

# Quel procédé Mercator employa pour tracer le canevas de sa carte de 1569 à l'usage des marins

*Etude présentée à la séance du 27 juin 1937 de l'Académie de Marine de Belgique, par Mr. D. GERNEZ, capitaine au long cours, lieutenant de vaisseau honoraire de la Marine Française.*

Parmi les nombreuses énigmes que présente l'histoire de la cartographie nautique, la question : par quel procédé Mercator a-t-il tracé le canevas de sa carte du Monde de 1569 ; en d'autres termes, comment a-t-il trouvé les valeurs des distances entre les parallèles de latitude de cette carte, est certainement une des plus intéressantes.

Mercator lui-même n'a laissé aucune indication relative au procédé qu'il employa ; en effet, dans la légende « *Inspectori S.* » de sa carte, après avoir expliqué le but principal qu'il cherchait à atteindre, c'est-à-dire, « étendre sur un plan la surface de la sphère de telle sorte que les positions des lieux se correspondent de tous côtés entre elles, tant en ce qui concerne la direction et la distance vraie qu'en ce qui concerne les longitudes et les latitudes correctes » (1), il explique les inconvénients des canevas des autres cartes, et ajoute : « c'est pour ces raisons que nous avons augmenté progressivement les degrés des latitudes vers chaque pôle proportionnellement à l'augmentation des parallèles par rapport à l'équateur » (2), mais il n'indique pas *comment* il a réalisé cette augmentation.

D'autre part, un passage de sa biographie, écrite après sa mort par son ami Ghim et imprimée en tête de la première édition de son « Atlas » en 1595, suggère l'idée *qu'il n'a pas voulu* dévoiler ce procédé — peut-être pour décourager les plagiaires possibles. Ghim dit, en effet, qu'il exécuta cette carte « en projetant la sphère sur un plan par un procédé nouveau et parfaitement approprié, procédé qui ressemble si bien à la quadrature du cercle que là aussi, rien ne semble y

---

(1) « ...sphaerae superficiem ita in planum extendere, ut situs locorum tam secundum directionem distantiamque veram quam secundum longitudinem latitudinemque debitam undequaque inter se correspondeant... »

(2) « ...quibus consideratis gradus latitudinum versus utrumque polum paulatim auximus pro incremento parallelorum supra rationem quam habent ad aequinoctialem... »



Portrait de GERARD MERCATOR

(Frontispice de l'édition de Ptolémée 1584)



manquer sauf qu'il ne peut être démontré, ainsi que je l'ai plusieurs fois entendu de sa propre bouche » (1).

L'explication que Mercator n'a pas voulu donner et qu'il remplaçait par cette boutade, plusieurs savants modernes l'ont cherchée et les résultats de leurs travaux sur ce sujet ont paru dans différentes publications ; mais si quelques uns d'entre eux ont mentionné certaines hypothèses faites par leurs collègues, soit pour les appuyer, soit pour y contredire, il semble qu'aucun d'entre eux n'ait rendu compte de *tous* les travaux parus sur ce sujet. Présenter toutes les solutions qui ont été proposées, en faisant ressortir le degré de vraisemblance de leur exactitude, et en indiquant quelles erreurs de raisonnement ont été parfois commises, tel est le but de la présente étude qui, si elle n'apporte pas une solution définitive de la question aura peut-être pour conséquence de faire abandonner définitivement celles de ces solutions qui sont les moins probables.

## I. — LES EXEMPLAIRES ORIGINAUX ET LES COPIES DE LA CARTE DU MONDE DE 1569

Avant d'examiner les diverses solutions qui ont été proposées, il est indispensable, pour la clarté de ce qui suit, de dire quelques mots des exemplaires originaux de la carte du Monde de 1569 qui sont parvenus jusqu'à nous, ainsi que des diverses reproductions qui en ont été faites dans l'époque contemporaine.

De la carte même de Mercator de 1569, on connaît actuellement :

1° un exemplaire conservé dans la Bibliothèque Nationale de Paris, provenant de la succession de l'orientaliste J. Klaproth, mort en 1835. Cet exemplaire de la carte a été découpé en morceaux rectangulaires qui furent ensuite collés sur toile.

2° un exemplaire existant à la Bibliothèque Municipale de Breslau où il fut découvert en 1889 par Alfred Heyer ; il est bien conservé et se compose de 24 feuilles collées sur toile (2).

3° un exemplaire conservé dans la bibliothèque du comte von Mirbach au château de Harff sur l'Erft (Province Rhénane, Kreis

---

(1) « ...inventione nova & convenientissima sphaeram in plano extendendo, quae sic quadraturae circuli respondet, ut nihil deesse videtur, praeterquam quod demonstratione careat, ut ex illius ore aliquoties audivi. »

(2) ALFRED HEYER, *Drei Mercator-Karten in der Breslauer Stadtbibliothek*, Zeitschrift f. wiss. Geogr., J.J. Kettler, Weimar 1890, VII p. 517 et suiv.

