

Auszug aus:

Sine fine

*Studies in honour of Klaus Geus on the occasion
of his sixtieth birthday*

Edited by
Søren Lund Sørensen

Franz Steiner Verlag
2022

CONTENTS

<i>Tabula gratulatoria</i>	11
Preface	13
<i>Manuel Albaladejo Vivero</i> La India en la obra de Pomponio Mela.....	15
<i>Gonzalo Cruz Andreotti</i> Estrabón e Iberia	31
<i>Mounir Arbach</i> Une caravane du roi de Saba' à Himā Najrān.....	43
<i>Pascal Arnaud / Sylvain Colin / Quentin Poterek / Ferréol Salomon</i> Les alignements de points dans la construction des mers chez Ptolémée	55
<i>Mathieu de Bakker</i> Strabon and the edges of the <i>oikoumenē</i>	73
<i>Ernst Baltrusch</i> Mommsens <i>Staatsrecht</i> und der römische Prinzipat.....	105
<i>Tønnes Bekker-Nielsen</i> Roads and landmarks in Strabon's <i>Geography</i>	123
<i>Konstantin Boshnakov</i> Rethinking the Danube-tributary account in Herodotus 4,48–51	153
<i>Kai Brodersen</i> Ausbildung, Förderung und Vorbild.....	213
<i>Gian Franco Chiai</i> Wie man am Kaiserhof spricht	225
<i>Omar Coloru</i> There and back again. Apollonios of Tyana's journey to India.....	247
<i>Isabelle Draelants / Thomas Falmagne</i> L'épisode véronais du <i>Liber Nemroth</i> ?	259

<i>Kurt Guckelsberger</i> Structure and origin of the <i>Tabula Peutingeriana</i>	299
<i>Victor Gysembergh</i> Une traduction du <i>Tractatus de Spera</i> de Jean de Sacrobosco par Maxime Planude ou son entourage.....	325
<i>Matthäus Heil</i> Agrippinas Tod	337
<i>Carsten Hoffmann</i> Das <i>Prasodische Meer</i> bei Ptolemaios und anderen.....	351
<i>Mohammed Maraqtan</i> Himyarite diplomatic missions to Bilād al-Shām and Mesopotamia in the light of a Sabaic inscription	363
<i>Didier Marcotte</i> Ἵφέλιμόν τι χρῆμα περιήγησις	379
<i>Ivan Matijašić</i> <i>Common sense geography</i> nelle iscrizioni greche di età ellenistica	393
<i>María Engracia Muñoz-Santos</i> Cuando Augusto perdió su cabeza por una mujer	413
<i>Silvia Panichi</i> Gli altri nomi antichi di Taprobane.....	419
<i>Stefanie Rudolf</i> Two Ethiopias – <i>mira quaedam confusio</i>	431
<i>Kai Ruffing</i> Utopie und Wirtschaft.....	437
<i>Daniele Salvoldi</i> The Island of Meroe.....	451
<i>Carmen Sánchez-Mañas</i> Frauenraub, Mord und Erdkunde.....	459
<i>Pierre Schneider</i> Cognitive maps, landmarks and landscapes	473

<i>Søren Lund Sørensen</i> From the Hydaspes to Gaul	497
<i>Giusto Traina</i> Who was Strabo's father?	513
<i>Rainer M. Voigt</i> Das Altäthiopische im Vergleich mit dem Tigrinischen und Tigre.....	519
<i>Zeus Wellnhofer</i> Zur äthiopischen Übersetzung von Abū Šākirs <i>Kitāb at-Tawārīḥ</i>	531
<i>Wolfgang Will</i> Über die Böswilligkeit des Historikers.....	545
Select list of publications of Klaus Geus.....	557
<i>Index fontium</i>	565

LES ALIGNEMENTS DE POINTS DANS LA CONSTRUCTION DES MERS CHEZ PTOLÉMÉE

Tradition ou facilités opératoire?

*Pascal Arnaud, Lyon / Sylvain Colin, L'Union / Quentin Poterek, Strasbourg /
Ferréol Salomon, Strasbourg*

L'existence de figures géométriques dans la carte dressée à partir des points dont Ptolémée donne les coordonnées dans ses *Instructions pour tracer la carte du monde*, plus connues sous le nom de *Géographie*, est un phénomène bien connu (SHCHEGLOV 2016). On sait également que alignements de points à travers les espaces maritimes ont été la base de sa carte du Golfe de Gascogne, des littoraux atlantiques de Gaule et de Germanie et des îles britanniques chez Ptolémée, mais aussi de plusieurs secteurs de la Méditerranée¹. Ces alignements avaient été observés et reproduits par des moyens manuels, en reportant les coordonnées de Ptolémée sur papier millimétré, dans une démarche qui visait initialement à retrouver, derrière des alignements qui, dans une grille dont le pas minimum est de 5 minutes d'arc, les données perdues de la périplographie ancienne, en particulier dans l'espace Atlantique, et à mieux établir les relations entre Ptolémée et la littérature périplographique. Le programme ERC *PortusLimen* a été l'occasion de jeter les bases d'une étude systématique des alignements en créant un Système d'Information Géographique (*GIS*) qui permettrait d'identifier ces alignements à des échelles supérieures à celles des cartes régionales de son Atlas cartographique. En choisissant la solution d'un atlas centré non sur les mers, mais sur les provinces et sur les continents, Ptolémée a fait disparaître la visibilité des relations entre les lieux situés sur des rivages opposés d'une même mer.

Sous la direction de F. SALOMON, S. COLIN, puis Q. POTEREK ont donc créé un outil propre à détecter automatiquement les alignements de trois lieux au moins, les alignements de deux points suivant la même orientation que ceux-ci, et les lieux situés sur un même méridien ou parallèle. S. COLIN a établi des cartes pour toutes les mers et Océans décrits par Ptolémée. Il a également créé un outil susceptible de mesurer instantanément les distances en stades qui séparent les lieux dont Ptolémée a donné les coordonnées. Q. POTEREK avait commencé à analyser ces résultats lorsque le financement de l'opération a été interrompu. Ce sont ces premiers résultats que nous voulons présenter ici.

