

Dąmbaska, Izydora

La théorie de la science dans les oeuvres de Claude Ptolémée

Organon 8, 109-122

1971

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Izydora Dąmbska (Pologne)

LA THÉORIE DE LA SCIENCE DANS LES OEUVRES
DE CLAUDE PTOLÉMÉE¹

Si l'on veut étudier à fond l'histoire de la logique ancienne, en tant que théorie des sciences et de leurs méthodes, il ne suffit pas de chercher ses sources dans les traités de logique de l'époque, mais il faut se pencher aussi sur les oeuvres de savants mathématiciens, physiciens, physiologues, astronomes etc., qui réfléchissaient et faisaient des remarques sur leur propre métier. L'analyse des anciennes oeuvres astronomiques grecques et de leurs commentaires fournit sous ce rapport d'intéressants résultats. L'astronomie, la première parmi d'autres sciences empiriques, a adopté le langage mathématique pour formuler ses lois et ses hypothèses. Divers agents contingents semblent y avoir contribué: d'un côté l'attitude méthodologique caractéristique pour le pythagoréisme, dont la tradition restait vivante dans le domaine des recherches astronomiques, d'autre côté le caractère spéculatif et abstrait de cette science empirique qui ne disposait pas encore d'instruments et de moyens techniques suffisamment perfectionnés pour insister sur l'emploi de méthodes rigoureusement expérimentales. C'est dans ce milieu d'astronomes-mathématiciens qu'apparut assez tôt un certain concept d'hypothèse scientifique, résumé dans la règle méthodologique souvent répétée et différemment interprétée: σώζειν τὰ φαινόμενα (sauver les apparences). Cette problématique métascientifique, formulée par Platon et Eudoxe, enregistrée par Eudème dans sa Ἀστρολογικὴ ἱστορία trouva enfin son expression dans les commentaires de Symplikios à περὶ οὐρανοῦ

¹ Je cite dans la suite les textes des oeuvres de Ptolémée d'après les éditions suivantes: d'après la série de la «Bibliotheca Teubneriana» Μαθηματικὴ σύνταξις, vol. 1—2, éd. J. L. Heiberg, 1898-1903; ὑποθέσεις, éd. J. L. Heiberg dans le volume des *Opera astronomica minora*, 1907; Ἀποτελεσματικά, éd. F. Boll et A. Boer, 1940; Περὶ κριτηρίου καὶ ἡγεμονικοῦ, éd. Fr. Lamert, 1952. L'*Harmonique* et l'*Optique* sont citées d'après les éditions critiques: „Die Harmonielehre” des *Klaudios Ptolemaios*, hrsg. von J. Düring, Göteborgs Högskolas Årsskrift 36 (1930) 1.; L'*Optique de Claude Ptolémée dans la version latine d'après l'arabe de l'Emir Eugène de Sicile*, édition critique et exégétique par A. Lejeune, Louvain 1956. La *Géographie* enfin dans l'édition de C. H. A. Nobbe, Leipzig Tauchnitz, 1843-1845.

d'Aristote dans le passage suivant: «Platon admet en principe que les corps célestes se meuvent d'un mouvement circulaire, uniforme et constamment régulier; il pose alors aux mathématiciens ce problème: Quels sont les mouvements circulaires, uniformes et parfaitement réguliers, qu'ils convient de prendre pour hypothèses, afin que l'on puisse sauver les apparences présentées par des planètes»². On sait que les mêmes phénomènes peuvent être expliqués à l'aide de différentes hypothèses. Hipparche insista la dessus en disant — d'après l'information de Théon de Smyrne — «Qu'il est digne d'attention du savant de découvrir la cause grâce à laquelle les mêmes choses semblent résulter d'hypothèses aussi différentes comme l'hypothèse des excentriques et l'hypothèse des homocentriques et d'épicycles»³. Ce propos est développé dans la suite par l'exposé des idées d'Adraste d'Aphrodisie qui — à l'avis de Théon — démontra, que chacune de ces hypothèses σώζεται τὰ φαινόμενα. Le fait, constaté très tôt, que les mêmes phénomènes observables trouvent leur explication dans différentes hypothèses, devait nécessairement, conduire à cette seconde question: quels sont les critères du choix parmi plusieurs théories scientifiques possibles concernant la même classe de phénomènes. En étudiant attentivement l'histoire de ce problème on peut montrer qu'il a eu dans l'antiquité plusieurs solutions: en commençant par la réponse réaliste des péripatéticiens qui jugeaient que l'astronome est guidé dans son choix par le postulat de conformité de ses hypothèses avec les résultats de la physique qui dévoilent la nature des choses, et qu'il doit par conséquent admettre les hypothèses conformes aux théories de la physique — et finissant par la réponse sceptique — enregistrée elle aussi par Théon — que les controverses concernant la supériorité d'une théorie par rapport à une autre — si toutes les deux expliquent d'une manière rationnelle les phénomènes donnés — sont stériles, en tant qu'insolubles⁴.

Je me propose dans cette étude d'analyser d'une façon plus détaillée les idées métathéoriques contenues dans les oeuvres de Ptolémée, qui souvent en marge de ses recherches astronomiques et physiques exprimait des réflexions sur la science et ses méthodes, et chez qui on trouve aussi une intéressante réponse à la question que nous venons de formuler. Rappelons aussi que Ptolémée a laissé outre ses travaux bien connus d'astronomie, de physique et de géographie un opuscule purement philosophique intitulé: *περὶ κριτηρίου καὶ ἡγεμονικοῦ*, publié pour la première fois à Paris en 1663 avec un vaste commentaire de Bullialdus. V. Rose dans son étude *De Aristotelis librorum ordine et auctoritate* (1854) songeait que ce traité

² Je cite ce passage dans la traduction de Pierre Duhem d'après son étude *Σώζειν τὰ φαινόμενα. Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée*, Paris 1908, p. 3.

