I

ARCHIMÈDE ET LES MIROIRS ARDENTS : QUELQUES REMARQUES

par Paul JAL

SOMMAIRE. — ***Des trois historiens et écrivains*** *antiques (Polybe, Tite-Live et Plutarque) qui racontent la façon dont Syracuse, grâce à Archimède, a résisté aux attaques de la flotte romaine,* ***aucun ne nous dit*** *qu'Archimède a, au moyen de miroirs réfléchissant les rayons du soleil, incendié les quinquérèmes romaines. Plusieurs années plus tard, Apulée (*Apol. *16, 4-6), Lucien (*Hippias *2) et Dion Cassius (= Zonaras 9,4) mentionnent cet incendie.* ***Tzétzès*** *(*Chil. *2, 103-149) en attribue la mention* ***non seulement à Dion Cassius, mais encore à Diodore de Sicile****. F.R. WALTON (Coll. Loeb, 1957), dans son édition de Diodore (livre 26, 18) prend à la lettre Tzétzès. À tort, selon P. GOUKOWSKI (édition de Diodore, livres 21-26, CUF, 2006) et moi-même :* ***pour nous, un*** **non liquet** *s'impose.*

EPITOME. — ***Tribus e rerum scriptoribus*** *Polybio, Liuio Plutarchoque qui narrant quomodo Syracusae, Archimede duce, Romanae classis oppugnationibus restiterit,* ***nullus dicit*** *Archimedum per specula solis radios remittentia Romanas quadriremes incendisse. Multos tantummodo post annos Apuleius (*Apol. *16, 4-6), Lucianus (*Hippias *2) Dioque Cassius (= Zonaras 9,4) hoc incendium commemorant cuius incendii mentionem* ***Tzetzes*** *(*Chil. *2, 103-149)* ***non solum Dioni sed etiam Diodoro Siculo*** *tribuit. F.R. WALTON (Coll. Loeb, 1957) in Diodori editione, lib. 26, 18, Tzetzem sequitur. Non recte, mea sententia Paulique GOUKOWSKI (in ed. lib. 21-26, CUF, 2006).* ***« Non liquet » cautius concludimus****.*

Trois textes nous renseignent sur les procédés utilisés par Archimède, lors du siège de Syracuse (212 av. J.-C.) par Marcellus, pour lutter contre les quinquérèmes romaines qui attaquaient la ville du côté de la mer.
Ces trois textes sont les suivants :

1) Polybe 8, 3-6 ;
2) Tite-Live 24, 34 ;
3) Plutarque, *Vie de Marcellus* 16, 1 sq.

Les trois textes en question s'accordent sur l'essentiel : Archimède se sert de balistes et catapultes pour bombarder avec des pierres plus ou moins lourdes les quinquérèmes romaines, notamment celles qui sont munies soit de tours (Tite-Live) soit (version de Polybe et de Plutarque) de « sambuques » (en forme de harpes triangulaires), sortes d'échelles élevées grâce à des cordes et portant à leur sommet une plate-forme fortifiée sur laquelle se trouvaient quatre assaillants qui pouvaient dominer le rempart. Les sambuques sont rapidement écrasées par les pierres lancées par les assiégés. En outre Archimède avait fait pratiquer dans les murailles des

meurtrières à travers lesquelles les assiégés, à l'abri, tiraient sur les Romains. Marcellus fait alors reculer ses navires. Quant à ceux qui se trouvaient au pied des remparts, dans l'angle mort, ils sont accrochés par des grappins qui, mus par des grues et des poulies, les soulèvent par la proue et les laissent retomber brusquement avec leur équipage dans la mer. Pour Tite-Live, Archimède faisait lancer d'énormes pierres sur les vaisseaux romains, quelle que fût la distance à laquelle ils se trouvaient. Marcellus renonce alors à l'assaut par mer.

Aucun de ces trois textes ne mentionne, on le voit, l'utilisation par Archimède de miroirs avec lesquels, grâce à la réflexion des rayons solaires, il aurait, au milieu de la journée, mis le feu aux vaisseaux romains.

En admettant que le dernier texte cité (Plutarque) date des environs de 120 de notre ère, il faut attendre 40 ans environ (les années 160) pour que d'autres textes (latins et grecs) parlent pour la première fois de miroirs avec lesquels Archimède aurait mis le feu aux navires ennemis. Le premier, encore assez vague, est d'Apulée (celui-ci, accusé de magie, fut impliqué dans un procès qui date sans doute de 158), dans son *Apologie* 16, 4 qui, dans l'énumération des questions qui se posent au philosophe, mentionne notamment l'interrogation suivante :

> *[...] cur caua specula, si exaduersum soli retineantur, appositum fomitem accendant ;*
> « pourquoi les miroirs concaves, quand on les tient en face du soleil, allument un corps inflammable placé à proximité » (traduction P. Valette).

