

Archimède, Indiana Jones et la machine d'Anticythère

Si comme moi vous avez été déçus par *Indiana Jones et le Royaume du crâne de cristal*, peut-être n'avez-vous pas cédé aux sirènes hollywoodiennes qui vous engageaient à aller voir le dernier opus du plus célèbre des archéologues de fiction. Le hasard a néanmoins mis entre mes mains le synopsis du film, et j'ai été intrigué par le fait que le « Cadran de la destinée » (fig. 1), qui constitue l'artefact après lequel court notre infatigable octogénaire – boire à la coupe du Graal ne lui a hélas pas conféré la jeunesse éternelle –, portait le nom d'Antikythera. L'helléniste que je suis est séduit : se pourrait-il qu'Indiana Jones (Harrison Ford), après avoir chassé au Proche-Orient les plus précieuses reliques de l'Ancien et du Nouveau Testament – l'Arche d'Alliance et le Graal – et après avoir parcouru les jungles d'Inde et d'Amazonie, s'occupât du monde gréco-romain ? Poussé par la curiosité, je suis allé voir ce que l'Antikythera avait conservé de la machine d'Anticythère, et ce d'autant plus qu'une belle exposition au musée archéologique d'Athènes avait été consacrée en 2012–2013 à la découverte de l'épave d'Anticythère par des pêcheurs d'éponge en 1901¹. Depuis les années 2000, de nouvelles recherches ont en effet été entreprises sur le fonctionnement de cette machine,



Fig. 1 : Affiche française du film *Indiana Jones et le Cadran de la Destinée*. On reconnaît à l'arrière-plan la machine d'Anticythère et à droite le temple de Ségeste, censé évoquer Syracuse.

considérée jusqu'à aujourd'hui comme un des tout premiers calculateurs, et par suite, un des tout premiers ordinateurs, dont la fonction principale était de déterminer la situation des astres les uns par rapport aux autres à une date déterminée, et plus spécifiquement les éclipses : en somme, un état de la science du temps et de l'espace au I^{er} siècle avant Jésus-Christ, lorsque le bateau s'est échoué au large de l'île d'Anticythère. L'objectif de ce petit article est de faire le point sur la manière dont la machine est présentée dans le film et ce que l'on en sait aujourd'hui et, en d'autres termes, d'appréhender des questions d'histoire des sciences et de contribuer à une histoire de la réception.

Revenons pour un moment à la fiction [attention, SPOILER !]. Le méchant de l'histoire, le docteur Voller (Mads Mikkelsen), un Nazi évidemment – on se souvient du « *I hate these guys* » que le héros prononce dans le troisième opus –, s'est procuré la moitié d'un mécanisme mystérieux dont il pense qu'il a le pouvoir de déterminer l'emplacement de failles spatio-temporelles que l'on pourrait emprunter pour remonter le temps. Il caresse donc le vieux rêve de réécrire l'histoire : déçu par l'échec du III^e Reich, il voudrait inverser le cours des événements en assassinant Hitler, dans l'idée qu'il serait un meilleur Führer. C'est pourquoi il a besoin de reconstituer l'Antikythera, dont la quête a rendu fou un ami d'Indy. La fille de ce vieil ami (Phoebe Waller-Bridge) persuade Indy de reprendre les travaux de son père, et le film ensuite est construit sur une traditionnelle course poursuite, qui est aussi, évidemment, une course contre le temps. Cet opus, s'il compte quelques passages qui rappellent l'humour des précédents volets, est toutefois plus sombre, comptant notamment plusieurs meurtres de sang-froid, qui n'ont rien d'un clin d'œil à la fameuse scène d'Indy contre le manieur de sabre. Pour ce qui nous occupe, l'action mène les protagonistes sur deux sites antiques, où se fait la chasse au trésor attendue.