³ Ἰππάρχος δὲ φησὶν ἄξιον εἶναι μαθηματικῆς ἐπιστάσεως ἰδεῖν τὴν αἰτίαν δι' ἣν τοσοῦτον διαφόροις ὑποθέσεσι, τῇ τε τῶν ἐκκέντρων κύκλων καὶ [τῇ] τῶν ὁμοκέντρων καὶ τῶν ἐπικύκλων, τὰ αὐτὰ φαίνεται ἀκολουθεῖν (*Liber de astronomia*, ed. Th. H. Martin, Parisii 1849, p. 244)

⁴ Ὅποτέρως δ' ἂν ὑποτεθῆ, φησί, σωθήσεται τὰ φαινόμενα, καὶ ἐντεῦθεν ἡ διαφορὰ τῶν μαθηματικῶν ἐλεγχήσεται ἄτοπος οὖσα, τῶν μὲν κατὰ ἐκκεῦτρων μόνον λεγόντων φέρεσθαι τὰ πλανώμενα, τῶν δὲ κατ' ἐπικύκλων, τῶν δὲ περὶ τὸ αὐτὸ κέντρον τῇ ἀπλανεῖ. (Théon de Smyrne, *op. cit.*, p. 220)

fut écrit par le grammairien Ptolemaios Chennos, mais les chercheurs postérieurs (Th. H. Martin, Fr. Boll, Fr. Lammert, E. Boer etc.) acceptent unanimement l'opinion de Bullialdus et attribuent cet opuscule au grand astronome. C'est un traité gnoséologique qui développe des idées sur la connaissance, empruntées à Platon, aux péripatéticiens et aux stoïciens⁵. Dans un point il s'oppose d'une manière décidée aux stoïciens, sans toute fois les nommer. Ptolémée est contraire à ce qu'on associe la théorie de ce qui est vrai ou faux à la théorie du signe et de la chose signifiée. C'est justement ce que propose la dialectique des stoïciens. Dans une longue digression (§§ 5—6) Ptolémée souligne que les analyses des expressions linguistiques et les définitions purement nominales n'ont aucune valeur pour la connaissance des choses et des faits. La langue est constituée par des signes vocaux qui nous permettent d'exprimer ce qui a été pensé, mais qui ne sont qu'un moyen secondaire de représentation des objets. Car les mots particuliers représentent seulement nos concepts et les énoncés représentent des actes de l'intellect. Autrement dit: notre langage extérieur (la langue) reproduit notre langage intérieur c'est-à-dire la pensée; celle-ci, si elle n'est pas développée, est un sentiment ou une présomption, si elle est analysée et bien fondée, elle devient savoir et connaissance. Pour juger — dit plus loin Ptolémée — et pour examiner quelque chose suffit le langage intérieur de l'intellect; le langage extérieur ne remplit pas cette tâche, et même souvent — dans des débats et controverses stériles — il empêche le cours de nos recherches et nous en détourne. Le langage extérieur est indispensable seulement alors, quand nous voulons transmettre aux autres, ce que nous est déjà connu. La langue n'est qu'un instrument de l'intellect dont les propriétés et les opérations constituent l'objet de la théorie du vrai et de ses critères. En s'opposant aux dialecticiens, qui imposent à la philosophie la tâche de formuler les règles du langage, qui aiment les disputes sur les mots (*φωνομαχίαι*), qui réduisent la théorie du criterium à celle du signe et du signifié — et c'est justement ce que faisaient les stoïciens, les *ὀνοματομάχοι*, comme disait Kritolaos — Ptolémée semble ne pas se rendre compte de réels rapports entre la partie sémiotique de la logique stoïcienne et leur théorie de la connaissance. Son contemporain Sextus Empiricus était mieux renseigné, quand dans *Adv. Logicos* (I, 217-226) après avoir résumé la théorie péripatéticienne du criterium de vérité, en exposant dans la suite le point de vue des stoïciens, il a su fort bien apprécier la portée de leur théorie du signe et du signifié pour l'explication de la problématique épistémologique de la vérité.

Dans la théorie des critères, il faut — d'après Ptolémée — distinguer tout d'abord: 1) l'objet de la recherche, 2) l'instrument employé pour le connaître, 3) le moyen d'appliquer l'instrument à l'objet, 4) le sujet de la connaissance et 5) l'objectif visé par le sujet de la connaissance. Ainsi par exemple: l'objet de la recherche (1) peut-être la grandeur d'une chose, l'instrument — l'aune (2), le moyen d'appliquer l'instru-

⁵ Sur les sources philosophiques du *Traité* comp. Fr. Boll, „Studien über Claudius Ptolemäus. Ein Beitrag zur Geschichte der griechischen Philosophie und Astrologie“ *Jahrbücher für klassische Philologie*; Supplementband 21, Leipzig 1894, p. 77 ss. et Fr. Lammert dans l'introduction et les notes à son édition de 1952.

ment (3) — l'apposition de cette aune à l'objet, le sujet de la connaissance (4) — le mesurant, et l'objectif de son opération (5) — la constatation des dimensions de l'objet. De même s'il s'agit de constater le poids, de proférer une sentence au cours d'une procédure juridique, et dans d'autres situations innombrables. En généralisant, il faut — affirme Ptolémée — en analysant le processus de la connaissance distinguer cinq agents: 1) l'être, c'est-à-dire l'objet de la connaissance, 2) la vérité, c'est-à-dire l'objectif de la connaissance, 3) l'esprit, c'est-à-dire le sujet de la connaissance, 4) la perception sensible et le discours, c'est-à-dire les instruments naturels de la connaissance, 5) la manière d'employer ces instruments. De ces cinq agents l'être et la vérité constituent les deux points-limites de la connaissance: l'être, car on ne peut pas porter aucun jugement sur ce qui n'est pas; et la vérité, c'est-à-dire un prédicat concernant l'être conformément au réel, puisque c'est la fin dernière des opérations cognitives de l'esprit. Entre ces deux points-limites sont disposés les trois autres agents: l'esprit — sujet de la connaissance, les instruments, et le mode de leur emploi. La perception sensible fournit les données et — *καθάπερ ἄγγελος* — les transmet sous forme de sensations à l'esprit, qui, en se servant du discours intérieur, examine ces données, les apprécie et accomplit des présomptions ou des actes de la connaissance. Ce n'est que certaines opérations de l'esprit qui lui permettent de saisir la vérité. Et ce n'est pas toujours que la vérité soit le but immédiat de chaque opération de l'esprit. Ces deux dernières thèses ne sont pas formulées explicitement dans le traité *περὶ κριτηρίου καὶ ἡγεμονικοῦ*, mais elles sont sous-entendues par les réflexions métathéoriques contenues dans les oeuvres astronomiques de Ptolémée sur lesquelles nous allons nous pencher maintenant.