Les résultats, les questions et les enjeux ont très vite dépassé nos espérances. Ils nous ont très vite conduits la méthode cartographique de Ptolémée en révélant

1 ARNAUD 2011, 146–148 et fig. 2, 153; ARNAUD 2014, 57–59; ARNAUD 2017, 95–99 et fig. 1–5.

la densité de ces systèmes et la prévalence de quatre d'entre eux. Ils ont aussi montré que les alignements mathématiques ne correspondaient pas toujours à ceux que l'on pouvait dresser manuellement. La question qui se posait était ni plus moins que celle de l'épaisseur du trait dans la carte de Ptolémée. La question s'est alors posée de la façon d'intégrer ces "alignements flous". Plutôt qu'une solution fondée sur les angles, qui conduisait à une marge d'erreur trop large sur les grandes distances, c'est une solution fondée sur la détermination d'un carré d'incertitude autour des points de Ptolémée qui a été retenue.

1. QUATRE SYSTÈMES D'ALIGNEMENTS AU CŒUR LA MAPPEMONDE DE TRAVAIL DE PTOLÉMÉE

La représentation cartographique des alignements a été testée selon trois hypothèses: une égale valeur du degré de longitude et de latitude; un degré de longitude 400 stades et un degré de latitude de 500 stades valables pour toutes les latitudes; enfin l'hypothèse d'un degré de longitude 500 stades pour l'Océan Indien, de 400 stades pour la Méditerranée, et de 300 stades pour l'Atlantique Nord.

L'hypothèse de travail d'une grille universelle fondée sur un degré de longitude invariant égal au degré de latitude pour toute la carte a mis en évidence la prévalence de quatre grands systèmes d'orientation organisés autour de valeurs d'angles spécifiques (fig. 2–5). Ces ensembles forment au sein de la carte de Ptolémée quatre systèmes orthogonaux dont l'orthogonalité n'existe que si l'on prend pour base du tracé de la carte un degré de longitude égal au degré de latitude. Cette orthogonalité disparaît en revanche si l'on prend en hypothèse de travail un degré de longitude plus court que le degré de latitude, égal à 400 stades pour les régions Méditerranéennes ou à 300 stades pour les régions plus septentrionales. Ces particularités semblent indiquer que les coordonnées de Ptolémée se fondent sur une carte en projection orthogonale dressée en utilisant une valeur égale du degré de longitude et de latitude. Cette hypothèse s'accorde avec un autre constat: une valeur du degré de longitude et de latitude également fixée à 500 stades semble être celle qui permet de retrouver derrière les coordonnées de Ptolémée la plus grande concentration de distances fondées sur les valeurs-cibles des temps de la navigation, contrairement à ce que nous avons un temps pensé (ARNAUD 2017) et de données transmises par d'autres périple, y compris dans des zones géographiques où la valeur réelle du degré de latitude est sensiblement plus courte, notamment en Méditerranée. C'est néanmoins en l'état seulement une impression, qui devra être soumise à une analyse systématique, ce qu'autorise désormais le système élaboré par Q. POTEREK.

Ce premier constat est une surprise de taille qui contredit les conclusions préliminaires que nous avons formulées il y a cinq ans (ARNAUD 2017). Dans la préface de sa *Géographie*, Ptolémée semble s'opposer à ceux qui, pour dessiner la mappemonde, utilisent une valeur uniforme du degré de longitude et du degré de latitude pour l'ensemble de la carte fût-elle la valeur du degré de longitude pour la latitude de 36° autour de laquelle s'organise le plus grand nombre de toponymes. Il

critique les déformations subies par la carte de Marin de Tyr dressée sur une telle base, accordant par convention 400 stades au degré de longitude et 500 à celui de latitude. On peut imaginer le rejet de principe qu'aurait dû susciter auprès de Ptolémée l'utilisation d'une valeur uniforme du degré de longitude égale à sa valeur à l'équateur, soit 500 stades.

Il ne fait pourtant guère de doutes pour l'érudition moderne que la carte dont Ptolémée a tiré les coordonnées de plus de 8,000 lieux, qui constituent l'essentiel de la *Géographie*, était une carte dressée en projection orthogonale, et c'est bien sur cette base qu'ont été dressées la plupart des cartes modernes reconstruites sur la base des coordonnées de Ptolémée. Ptolémée est en fait resté très silencieux sur la façon dont il a dressé sa carte. Il se borne en réalité à donner des instructions pour intégrer les coordonnées calculées par ses soins dans deux groupes de cartes: un atlas pour lequel il recommande lui-même à deux reprises de dresser les cartes régionales en utilisant une grille orthogonale des méridiens et des parallèles (*Geog.* 21,9 et 8,1), mais à une condition toutefois: "prendre comme rapport entre les distances exprimées en degrés sur les méridiens et les distances exprimées sur les parallèles, le rapport du grand cercle au parallèle qui tiendra lieu de parallèle central pour la carte régionale considérée". En d'autres termes, il recommande de dessiner chaque carte régionale en adoptant la valeur du degré de longitude moyenne dans la région concernée. C'est le prix d'une projection orthogonale. S'agissant de la mappemonde, il reproche en revanche à Marin de Tyr d'avoir utilisé une grille orthogonale pour dresser sa mappemonde et d'avoir à cette fin utilisé la valeur moyenne du degré à la latitude de 36° soit un rapport de 4 : 5 entre le degré de longitude et le degré de latitude.

La surprise est donc ici de constater que, contrairement à ce que paraît indiquer Ptolémée dans ses instructions pour dresser une carte à partir de ses coordonnées (*Geog.* 1,20–24), sa carte de travail, celle qui lui a permis d'établir les coordonnées des lieux, aurait été dressée en utilisant une valeur égale des degrés de longitude et de latitude, également fixées à 500 stades. Mais force est de reconnaître que sur cette carte de travail, Ptolémée est malheureusement resté muet, et que ce que l'on peut inférer de l'introduction montre que Ptolémée était conscient de la difficulté de l'exercice consistant à dresser une carte selon des projections plus conformes à la réalité. Il se borne donc à déterminer comment intégrer à une mappemonde en projection convergente des données obtenues sans doute par d'autres moyens, vraisemblablement sur la base d'une projection orthogonale.

Or ainsi qu'on l'a indiqué plus haut, l'organisation orthogonale de systèmes relationnels entre les lieux n'est pas le seul indice qui nous oriente vers l'utilisation systématique d'une grille utilisant une valeur égale des degrés de longitude et de latitude. Les distances calculées sur les axes autres que celui du méridien semblent conduire à la même conclusion. Sans doute n'y a-t-il pas lieu de s'en étonner outre mesure. Ptolémée n'a jamais hésité à sacrifier l'exactitude à l'opérabilité pour intégrer la plus grande masse de données aux outils et méthodes de calcul dont il disposait (MEURET 1998). Une analyse systématique des distances calculées sur la base de plusieurs valeurs du degré de longitude sera le seul moyen de lever le doute sur la possibilité que Ptolémée ait travaillé sur une carte isonormée fondée sur une

valeur égale des degrés de longitude et de latitude. L'objet du travail que nous offrons à KLAUS GEUS n'est pas celui-ci, mais plutôt la façon dont Ptolémée a utilisé et construit les alignements de points afin de dresser la carte des mers, qui est le nerf de la construction de sa mappemonde.

