les villageois et gagner un peu d'argent.

Automates, Pneumatiques et modèle euclidien

La classification des sciences par Géminus, qui se ramène à une division de la mathématique, insiste *ipso facto* sur le fait que la construction d'automates, ou fabrication de θαύματα, est une partie de la mathématique. Cela est conforté par le mode d'écriture des traités d'automates d'Héron.

Tous les points importants des dispositifs décrits, ainsi que les segments comme des pistons, des tiges, des tubes, sont désignés par des lettres exactement comme le sont les points et les segments dans la géométrie grecque.

On notera aussi la formulation initiale, « soit telle ou telle chose », avec ἔστω ou γεγονέτω, réitérée dans la plupart des énoncés⁵³ ; quand il s'agit d'une

51. Voir J.-J. ROUSSEAU, *Confessions*, livre III.

52. Voir GODIER, R.-M. (2005).

53. Voir par exemple, dans les *Pneumatiques*, le début de 1, 1 : Ἐστω γὰρ καμπύλος σίφων ὁ ΑΒΓ..., « Soit en effet un siphon courbe ΑΒΓ... » ; ou celui de 1, 2 : Γεγονέτω γὰρ σίφων..., « Soit en effet un siphon... », avec l'emploi de l'impératif parfait.

sphère comme en 1, 10, la ressemblance avec un texte géométrique est encore plus frappante : Ἔστω σφαῖρα...

Il y a encore la construction de l'appareil, évoquée comme si l'on parlait de la construction d'une figure géométrique⁵⁴. Car la « construction », κατασκευή, est l'une des six étapes canoniques de la résolution d'un problème de géométrie telles qu'elles sont énumérées par Proclus : πρότασις, ἔκθεσις, διορισμός, κατασκευή, ἀπόδειξις, συμπέρασμα⁵⁵.

Il faut relever également⁵⁶ le recours à la démonstration par l'absurde (qui conclut en faveur d'une hypothèse en éliminant toutes les autres), avec l'expression ὅπερ ἄτοπον, méthode et énoncé d'origine dialectique qui sont typiques des textes de géométrie.

Il y a encore d'autres types d'énoncés qu'on lirait tout aussi bien dans un ouvrage de géométrie, comme celui qui figure dans les *Automates* pour donner le fondement mathématique du déplacement circulaire du support roulant dont il est question depuis le ch. 7. Cet énoncé⁵⁷ paraît propre à Héron. Il atteste de la maîtrise avec laquelle l'auteur peut « géométriser » les énoncés relatifs à sa construction des automates⁵⁸.

Conclusion

Le μηχανικός de l'Antiquité, et spécialement le créateur d'automates dont Héron est un bon représentant, n'est pas un tâcheron besogneux. C'est un per-

54. Voir par exemple *Pneum.* 1, 9 puis 1, 10 : Ἔστι δὲ ἡ κατασκευὴ τοιαύτη.

55. Proclus, in *Eucl.* p. 203 l. 1 sq. FRIEDLEIN.

56. Par exemple à la fin de *Pneum.* 1, 2 : ἴση ἄρα ἡ BH ἐκατέρῃ τῶν HZ, HA, ὅπερ ἄτοπον ἡρεμήσει ἄρα, « La droite BH est donc égale à chacune des droites HZ et HA ; ce qui est absurde. Le liquide sera donc en équilibre ».

57. *Automates* 8, 1, p. 364 l. 8-11 SCHMIDT : Ἐὰν γὰρ κῶνος κυλίνεται κατὰ ἐπιπέδου, ἡ μὲν βᾶσις αὐτοῦ γράφει κύκλον οὗ ἡ ἐκ τοῦ κέντρου ἴση ἐστὶ τῇ τοῦ κώνου πλευρᾷ, ἡ δὲ κορυφὴ αὐτοῦ μένει ἀκίνητος κέντρον οὕσα τοῦ εἰρημένου κύκλου, « Si un cône roule sur un plan, sa base décrit un cercle dont le rayon est égal au côté du cône, et son sommet, en tant que centre du cercle en question, demeure immobile ».

58. On ne doit pas s'étonner de cette « mathématisation » de la construction d'automates et d'appareils pneumatiques. Cette tendance à la mathématisation s'est manifestée en effet jusque dans le domaine de la théologie. Il a existé des *Éléments de Théologie* écrits par Proclus vers 480 après J.-C. ; c'est le premier traité de théologie/philosophie exposé selon la méthode euclidienne, c'est-à-dire à partir de théorèmes dont l'énoncé est suivi de la démonstration. Cette méthode d'exposition scientifique influencera Alain de Lille (XII^e s., mort en 1202 à Citéaux) et plus tard Spinoza.

sonnage cultivé en toutes les sciences, dont il sait faire converger les données dans les sujets qu'il aborde, particulièrement dans la construction des automates. Il a aussi une solide formation littéraire qu'il utilise dans les développements très travaillés de ses préfaces. Il manie aussi bien le grec littéraire que la langue technique et mathématique d'essence et de saveur euclidienne.