Dans l'introduction de sa *μαθηματικὴ σύνταξις* (citée souvent comme *Almageste*) Ptolémée expose ses idées concernant la mathématique et ses rapports avec d'autres sciences. En prenant pour point de départ la classification Aristotélicienne des sciences: en sciences théoriques et pratiques il s'intéresse surtout aux premières qu'il divise — de nouveau en suivant Aristote (*Met.* VI 1, 1026 a) — en: physique, mathématique et théologie. De ces trois sciences théoriques — ici Ptolémée s'éloigne d'Aristote — la physique et la théologie aboutissent plutôt aux conjectures et aux suppositions qu'à une connaissance sûre de l'objet (*μᾶλλον ἢ τις εἰκασίαν ἢ κατάληψιν ἐπιστημονικῆν*): la théologie, qui suppose une cause première du mouvement, — à cause d'une complète imperceptibilité de son objet, et la physique à cause de l'instabilité et l'obscurité de la matière. Il y a donc peu d'espoir pour que les philosophes puissent ici tomber d'accord. Cependant les mathématiques qui examinent les éternelles et immuables formes de l'Être, telles que la figure, la grandeur, l'espace et le temps, aboutissent à un parfait savoir. Elles peuvent aussi rendre de précieux services à d'autres sciences: à la physique, puisque les propriétés qualitatives de la matière, qu'elle examine, sont déterminées par des mouvements dont la forme abstraite est décrite par les mathématiques, à la théologie puisqu'elles lui fournissent des arguments en étudiant les formes noétiques indépendantes de la matière, indice de l'existence d'une énergie pure. Elles exercent aussi une influence sur les disciplines pratiques surtout sur l'éthique, car elles développent chez ceux, qui se sont voués à les cultiver, l'amour de la beauté divine des formes immuables, et par conséquent

elles leur confèrent une seconde, plus noble, nature. Ce sont là des accents platoniciens très caractéristiques pour la pensée de Ptolémée. Ils reviendront d'une manière encore plus distincte, de pair avec des éléments néopythagoriciens, dans le dernier ouvrage de Ptolémée, c'est-à-dire dans son *Harmonique*⁶. Dans le 3-ème livre de ce traité (chap. 3-6) Ptolémée développe une théorie philosophique de l'harmonie, conçue comme principe de l'Univers et de la structure de l'âme humaine. Les spéculations théoriques de la raison humaine se concentrent non seulement sur l'ordre et la mesure des êtres abstraits. Notre raison cherche aussi à saisir dans des formes conceptuelles, qui lui sont propres, la matière amorphe des données empiriques. Les mathématiques, science par excellence rationnelle, ne se contentent pas de construire une théorie des formes noétiques et de contempler leur beauté, mais elles trouvent à travers d'autres sciences une application dans le domaine de la pratique et des arts. C'est ainsi que l'harmonique c'est-à-dire la théorie de la musique, de même que l'astronomie, devient à l'avis de Ptolémée — une forme du savoir mathématique (ἡ θεωρητικὴ ταύτης [ἁρμονίας] ἐπιστήμη μαθηματικῆς ἐστὶν εἶδος⁷).

L'astronomie, envisagée par Ptolémée dans sa partie théorique comme une science mathématique, tend à formuler des hypothèses propres à expliquer nos données empiriques. Ptolémée souligne que ces hypothèses concernant les formes, les mouvements et les mutuels rapports des corps célestes décrivent au fond certaines constructions purement noétiques — objets intentionnaux de nos concepts théoriques. Certains savants — tels qu'Adraste d'Aphrodisie ou Théon de Smyrne — soutenaient que les hypothèses astronomiques doivent être conformes à la nature des choses. Mais ayant remarqué qu'elles sont souvent incompatibles avec les principes de la physique aristotélicienne, qu'ils croyaient être une théorie vraie de la nature profonde du réel, ils admettaient que le criterium de cette conformité postulée des hypothèses astronomiques avec les lois de la physique consiste dans la possibilité de construire des modèles mécaniques représentant les propriétés des corps célestes définies par les hypothèses⁸. Cependant Ptolémée — ce qui résulte de sa caractéristique des sciences théoriques — n'envisageait pas la physique comme une science qui dévoilerait la nature des choses, et ne pensait pas qu'elle puisse décider du choix d'hypothèses astronomiques. Bien au contraire, c'est la physique qui doit dans ses théories tenir compte des résultats obtenus par les sciences mathématiques. Quant aux modèles mécaniques il exprima d'une manière significative son jugement

⁶ *Die Harmonielehre des Klaudios Ptolemaios*, hrsg. von J. Düring, Göteborg 1930. Düring publia aussi une traduction allemande de ce traité avec une introduction et des commentaires dans la même série de Göteborgs Högskolas Årskrift dans l'ouvrage: *Ptolemaios und Porphyrios über die Musik*, Göteborg 1934.

⁷ *Harm.* 3, 4. Et avant (3, 3) nous lisons: καὶ τῶν [...] ἐπιστημῶν αἱ λογικώταται [...] ἀστρονομία [καὶ] [...] ἁρμονικῆ, χρώμεναι μὲν ὄργάνοις ἀναμφιβητῆτοις ἄριθμητικῆ καὶ γεωμετρίας. Ptolémée accepte aussi ici (3, 6), de même que dans l'*Almageste*, la classification péripatéticienne des sciences (différente sous certains rapports de celle d'Aristote), quand ayant distinguer deux facultés de l'âme: une théorique et l'autre pratique il attribue à la première le savoir physique, mathématique et théologique, et à la seconde l'éthique, l'économie et la politique.