La figure 1 résume la répartition statistique de la prévalence de chacun des quatre systèmes orthogonaux, dont la valeur structurante au sein de la mappemonde de Ptolémée est par ailleurs évidente.

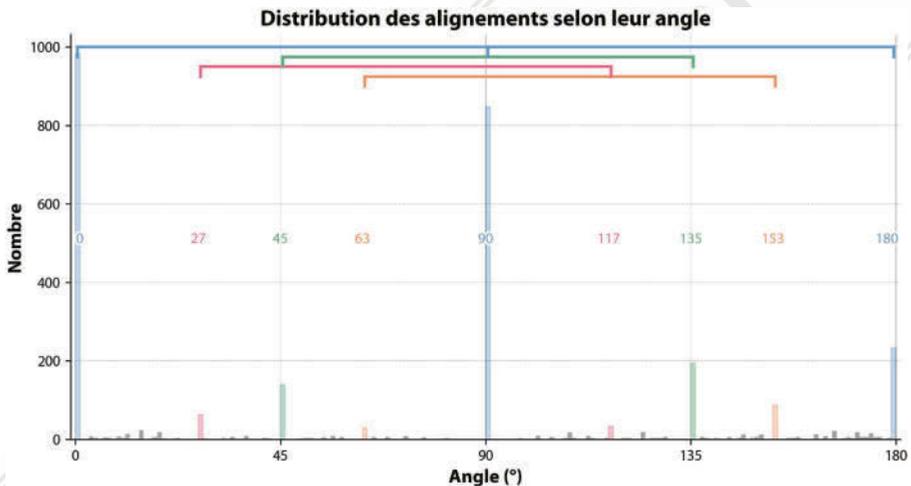


Figure 1: les angles préférés des systèmes d'orientation des distances transmarines (Q. POTEREK)

Les figures 2 à 4 montrent en outre que, quoique certaines de ces orientations se retrouvent de façon plus dense dans certaines régions que dans d'autres, elles sont présentes dans toutes les zones de la terre habitée. Elles organisent en fait la représentation de l'ensemble de la Terre habitée, ce qui indique que, pour établir les coordonnées des lieux, Ptolémée a travaillé sur une mappemonde et non sur un ensemble de cartes régionales.

La répartition statistique des orientations préférentielles (fig. 1) montre, sans surprise, que le système le plus répandu (S1, fig. 2) est celui qui se fonde sur les deux directions cardinales et se confond avec l'orientation des méridiens et des parallèles dans une représentation en projection de Mercator (90° et 180°). Une tradition ancienne de la géographie grecque a fait reposer la carte du monde sur celle d'une liste de lieux réputés situés "en face" les uns des autres (JANNI 1984, 102–104; ARNAUD 2005, 50–59; ARNAUD 2011, 143–146), essentiellement selon un même méridien ou un même parallèle. Si l'on garde en tête que Ptolémée est l'héritier assumé d'une tradition géographique qui a dressé la carte du monde sur le fondement de la distance entre des lieux réputés opposés, situés sur le même méridien ou le même parallèle, il n'y a rien de surprenant à ce qu'il ait disposé

d'une importante masse d'informations relatives à ces lieux, fût-ce à l'occasion au prix d'une discussion de la pertinence de ces oppositions (*Geog.* 1,15). Ceci explique sans doute la prévalence très nette de ce système en Méditerranée. Il a également permis de construire les grandes masses du *mare Rubrum*. Il n'en reste pas moins très étonnant de trouver autant d'oppositions de lieux suivant un même parallèle, alors que Ptolémée (*Geog.* 1,4,1) décrit les lieux opposés comme "ceux seulement qui sont disposés sur un même méridien, en se fondant sur le fait que l'on navigue vent arrière de l'un vers l'autre par vent d'*aparkti* ou de *notos*". Il rejette en effet comme erronées toutes les autres orientations transmises par l'expérience de la navigation (*Geog.* 1,2).

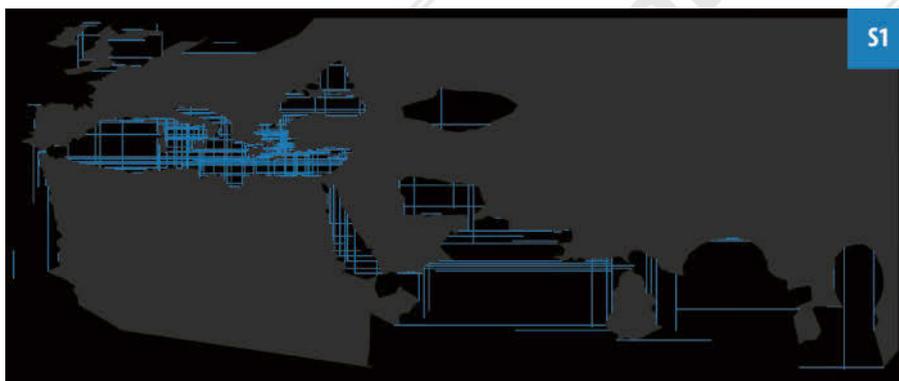


Figure 2: le premier système (S1) orthogonal d'orientations transmarines de Ptolémée
(map by Q. POTEREK)

Le second système (S2) le plus répandu repose sur les angles de 45 et 135 degrés. Ils pourraient théoriquement correspondre aux orientations intermédiaires d'une rose des vents à 8 rhumbs, quel qu'ait été le scepticisme que Ptolémée affiche par ailleurs à l'égard de la validité des orientations intermédiaires rapportées par la tradition périplographique. Sans surprise, ce système, sans doute très artificiel, se rencontre dans les mêmes régions que celles où l'on trouve S1, dont il n'est que les diagonales.