Et un peu plus loin (*Apologie* 16, 5-6), dans une phrase plus précise puisqu'il nomme Archimède :

> *qui fiat ut [...] duo soles aemula similitudine uisantur, alia praeterea eiusdem modi plurima, quae tractat uolumine ingenti Archimedes Syracusanus, uir in omni quidem geometria multum ante alios admirabilis subtilitate, sed haud sciam an propter hoc uel maxime memorandus, quod inspexerat speculum saepe ac diligenter.*
> « d'où viennent les deux soleils d'aspect identique et tant d'autres phénomènes du même genre, que traite en un gros ouvrage Archimède de Syracuse, savant admirable entre tous pour la sagacité dont il fait preuve dans toutes les parties de la géométrie, mais dont peut-être le principal titre à la célébrité est d'avoir souvent et avec attention considéré un miroir » (traduction P. Valette).

Comme l'écrit Roshdi Rashed, dans son ouvrage, *Les Catoptriciens grecs, I, Les Miroirs ardents*, CUF, 2000, 319, « se réclamer d'Archimède..., c'était se mettre sous la protection d'un patron prestigieux » (Apulée risquait en effet la peine de mort).

Un troisième texte qui, curieusement, n'est cité ni par Roshdi Rashed, ni par Walbank, dans son Commentaire sur Polybe [1], est très net : Lucien, *Hippias* 2 :

1. F.W. Walbank, *A Historical Commentary on Polybius*, II, Oxford University Press, 1967.

([...]ὅτι καὶ τῶν μηχανικῶν ἐκείνους ἄξιον θαυμάζειν, ὁπόσοι [...] καὶ μνημόσυνα ὅμως τῆς τέχνης καὶ πράγματα τοῖς μετ' αὐτοὺς κατέλιπον [...]) τοιοῦτον ἀκούομεν τὸν Ἀρχιμήδη γενέσθαι καὶ τὸν Κνίδιον Σώστρατον, τὸν μὲν [...] τὸν δὲ τὰς τῶν πολεμίων τριήρεις καταφλέξαντα τῇ τέχνῃ

(« parce qu'il vaut la peine d'admirer également les ingénieurs [...] qui ont laissé à la postérité des monuments de leur art et des réalisations concrètes [...]). Nous savons que ce fut le cas d'Archimède et de Sostrate de Cnide ; [ce dernier...] le premier incendia les trières ennemies grâce à sa science » (traduction J. Bompaire).

L'éditeur de Lucien, dans la CUF (1993) déclare que « la datation en est impossible » (p. 32), mais on peut songer aux environs de 160.

Au début du III^e^ siècle, un quatrième texte, écrit vraisemblablement vers 220, de Dion Cassius, résumé par Zonaras 9, 4, mentionne lui aussi l'utilisation des miroirs par Archimède, lors du siège de Syracuse :

Καὶ τέλος σύμπαν τὸ ναυτικὸν τῶν Ῥωμαίων παραδόξως κατέπρησε. Κάτοπτρον γάρ τι πρὸς τόν ἥλιον ἀνατείνας τήν τε ἀτῖνα αὐτοῦ ἐς αὐτὸ εἰσεδέξατο καὶ τὸν ἀέρα ἀ' αὐτῆς τῇ πυκνότητι καὶ τῇ λειότητι τοῦ κατόπτρου πυρώσας φλόγα τε μεγάλην ἐξέκαυσε καὶ πᾶσαν αὐτὴν ἐς τὰς ναῦς ὑπὸ τὴν τοῦ πυρὸς ὁδὸν ὁρμούσας ἐνέβαλε καὶ πάσας κατέκαυσεν

« Et à la fin il incendia d'une façon extraordinaire l'ensemble de la flotte romaine. Car en dressant face au soleil un miroir, il concentra sur lui le rayon du soleil et, grâce à l'épaisseur et à la nature lisse du miroir, il mit le feu à l'air à partir du rayon et alluma une grande flamme qu'il dirigea tout entière vers les navires qui étaient à l'ancre dans le prolongement du feu et les brûla tous » (traduction littérale).