⁸ Comp. P. Duhem, *op. cit.*, p. 16 s.

dans le 2^e chapitre de XIII^e livre d'*Almageste*. Ayant exposé sa théorie des mouvements de planètes, il ajoute: καὶ μηδεὶς τὰς τοιαύτας τῶν ὑποθέσεων ἐργώδεις νομισάτω σκοπῶν τὸ τῶν παρ' ἡμῖν ἐπιτεχνημάτων κατασκελές («Et personne ne jugera de telles difficultés des hypothèses, en regardant les constructions que nous avons effectuées» — I 2, p. 532, v. 12s). Enfin il ajoute, qu'il n'est pas possible de puiser des démonstrations concernant les objets de l'astronomie, en faisant emploi des constructions autant imparfaites qu'éloignées des choses qu'elles auraient dû représenter. En évaluant de cette manière du point de vue cognitif ces mécanismes, Ptolémée ne nie pas leur utilité heuristique et admet qu'il vaut la peine de les faire construire. Notamment dans l'introduction au premier livre de ses ὑποθέσεις τῶν πλανωμένων, ayant rappelé que dans son oeuvre majeure, il a exposé avec tous les détails nécessaires les hypothèses concernant les mouvements des corps célestes, il souligne de vouloir ici formuler seulement certaines suppositions générales faciles à saisir pour les techniciens qui voudront construire des instruments et des mécanismes représentant le système et les mouvements des corps célestes. Il ajoute que les différents modèles que l'on emploie couramment représentent d'une manière fort imprécise les objets dont il est question, ὥστε τῆς τέχνης καλλιμῆτῶν ὑποθέσεων γίνεσθαι τὴν ἔνδειξιν (II, p. 71, v. 21s), tandis qu'il a en vue des mécanismes mieux adaptés, et surtout des instruments d'un meilleur rendement technique.

Qu'est-ce que décide alors du choix des hypothèses, si ce n'est pas leur conformité avec les lois de physique — puisque ces lois sont incertaines — ni la possibilité de construire un modèle — puisque celui-ci n'est qu'un moyen auxiliaire heuristique et didactique, et ne répond pas exactement au contenu des suppositions théoriques. La réponse de Ptolémée à cette question est formulée au cours d'une discussion théorique dans le 4^e chapitre du troisième livre d'*Almageste*. Ptolémée y compare deux hypothèses concernant le mouvement apparent du soleil. On peut expliquer ce mouvement — dit-il — ou bien à l'aide de l'hypothèse des épicycles ou bien en admettant celle des cercles excentriques. Mais dans le premier cas il faut supposer au surplus que le soleil parcourt l'arc d'épicycle éloigné de la terre dans la direction contraire à celle d'épicycle. Il est donc — conclut Ptolémée — «de beaucoup plus juste de choisir l'hypothèse des cercles excentriques, qui est plus simple puisqu'elle atteint le même but en admettant un et non deux mouvements»⁹. Parmi diverses théories qui «sauvent» les mêmes apparences l'astronomie doit choisir la plus simple. Nous avons donc ici un critère méthodologique clairement déterminé celui de simplicité conçue dans l'esprit d'économie de la pensée. Car — à l'avis de Ptolémée — plus simple est cette théorie qui exige moins de suppositions accessoires¹⁰. Il n'en résulte pas — et Ptolémée le dit aussi explicitement — que l'astronome ne soit pas parfois obligé de compliquer une théorie primordialement simple, si elle se montre im-

⁹ εὐλογώτερον δ' ἂν εἴη περιφθῆναι τῇ κατ' ἐκκεντρότητα ὑποθέσει ἀπλουστέρα οὐση καὶ ὑπὸ μῖτας, οὐχὶ δὲ ὑπὸ δύο κινήσεων, συντελουμένη. (*Math. Synt.* III 4, vol. I 1, p. 232, v. 14 s.).

¹⁰ *Math. Synt.* XIII 2, vol. I 2, p. 529 ss.

puissante pour „sauver les apparences”. Dans le XIII^e livre d'*Almageste*, que nous avons déjà cité, nous trouvons aussi cette remarque: «il faut autant qu'il est possible adapter aux mouvements celestes les plus simples hypothèses, mais si cela ne peut pas réussir, il faut choisir d'autres»¹¹. Et ceci — ajoute Ptolémée — ne doit étonner personne, si seulement nous nous rendons compte combien différenciées et compliquées sont les trajectoires et les mouvements des corps célestes. Tout ce passage, très intéressant du point de vue de la théorie des sciences, finit par des remarques sur le concept de simplicité. «La simplicité des êtres célestes — écrit Ptolémée — ne peut pas être jugée d'après ce qu'ici bas nous semble être simple — et encore ici ce qui est simple ne se présente pas à tous d'une manière univoque [...]. Il faut d'abord supposer la constance des êtres célestes et de leurs mouvements; dans ce sens ils se présenteront tous comme simples et même plus simples que les choses qui nous paraissaient ici être telles, puisque on ne peut pas admettre aucun effort ni aucun obstacle dans les parcours effectués par ces êtres possibles»¹². Comment faut-il comprendre ces propos un peu énigmatiques?

Ils semblent sous-entendre l'idée chère à Ptolémée que l'objet de l'astronomie, en tant que science mathématique, constituent certains êtres «possibles», c'est-à-dire des objets conçus et définis par ses hypothèses. Dans ce monde noétique règne une parfaite constance que rien ne peut troubler — bien autrement que dans le monde de phénomènes sensibles et changeants. La simplicité — cette fois-ci caractérisant le domaine objectif, déterminé par la théorie, et non la théorie elle-même — c'est cette constance ou nécessité, cette liberté par rapport aux «efforts et obstacles» payée par le caractère intentionnel et «possible», et non empiriquement donné de ce monde noétique, associé au monde des phénomènes par sa fonction explicative postulée par la science. Il n'y a pas dans le sens empirique ni epicycles ni cercles excentriques. Mais si on les admet par hypothèse et si on suppose que «sans obstacles», d'une manière constante et non-troublée par des changements imprévus dans la théorie, ils sont parcourus par des parfaits corps célestes, on parvient à expilquer divers phénomènes observables du monde sensible. Et c'est l'objectif de toute théorie astronomique. Je trouve chez Pierre Duhem une interprétation semblable du point de vue Ptoléméen dans son étude que nous avons déjà citée¹³.

¹¹ ἀλλὰ πειραῖσθαι μὲν ὡς ἐνι μάλιστα τὰς ἀπλουστέρους τῶν ὑποθέσεων ἐφαρμόζειν ταῖς ἐν τῷ οὐρανῷ κινήσεις, εἰ δὲ μὴ τοῦτο προχωροίη, τὰς ἐνδεχομένας (*Math. Synt.* XIII 2, I 2, p. 532, v. 19 s.)