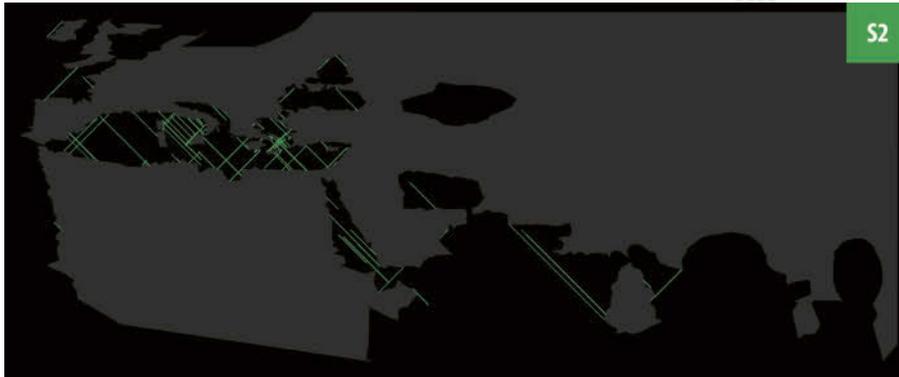


Figure 3: le second système (S2) orthogonal d'orientations transmarines de Ptolémée (map by Q. POTEREK)

Le troisième système (S3) est plus surprenant que les précédents. Il repose sur des valeurs d'angle de 27 et 117 degrés. Au même titre que S4, il structure moins des rivages opposés qu'il ne permet de construire des formes plus spécifiques, principalement les masses insulaires d'importance, les péninsules ou les presqu'îles. Ainsi, toute la façade Atlantique de l'Europe est organisée par S3, comme l'est une partie des toponymes terrestres de l'Europe occidentale. Il est aussi intéressant de noter que la forme de la Mer d'Azov correspond à un rectangle tracé grâce à ce système, et auquel quelques appendices ont été ajoutées ou retirées. S3 structure aussi les grandes îles méditerranéennes. C'est notamment l'exemple de la Crète, dont l'emprise est parfaitement délimitée par un ensemble d'alignements orthogonaux. Un grand nombre d'alignements flous (variation $\leq 1^\circ$) complète cette image, ils s'attachent à des distances très courtes, précisément là où leur pertinence est la plus élevée.

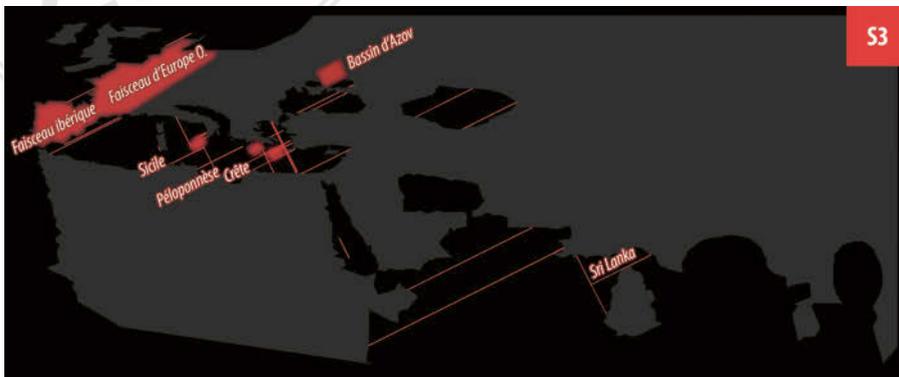


Figure 4: le troisième système (S3) orthogonal d'orientations transmarines de Ptolémée (map by Q. POTEREK).



Figure 5: le quatrième système (S4) orthogonal d'orientations transmarines de Ptolémée (map by Q. POTEREK).

Les remarques faites à propos de S3 s'appliquent pour l'essentiel à S4, qui s'organise autour de valeurs d'angles de 63 et 153°. Il organise principalement, en combinaison avec S1 et S2, les mers Tyrrhénienne et Adriatique, décrivant un faisceau italien, mais aussi toute la façade Ouest de la Grèce, principalement l'île d'Eubée et une bonne partie de l'Égée. La péninsule arabe semble elle aussi organisée par ce système, car elle est inscrite dans un rectangle dont le contour est dessiné par des alignements.

On verra bientôt que d'autres systèmes moins visibles dans la fig. 1 peuvent être assez présents dans des systèmes régionaux.

2. ORIENTATIONS DES ALIGNEMENTS, OPÉRABILITÉ ET OUTILS CARTOGRAPHIQUES DE L'ARPENTAGE

À ce stade de l'analyse, on ne peut manquer de s'interroger sur le choix de ces orientations. Il y a peu de chances qu'elles proviennent, de façon consciente, de données antérieures, dans la mesure où Ptolémée rejette toutes les orientations transmises par la tradition périplographique à l'exception de l'axe nord-sud. Les alignements géométriques parfaits ont par ailleurs peu de chances de remonter à la tradition écrite ou cartographique. Ils sont trop exacts pour cela. Ils peuvent en revanche avoir répondu à deux préoccupations:

- le souci d'uniformiser sa cartographie, ses calculs et son traitement de l'information;
- des outils spécifiques en vue du positionnement et du dessin de certaines régions ou de certains objets en particulier, en particulier les îles et les péninsules.

Il est remarquable que deux au moins de ces systèmes (S3 et S4) s'intègrent très mal dans une rose des vents à douze rhumbs. Il y a dès lors peu de chances qu'ils aient été hérités de la documentation antérieure. Leur choix nous oriente dès lors

vraisemblablement vers l'hypothèse que Ptolémée les ait retenus pour leur opérabilité.

En effet, les valeurs des angles de S3 et S4 peuvent se combiner pour s'intégrer aux valeurs de S1: $27 (S3) + 63 (S4) = 90^\circ (S1)$ et $117 (S3) + 63 = 180^\circ$. Ces valeurs d'angles permettent de passer d'un système à un autre par de simples opérations d'addition ou de soustraction. Les quelques exemples qui suivent illustrent ces propriétés:

$$90 (S1) - 27 (S3) = 63 (S4)$$

$$90 (S1) - 63 (S4) = 27 (S3)$$

$$117 (S3) - 90 (S1) = 27 (S3)$$

$$180 (S1) - 27 (S3) = 153 (S4)$$

$$180 (S1) - 63 (S4) = 117 (S3)$$

$$90 (S1) + 117 (S3) + 153 (S4) = 360 (S1)$$

$$117 (S3) + 153 (S4) - 90 (S1) = 180 (S1)$$

$$63 (S4) + 27 (S3) + 45 (S2) = 135 (S2)$$

Mais ce n'est sans doute là qu'un des aspects de la méthode de Ptolémée. Les propriétés particulières des valeurs d'angles propres à S3 et S4 expliquent sans doute leur fréquence particulière.

Les pratiques de l'arpentage romain semblent pouvoir expliquer tous les systèmes d'orientation des alignements reconnus chez Ptolémée et nous renvoyer à la problématique de la combinaison de systèmes linéaires ou orthonormés d'orientations différentes dans le cadre de la construction d'un objet en même temps que de sa construction cartographique.

