

Imp. Lemeroy & Co Paris

KESTRE OU KESTROSPHENDONE
(TRAIT LANCÉ PAR LA FRONDE)

LE

KESTRE OU KESTROSPHENDONE

(Note lue à l'Académie des inscriptions et belles-lettres)

 Extrait de la REVUE ARCHÉOLOGIQUE

Tite-Live, au chapitre Lxv de son XLII^e livre, nous raconte un épisode de la guerre contre Persée où figura, nous dit-il, une arme de nouvelle invention particulièrement meurtrière et à laquelle il donne le nom de *Kestrosphendone*. « Maxime Kestrosphendonis [Romani] vulnerabantur. Hoc, illo bello, novum genus teli inventum est :-bipalme spiculum hastili semicubitali infixum erat, crassitudine digiti. Huic ad libramen pinnæ tres, velut sagittis solent, circumdabantur. Funda media duo funalia imparia habebat. Quum majori sinu libratum funditor habena rotaret, excussum velut glans emicabat. »

On voit, ainsi que l'indique du reste l'étymologie du mot *kestrosphendone*, qu'il s'agit d'un trait lancé par une fronde. Comment lançait-on ce trait, qui partait avec la rapidité d'une balle de plomb? Quelle était la forme de la fronde à laquelle un pareil dard pouvait s'adapter? Quelles étaient les conditions d'un jet sûr et juste? Ces diverses questions n'ont point été résolues jusqu'ici. Le texte de Tite-Live a paru obscur à tous les commentateurs. Turnèbe n'y a rien compris, ainsi qu'il est facile de s'en assurer en relisant la note de l'édition de Lemaire, où ses conjectures sont longuement exposées. Juste Lipse, plus clairvoyant sur plusieurs points, déclare toutefois, qu'en somme c'est là un texte des plus obscurs pour lui : « neque nego natate me his talibus quæ usu abierunt et usu et periculo tamen constant. »

Les essais de reconstitution matérielle du *kestrosphendone* n'ont pas été plus heureux. M. le colonel de Reffye, dont tout le monde admire, au Musée de Saint-Germain, les magnifiques balistes, et auquel nous devons la construction de javelots à amentum et de pilum qui ne laissent rien à désirer et sont des armes tout à fait pratiques,

n'avait pu réussir à retrouver le trait lancé par la fronde. Ce petit problème, archéologique et historique à la fois, je crois l'avoir résolu. J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie un trait et une fronde fabriqués par M. Abel Maître, l'habile et ingénieux chef des ateliers du Musée de Saint-Germain, qui me semblent reproduire exactement l'antique Κέστρος (1). Un fait qu'il n'est peut-être pas inutile de vous signaler, c'est que contrairement à ce qui est arrivé pour les balistes, qui n'ont pu être refaites que par tâtonnements et pour ainsi dire en dehors, ou, si vous aimez mieux, à côté des données fournies par les textes, le succès obtenu ici est dû à la stricte observation des renseignements que nous ont transmis et Tite-Live et Polybe. Si l'on avait échoué jusqu'ici, c'est que les textes avaient été mal compris ou que les expérimentateurs s'étaient fiés à des traductions fautives. Il m'a suffi de reprendre et d'étudier le texte de Polybe, de le rapprocher de celui de Tite-Live, d'en tirer une série de faits précis qui s'y trouvent renfermés, de donner pour instructions à M. Abel Maître de suivre scrupuleusement ces indications, pour mener à bien une entreprise considérée jusque-là comme désespérée.

Ce n'est pas, en effet, Tite-Live seul qui nous parle du *kestrosphendone*. Polybe en avait déjà parlé avant lui et d'une manière bien plus précise. Il est même presque certain que Tite-Live n'a fait que copier son devancier en l'abrégeant.

Suidas nous a conservé le texte de Polybe que voici :

Polybii reliquiæ, liv. XXVII, 9; apud Suidam (édit. Didot, t. II, p. 22).

Κέστρος. Ξέρον ἦν τοῦτο τὸ εὖρημα κατὰ τὸν Περσικὸν πόλεμον (2). Τὸ δὲ βέλος τοιοῦτον · διπάλαιστον (3) ἦν, ἴσον ἔχον τὸν αὐλίσκον τῇ προβολῇ · τούτῳ ξύλον ἐνήρμοστο, τῷ μὲν μήκει σπιθαμιαῖον (4), τῷ δὲ πάχει δακτυλιαίαν ἔχον τὴν διάμετρον (5). Εἰς δὲ τούτου τὸ μέσον ἐσφηνώτο πτερύγια τρία ξύλινα βραχέα παντελῶς · τούτο, δυοῖν κώλων ἀνίσων ὑπαρχόντων τῆς σφενδόνης, εἰς τὸ μέσον ἐνηγκυλιζέτο τῶν κώλων εὐλύτως. Λοιπὸν, ἐν μὲν τῇ περιαγωγῇ, τεταμένων τούτων, ἔμενον · ὅτε δὲ παραλυθεῖη θάτερον τῶν κώλων κατὰ τὴν ἄφεσιν, ἐκπίπτον ἐκ τῆς ἀγκύλης, καθαπερεὶ μολυβδος ἐκ τῆς σφενδόνης, ἐφέρετο; καὶ προσπίπτον μετὰ βιαίας πλήγης, κακῶς διετίθει τοὺς συγκυρησантаς.