¹² μᾶλλον δὲ καὶ αὐτὸ τὸ ἀπλοῦν τῶν οὐρανίων οὐκ ἀπὸ τῶν παρ' ἡμῶν οὕτως ἔχειν δοκοῦντων προσήκει κρίνειν, ὅποτε μὴδ' ἐφ' ἡμῶν τὸ αὐτὸ πᾶσιν ὁμοίως ἐστὶν ἀπλοῦν <...> ἀπὸ δὲ τῆς τῶν ἐν αὐτῷ τῷ οὐρανῷ φύσεων καὶ τῆς τῶν κινήσεων ἀμεταβλησίας. οὕτω γὰρ ἂν πᾶσαι καταφανείησαν ἀπλαῖ καὶ μᾶλλον ἢ τὰ παρ' ἡμῶν οὕτως ἔχειν δοκοῦντα μηδενὸς πόνου μηδὲ δυσχερείας τινός περὶ τᾶς περιόδους αὐτῶν ὑπονοηθῆναι δυναμένων. (*Math. Synt.* XIII 2 — I 2, p. 533, v. 15 s.)

¹³ P. Duhem, *op. cit.*, p. 18-19 et aussi dans *Le Système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*, Paris, 1914, t. 2, p. 130, où il écrit: «On peut regarder les hypothèses de l'astronomie comme de simples fictions mathématiques que le géomètre combine, afin de rendre les mouvements célestes accessibles à ses calculs, on peut y voir aussi la description de corps concrets, de mouvements réellement accomplis. Dans le premier cas une seule condition est imposée à ces hypothèses, celle de sauver les apparences [...] L'auteur de l'*Almageste* et les penseurs

Il est intéressant de remarquer que ces idées de Ptolémée concernant le criterium du choix entre théories astronomiques renaîtront dans les discussions métascientifiques des savants du XVII^e siècle. Entre autres Descartes en sera solidaire — surtout dans ses *Principia philosophiae*¹⁴.

Quel est alors d'après Ptolémée — le rôle de l'expérimentation dans les sciences? Dans son traité *περὶ κριτηρίου καὶ ἡγεμονικοῦ* il soulignait que les perceptions sensibles fournissent à l'esprit des données que celui interprète par la raison. Dans l'introduction à l'*Harmonique* il constate qu'elle est une théorie des données transmises par l'ouï de même que l'astronomie, qui formule des hypothèses concernant les mouvements des corps célestes, est une théorie qui tend à expliquer les données fournies par le sens de la vue. Enfin il ajoute: Ἰδίον ἐστὶ τοῦ θεωρητικοῦ καὶ ἐπιστήμονος τὸ δεικνύναι τὰ τῆς φύσεως ἔργα μετὰ λόγου τινός καὶ τεταγμένης αἰτίας δημιουργούμενα¹⁵. Donc aussi ici Ptolémée admet que celui qui crée des théories scientifiques pour expliquer des données de sensations doit choisir

hellènes qui sont venus après lui ont adopté au sujet des hypothèses astronomiques la première de ces deux opinions» Mais il faut ajouter que Duhem en résumant les sentiments de Ptolémée contenus dans les Ὑποθέσεις suggère qu'ici l'astronome ait quitté son point de vue conventionaliste, exposé dans l'*Almageste* et, que de même qu'Adraste il croyait trouver la vérification des hypothèses dans des modèles mécaniques. «Après avoir résister — écrit Duhem — à la tendance, qui entraîne nombre d'esprits, il s'est laissé, à son tour, porter par le courant, il a combiné des agencements de corps solides dont le mécanisme fut propre à représenter les mouvements compliqués des astres errants et il s'est imaginé qu'il avait par là quelque peu pénétré le secret même de la nature céleste [...] Ptolémée après avoir défendu la raison est devenu à son tour esclave de l'imagination» (*op. cit.*, t. 2, p. 98 s.). Je ne pense pas que cette interprétation des idées métascientifiques exposées dans les Ὑποθέσεις soit incontestable. Elle semble même être en contradiction avec les remarques de Ptolémée que j'ai citées plus haut (page 113) et qui se trouvent dans l'Introduction à cet ouvrage. En admettant le rôle didactique des modèles mécaniques Ptolémée ne les envisage pas comme moyens de vérification d'une théorie.

¹⁴ Ainsi par exemple en comparant (livre III, ch. 17, p. 26-29) les hypothèses astronomiques de Copernic et de Tycho de Brahe, il trouve la première préférable à cause de sa plus grande simplicité. Enfin il veut remplacer toute les deux par une troisième «Quae omnium simplicissima et ad phaenomena intelligenda [...] accomodatissima esse videatur» (III, 19). Et la simplicité d'une hypothèse consiste d'après Descartes en ce qu'elle soit énoncée dans les termes de géométrie et de mécanique et qu'elle explique sans suppositions auxiliaires les plus divers phénomènes. Comp. là-dessus mon article «Sur quelques principes méthodologiques dans les *Principia philosophiae* de Descartes». *Revue de Métaph. et de Morale*, 67 (1957), p. 57 ss.

¹⁵ *Harm.* 1, ch. 2, p. 5, v. 19 *nn.* Que Ptolémée lui-même dans ses recherches scientifiques utilisait non seulement des minutieuses observations de phénomènes mais aussi des expériences savamment agencées, et tâchait d'enregistrer les résultats ainsi obtenus dans un langage mathématique, on l'aperçoit le mieux en étudiant son *Optique*. Elle contient des descriptions détaillées des expériences et des measurements concernant la vision binoculaire et les phénomènes de réflexion et de réfraction des rayons. Ces expériences ont été conçues et agencées pour vérifier les principes géométriques qu'il acceptait dans son *Optique*. Il traitait donc dans sa pratique de chercheur les données empiriques non seulement comme un point de départ pour la théorie. Les propositions enregistrant et décrivant les résultats des expériences lui servaient aussi comme prémisses confirmant ou infirmant la théorie. Malheureusement l'*Optique* de Ptolémée, qui a survécue uniquement dans une traduction latine d'une version arabe de l'original (Nous devons cette traduction à l'Emir Eugène de Sicile qui vivait dans la seconde moitié du XII^e siècle), resta incomplète. Manque le premier livre de cette oeuvre que Ptolémée — comme ce fut son habitude — aurait pu précéder

un système rationnel de conditions dont ces données ne sont pour nous que des signaux. Cette règle méthodologique semble reposer sur une supposition philosophique de la rationalité des φύσεως ἔργα, ce qui correspondrait à la doctrine des stoïciens d'après laquelle toute chose κατὰ φύσεως est en même temps κατὰ λόγou.