L'exercice auquel se livre Ptolémée est en effet d'une nature très voisine de celle à laquelle étaient confrontés les arpenteurs romains, qui avaient pour tâche de construire un paysage complexe dans une grille orthonormée et d'en produire une image cartographique. Ils devaient fabriquer un paysage organisé en quadrilatères réguliers organisés autour de deux axes qui permettaient d'attribuer à chaque quadrilatère une coordonnée en abscisse et en ordonnée. Dans cet exercice ils devaient trouver une articulation logique entre le système orthonormé qu'ils produisaient, les éléments linéaires du paysage préexistant – une voie, un parcellaire orthonormé antérieur – et les éléments linéaires à y intégrer, par exemple une voie romaine ou un aqueduc.

Les méthodes utilisées pour créer ces liens logiques ont été analysées en détail il y a 25 ans dans un article magistral (ROTH-CONGÈS 1996). Elles ont abouti à la démonstration que la méthode utilisée pour établir un lien logique entre des objets inscrits dans des systèmes orthonormés différents reposait sur la construction de diagonales de quadrilatères composés d'un ou de plusieurs des quadrilatères qui servent de base au système orthonormé. Ces outils permettaient de gérer des configurations multiples (cf. fig. 6) dans une échelle de complexité croissante au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la combinaison entre le carré qui forme l'unité

de base du système orthonormé de référence et un rectangle formé par l'association de deux de ces carrés.

Sans surprise les quatre systèmes dominants et structurants chez Ptolémée renvoient aux combinaisons correspondant au carré de base ou au rectangle formé par deux de ces carrés. 45° est ainsi l'angle de la diagonale d'un carré; 27° est l'angle formé par la diagonale d'un quadrilatère formé de deux carrés disposés verticalement, et 63° l'angle formé par le même quadrilatère disposé horizontalement

Ces outils simples utilisés par les arpenteurs romains pouvaient s'appliquer sans difficulté aux préoccupations de Ptolémée. Ils suffisent pour donner une explication opératoire aux quatre systèmes dominants chez Ptolémée.

Trois études de cas régionales à plus grande échelle vont maintenant nous permettre de montrer que ce mode opératoire, consistant à utiliser les diagonales de quadrilatères formés par la combinaison de plusieurs carrés d'un système orthonormé, permet d'expliquer les nombreuses orientations de tous les alignements de Ptolémée et nous place au cœur d'une méthode une fois encore dérivée de l'ingénierie et fondée sur les outils les plus simples.

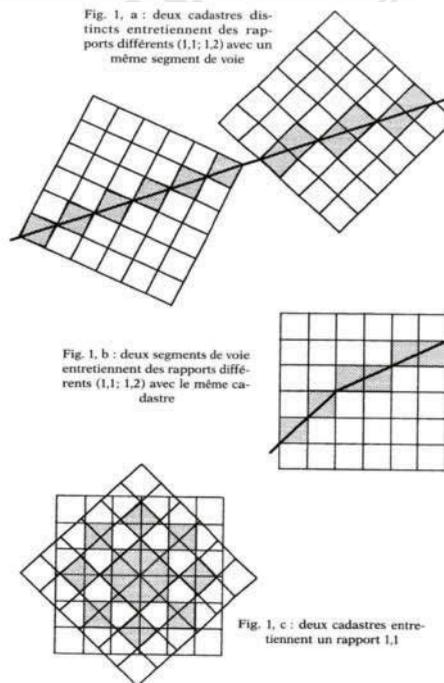


Figure 6: Relations entre diagonales et systèmes cadastraux orthonormés (d'après ROTH-CONGÈS 1996)

Sans surprise, les quatre systèmes dominants et structurants chez Ptolémée renvoient aux combinaisons correspondant au carré de base ou au rectangle formé par deux de ces carrés. 45° est ainsi l'angle de la diagonale d'un carré; 27° est l'angle formé par la diagonale d'un quadrilatère formé de deux carrés disposés verticalement, et 63° l'angle formé par le même quadrilatère disposé horizontalement... Ces trois systèmes nous renvoient aux rapports les plus simples. Ce rapport est 1 : 1 pour S1 et S2, et 1 : 2 pour S3 et S4.

Ces outils simples utilisés par les arpenteurs romains pouvaient s'appliquer sans difficulté aux préoccupations de Ptolémée. Ils suffisent donner une explication opératoire aux quatre systèmes dominants chez Ptolémée.

Trois études de cas régionales à plus grande échelle vont maintenant nous permettre néanmoins de montrer que le mode opératoire consistant à utiliser les diagonales de quadrilatères formés par la combinaison de plusieurs carrés d'un système orthonormé permet d'expliquer les nombreuses orientations de tous les alignements de Ptolémée et nous place au cœur d'une méthode une fois encore dérivée de l'ingénierie et fondée sur les outils les plus simples, fût-ce au prix d'une simplification des données. Les combinaisons que nous allons rencontrer nous conduiront sensiblement au-delà du rapport 1 : 2, jusqu'à 1 : 5, et à quelques combinaisons encore plus complexes.

3. LES DIAGONALES DE SYSTÈMES ORTHOGONAUX À L'ŒUVRE. TROIS EXEMPLES RÉGIONAUX

La mer Égée

La mer Égée et son réseau complexe d'îles donne une excellente illustration du rôle et de la densité des alignements dans la construction cartographique de ce système complexe (fig. 7).

On n'y trouve pas moins de 46 systèmes d'opposition d'au moins trois points selon un méridien ou un parallèle. 27 suivent un parallèle, 19 un méridien. On trouve jusqu'à 6 lieux sur un même axe cardinal. À cela s'ajoutent les lieux opposés deux à deux. On note que ces systèmes enjambent parfois des îles, en Particulier Lesbos, Samos et Rhodes, ce qui suppose que les coordonnées l'emportaient déjà sur les tracés et suggère une intervention directe de Ptolémée.