Un cinquième texte, d'Anthémius de Tralles, l'architecte de Sainte-Sophie, est cité par Roshdi RASHED (*op. cit.*, p. 238-239) ; ce texte, aujourd'hui perdu, est connu par un fragment en arabe qui en donne la traduction : « [Archimède] a mis les miroirs entre les mains d'hommes placés suivant un arc connu ; les miroirs projettent leurs rayons sur l'incendié et l'embrasent. Si l'incendié recule, les rayons le rattrapent par la mise en mouvement des miroirs par ceux qui les tiennent jusqu'à ce qu'ils atteignent l'incendié ». Ma totale incompétence dans le domaine de la catoptrique m'interdit d'entrer dans les détails.

Pour sa part, Roshdi RASHED ne croit ni à l'utilisation de ces miroirs ardents par Archimède (il parle constamment à ce propos de la « légende d'Archimède ») ni à l'existence du gros ouvrage (*uolumen ingens*) attribué à Archimède par Apulée. — En tout cas la « légende d'Archimède » parcourt non seulement le monde byzantin, mais tout l'Occident jusqu'à aujourd'hui, témoin le tableau (début du XVI^e^ siècle) du peintre et ingénieur florentin Giulio Parigi, tableau qui représente schématiquement un homme debout sur les murailles de Syracuse et dirigeant un énorme miroir captant les rayons du soleil pour diriger le faisceau vers un navire attaquant la ville. Même certains universitaires, au XX^e^ siècle, se posent la question. Ainsi E. PAIS et J. BAYET, dans leur *Histoire romaine*, écrivaient prudem-

ment : « On nous parle même de miroirs incendiaires, sans que nous puissions apprécier en toute certitude la véracité de cette tradition » [2].

J'en arrive au texte qui figure en annexe. Il s'agit de 47 vers des *Chiliades* 2, 103-149 de l'érudit byzantin Jean Tzetzès. Ces vers évoquent les procédés utilisés par Archimède pour riposter aux attaques des vaisseaux romains contre les remparts de Syracuse lors du siège dirigé par Marcellus, en 212. Ce *récit* (ἱστορία), dit Tzetzès au dernier vers (149), est attribué par lui à la fois à Diodore de Sicile et à Dion Cassius. Seule la partie centrale (vers 118 à 127, soit 10 vers) concerne mon sujet. Du vers initial 106 au vers 117, Tzetzès évoque le bombardement de la flotte romaine par les énormes rochers que projettent sur les vaisseaux romains les engins (balistes) utilisés par Archimède et la saisie par des grappins de certains navires placés en bas des remparts, dans « l'angle mort », qui sont ensuite précipités dans la mer.

Voici la traduction littérale des vers 118 à 127 :

> « Quand Marcellus eut éloigné ces navires à un jet de flèche, le vieil homme fabriqua un miroir hexagonal ; ayant disposé à une distance appropriée du miroir de petits miroirs quadrangulaires du même type, actionnés grâce à des lamelles et des charnières, il plaça celui-ci en plein dans les rayons du soleil de la mi-journée, aussi bien en été qu'au plus fort de l'hiver. Les rayons, donc, se réfléchissant sur ce miroir, un terrible embrasement incandescent s'éleva dans les navires et réduisit ceux-ci en cendres, (loin de, en dehors de) au-delà de la longueur d'un jet de flèche ».

Après quoi (vers 131 et 133), Tzetzès distingue ce que dit Diodore (Syracuse se livre en masse, à la suite d'une trahison, aux Romains) de ce qu'écrit Dion Cassius (les assiégeants mettent la ville à sac alors que les citoyens syracusains passaient la nuit à célébrer Artémis). Tzetzès évoque ensuite le meurtre d'Archimède par un soldat romain et les funérailles solennelles que Marcellus, furieux de ce meurtre, fait célébrer en l'honneur du savant.

L'éditeur anglais, Francis R. Walton, des livres 21-33 de Diodore de Sicile, Collection Loeb, 1957, ne tient pas compte de la mention de Dion Cassius par Tzetzès et insère carrément les 47 vers dans son édition ; il fait même de ces vers le chapitre 18 du livre 26 de Diodore ! Pour sa part, Paul Goukowski [3] écarte ces vers de son édition. Il note à la page xxx de son ouvrage qu'il arrive à Tzetzès de citer de mémoire et que celle-ci lui fait parfois défaut : οὐ γὰρ ἀκριβῶς μέμνημαι, écrit, par exemple, Tzetzès. Notant que l'érudit byzantin mentionne à la fois Diodore et Dion Cassius, qu'il ne distingue qu'aux vers 131 et 133, P. Goukowski écrit (p. xxxi) : « Je me suis fixé pour règle de ne citer que les vers dont on avait quelque solide raison de penser qu'ils reproduisaient sans trop d'infidélité le texte de la *Bibliothèque Historique* ». Aussi n'insère-t-il, dans sa propre édition, et à titre de *testimonium*, que les vers 131 à 133, dont il donne la traduction

2. E. Pais et J. Bayet, *Histoire romaine* (Collection G. Glotz, Tome II, *Des origines à l'achèvement de la conquête* [135 av. J.-C.]), Paris, PUF, 1926, 314.