L'erreur des pythagoriciens — ajoute Ptolémée — consistait à fonder l'acoustique uniquement sur des spéculations arithmétiques, sans tenir compte de données empiriques. Mais les successeurs d'Aristoxène agissaient aussi d'une manière erronée, quand ils négligeaient dans leur harmonique les théories mathématiques des sons. Ptolémée dans sa propre théorie de musique, quand il cherche une forme mathématique pour exprimer les lois de l'harmonie des sons, semble assez proche des idées des pythagoriciens. Mais ces questions n'appartiennent pas à la problématique métascientifique que nous examinons ici.

Il est très intéressant que le scepticisme de Ptolémée par rapport aux résultats de recherches en physique, qu'il qualifiait comme incertains et doutables, et son point de vue rationaliste et conventionaliste dans l'appréciation des critères du choix d'hypothèses astronomiques ne l'ont pas empêché de consacrer son temps à la théorie et à la pratique des prognoses astrologiques qu'il exposa dans un manuel des plus connus dans l'antiquité et au Moyen Age. Cet ouvrage, intitulé μαθηματικὴ τετραβιβλος σύνταξις ou Τὰ πρὸς Σύρον ἀποτελεσματικά, cité couramment comme *Tetrabiblos*, dont l'authenticité était dans certains temps mise en doute, mais semble maintenant prouvée¹⁶, est précédé par une introduction méthodologique dans laquelle Ptolémée cherche à démontrer la possibilité et l'utilité des prognoses astrologiques. Il prend dans cette introduction part au débats initiés au II siècle a. J. C. par la critique de Carnéade sous l'adresse de ceux qui inventent des horoscopes et par la réplique de Poseidonios et d'autres stoïciens¹⁷. Dans l'introduction au *Tetrabiblos* (I 1 - III 1, p. 1—2) Ptolémée constate que l'astronomie se propose deux objectifs : le premier et le plus fondamental est l'explication des configurations et des mouvements du soleil, de la lune et d'autres astres dans leurs mutuels rapports et dans leur rapport avec la Terre. L'astronomie réalise ce but par ses hypothèses et théories — l'astronomie mathématique, celle que Ptolémée a exposée dans l'*Almageste* d'une manière — comme il dit — démonstrative (ἀποδεικτικῶς).

d'une introduction de nature méthodologique. S'il en était vraiment ainsi, et si Ptolémée y exposait son opinion sur la valeur cognitive des expériences en physique — reste inconnu. L'éditeur de l'*Optique* de Ptolémée, Albert Lejeune a analysé les expériences, décrites par Ptolémée, dans une étude *Euclide et Ptolémée. Deux stades de l'optique géométrique grecque*, Louvain 1948, et dans l'article «La science grecque a-t-elle atteint le stade expérimental?» *Revue des Questions Scientifiques*, Bruxelles 1957, p. 321 ss.

¹⁶ Ceux qui mettaient en doute l'authenticité de *Tetrabiblos* (entre autres R. Wolf et Fr. Hulstsch) soulignaient le caractère scientifique d'autres oeuvres de Ptolémée, de même que son scepticisme par rapport aux problèmes gnoséologiques qui leur paraissaient incompatibles avec l'apologie d'une divination astrologique. Mais divers arguments autant de nature philologique qu'historique, accumulés par Fr. Boll et après lui par Fischer, Lammert et autres chercheurs, font admettre, conformément à l'ancienne tradition, que Ptolémée en fut réellement l'auteur.

¹⁷ Fr. Boll, *op. cit.*, p. 136 ss., voit dans les oeuvres de Poseidonios la source commune de l'apologie de l'astrologie chez Ptolémée et chez Manilius.

L'autre but doit être réalisé par une discipline qui tout en étudiant la spécificité naturelle de ces configurations (φυσική ιδιοτροπία τῶν σχηματισμῶν) des corps célestes, examine les changements causés par elles sur notre planète. La première, c'est-à-dire l'astronomie théorique, est entièrement indépendante par rapport à l'autre. Celle-ci, c'est-à-dire l'astronomie appliquée ou l'astrologie¹⁸, emploie une méthode spécifique, et personne qui aime la vérité ne peut comparer ses prognoses aux connaissances acquises par l'astronomie théorique. L'astrologie dans ses prognoses anticipe sur des faits qui se déroulent dans le monde matériel dont les propriétés sont changeantes et souvent insaisissables. Quel est alors le sens du travail des astrologues? Ceux qui combattent l'astrologie objectent en premier lieu qu'elle est non-fondée et impossible en tant qu'une science. Ils affirment deuxièmement qu'elle est sans valeur ni importance, étant dépourvue d'utilité pratique quelconque. Elle suppose par ses prognoses une stricte détermination des événements futurs, et par conséquent, si chaque événement est nécessairement déterminé par des causes, le savoir de ce qui doit arriver ne peut nous aider à nous rendre maîtres de notre avenir. Une sévère critique de tout art de divination était aux temps de Ptolémée chose courante, grâce aux écrits des Académiciens et des pyrrhoniens. Cicéron l'a magistralement résumée dans son *De divinatione* et Sextus Empiricus — contemporain de Ptolémée — a consacré une grande partie du 5^e livre de son oeuvre «contre les savants» à démontrer toute l'absurdité de l'astrologie des Chaldéens; il oppose — comme Ptolémée — l'astrologie à l'astronomie mathématique; mais il l'oppose aussi — ce qui est contraire, comme nous verrons plus loin, aux opinions de Ptolémée — à la météorologie astronomique qui trouve des applications pour ses prognoses dans l'agriculture et dans l'art de navigation (*Adv. Math.* V 2).