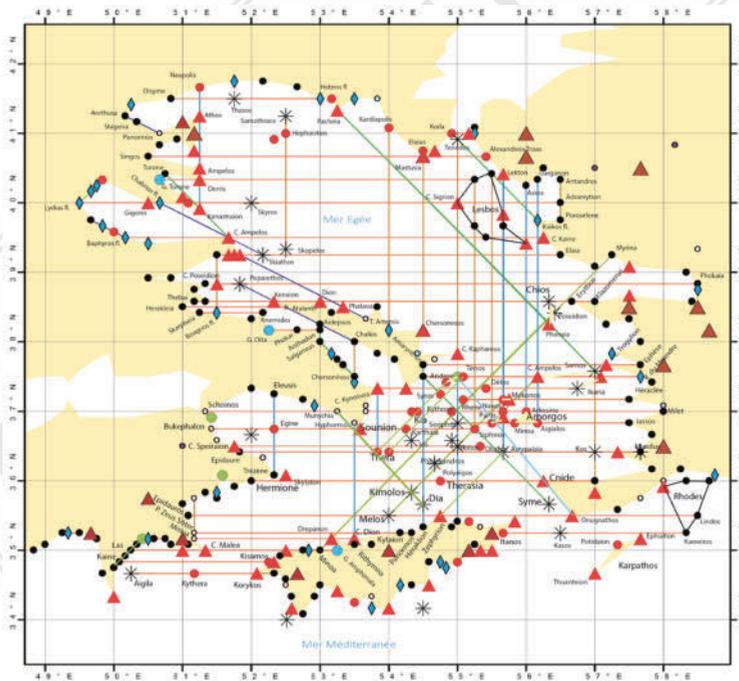


Figure 7: La mer Égée et ses alignements (S. COLIN et P. ARNAUD)

On trouve ensuite un vaste réseau d'alignements orientés selon la diagonale d'un quadrilatère d'un degré de côté. Dans un système d'égale valeur du degré de latitude et de longitude (500 x 500), on aboutit ainsi à une figure formée sur des directions orientées à 45° et se coupant à angle droit. On n'en compte pas moins de 10 qui se répartissent à égalité entre méridiens et parallèles. Ce système organise l'architecture des Cyclades, qui se trouvent majoritairement inscrites dans un quadrilatère déterminé par une ligne de Dia à Mounychia, une de Théra à Andros,

une ligne du cap Zéphyrion de Crète à Andros et une ligne de Symè à Kalè Aktè. Ces orientations organisent aussi l'essentiel de l'intérieur des Cyclades, en complément du système qui suit les orientations cardinales. Il organise aussi des correspondances à grande distance, entre la Thrace et le cap Histoï d'Ikaria par Chio, ou encore Minoa de Crète, le cap Drépanon voisin et Myrina en Asie Mineure, en passant par Chio, Kalè Aktè en Eubée et Symè, devant la presque île de Cnide en Doride, en passant par Siphnos, ou encore entre l'île de Dia, voisine de la Crète et Mounychia. On le retrouve également au niveau de la corde du golfe Thermaïque et entre les bouches du Caïque, en Asie, et Kolia en Chersonèse de Thrace, par Méthymne, au nord de l'île de Lesbos, et Ténédos.

Un second système organise la partie septentrionale de l'Eubée et le golfe Thermaïque. Son orientation est donnée par la diagonale d'un quadrilatère de deux degrés de longitude par un degré de latitude. C'est le classique rapport 1 : 1.

Un dernier système est celui qui organise l'orientation de l'extrémité de la Doride et se prolonge jusqu'à l'extrémité orientale de l'île d'Andros. Son orientation est fournie par la diagonale d'un rectangle de 7 degrés de longitude par 6 de longitude. C'est aussi l'orientation de la ligne qui unit l'île de Kasos à celle de Siphnos.

Adriatique

La carte de l'Adriatique (fig. 8) montre que l'image de cette mer est construite non seulement sur un certain nombre d'oppositions de lieux, situé sur un même méridien ou sur un même parallèle, mais aussi sur quelques alignements principaux de points. On compte neuf systèmes d'au moins trois points alignés selon un même parallèle et trois selon un même parallèle. Si l'on y ajoute les symétries simples de points, les symétries sont beaucoup plus nombreuses: en fait, quasiment chaque point d'une côte à un symétrique selon l'axe des x ou des y sur la côte opposée.

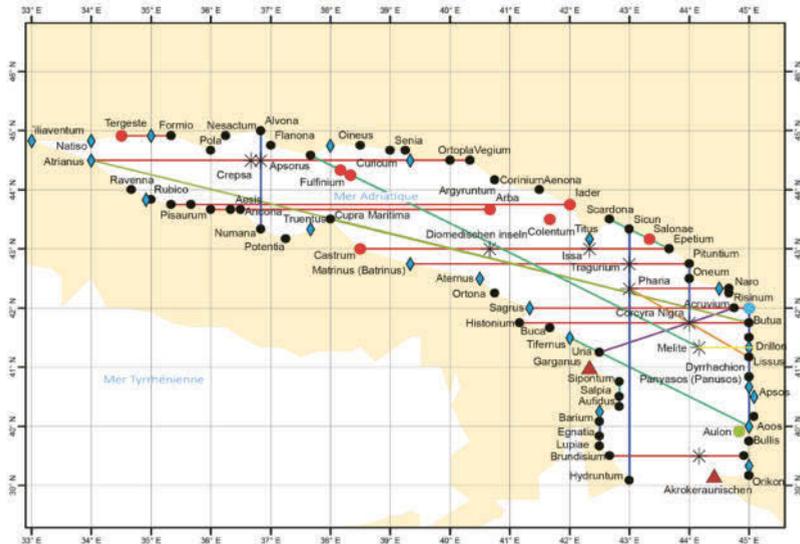


Figure 8: La mer Egée et ses alignements (S. COLIN et P. ARNAUD)

Sans surprise, en dehors des orientations cardinales, le système le plus présent, attesté trois fois est celui qui correspond à la diagonale d'un quadrilatère d'un degré de latitude et deux degrés de longitude de côté. Il organise une ligne qui coïncide grossièrement avec le milieu de l'Adriatique, entre Tarsanica et l'île de Mélité en passant par Curicta et Curicum. Une ligne parallèle à celle-ci organise les quatre toponymes qui constituent le trait de côte entre Scardona et Epetium. Enfin, il organise la ligne entre les bouches du fleuve Tifernus et celles de l'Aoos (Vjosë, Albanie) en Macédoine en passant par Uria (Hyria) sur la presqu'île du Garganos, c'est-à-dire la traversée entre le Garganos et la partie orientale du canal d'Otrante).

Un second système est formé par la diagonale d'un quadrilatère de trois degrés de longitude par un degré de latitude de côté. On le trouve entre Uria (Hyria) et Acruvium (Agruvium, auj. Kotor), qui marque la limite septentrionale du golfe de Rhizon en Dalmatie, en passant par l'île de Corcyre Melaina (Korčula). Il marque la largeur de l'Adriatique. Il s'agit en réalité d'une route quasiment à angle droit, qui suit la côte de Korčula à Kotor

On notera qu'une autre traversée entre Matrinus et l'île de Kolention (Colentum, auj. Murter), près de Scardona suit exactement la même orientation.

