

Aristarque de Samos

Pierre LERICH

Résumé : *L'ouvrage d'Aristarque de Samos intitulé « Hypothèses » et présentant le double mouvement de la Terre sur elle-même et autour du soleil a disparu à tout jamais. Heureusement, nous avons une idée de son contenu grâce au témoignage d'Archimède.*

Mots-clefs : HISTOIRE – BIOGRAPHIE - SYSTEME SOLAIRE.

Le beau nom d'Aristarque de Samos est resté attaché à la première hypothèse héliocentrique de l'histoire, bien plus qu'à la mesure des grandeurs et distances de la Lune et du Soleil. Pourtant la mesure nous est parvenue alors que l'hypothèse est perdue, ensevelie dans les brumes du passé lointain. Nous ne la connaissons qu'indirectement, par le témoignage de quelques contemporains et successeurs proches. La mesure était très intelligente, même si son résultat (Soleil vingt fois plus éloigné que la Lune) laissait à désirer. L'hypothèse devait, sans doute, être très intelligente également, mais nous ne saurons jamais sur quels arguments elle s'appuyait, sur quelles observations, sur quels raisonnements. Ce chapitre manquera éternellement dans l'histoire de l'astronomie.

Les recherches d'Archimède n'avaient aucun rapport avec celles d'Aristarque et, c'est par le plus grand des hasards que leurs chemins se sont croisés un instant, offrant à la postérité quelques miettes de l'œuvre perdue. Archimède souhaitait exposer un nouveau système de dénombrement, capable d'exprimer de très grands nombres inaccessibles à l'arithmétique usuelle.

Pour présenter un exemple frappant, Archimède choisit l'objet le plus petit : le grain de sable et l'objet le plus grand : le cosmos. Mais, s'il est facile de se mettre d'accord sur la dimension d'un grain de sable, il n'en va pas de même pour le cosmos. La majorité des astronomes de l'époque appellent « cosmos » la sphère ayant pour centre la Terre et pour rayon la distance Terre-Soleil. La distance des planètes et des étoiles reste dans un certain flou artistique.

Cette dimension du cosmos est insuffisante : le nombre de grains de sable qu'il pourrait contenir est

très grand, mais le système proposé par Archimède peut faire beaucoup mieux. Or, le cosmos d'Aristarque est justement beaucoup plus vaste : Il pourrait contenir, en exprimant le résultat d'Archimède avec la notation moderne, 10^{63} grains de sable (calcul refait très soigneusement par le traducteur du texte grec Paul Ver Eecke, Anvers 1917). C'est pourquoi Archimède choisit Aristarque de préférence à tous les autres astronomes. Il expose ainsi l'hypothèse qui convient le mieux à sa démonstration personnelle :

"Aristarque suppose que les étoiles fixes et le Soleil demeurent immobiles, que la Terre tourne suivant une circonférence de cercle autour du Soleil, (...) et que la grandeur de la sphère des étoiles fixes est telle que le cercle à la circonférence duquel on suppose que la Terre évolue a le même rapport avec la distance des étoiles fixes que le centre d'une sphère avec sa surface."

C'est tout notre univers qui apparaît ainsi deux siècles avant notre ère. On peut être surpris par le rapport entre le centre d'une sphère et sa surface et, justement, Archimède a rejeté sans ménagement cette expression, mais comment exprimer l'immensité, peut-être l'infini, sinon par des mots dont le rapprochement inhabituel peut sembler choquant ? Confronté au même problème, Pascal a eu recours à une expression analogue : *"Que l'homme regarde cette éclatante lumière, (...) que la Terre lui paraisse comme un point au prix du vaste tour que cet astre décrit (...)"*.

Ce sont des mots qui viennent à l'esprit naturellement pour exprimer des dimensions qui diffèrent de plusieurs ordres de grandeur. Pour Archimède, l'expression employée par Aristarque n'a pas de sens : *"Il est évident que ceci est impossible, car le centre d'une sphère n'ayant aucune grandeur, on ne*

peut admettre qu'il ait quelque rapport avec la surface de cette sphère." Certes, Archimède a raison ; cependant, on peut aussi penser qu'Aristarque n'avait pas tort, mais que son expression paradoxale rendait impossible le dénombrement des grains de sable.