Ptolémée ayant constaté l'incertitude de l'astrologie, en tant que science exacte, cherche néanmoins à démontrer premièrement qu'elle est possible (ce qui signifie qu'elle peut donner des informations valables à propos d'événements futurs) et deuxièmement qu'elle est utile. Sa possibilité est prouvée par l'influence — souvent empiriquement constatée — du soleil, de la lune et d'autres astres sur le cours des phénomènes terrestres. Or, si les configurations et les mouvements des corps célestes causent l'apparition de certains phénomènes sur la terre, la connaissance de ces configurations et mouvements permet de prévoir quelles seront leurs conséquences futures. De telles prévisions font chaque jour avec succès les navigateurs et les agriculteurs, et même — ajoute Ptolémée — des animaux guidés par leur instinct; il est donc bien probable que les savants astronomes peuvent les faire aussi, et avec une plus grande compétence.

¹⁸ Le terme ἀστρολογία n'est pas employé par Ptolémée dans cette signification. Il emploie ici le mot ἀστρονομία. Le terme ἀστρολογία, provenant probablement de l'Ecole d'Eudoxe, prend chez Aristote la signification d'une théorie mathématique des phénomènes, déterminés par les mouvements des astres, donc de ce que Ptolémée désigne le plus souvent par le terme μαθηματική σύνταξις. Sur l'évolution des significations des termes: ἀστρονομία et ἀστρολογία dans la science grecque comparer P. Tannery, *Recherches sur l'histoire de l'astronomie ancienne*, Paris 1893, chap. 1 et 2. Au sens moderne du mot «astrologie» répond plutôt la signification du mot grec γενεθλιαλογία (comp. Sextus Emp. *Adv. Math.*, V 2).

Enfin s'ils se trompent souvent, en formulant leurs prognoses — ce qu'objectent les adversaires de l'astrologie — ceci résulte d'un côté de grandes difficultés et du peu de certitude de leur science, et d'autre de ce fait qu'outre l'influence des astres, les événements qui arrivent sur la terre ont d'autres causes purement «terrestres» (les propriétés géophysiques, les agents démographiques etc.).

Tout ceci ne suffit pas pour juger que l'astrologie comme science soit impossible, mais devrait seulement engager les astronomes à plus de modestie et à plus de précaution, quand ils se décident de rendre public leurs présages et leurs horoscopes.

L'astrologie est-elle utile? Oui — répond Ptolémée ne fût-ce que de nous procurer — comme chaque science — la joie d'élargir nos connaissances. Mais ce n'est pas cela que sous-entendait le débat sur l'astrologie. Ses ennemis soulignaient que si l'univers — comme le voulaient les stoïciens — est gouverné par une destinée immuable, et par conséquent tous les faits futurs sont strictement déterminés, leur connaissance est pour nous sans intérêt pratique; car si les événements qui doivent arrivés sont infavorables, nous sommes impuissants de les détourner — puisqu'ils existent déjà en tant que faits nécessaires. Même s'il était ainsi — répond Ptolémée — la connaissance de l'avenir nous permettrait alors de nous préparer intérieurement à accepter avec calme et sérénité ce qui doit arriver nécessairement (*παρασκευάζει μετ' εἰρήνης καὶ εὐσταθείας ἕκαστα τῶν ἐπερχομένων ἀποδέχσθαι Tetrab. I 3 - III 1, p. 12 v. 4*). Mais — et dans ce que suit Ptolémée semble s'opposer aux stoïciens — ceux qui trouvent que les événements prévus sont nécessaires, ne distinguent pas deux choses différentes: la destinée divine et irréversible (*εἰμαρμένη θεία καὶ ἀμετάπτωτος*), qui détermine nécessairement les configurations et les mouvements des astres, et la destinée naturelle et variable (*εἰμαρμένη φυσική καὶ μεταπτωτή*) qui est propre au monde terrestre et apparait comme résultante de plusieurs causes s'entrecroisant, ce qui permet de prévenir certains événements futurs. Sans cela il n'y aurait pas d'art de médecine qui — comme par exemple chez les Egyptiens — est intimement lié avec l'art de prognoses astrologiques¹⁹.

Ainsi ayant pris part à la polémique concernant la valeur des prognoses astrologiques dans laquelle Carnéade et les autres représentants du scepticisme démontraient qu'elles manquent de fondement, Ptolémée en accord avec les stoïciens, et en suivant l'argumentation de Poseidonios, se prononça — bien qu'en soulignant l'incertitude de ces prognoses — en faveur de possibilité et d'utilité de l'astrologie, et publia soi-même un manuel classique de cet art.

Les mathématiques sont pour Ptolémée non seulement une science fondamentale par rapport à la physique et à la théologie. Il affirmait aussi leur signification dans un domaine purement descriptif, notamment en géographie, qu'il cultivait avec maîtrise et prédilection. Ptolémée, *geographorum princeps* — comme l'appelaient

¹⁹ Fr. Boll, *op. cit.*, p. 156 s., suppose que cette distinction entre deux genres de détermination des phénomènes correspond chez Ptolémée à la distinction faite par Aristote entre le domaine des phénomènes célestes et celui des phénomènes sublunaires et à la théorie péripatéticienne de différentes formes de la détermination des phénomènes.

les humanistes — s'intéressait à la géographie dans l'aspect de ses recherches astronomiques déjà dans le second livre d'*Almageste*, quand il parlait des applications d'observations astronomiques pour les travaux cartographiques. Avec plus de détails il expose ses idées sur les fondements et les méthodes de la géographie dans les cinq premiers chapitres du premier livre de sa *Γεωγραφική ὑφήγησις*. Il commence par définir la géographie comme une représentation géométrique des parties connues de la terre, ensemble avec ce qui d'une manière générale s'y rattache. Cette définition que j'ai résumée, en lui conférant une certaine interprétation, est textuellement la suivante: ἡ γεωγραφία μίμησις ἐστὶ διὰ γραφῆς τοῦ κατελιημένου τῆς γῆς μέρους ὅλου μετὰ τῶν ὡς ἐπίπαν αὐτῷ συνημμένων (I 1). La géographie n'est donc rien d'autre que l'art de cartographie²⁰. L'art cartographique a pour l'objet la grandeur et la forme de la terre, sa situation par rapport aux autres corps célestes; il nous permet de caractériser les parties de la terre qui nous sont connues de même que des singuliers lieux et endroits du point de vue de leur grandeur, leur mutuelle situation, leur climat etc. Et il ajoute: C'est l'oeuvre de la plus belle des théories (τῆς καλλίστης [...] θεωρίας). Car la terre ne nous environne pas comme les autres corps célestes et ne peut pas en conséquent nous être donnée toute entière dans nos perceptions (les vols cosmiques n'étant pas prévus par le grand astronome), de sorte que sa caractéristique générale doit être nécessairement déduite des principes mathématiques de l'astronomie. A la géographie ainsi conçue Ptolémée oppose la chorographie (c'est-à-dire la topographie) qui cherche à donner une description qualitative des singuliers endroits du globe terrestre, tandis que la géographie élabore une représentation quantitative et géométrique des espaces et des lieux qu'elle décrit. Le topographe ressemble au peintre, le géographe à l'arpenteur-géomètre, par conséquent son métier repose sur l'application des mathématiques. Ceci ne veut pas dire que la géographie soit une science purement abstraite et indépendante par rapport à l'expérience. Puisque chaque connaissance du réel — affirme Ptolémée — prend pour point de départ les données sensibles il ne peut pas être autrement pour la connaissance de la terre. Ces données empiriques nous sont fournies par les observations enregistrées dans les mémoires de voyageurs et dans les travaux de savants géographes. Ptolémée distingue ici deux genres d'expériences. Les unes consistent en mesures directes des distances topographiques et sont effectuées souvent par les navigateurs et les voyageurs. Mais ces measurements ne satisfont pas aux besoins de la science géographique qui veut connaître les positions et les distances