Le premier site est l'épave du navire elle-même. Le lieu est revu pour les besoins de l'intrigue : le bateau est brisé en deux parties, l'une se retrouvant dans les abysses alors que la chute de l'autre avait été interrompue par une sorte de plateau sous-marin, à portée des pêcheurs d'éponges. Un objet précieux a effectivement disparu dans la seconde partie de l'épave et Indy a recours à un de ses amis (Antonio Banderas) pour l'exploration. Cette archéologie sous-marine, réduite à la quête d'un seul trésor, ne nous dévoile que peu d'éléments de contexte, sinon quelques squelettes que visitent les murènes. Le contenu de l'épave (réelle) montre qu'il s'agissait d'un vaisseau de commerce, dont la cargaison était faite notamment de sculptures de bronze (dont le célèbre éphèbe et la tête barbue dite du philosophe) et de marbre (dont un Hermès, un Apollon et surtout un Ulysse – certaines ont un côté « double face » version Comics, la moitié ayant été enfouie et l'autre rongée par le sel marin). Le bateau s'était approvisionné en Grèce et il a sombré sur le chemin qui le conduisait en Italie, dans le but de satisfaire une clientèle aristocratique. Dans le film, le paisible navire au destin contrarié devient un navire de guerre qui aurait eu à son bord une centurie romaine, chargée évidemment de protéger un précieux artefact, le *Graphikos*, une tablette portant des inscriptions censées orienter le lecteur vers la seconde patrie du cadran. Le déchiffrement de ces caractères – le code en est le fameux « carré de Polybe » (cf. *Histoires*, X, 45, 6) – oriente

1 N. KALTSAS, E. VLACHOGIANNI & P. BOUGIA (ed.), *The Antikythera shipwreck: the ship, the treasures, the mechanism*, Athen, 2012.



Fig. 2 : P. H. de Valenciennes, Cicéron découvrant le tombeau d'Archimède, 1787, Mairie de Toulouse, musée des Augustins (© Daniel Martin).

vers Alexandrie, et c'est l'indication qui sera donnée à Voller. Mais l'auteur du *Graphikos*, qui n'est autre qu'Archimède – comme on le verra, c'est une des hypothèses retenues pour l'invention du mécanisme d'Antikythère –, a voulu brouiller les pistes. Indy remarque en effet que la tablette pèse lourd et résout l'énigme : il faut faire fondre la gangue de cire pour faire apparaître les vraies instructions, qui sont d'aller vers « l'Oreille de Dionysos » (*sic*). Nous voici donc au second site archéologique du film, qui tient autant du réel que de la fiction. Quiconque est allé à Syracuse sait bien qu'il ne s'agit pas du dieu Dionysos, mais de Dionysios, autrement dit Denys l'Ancien. La tradition veut que le tyran ait enfermé en ce lieu ses ennemis et qu'il en ait épié les conversations, grâce aux propriétés acoustiques du lieu. Il n'est pas crédible qu'un document antique ait mentionné le site par ce nom, dont la paternité revient au Caravage, qui y séjourne en octobre 1608. L'espace est clos, mais dans le film, c'est une voie d'accès vers le tombeau perdu d'Archimède. Ce n'est pas la première fois qu'un érudit tente de retrouver ce tombeau, puisque Cicéron s'était mis en quête du monument (*Tusculanes*, V, 23), scène immortalisée par le tableau de Pierre-Henri de Valenciennes exposé au Musée des Augustins à Toulouse (fig. 2). C'est en pleine campagne, le long d'une route bordée de tombeaux, qu'il découvre « une petite colonne qui s'élevait par-dessus les bruissons, le cylindre et la sphère qu'il cherchait ». Indiana Jones quant à lui trouve un sarcophage, décoré de curieux phénix dotés d'hélices, et à l'intérieur le corps d'Archimède, qui garde précieusement la seconde partie du mécanisme et porte une montre à son poignet. Le scénario laisse alors entendre qu'Archimède s'est servi de la machine pour voyager dans le futur. Les trente dernières minutes donnent les bonnes clefs de compréhension de ces deux détails. Archimède n'a jamais quitté Syracuse, mais il a fait la rencontre

d'Indiana Jones qui, lui, est retourné dans le passé, Voller s'étant trompé dans ses calculs² : l'Antikythera, qu'il parvient à actionner, le propulse lui et les protagonistes en plein milieu du siège de Syracuse dans les années 214–212, date du naufrage de l'épave dans le film. Cette fin prête à sourire : les avions à hélice se retrouvent soudainement projetés dans un péplum où l'on parle latin et grec (moderne) ; les catapultes et balistes romaines se révèlent être d'ailleurs une excellente DCA. Dans *Troie* de W. Petersen, l'arrivée des Grecs par la mer avait les allures du débarquement du 6 juin ; le siège de Syracuse dans *Indiana Jones* s'inscrit un peu dans la même veine, avec l'intervention incongrue de l'aéronavale que les anciens auraient traduite dans leur mythologie sous la forme de phénix à hélices. La montre quant à elle devient le symbole de la maîtrise du temps, seul artefact qui demeure, puisque l'Antikythera doit être détruit. La fin de la séquence péplum nous montre un échange improbable entre Indy et Archimède en grec (que l'oreille de Denys eût peine à comprendre, puisque c'est du grec moderne, sauf, évidemment, son premier mot : ἡύρηκα), donnant la clef de l'histoire : Archimède aurait inventé le mécanisme pour susciter l'aide d'un héros venu du futur contre les Romains. Le film ne dit rien de la mort d'Archimède, dont on connaît le récit par Plutarque dans sa *Vie de Marcellus* (XIX, 8-12), mais on le voit prélever la montre sur la dépouille de Voller. Tel est le cadre que fixe la fiction, qui excède largement les capacités de la machine d'Antikythère, quoiqu'elles fussent déjà