Archimède propose donc une « interprétation » plus adaptée au calcul numérique et qu'on peut résumer ainsi : Il y a le même rapport entre le rayon de la Terre et le rayon de son orbite autour du Soleil, qu'entre le rayon de cette orbite et celui de la sphère des étoiles fixes. A partir d'une estimation plausible du rayon terrestre, Archimède multiplie par 10 000 pour avoir le rayon de l'orbite terrestre, puis de nouveau par 10 000 pour obtenir le rayon de la sphère des fixes. Il peut alors évaluer le nombre de grains de sable que cet univers pourrait contenir (c'est le nombre 10 puissance 63, cité plus haut).

Il n'est pas certain que cette interprétation soit très conforme aux véritables intentions d'Aristarque. On a peine à croire que celui-ci ait écrit à la légère et sans réfléchir sa phrase sur le centre et la surface de la sphère. On ne peut pas croire non plus qu'il ait ignoré la différence de nature entre un « centre » et une « surface ». Finalement, il y a un certain mystère dans la façon dont Archimède utilise Aristarque. Il n'a d'ailleurs utilisé que la dimension de l'Univers, sans profiter de l'occasion pour dire un seul mot sur la position centrale du Soleil, qui est simplement mentionnée sans commentaire. Cela se comprendrait si Archimède avait été indifférent à l'astronomie en général, mais ce n'est pas le cas puisqu'il a laissé un magnifique planétarium de cuivre qui reproduisait les mouvements du Soleil, de la Lune et des planètes au moyen de dispositifs mécaniques admirés par de nombreux voyageurs antiques, longtemps encore après la mort d'Archimède. Ce planétarium plaçait-il le Soleil au centre, comme le suggère J.P. Luminet dans son roman *Le Bâton d'Euclide* ? Rien n'est moins sûr : cela s'accorderait mal avec le refus de tout engagement personnel dans *l'Arénaire* (c'est le titre de l'ouvrage sur les grains de sable).

La question la plus centrale est : Quels étaient les arguments d'Aristarque ? Étaient-ils déjà ceux de Copernic dix-huit siècles plus tard ? Ce n'est pas impossible car les variations d'éclat de Mars et les rétrogradations toutes différentes des planètes étaient parfaitement connues des anciens. Pour les interpréter, il suffisait, comme disait Copernic, de regarder le ciel « avec ses deux yeux », et nous savons qu'Aristarque en était capable.

Mais alors comment expliquer que ces arguments n'aient pas convaincu Archimède et ne se soient pas imposés ? On peut penser qu'Archimède, auteur de nombreuses démonstrations géométriques parfaitement rigoureuses, (volume de la sphère, surface

sous la parabole, etc...) a pu considérer les hypothèses d'Aristarque comme insuffisamment démontrées, trop douteuses pour mériter une approbation même prudente. On peut aussi remarquer que Copernic ne s'est imposé que très lentement malgré le nombre et la qualité des universités de la Renaissance. Les savants de l'Antiquité ne bénéficiaient pas d'un tel environnement intellectuel et encore moins de l'imprimerie qui permet à une idée nouvelle d'attendre le moment favorable et de voyager d'un pays à l'autre.

Cependant, la conception du monde d'Aristarque n'a pas été non plus ignorée, puisqu'elle a été reprise un siècle plus tard par un certain Séleucus (ouvrage également disparu). Encore deux siècles après, Plutarque mentionne à la fois Aristarque et Séleucus. Encore un siècle après, Sextus Empiricus parle des successeurs d'Aristarque, qui croient que la Terre tourne et non le Ciel. Et le géomètre Pappus cite le diamètre du Soleil selon Aristarque. Curieuse destinée : avoir raison, avoir des successeurs, être utilisé par le plus grand génie de l'Antiquité mais sans aucune approbation et d'une façon désinvolte et, finalement devenir une espèce de fantôme de l'astronomie errant comme une âme en peine, ni vraiment connu ni vraiment oublié.