²⁰ Certains traducteurs et commentateurs de Ptolémée ne s'en rendaient pas compte et prenaient le terme «géographie» chez Ptolémée dans la signification courante de la description géophysique et géopolitique de la terre. Par conséquent ils traduisaient les mots *μίμησις διὰ γραφῆς* par «imitatio per descriptionem». K. Müller dans une note de son édition (Paris 1883, p. 3) le remarque judicieusement et propose la traduction: «geographia pictura lineari imitatur cognitam terrae partem». Sur la géographie de Ptolémée comp. aussi l'étude de J. Fischer, *De Claudii Ptolemaei vita, operibus, geographia praesertim eiusque fatiis*, précédant l'édition: *Claudii Ptolemaei Codex urbanus Graecus 82 prototypice depictus, consilio et opere curatorum Bibliothecae Vaticanae. Lugduni Batavorum E. J. Broll 1932 (Codices e Vaticanis selecti quam similissime expressi 19)*

exactes des lieux éloignés. Pour les connaître il faut recourir à l'emploi d'instruments astronomiques de mesure qui permettent de déterminer les longueurs et les largeurs géographiques, les relations spatiales des lieux examinées par rapport aux pôles et aux méridiens de la terre, ayant supposé la continuité de la superficie des océans et des continents, et la concentricité de la terre et de la sphère céleste. Ces measurements sont surtout importants du point de vue de la science, tandis que les données d'observation enrégistrées dans les mémoires des voyageurs doivent être exploitées avec beaucoup de circonspection et de prudence. Les conditions dans lesquelles ces observations ont été faites (par exemple pendant un trajet océanique, quand les vents pouvaient changer la vitesse et l'orientation des vaisseaux), le manque du savoir astronomique des observateurs, leur tendance à la confabulation etc. sont souvent une source de récits et de descriptions fausses ou improbables. Il faut donc — conseille Ptolémée — faire parmi eux un choix judicieux en les comparant avec les données acquises par des méthodes propres de measurement. Il ajoute encore (I, 5) que l'agent du temps ne peut pas être ici indifférent. Il faut profiter des observations et des mesures les plus récentes, car on doit tenir compte d'une part des progrès techniques qui permettent de mieux en mieux prendre connaissance de notre globe, et, d'autre part des changements objectifs que subit au cours des temps la surface de la terre.

Les réflexions méthodologiques de Ptolémée-géographe confirment ses idées, que nous avons résumées plus haut, sur le rôle des mathématiques dans les sciences empiriques; mais elles témoignent en même temps, qu'il appréciait la portée de l'observation et de measurement et tâchait de déterminer les conditions d'un emploi efficace de leur résultats par la théorie scientifique. Ces réflexions expriment aussi le criticisme de Ptolémée, surtout quand il s'agit de précaution avec laquelle il apprécie les conditions de la véracité des informations des observateurs, si ces informations doivent servir de fondement empirique à la cartographie.

En résumant, nous pouvons dire que les idées métascientifiques de Ptolémée, disséminées dans ses oeuvres astronomiques et physiques sont l'expression d'une réflexion consciente et pertinente, concernant la nature de la connaissance scientifique, et constituent un essai digne d'attention de déterminer le caractère, les méthodes et la valeur de la recherche scientifique.

Sa théorie du savoir, exposée dans le traité sur le critère dans l'esprit de la tradition philosophique de Platon, d'Aristote et des stoïciens, subit dans ses considérations méthodologiques plus particulières plusieurs modifications intéressantes. Elles apparaissent surtout dans ses remarques sceptiques concernant la valeur cognitive de la physique, de même que dans l'appréciation du rôle des théories mathématiques dans les sciences de la nature; l'accent y est posé sur le caractère conventionnaliste et abstrait des théories scientifiques et sur le rôle des constructions noétiques dans l'explication des phénomènes empiriques.

Comme, avant lui, Platon et, après lui, Poincaré, Ptolémée insiste sur la beauté et l'harmonie de l'univers des objets abstraits des mathématiques. Les efforts de la recherche scientifique, et l'élan créateur qui est à l'origine des théories scientifiques, le rendaient heureux.

Témoin ce distique que l'ancienne tradition lui attribuait, et que nous citons pour terminer :

Je suis mortel et éphémère
 Mais quand j'épie par la raison
 Les voies des astres et des planètes
 J'oublie la terre et tout hors d'elle
 Je suis comblé de nourritures célestes²¹.

²¹ Οἶδ' ὅτι θνατός ἔφην καὶ ἐπάμερος ἀλλ' ὅταν ἄστρον

Ἰχνεύω κατὰ νοῦν ἀμφιδρόμους ἑλικας,

Οὐκέτ' ἐπιψαύω γαίης πασίν ἀλλὰ παρ' αὐτῷ

Ζηνι διοτροφέος πύμπλαμαι ἀμβροσίης

(*Cod. Marc.* 313; *Cod. Vat.* 180; *Anthol. Palat.* IX, 577)