Un troisième système correspond à la grande longueur de l'Adriatique entre les bouches de l'Atrianus (Dese) et Butua (Bouthoe, auj. Budva) un peu au sud de Kotor, par Cupra Maritima. Son orientation est celle de la diagonale d'un quadrilatère de quatre degrés de longitude par un degré de latitude de côté.

La mer Tyrrhénienne

La Méditerranée occidentale est généralement assez pauvre en alignements, à l'exception de la mer Tyrrhénienne, dont l'image est intégralement construite sur une densité de correspondances particulièrement élevée, comparable à celle que l'on rencontre en mer Rouge, qui est un autre système fermé, et en mer Égée. Les côtes de l'Italie, celles de Corse, de Sardaigne ainsi que le positionnement des îles intermédiaires sont définis par des systèmes d'opposition selon méridiens et parallèles qui organisent l'essentiel des correspondances entre les côtes.

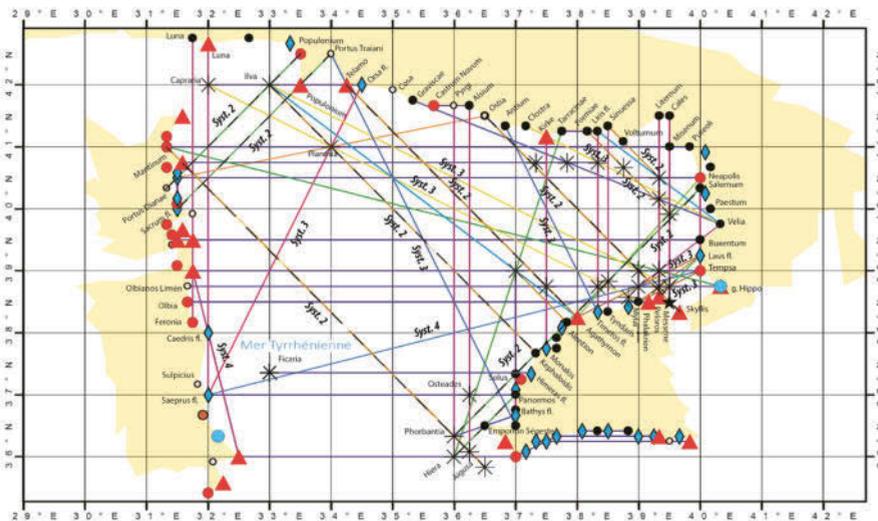


Figure 9: La mer Égée et ses alignements (S. COLIN et P. ARNAUD)

En dehors des correspondances suivant les orientations cardinales, le système majoritaire (Système 2) est défini sans surprise par les diagonales du carré d'un degré de côté. Il organise les correspondances entre le nord-ouest de la Corse et d'une part Populonia par l'île d'Elbe (ou encore le fleuve Sacré et le port de Trajan (Civitavecchia) par le cap Populonium) et d'autre part les îles Égades. La perpendiculaire tirée depuis les îles Égades organise la correspondance avec le nord de la Sicile et Naples par les îles éoliennes. Le même système organise les correspondances entre le cap Agathyrnon de Sicile et le cap Telamo, au sud de Civitavecchia, par Ustica, et entre le détroit de Messine (Skylis et Messine) et Ostie par l'île d'Héphaïstos (Vulcano) dans les îles Éoliennes. Il permet également de positionner l'île de Pythekoussiai par rapport à Sinuessa et l'île des Sirènes et Procida par rapport à Formiae.

La diagonale d'un rectangle de 2 x 1 degré organise le Système 3, qui définit deux sous-systèmes selon qu'ils sont articulés sur l'une ou l'autre des deux diagonales de ce rectangle. L'un de ces systèmes s'articule autour de deux axes sécants à angle droit. L'un unit le fleuve Saipros (Flumendosa) à Ostie par Planasia, l'autre l'île de Capraïa à l'île d'Héphaïstos et, au-delà, à Mylae en Sicile, par Planasia, où les deux axes ont leur intersection. Deux alignements sont parallèles à la ligne Capraïa-Mylae: l'un unit Ilva (Elbe) à Didyme (Salina) et Euonymos (Panaréa) dans les îles Éoliennes, l'autre Clostra (pour Stora, Torre Astura?), que Ptolémée situe à mi-chemin d'Antium et de Kirke (Circeo), à Velia en passant par Kirke, par l'île de Parthénopè, dans l'archipel des îles Pontiennes, et par celle de Capri. Ce dernier correspond à la corde du golfe que forment pour Ptolémée les côtes de l'Italie entre Kirke et Velia.

Le sous-système formé sur l'autre diagonale organise deux alignements. L'un unit le Port de Trajan à Drepanon, au pied de Ségeste, en Sicile, par le cap Télamon, l'autre Antium aux bouches du fleuve Timetos, en Sicile.

Un quatrième système a joué un rôle majeur dans le dessin de la Sardaigne. Il repose sur la diagonale d'un rectangle de 4 x 1 degrés. C'est lui qui fournit le grand côté du rectangle qui a servi de base au dessin et à l'orientation de la Sardaigne (SHCHEGLOV 2016), déterminé par une ligne tracée entre les caps Karalis (Cagliari) au sud et Colymbarium (Figari) au nord, en passant par les bouches du fleuve Caedris (Cedrina). La perpendiculaire à cette ligne directrice unit les bouches du Saepus/Saipros (Flumendosa) à Tempsa/Temesa en Calabre, par l'île de Lipara. Ce système apparaît donc déterminant dans le positionnement de la Sardaigne.

L'autre diagonale d'un rectangle de 4 x 1 degrés est à l'origine de la ligne tracée entre Mantinum, dans le nord de la Corse et le fond du golfe d'Hippo en Calabre, par l'île d'Hikesia/Hikeria dans les Éoliennes.

La diagonale d'un rectangle de 3 x 1 degrés fonde le seul alignement de Tarracina à l'île de Hiera (Marettimo), la plus visible de l'archipel des Égades, en passant par l'île d'Éole dans les Éoliennes.

Celle d'un rectangle de 5 x 1 degrés explique l'orientation de l'alignement de l'autel de Tutela en Corse à Ostie par l'île de Planasia (Pianosa), cette dernière apparaissant comme l'un des centres autour desquels s'organise la carte de la Tyrrhénienne.

Enfin, l'orientation de la ligne qui unit Ilva (Elbe) à Agathyrnon, en Sicile, en passant par l'île d'Éole se fonde sur la diagonale d'un rectangle de 3 x 4 degrés.