2 Voller n'a pas pris en compte la dérive des continents, qui n'était pas connue dans l'Antiquité : c'est l'explication que donne Indy. On aurait plutôt attendu une erreur fondée sur le fait que la machine d'Antikythère repose sur un modèle géocentrique et non héliocentrique.



Fig. 3 : Un des cadrans de la machine d'Anticythère, Musée National d'Athènes (© S. Perrot).

exceptionnelles. Le mécanisme (fig. 3), qui occupe le volume d'un boîtier haut de 210 mm, large de 160 mm et profond de 50 mm, est loin d'avoir livré tous ses secrets, mais depuis sa découverte, la recherche a bien progressé. Ce mécanisme, en bronze dans un coffret de bois, est constitué de roues dentées de tailles différentes (une trentaine ont été identifiées à ce jour), qui étaient probablement actionnées par une manivelle. On avait remarqué depuis longtemps que la face avant possédait un cadran circulaire à 365 positions, qui correspondent aux 365 jours du calendrier égyptien, dont les mois sont inscrits. Le quart de jour manquant, pour une révolution complète, causait des décalages qui devaient être rattrapés sous la forme de mois intercalaires. Tel était à peu près l'état des connaissances à l'époque où Indiana Jones est censé courir après le temps. Les années 2000, grâce aux nouvelles technologies, en ont relancé l'étude, en mettant en évidence que la machine servait en réalité à prédire les éclipses, hypothèse fondée sur les deux cadrans en spirale situés sur la face arrière et présentant deux calendriers astronomiques. Le premier cadran contient 235 positions, qui correspondent chacune à une lunaison, sachant que 235 lunaisons représentent un cycle de 19 ans (à deux heures près). Ce cycle a pris le nom de Méton, du nom de celui qui est le premier à l'avoir formalisé en grec vers 432 avant notre ère, bien que le cycle fût déjà connu des Babyloniens³ : il décrit le temps qui s'écoule entre deux années pendant lesquelles les phases de la Lune ont lieu à peu près aux mêmes dates. Le second cadran présente 223 positions, soit le nombre de lunaisons constituant le

3 Les Babyloniens avaient mis en évidence que 223 lunaisons (ou mois synodiques) correspondent à 242 mois draconitiques (période entre deux passages de la Lune au même nœud de son orbite, appelé « tête » ou « queue » du dragon) et 239 mois anomalistiques (période entre deux périégées de la Lune, c'est-à-dire le point de son orbite le plus proche de la Terre).

cycle de saros (un peu plus de 18 ans) : c'est le temps qui s'écoule entre deux éclipses, le Soleil, la Terre et la Lune retrouvant à peu près la même position. Ainsi, quand on actionne la machine de sorte à tomber sur une inscription mentionnant une éclipse sur le cycle de saros, le cadran métonique indique le mois et l'année de cette éclipse.