Berghem), où il fut découvert en 1899 ; il se compose de plusieurs cartes assemblées en un atlas in folio, les feuilles ayant toutes la même grandeur (1).

4° un exemplaire qui se trouve dans la Bibliothèque de l'Université de Bâle où il fut découvert en 1899 par G. Marcel. Les différentes feuilles composant la carte sont incorporées dans un grand recueil qui contient aussi d'autres cartes remarquables. « Cette carte est dans un état de conservation vraiment merveilleux, il semble qu'elle sorte à l'instant de l'atelier du graveur... Elle est infiniment plus belle que celles de Paris et de Breslau » (2).

5° trois exemplaires dont les morceaux découpés forment un atlas destiné aux marins et qui fut probablement fait dans l'atelier même de Mercator ; cet atlas appartient depuis 1932 au Maritiem Museum « Prins Hendrik » de Rotterdam (3).

Les reproductions modernes de la carte de 1569 sont :

1° une reproduction par lithographie, copie de l'exemplaire original de la Bibliothèque Nationale exécutée par les soins de E. F. Jomard et publiée par lui dans ses *Monuments de la Géographie* où elle occupe 8 feuilles. En étudiant cette reproduction, le Prof. Dr. Hermann Wagner, de Göttingen, y a trouvé des erreurs importantes qui n'avaient pas été remarquées auparavant (4).

2° une reproduction par photogravure de l'exemplaire original conservé à Breslau, publiée en 1891 par la Société de Géographie de Berlin, sous les auspices de F. v. Richtofen. Cette reproduction comprend 18 planches.

3° une reproduction par photogravure également de l'exemplaire original conservé à Breslau, publiée en 1932 par le Bureau Hydrographique International de Monaco.

---

(1) Décrit par LEONHARD KORTH, *Frankfurter Zeitung* 21 Juni 1902 n° 170.

(2) G. MARCEL, *Note sur une mission géographique en Suisse*, Bulletin de la Sté de Géographie, 7° série, t. XX, p. 85, 86.

(3) J. W. VAN NOUHUYS, *L'Atlas universel « ad usum navigantium » de Mercator*, Revue Hydrographique, Monaco, Novembre 1933, p. 248 et suiv.

(4) HERMANN WAGNER, *Kartometrische Analyse der Weltkarte G. Mercators vom Jahre 1569*, Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie, Berlin 1915, Heft IX, p. 385, 386.

## II. — LES DIFFERENTES HYPOTHESES EMISES AU SUJET DE LA CONSTRUCTION DU CANEVAS DE LA CARTE DE 1569

### 1. Hypothèse de A. E. Nordenskjöld.

Dans son *Fac simile Atlas*, paru à Stockholm en 1889, le savant suédois écrit (p. 96) :

« Mercator semble avoir calculé les longueurs des intervalles entre chaque parallèle de 10° en 10° au moyen de la formule approximative :

$$P_{(\varphi + 10^\circ)} - P_\varphi = \frac{10}{\cos(\varphi + 5^\circ)}$$

L'unité est ici la longueur du degré d'équateur et  $P_\varphi$  est, sur la carte, la distance à l'équateur du parallèle de latitude  $\varphi$ . »

Il donne ensuite un tableau où il compare les valeurs des longueurs calculées à l'aide de cette formule (valeurs qui sont différentes de celles calculées par la formule connue des latitudes croissantes) avec les longueurs correspondantes *mesurées sur la copie de Jomard*, et trouve toujours des nombres un peu trop faibles. Il conclut en disant :

et trouve toujours des nombres un peu trop faibles. Il conclut en disant :

« Même ici la concordance n'est pas aussi complète qu'on aurait pu s'y attendre, mais la différence peut être expliquée par des erreurs de gravure ou par les rétrécissements du papier. »

Je n'insiste pas maintenant sur l'idée malheureuse de chercher à vérifier l'hypothèse émise en comparant les résultats qu'elle permet d'obtenir avec des mesures prises sur une copie aussi défectueuse que celle exécutée pour les *Monuments de la Géographie* ; j'indiquerai plus loin ce qu'a d'impropre un tel essai de vérification. Ne retenant à présent que la supposition de l'emploi d'une formule algébrique par Mercator, je ferai remarquer que, pour qui connaît la vie de Mercator, cette supposition est très peu plausible. Mercator, en effet, fut, avant tout, un dessinateur de premier ordre, et, parmi les mathématiciens, c'était surtout la géométrie qu'il avait étudiée le mieux ; il a dit lui-même (1) avec quelle application et avec

(1) Lettre de G. Mercator du 3 Mars 1581 à Wolfgang Haller à Zurich. Voir : F. VAN ORTROY, *Quatre lettres inédites de Gérard Mercator à Théodore Zwinger et à Wolfgang Haller*, Extrait du t. VIII, n° 7, 5<sup>e</sup> série des Bulletins de la Commission Royale d'Histoire, Bruxelles, 1899.

quelle ardeur. Il est donc *extrêmement probable* que Mercator a trouvé les espacements des parallèles de sa carte de 1569 *par un procédé géométrique et non par l'application d'une formule algébrique*. C'est d'ailleurs ce qu'ont pensé tous les savants qui se sont occupés de cette question, sauf A. E. Nordenskjöld dont on ne peut admettre la probabilité de l'hypothèse (1).