Ce texte peut se traduire ainsi (nous reviendrons ensuite à Tite-Live, qui n'a fait, comme nous l'avons déjà dit, qu'abrégé l'historien

(1) Voir pl. II, fig. 1. — (2) 168 av. J.-C. — (3) παλαιστή = 0^m,077. — (4) σπιθαμή = 0^m,231. — (5) δάκτυλος = 0^m,019.

grec) : « Kestre. Arme inventée durant la guerre contre Persée. Voici la description de cette arme : le kestre consistait en un fer de deux palmes (soit 0^m,154) de long composé de deux parties égales, la pointe et la douille; à ce fer était adaptée une hampe en bois d'un spithame (0^m,231) de long et d'un doigt (0^m,019) de diamètre. Au milieu étaient attachées trois petites ailes de bois très-courtes. Pour lancer le trait, il faut prendre une fronde à bras inégaux et engager le kestre dans le pli de la fronde (1) de façon à ce qu'il puisse s'échapper facilement. Dans le mouvement de rotation, tant que les deux cordes restent tendues, le trait demeure immobile; mais au moment où la main abandonne une des cordes l'arme, dégagée, part comme une balle de plomb et fait de graves blessures à ceux qu'elle atteint. »

Rapprochons de cette description le texte de Tite-Live :

« Le kestrosphendone, dit-il, inventé dans cette guerre (la guerre contre Persée), consistait en un fer aigu de deux palmes, adapté à une hampe d'une demi-coudée de long et de la grosseur d'un doigt. (Ce sont, vous le voyez, les mêmes chiffres.) A cette hampe étaient attachés trois ailerons comme ceux dont on arme les flèches pour en rendre le vol plus sûr. (Tite-Live oublie de nous dire que les ailes doivent être non à l'arrière, mais au milieu du trait.) La fronde sur laquelle le trait était placé en équilibre se composait de deux cordes de longueur inégale. Le mouvement de rotation était imprimé par la corde la plus longue. Le trait s'échappait avec la rapidité d'une balle. »

Il résulte de ces textes que :

1° L'arme avait 0^m,154 + 0^m,231, soit 385 millimètres de long, 154 de fer et 231 de bois, le fer étant, d'ailleurs, mi-pointe et mi-douille. L'épaisseur de cette hampe était de 0^m,019.

2° Trois ailes très-courtes étaient fixées au milieu de l'arme : εἰς δὲ τούτου τὸ μέσον.

3° Quant à la fronde, elle avait cela de particulier que les deux bras en étaient inégaux : δυοῖν κώλων ἀνίστων ὑπαρχόντων. « Funda media duo funalia imparia habebat. »

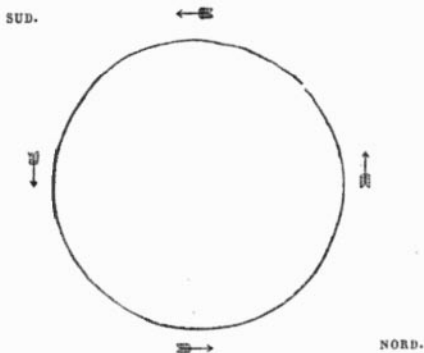
L'arme dans ces conditions, réalisées dans l'exemplaire que j'ai l'honneur de vous présenter, pénètre de plusieurs doigts en terre à 70 mètres de distance.

(1) ἀγκύλη, pli du bras ou de la jambe.

Les conditions indiquées par le texte de Polybe sont donc suffisantes; mais il y a plus, elles sont nécessaires. Conditions de longueur du trait, conditions de fixation des ailes au milieu de l'arme, conditions d'inégalité des cordes de la fronde sont également obligatoires. Les deux dernières surtout sont indispensables. Nous en avons fait l'expérience, M. Maître et moi.

Avec les ailes à l'arrière, le trait ne saurait être placé convenablement sur la fronde (nous verrons, plus loin, pourquoi). Lancé par une fronde à cordes égales, le trait tourne sur lui-même au lieu de se diriger droit sur le but. Des essais répétés ont même permis à M. Maître (à qui revient une bonne part de l'honneur de cette découverte) de constater que cette inégalité des cordes devait être telle que l'angle formé par le trait incliné et la ligne de terre fût de 39 degrés (1).