Le Bâton d'Euclide se termine par l'ordre d'incendier la bibliothèque d'Alexandrie (642 après J.C.). Cet ordre du Calife Omar, successeur direct de Mahomet, est resté dans l'histoire comme symbole de l'Islam ultra-guerrier des origines, hostile à toute culture. J.P. Luminet imagine que la belle Hypatie, après avoir fait tout son possible pour sauver la bibliothèque, au moment de l'abandonner aux flammes, découvre que le bâton d'Euclide est creux et permet de cacher un ou deux rouleaux manuscrits pour les sauver du désastre. On apprendra plus tard, après sa mort par lapidation, qu'elle avait choisi pour les transmettre aux générations futures, les meilleurs passages de *Distances et grandeurs de la Lune et du Soleil* et des *Hypothèses* d'Aristarque. Hélas, cette belle fable nous ramène à notre frustration. Dans la réalité historique, il ne s'est trouvé aucune Hypatie, aucun bâton creux pour cacher l'œuvre précieuse, dont tous les astronomes du monde portent le deuil.

Il n'est pas certain que le Calife Omar soit responsable de cette perte irréparable. Dans le précis d'histoire de l'astronomie par lequel se termine *l'Exposition du système du monde*, Laplace explique que deux siècles avant le fameux incendie de 642, le géomètre Alexandrin Pappus évaluait d'après Aristarque le diamètre apparent du Soleil à 2°. Or, Aristarque, qui avait d'abord proposé cette valeur beaucoup trop grande, l'avait ensuite corrigée dans les *Hypothèses*, la ramenant à un demi-degré, valeur correcte citée par Archimède. On ne peut pas croire

que Pappus ait pu utiliser *grandeurs et distances* et pas les *Hypothèses*, si ce dernier ouvrage avait encore été disponible au IV^{ème} siècle. On peut donc supposer qu'il avait déjà disparu bien avant le grand incendie de 642. Laplace pense qu'il a pu disparaître (avec des milliers d'autres) lors du siège d'Alexandrie par César (47 avant J.C.). C'était alors un incendie accidentel, conséquence de la guerre et pas du tout comme en 642, une volonté d'éliminer toute culture non-islamique, comme l'ont affirmé à travers les siècles les historiens chrétiens.

Finalement, l'œuvre d'Aristarque qui aurait mérité le plus d'être immortelle, nous échappe tellement que même sa disparition reste entourée de mystère.

L'idée d'Aristarque a connu la plus longue hibernation de toute l'histoire des sciences. Elle n'a cependant jamais disparu complètement : On la retrouve de-ci, de-là au moyen âge, mentionnée par des philosophes de diverses origines et appartenances. A. Koyré en cite quelques-uns dans son introduction aux *Révolutions des orbés célestes* de Copernic. Il manquait à cette idée, pour avoir une chance de s'imposer, une application pratique au calcul des positions planétaires, d'une précision au moins égale à celle de Ptolémée et de ses successeurs.

En l'absence de cette application pratique, l'héliocentrisme restait une simple théorie qui pouvait sembler arbitraire, peu crédible et, de toute façon, choquante pour des raisons religieuses. C'est le mérite de Copernic d'avoir proposé des tables astronomiques

fondées sur la théorie héliocentrique dont les résultats n'étaient pas très supérieurs à ceux de Ptolémée, mais au moins comparables. C'était la preuve que l'héliocentrisme était compatible avec des calculs corrects (selon les critères de l'époque). Il ne restait plus qu'à se débarrasser des cercles et des épicycles : ce sera le travail de Kepler.

Aristarque est certainement l'astronome le plus malchanceux de l'histoire, mais sa destinée aurait pu être bien pire si Archimède n'avait pas eu l'idée saugrenue de compter les grains de sable dans tout l'Univers.

Lectures

P.S. Laplace : *Exposition du système du monde*, Fayard 1984 (Corpus des œuvres de philosophie en langue française).

Cet ouvrage va beaucoup plus loin que la vulgarisation astronomique habituelle et, il est écrit dans un style admirable de précision et de clarté.

J.P. Luminet : *Le Bâton d'Euclide*, édition J.C. Lattès, 2002.

Sous la forme d'un roman, c'est l'histoire de la bibliothèque d'Alexandrie et, par la même occasion, une revue de la science grecque depuis les origines. Grâce à l'imagination de l'auteur, Aristarque et Archimède apparaissent en chair et en os, comme dans un film un peu hollywoodien. ■