Son influence se mesure à l'intérêt et aux imitations ou perfectionnements qu'il n'a cessé de susciter, surtout depuis la Renaissance, particulièrement au XVII^e s. et au XVIII^e s.⁵⁹ Ce rayonnement parmi la postérité n'est que le prolongement d'un rayonnement intellectuel et technique qui dut être grand en son époque. Ici encore, le cas individuel d'Héron d'Alexandrie est emblématique. Ce personnage fut vraisemblablement l'un des plus importants parmi les ingénieurs alexandrins que sollicita Néron. Son activité s'inscrivait parfaitement dans les préoccupations d'une époque dans laquelle le goût pour la fabrication d'objets étonnants relevant de la science des automates, qui devait se prolonger dans les décennies suivantes pour lesquelles il est attesté par les textes (ainsi le *Satiricon*), est confirmé par l'archéologie la plus récente. On pense avoir découvert en septembre 2009 la *cenatio rotunda* au Palatin, dans la Maison d'Or de Néron : c'est un automate des années 65, tout à fait emblématique de cette passion du monde gréco-romain, héritier sur ce point d'un savoir bien plus ancien, celui de Ctésibios au III^e s., de Philon à sa suite, de Vitruve au I^{er}. Développant sa maîtrise des automates, l'homme antique développait aussi et affirmait sa maîtrise du monde et des éléments de la nature. Il forçait à son service l'air, les gaz, les liquides et les poids. Sous les apparences du *θαυμαστόν*, c'est bien le *χρήσιμον* qui faisait l'objet de ses recherches. C'est pourquoi il faut rejeter l'image toute faite de mécaniciens antiques éprouvant au fond un secret mépris pour leurs inventions considérées par eux-mêmes comme purement divertissantes et en tout cas inutiles et indignes de la science, et les inscrire au contraire dans la vaste perspective des progrès fondamentaux de l'intelligence humaine.

Bibliographie

Textes

Heronis Alexandrini opera quae supersunt omnia vol. 1, *Pneumatica et Automata*, éd. SCHMIDT, W., Leipzig, 1899.

59. Il en a été question dans un colloque récent (Grenoble, 19-21 mars 2009) centré sur Vaucresson et intitulé *L'Automate. Modèle, machine, merveille*.

Les Pneumatiques d'Héron d'Alexandrie, introduction, traduction et notes par ARGOUD, G. et GUILLAUMIN, J.-Y., *Mémoires XV* du Centre Jean-Palmerne, Publications de l'Université de Saint-Étienne, 1997.

Études

CHAPUIS, A. (1949), *Les Automates. Figures artificielles d'hommes et d'animaux. Histoire et Technique*, Neuchâtel.

GILES, B. (1980), *Les Mécaniciens grecs. La naissance de la technologie*, Paris.

GODIER, R.-M. (2005), *L'automate et le cinéma dans La Règle du Jeu de Jean Renoir, Le Limier de Joseph L. Mankiewicz, Pickpocket de Robert Bresson*, Paris.

MARCINKOWSKI, A., et WILGAUX, J. (2004), « Automates et créatures artificielles d'Héphaïstos : entre science et fiction », *Techniques et culture* 43-44 (en ligne).

RAÏOS, D. (2000), « La date de Héron d'Alexandrie », dans ARGOUD, G. et GUILLAUMIN, J.-Y., *Autour de la Dioptré d'Héron d'Alexandrie, Mémoires XXI* du Centre Jean-Palmerne, Publications de l'Université de Saint-Étienne, p. 19-36.

Le sujet des machines et des inventions, qui pourrait paraître en première lecture relégué aux marges les moins fréquentées de la littérature et des études antiques, s'avère, si l'on y regarde de plus près, d'une exceptionnelle richesse. Tout d'abord, les termes mêmes désignant cette notion (le grec *mêchanê* et son calque latin *machina*) ainsi que leurs dérivés occupent dans la littérature une place bien attestée et loin d'être négligeable. Les usages métaphoriques et les sens figurés ne manquent pas. Ils renvoient, la plupart du temps, à la ruse ou à la tromperie, avec une connotation négative qui fait souvent de la machine une sorte de produit douteux du *logos* ou de la *ratio*.

Le thème fait également appel à une littérature technique longtemps délaissée que les études classiques ont redécouverte depuis quelques années. Machines et inventions relèvent en effet de l'histoire des sciences et des techniques. Les contributions présentées ici nous apprennent ou nous rappellent que l'ingénierie des Anciens avait atteint un degré de technicité et de précision que notre méconnaissance de la littérature traitant de tels sujets, associée à la disparition des productions elles-mêmes, nous empêche d'apprécier à leur juste valeur. La lecture des descriptions d'automates par Héron d'Alexandrie peut laisser rêveur et dubitatif le lecteur contemporain, qui se demandera si les merveilles de l'industrie humaine qui lui sont présentées ont pu exister en dehors de l'imagination de leur auteur.



UNIVERSITÉ DE NANTES



<http://revues.aplaes.org> ISSN 2271-4693