Est-ce là une conséquence des principes de la mécanique rationnelle? J'ai voulu le savoir et me suis adressé, à cet effet, à l'un de vos confrères de l'Académie des sciences (2). Sa réponse a été conforme à ce que je supposais (3). Les conditions indiquées ci-dessus peuvent être mathématiquement expliquées et prévues. La démonstration en est même facile et peut être exprimée en des termes accessibles à tous.



La flèche, pendant qu'elle est emprisonnée entre les deux cordons de la fronde et tourne avec le bras de celui qui la lance, est animée

(1) Voir pl. II, fig. 2, la position du trait au moment où le frondeur se prépare à le lancer.

(2) Mon frère, Joseph Bertrand.

(3) Il n'en résulte pas que des considérations théoriques aient été pour quelque chose dans la découverte du kestre par les Grecs, puisque la théorie de la force centrifuge ne date que du xvii^e siècle. Cette découverte est due, comme on sait, à Huyghens, né en 1629.

d'un double mouvement : un mouvement circulaire du centre de gravité et une rotation de même durée autour de ce centre. Il est clair, en effet, que la pointe dirigée d'abord vers le nord, par exemple, montrera le sud au moment du passage à la partie supérieure du cercle.

Après un quart de révolution, elle se dirigerait vers le zenith, après trois quarts vers le nadir.

Cette rotation est acquise et persistera quand la flèche sera libre, si on ne la détruit pas. Il faut donc, après avoir lâché un des cordons, que l'action de l'autre exerce, pendant le court instant qui lui est laissé avant que la flèche devenue libre l'abandonne, *un couple* (1) capable de produire autour du centre de gravité une rotation égale et contraire à celle de la flèche. Or, ce couple dépend de l'inclinaison de la flèche à partir du point de suspension et de la tension du fil, qui ne peut varier brusquement et qui restera à peu près égale à ce qu'elle était pendant la rotation de la fronde.

Tels sont les éléments d'un calcul devenu très-simple, dont le résultat le plus intéressant semble celui-ci : *lorsque le système est bien réglé pour une certaine vitesse, il le sera, par cela même, pour toutes les autres* (2). Le même calcul prouve qu'une bonne fronde pourra servir indifféremment à l'archer le plus vigoureux et aux jeux d'un petit enfant.

Quant au calcul de l'angle, il dépend de la position de la flèche et de son moment d'inertie. L'expérience le donne et la théorie prouve qu'il y en a un et un seul.

Vous avez vu que cet angle était de 39 degrés.

L'angle étant déterminé par l'inégalité des cordes, vous comprenez pourquoi Polybe et Tite-Live insistent sur ce point d'une façon si expresse.

La position des ailes a, vous le voyez, une égale importance,

(1) Nom donné à deux forces égales, parallèles et de direction opposée, qui sont appliquées, l'une à l'extrémité d'un levier, l'autre à l'autre. (Dict. de Littré.)

(2) La vitesse angulaire de la flèche est, en effet, égale précisément à celle imprimée à la fronde. Nommons-la ω . La tension du fil est proportionnelle à ω^2 , puisque c'est une des composantes de la force centripète nécessaire pour produire dans un cercle de rayon donné la rotation du centre de gravité, mais cette force proportionnelle à ω^2 agira pendant un temps proportionnel à $1/\omega$, puisque la flèche abandonne le support d'autant plus vite qu'elle est plus rapidement lancée. Le bras de levier moyen du couple est, d'ailleurs, indépendant de la vitesse, et les deux termes de l'équation qui doit être satisfaite étant proportionnels l'un à ω , l'autre à $\omega^2 \times 1/\omega$, la vitesse ω disparaît, et une bonne fronde pourra servir indifféremment à l'archer le plus vigoureux et aux jeux d'un petit enfant. (J. B.)

puisque le petit bras de la fronde, celui à qui échoit le rôle de contrebalancer le mouvement de rotation sur lui-même acquis par le trait pendant son mouvement circulaire, prend son point d'appui sur ces mêmes ailes.

La description de Polybe est donc un modèle à la fois de concision et d'exactitude. Tite-Live, qui l'a copié, a oublié une des conditions essentielles.

L'exercice du kestre était certainement un de ceux qui exigeaient le plus d'habileté. Aussi est-ce un de ceux que paraissent avoir préféré les Athéniens aux époques voisines de notre ère. La mention d'un magistrat, dit gardien des kestres, *κεστροφύλαξ*, dans les inscriptions éphébiques, ne laisse aucun doute à cet égard.

ALEXANDRE BERTRAND.