Pour connaître le jour, on change de face et on tourne la manivelle pour mettre les aiguilles indiquant les positions de la Lune et du Soleil en phase (position de la nouvelle lune pour une éclipse solaire) ou en opposition de phase (position de la pleine lune pour une éclipse lunaire) : l'aiguille du calendrier égyptien indique alors le jour précis de l'éclipse. Il apparaît en effet aujourd'hui que le cadran contenait en son centre un planétarium, c'est-à-dire un modèle indiquant les positions du soleil, de la Lune (avec ses phases) et des planètes en fonction du Zodiaque. Le dispositif est à ce point poussé qu'il prévoit même une double aiguille indiquant les nœuds lunaires, c'est-à-dire les points où les plans de l'orbite lunaire et de l'orbite terrestre se coupent. En haut et en bas ont pu être déchiffrées des inscriptions en toutes petites lettres (1,5 à 2,5 mm de hauteur) correspondant à un parapegme, c'est-à-dire des tables indiquant les levers et couchers des astres. Mais le mécanisme présente une difficulté supplémentaire pour nous modernes, qui savons que la Terre tourne autour du Soleil. Dans l'Antiquité vaut le modèle géocentrique, et pour expliquer certaines anomalies du modèle en cercles concentriques qui ne correspondaient pas à l'observation, en particulier le mouvement rétrograde de certains astres, Apollonios de Pergé avait le premier imaginé que les astres avaient un mouvement de rotation supplémentaire, les épicycles. Or cette complexité avait été prise en compte par l'insertion de cadrans supplémentaires : l'un d'entre eux a été conservé et il restait jusqu'ici inexpliqué.

La face arrière présentait encore trois cadrans plus petits. À l'intérieur du cadran de Méton, on trouvait à gauche un cadran

du cycle dit de Callippe (Kallippos de Cyzique), un cycle de 76 ans permettant de corriger une petite imprécision du cycle de Méton. En effet, le cycle de Méton arrive à un total, en 76 ans, de 440 mois de 29 jours et 500 de 30 jours. Pour Kallippos, il y a 441 mois de 29 jours et 499 de 30, ce qui permet de réduire le total d'une journée, et d'arriver à une année d'une durée moyenne de 365,25 jours. Un autre cadran à droite correspond quant à lui à un cycle de quatre ans, car il est divisé en quarts contenant chacun le nom d'un ou plusieurs concours ayant lieu dans l'année : *Isthmia, Olympia ; Nemea, Naia ; Isthmia, Pythia ; Nemea, Halieia*. Quatre sont des concours panhelléniques, dont la réputation n'est pas à faire. Le concours des *Naia* de Dodone s'est imposé comme un festival de la même envergure très probablement en 192 avant notre ère. Les *Halieia*, concours en l'honneur du dieu du soleil à Rhodes, gagnent également en importance au I^{er} siècle avant notre ère. Mais pourquoi faire figurer ces deux concours et pas d'autres ? Faut-il y voir un indice pour la trajectoire de la machine ? Produite à Rhodes, elle aurait pu être destinée à une clientèle épirote, mais le navire aurait sombré à mi-chemin. Ce n'est là qu'un des scénarii possibles, et de fait peu probable dans la mesure où tout laisse à penser que le bateau entendait plutôt rejoindre un port romain. Sans doute faut-il plutôt voir dans la mention de ces concours un indice que la machine date du I^{er} siècle. Enfin, dans le cadran du bas, celui de saros, se trouvait un petit cadran permettant de déterminer l'heure de l'éclipse.

La datation de ce mécanisme et le nom de son inventeur ont fait l'objet de nombreuses spéculations. Le mécanisme est nécessairement antérieur à la date du naufrage : si l'on ne saurait la donner précisément, la nature de la cargaison la situe approximativement dans le courant du I^{er} siècle avant notre ère, vers 70–60. Mais la paléographie des inscriptions fait plutôt remonter la machine au I^{er} siècle, comme le suggèrent les concours cités. Plusieurs inventeurs ont ainsi été envisagés : Archimède – option retenue par le film –, Hipparque de Nicée (I^{er} siècle, floruit vers 147–127) ou encore Poseidonios de Rhodes, ami de Cicéron. Ce dernier constitue une source majeure dans cette quête du premier inventeur : il est regrettable que le film ne le mentionne pas, alors que le troisième opus par exemple avait fait commencer la quête du Graal par un texte écrit en latin sur un bouclier, conduisant vers le désormais fameux « canyon du croissant de lune », près de la fictive Alexandretta. Cicéron en effet évoque deux machines astronomiques : un planétarium mécanique et probablement une sphère armillaire comme on en voit sur une fameuse fresque de Stabies (Villa San Marco, ACS 62525). La première machine fut sûrement construite par Archimède et emportée à Rome par Marcellus. Lucius Furius Philus l'examina avec Caius Sulpicius Gallus au cours du I^{er} siècle avant notre ère (*De Re publica*, I, 22) :