3. Paul Goukowski, dans l'édition de *Diodore de Sicile*, *Fragments des livres 21-26*, CUF, 2006.

suivante : « Celui-ci (Archimède) — alors que, selon Diodore, Syracuse avait trahi en masse pour passer du côté de Marcellus, à moins que, selon Dion Cassius, les Romains ne l'eussent mise à sac alors que les citoyens passaient la nuit à célébrer Artémis — celui-ci, dis-je, mourut de la main d'un Romain de la façon que voici ».

Pour ma part, j'adopte la position de P. Goukowski. J'ai moi-même renvoyé en *Appendice* dans mon édition du livre 24 de Tite-Live (CUF, 2005) où il est question du siège de Syracuse, tout ce qui concernait les 47 vers de Tzetzès (je ne disposais malheureusement pas, en 2005, de l'édition de P. Goukowski).

Il est d'ailleurs, à mes yeux, une autre raison pour ne pas attribuer à Diodore l'allusion de Tzetzès aux miroirs ardents. Si Diodore avait mentionné ceux-ci, on est en droit de s'étonner que ni Tite-Live (qui écrit une trentaine d'années après Diodore) ni Plutarque, dans sa *Vie de Marcellus*, n'ait fait état de ce procédé (qu'on songe au goût de Plutarque pour les détails pittoresques !). C'est entre 120 et 160 qu'est née la tradition des miroirs ardents, tradition dont nous ignorons la source. Pour sa part, Walbank (*op. cit.*, p. 71) la qualifie d'« exagérée » et parle de l'« imagination » (*ibid.*) de l'Antiquité. On a vu que Roshdi Rashed n'y croit pas davantage (« légende d'Archimède »). Que Polybe, qui écrit une soixantaine d'années après le siège de Syracuse, ne dise mot des miroirs ardents, alors qu'il décrit en détail les « sambuques », me paraît être un indice qu'Archimède ne fit pas appel aux « miroirs incendiaires ». C'est donc finalement par un *NON LIQUET* que je me résigne à conclure...

Une anecdote pour terminer. Elle est dans le droit fil des pages qui précèdent. Le *New York Times* du 29 octobre 2005 mentionne dans un très bref article, sous un titre racoleur « Un antique rayon de la mort, recréé avec des miroirs » (*An Ancient Death Ray, Recreated with Mirors*), une expérience faite le 4 octobre 2005 par un professeur, David Wallace, du très sérieux et très célèbre M.I.T. (Institut de Technologie du Massachussets). Ce professeur, aidé de sa classe, a tenté, avec des miroirs plats (127), « pas chers », achetés dans une quincaillerie et placés, recouverts de caches, sur des chaises disposées en demi-cercle, de mettre le feu à une maquette en bois (« chêne rouge ») située à 30 mètres desdits miroirs ; cette maquette représentait le côté gauche, rames comprises, d'un navire romain ; la maquette avait séjourné un certain temps dans l'eau de mer et avait été recouverte d'un vernis (tous les détails techniques sont donnés dans la documentation disponible sur *Internet*). À un moment où le soleil brillait, à une heure de l'après-midi (les caches avaient été enlevés), une flamme s'éleva au bout de 10 minutes dans le « bateau », qui prit feu. L'expérience était télévisée. Le professeur « exulta », dit l'article, d'autant que, peu de gens, élèves et collègues, croyaient l'expérience techniquement possible. Pour Wallace, qui ne prétend pas pour autant qu'Archimède avait, historiquement (il n'est pas, dit-il, un historien), brûlé la flotte romaine, celui-ci avait pu utiliser des miroirs en bronze poli qui devaient donner satisfaction dans la mesure où les miroirs en bronze poli, qu'ils soient plats ou concaves, constituent, dit l'ingénieur américain, un excellent réflecteur. Je tiens

la documentation, très technique par endroits, à la disposition de tout catoptricien ou catoptricienne parmi les lecteurs.