Ces exemples illustrent l'utilisation assez systématique de relations logiques simples entre quadrilatères par le biais de la diagonale dans des contextes orthonormés, communs aux cadastres romains (et sans doute à ceux de l'Égypte ptolémaïque). Ce n'est qu'un exemple de plus du recours de Ptolémée à des méthodes anciennes et éprouvées par ailleurs (RILEY 1995). Certaines cartes, comme celle de la mer Rouge, où se concentre dans un espace restreint une très grande variété d'orientations montreraient qu'à côté des systèmes que nous avons pu étudier, un petit nombre d'orientations uniques résistent au modèle des diagonales. C'est vrai également d'une partie de l'Océan Indien en dépit d'espaces plus larges. Les terres nouvelles du Sud, en partie révélées à Ptolémée par le *Périple*

de la mer Erythrée, dont il dépend (MARCOTTE 2016; ARNAUD 2017) et qu'il présente comme une source ignorée de Marin de Tyr et plus récente que lui, échappent certes plus que celles de la Méditerranée au modèle des diagonales, mais il se pourrait que Ptolémée l'ait en partie hérité de ses sources, écrites ou figurées.

L'une des questions essentielles à l'intelligence des alignements et figures associées que nous avons pu identifier est la possibilité de faire la part de ce que Ptolémée a hérité des cartes sur lesquelles il s'est assurément au moins en partie appuyé pour tracer la carte de laquelle il a tiré les coordonnées des lieux, seules publiées dans sa *Géographie*, ou plutôt, comme l'indique le titre exact de l'ouvrage, les *Instructions pour dresser la carte du monde*. Comme chaque fois qu'il évoque ses sources, Ptolémée a été généralement plus attentif à souligner leurs défauts (*Geog.* 8,1,2–4) qu'à mettre en évidence ce qu'il en avait lui-même tiré et intégré à sa propre carte, mais il est certain qu'il a lu et utilisé des cartes (ARNAUD 1991, 91).

Les passages où Ptolémée évoque son utilisation des sources sont rares. Parmi ceux-ci, figure son évaluation positive de la collecte de données effectuées par Marin de Tyr dans ses diverses éditions (*Geog.* 1,6,1) et le passage où il résume le projet de son ouvrage: "préservé la pensée de Marin telle qu'elle s'exprime dans l'ensemble de sa mise en ordre du monde, à l'exception de quelques corrections apportées ici ou là, lorsqu'il en est besoin, en nous fondant sur l'enquête de ceux qui se sont rendus dans ces lieux et sur la disposition des lieux que montrent les cartes les plus exactes" (1,19,1). L'impact de ces cartes sur la mappemonde de Ptolémée est difficile à quantifier et à identifier, mais, de l'avis même de Ptolémée, il a été réel. On sait par ailleurs le rôle joué par les figures géométriques dans la tradition géographique grecque (GEUS & TUPIKOVA 2019, 237–238). Parmi les constructions géométriques qui se dégagent des coordonnées de Ptolémée, faire la part de celles qui sont héritées du passé, et de celles qui résultent d'une méthode propre à Ptolémée n'est pas simple. L'ensemble des alignements orientés par la méthode des diagonales a toutes chances de résulter de la méthode de Ptolémée.

Là encore, seule une étude systématique et statistique des données de Ptolémée permettrait de parvenir à une conclusion définitive. Les outils pour le faire existent. Ils ont été mis au point par Q. POTEREK et ne demandent qu'à fonctionner. La perte du budget destiné à porter cette étude à son terme a malheureusement interrompu, d'une façon que l'on espère provisoire, un projet dont nous avons voulu présenter ici le potentiel, en rendant à ceux qui l'ont porté le mérite d'avoir mis en évidence ces bases pour de nouveaux questionnements. C'était aussi notre plaisir de les partager dans le cadre de l'hommage rendu à K. GEUS, qui a eu la même passion, toujours avide de questions, pour la genèse de la *Géographie* de Ptolémée.

BIBLIOGRAPHIE

- P. ARNAUD, *Le traitement cartographique de l'information périplographique et diaplographique par Ptolémée. Quelques exemples*, in *GeogrAnt* 26, 2017, 89–108.
- P. ARNAUD, *Ancient mariners between experience and common-sense geography*, in K. GEUS & M. THIERING (eds.), *Features of common sense geography. Implicit knowledge structures in Ancient geographical texts*, Zürich etc. 2014, 39–68.
- P. ARNAUD, *La mer dans la construction de l'image grecque du monde*, in J. SANTOS YANGUAS & B. DIAZ ARIÑO (eds.), *Los griegos y el mar*, Vitoria Gasteiz 2011, 129–153.
- K. GEUS & I. TUPIKOVA, *Entdeckungsfahrten und Kartographie. Anmerkungen zu einer problembeachteten Beziehung im Altertum*, in R. SCHULZ (Hg.), *Maritime Entdeckung und Expansion. Kontinuitäten, Parallelen und Brüche von der Antike bis in die Neuzeit*, Berlin etc. 2019, 223–242.
- P. JANNI, *La mappa e il Periplo. Cartografia antica e spazio odologico*, Roma 1984.
- D. MARCOTTE, *Le Périples de la mer Érythrée et les informateurs de Ptolémée. Géographie et traditions textuelles*, in *JA* 304, 2016, 33–46.
- C. MEURET, *Outils mathématiques et données itinéraires. Réflexions sur l'évaluation de la circonférence terrestre chez Ptolémée*, in P. ARNAUD & P. COUNILLON (eds.), *Geographica historica*, Pessac 1998, 151–166.
- M.T. RILEY, *Ptolemy's use of his predecessors' data*, in *TAPhA* 125, 1995, 221–250.
- A. ROTH-CONGES, *Modalités pratiques d'implantation des cadastres romains. Quelques aspects (Quintarios Claudere. Perpendere. Culiellare. Varare). La construction des cadastres sur une diagonale et ses traces dans le Corpus agrimensorum*, in *MEFRA* 108, 1996, 299–422.
- D.A. SHCHEGLOV, *Sardiniya na karte Ptolemeya i "antichnye portolany" (Sardinia on Ptolemy's Map and "Ancient Portolan Charts")*, in *Institut istorii estestvoznaniya i tekhniki im. S. I. Vavilova. Godichnaya nauchnaya konferentsiya*, Moskva 2016, 585–587.
- A. STÜCKELBERGER & G. GRASSHOFF, *Klaudius Ptolemaios. Handbuch der Geographie*, Basel 2006.