Hanc sphaeram Gallus cum moveret, fiebat ut soli luna totidem conversionibus in aere illo quot diebus in ipso caelo succederet, ex quo et in [caelo] sphaera solis fieret eadem illa defectio, et incidere luna tum in eam metam quae esset umbra terrae, cum sol e regione [lacune du manuscrit]

« Lorsque Gallus mettait en mouvement cette sphère, il en résultait que la Lune succédait au Soleil en autant de révolutions dans le bronze que de jours dans le ciel même. Il s'ensuivait que dans la sphère du Soleil il y avait le même retard et que la Lune tombait dans le cône constitué par l'ombre de la Terre au moment même où le Soleil, depuis la région... »

Cicéron mentionne un objet analogue construit par son ami Posidonios (*De natura deorum*, II, 88) :

Quod si in Scythiam aut in Britanniam sphaeram aliquis tulerit hanc, quam nuper familiaris noster effecit Posidonius, cuius singulae conversiones idem efficiunt in sole et in luna et in quinque stellis errantibus, quod efficitur in caelo singulis diebus et noctibus, quis in illa barbaria dubitet, quin ea sphaera sit perfecta ratione?

« Et si l'on emportait en Scythie ou en Bretagne cette sphère qu'a construite naguère mon ami Posidonius et qui, dans ses révolutions successives, montre le Soleil, la Lune et les cinq planètes tournant, comme ces astres le font dans le ciel, jour après jour, nuit après nuit, lequel parmi les habitants de ces pays barbares hésiterait à considérer cette sphère comme un parfait exemple de ce que peut le calcul ? »

On ne saura sans doute jamais qui a conçu la machine d'Anticythère, mais elle a sans nul doute bénéficié des progrès faits dans l'astronomie à l'époque hellénistique. L'actualité a ajouté un jalon précieux à l'histoire de cette science : un extrait du *Catalogue d'étoiles* d'Hipparque a été découvert par une équipe franco-britannique, grâce à l'imagerie multispectrale, dans un manuscrit connu sous le nom de *Codex Climaci rescriptus*, conservé au Museum of the Bible à Washington DC⁴. Jusque-là, on ne connaissait cette liste que par voie indirecte, dans la mesure où Claude Ptolémée, grand scientifique du I^{er} siècle de notre ère, s'y réfère.

Pour en revenir à la machine d'Anticythère, on parvient peu à peu à en préciser la datation⁵, même si tout reste pour l'essentiel à l'état d'hypothèse. Un article publié très récemment a tenté de déterminer la date qui aurait servi de référence à la construction du mécanisme. L'équipe de chercheurs grecs⁶ qui a travaillé sur le sujet arrive à la conclusion que tout aurait été calculé sur la date du 22 ou 23 décembre 178 avant notre ère, au moment où s'est produite une éclipse solaire annulaire, lorsque la lune ne recouvre pas entièrement le soleil mais laisse apparaître un anneau lumineux. Mais ce n'est qu'une hypothèse.

Tel est à peu près l'état de la recherche sur le mécanisme d'Anticythère, dont d'autres mystères seront peut-être révélés dans les années à venir : une nouvelle exploration de l'épave en 2022 a mis au jour quelques éléments de sculpture. Ce dispositif est encore aujourd'hui une prouesse technique, qui rend compte d'un état avancé de la science astronomique au I^{er} siècle avant notre ère. Point n'est besoin d'imaginer des failles spatio-temporelles pour saluer le génie à l'œuvre dans ce système complexe de rouages. Preuve, s'il en est, qu'il vaut toujours la peine de faire un voyage à (Anti)Cythère !

Sylvain Perrot, Strasbourg

4 V. GYSEMBERGH, P. J. WILLIAMS ET E. ZINGG, *New Evidence for Hipparchus' Star Catalogue Revealed by Multispectral Imaging*, in *Journal for the History of Astronomy*, 53/4, 2022, p. 383–393.

5 Voir notamment C.C. CARMAN ET J. EVANS, *On the epoch of the Antikythera mechanism and its eclipse predictor*, in *Archive for History of Exact Sciences* 68/6, 2014, p. 693, et, plus récemment, V. BRINKMANN (ed.), *Maschinenraum der Götter. Wie unsere Zukunft erfunden wurde*, Berlin, 2023, p. 169–201.

6 A. VOULGARIS, C. MOURATIDIS & A. VOSSINAKIS, *The Initial Calibration Date of the Antikythera Mechanism after the Saros spiral mechanical Apokatastasis*, in *Almagest*, 14/1, 2023, p. 4–39.