ANNEXE

Jean Tzetzès, *Hist*. 2, 103-149

Ὁ Ἀρχιμήδης ὁ σοφὸς μηχανητὴς ἐκεῖνος
τῷ γένει Συρακούσιος, ἦν γέρων γεωμέτρης,
χρόνους τε ἑβδομήκοντα καὶ πέντε παρελαύνων.
Ὅστις εἰργάσατο πολλὰς μηχανικὰς δυνάμεις
καὶ τῇ τρισπάστῳ μηχανῇ χειρὶ λαιᾷ καὶ μόνῃ
πεντεμυριομέδιμνον καθείλκυσεν ὁλκάδα.
Καὶ τοῦ Μαρκέλλου στρατηγοῦ ποτὲ δὲ τῶν Ῥωμαίων
τῇ Συρακούσῃ κατὰ γῆν προσβάλλοντος καὶ πόντον,
τινὰς μὲν πρῶτον μηχαναῖς ἀνείλκυσεν ὁλκάδας,
καὶ πρὸς τὸ Συρακούσιον τεῖχος μετεωρίσας
αὐτάνδρους πάλιν τῷ βυθῷ κατέπεμπεν ἀθρόως.
Μαρκέλλου δ' ἀποστήσαντος μικρόν τι τὰς ὁλκάδας,
ὁ γέρων πάλιν ἅπαντας ποιεῖ Συρακουσίους
μετεωρίζειν δύνασθαι λίθους ἀμαξιαίους,
καὶ τὸν καθένα πέμποντα βυθίζειν τὰς ὁλκάδας·
ὡς Μάρκελλος δ' ἀπέστησε βολὴν ἐκείνας τόξου,
ἐξάγωνόν τι κάτοπτρον ἐτέκτηνεν ὁ γέρων·
ἀπὸ δὲ διαστήματος συμμέτρου τοῦ κατόπτρου
μικρὰ τοιαῦτα κάτοπτρα θεὶς τετραπλᾶ γωνίαις,
κινούμενα λεπίσι τε καί τισι γιγγλυμίοις,
μέσον ἐκεῖνο τέθεικεν ἀκτίνων τῶν ἡλίου
μεσημβρινῆς καὶ θερινῆς καὶ χειμεριωτάτης.
Ἀνακλωμένων δὲ λοιπὸν εἰς τοῦτο τῶν ἀτίνων
ἔξαψις ἤρθη φοβερὰ πυρώδης ταῖς ὁλκάσι,
καὶ ταύτας ἀπετέφρωσεν ἐκ μήκους τοξοβόλου.
Οὕτω νικᾷ τὸν Μάρκελλον ταῖς μηχαναῖς ὁ γέρων.
Ἔλεγε δὲ καὶ Δωριστὶ φωνῇ Συρακουσίᾳ,
Πᾷ βῶ καὶ χαριστίωνι τὰν γᾶν κινήσω πᾶσαν ;
Οὗτος κατὰ Διόδωρον τῆς Συρακούσης ταύτης
προδότου πρὸς τὸν Μάρκελλον ἀθρόως γενομένης,
εἴτε κατὰ τὸν Δίωνα Ῥωμαίοις πορθηθείσης,
Ἀρτέμιδι τῶν πολιτῶν τότε πανυχιζόντων,
τοιουτοτρόπως τέθνηκεν ὑπό τινος Ῥωμαίου.
ἴ κεκυφὼς διάγραμμα μηχανικόν τι γράφων·
τίς δὲ Ῥωμαῖος ἐπιστὰς εἶλκεν αἰχμαλωτίζων.
Ὁ δὲ τοῦ διαγράμματος ὅλος ὑπάρχων τότε,
τίς ὁ καθέλκων οὐκ εἰδὼς ἔλεγε πρὸς ἐκεῖνον,
Ἀπόστηθι, ὦ ἄνθρωπε, τοῦ διαγράμματός μου.
Ὡς δ' εἶλκε τοῦτον, συστραφεὶς καὶ γνοὺς Ῥωμαῖον εἶναι,
ἐβόα *Τὶ μηχάνημά τις τῶν ἐμῶν μοι δότω.*
Ὁ δὲ Ῥωμαῖος πτοηθεὶς εὐθὺς ἐκεῖνον κτείνει,
ἄνδρα σαθρὸν καὶ γέροντα, δαιμόνιον τοῖς ἔργοις.
Ἐθρήνησε δὲ Μάρκελλος τοῦτο μαθὼν εὐθέως,

λαμπρῶς τε τοῦτον ἔκρυψεν ἐν τάφοις τοῖς πατρῴοις
σὺν τοῖς ἀρίστοις πολιτῶν καὶ τοῖς Ῥωμαίοις πᾶσι.
Τὸν δὲ φονέα τοῦ ἀνδρός, οἶμαι, πελέκει κτείνει.
149 Ὁ Δίων καὶ Διόδωρος γράφει τὴν ἱστορίαν.

P. JAL