## 2. Hypothèse de Arthur Breusing.

Ce fut seulement en 1892 que Arthur Breusing, le savant Directeur de l'Ecole de Navigation de Bremen, publia, sans avoir eu connaissance des travaux de A. E. Nordenskjöld, une hypothèse assez analogue dans *Das Verebnen der Kugeloberfläche (Leipzig)*, p. 34-37.

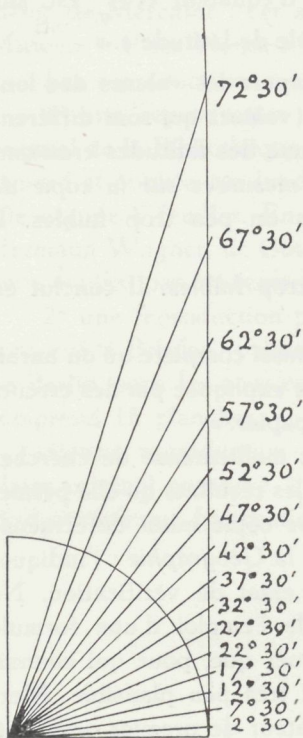


Fig. 1

Suivant lui, Mercator n'a pas employé le procédé de calcul, mais il aurait « tracé un quadrant avec la mesure de 5 degrés d'équateur [pour rayon], tracé une perpendiculaire au point 0 de la division en degrés, tiré des sécantes passant par les points de division de 2,5°, 7,5°, 12,5°, 17,5°, etc., et aurait porté ces sécantes l'une après l'autre le long du méridien » ce qui aurait donné les intersections du méridien par les parallèles de

10°, avec séc. 2,5° + séc. 7,5°

20°, avec séc. 12,5° + séc. 17,5°

etc. Voir la figure 1 ci-contre empruntée à l'article de A. Breusing.

Outre les difficultés techniques — mesure exacte de longueurs dont la plupart sont déterminées par des droites se coupant sous des angles aigus, addition exacte de ces longueurs — on remarque que ce procédé semble bien trop compliqué pour avoir été employé par un homme pratique comme l'était Mercator.

(1) On verra plus loin que le savant portugais A. Fontoura da Costa a émis plus récemment une hypothèse voisine de celle de A. E. Nordenskjöld et guère plus valable que la sienne.

### 3. Hypothèse de J. Müller-Reinhard.

Collaborant avec H. Averdunk pour la partie scientifique de l'ouvrage *Gerhard Mercator und die Geographen unter seinen Nachkommen* (n° spécial 182 des Petermanns geogr. Mitteilungen, Gotha, 1914), J. Müller-Reinhard a fait une autre supposition assez ingénieuse (1).

Il rappelle d'abord que, dans la Préface de son édition des cartes de Ptolémée (parue en 1578), Mercator exposa comment on peut, par une méthode graphique, trouver, avec une longueur donnée d'un degré de latitude, la longueur correspondante du degré de longitude à la latitude donnée, et il reproduit le raisonnement et la figure qu'on trouve dans la Préface aux cartes de Ptolémée. Il ajoute ensuite :

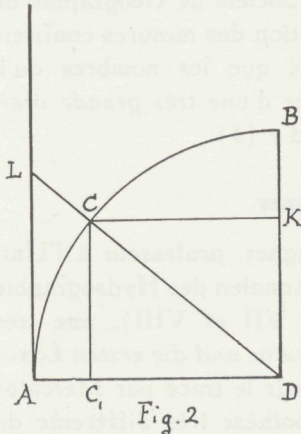


Fig. 2

« Si nous essayons de construire d'une façon semblable l'écartement des parallèles pour la projection de Mercator, nous devons d'abord dessiner (fig. 2) le quart de cercle D A B avec la longueur choisie pour 1° ou un nombre quelconque de degrés sur l'équateur. Le nombre correspondant de degrés a alors sur le parallèle — que nous supposerons être celui de 40° — la vraie longueur C K ou C<sub>1</sub> D. Si on transporte cette vraie longueur sur la longueur à l'équateur, comme D C sur D A, d'après le principe de la pro-

jection l'arc de méridien dont la vraie longueur D C n'est pas changée doit être allongé dans le même rapport. Si on considère cette longueur agrandie en élevant de A la perpendiculaire sur A D et en prolongeant D C jusqu'à son point de rencontre L avec cette perpendiculaire, on voit la similitude des triangles D C C<sub>1</sub> et D L A ; D C<sub>1</sub> est la vraie longueur de l'arc de parallèle, D A est sa valeur agrandie, D C est la vraie longueur de l'arc de méridien et D L est sa valeur agrandie, et de la similitude on tire la propor-

$$\frac{D C_1}{D C} = \frac{D C}{D L}$$

(1) Ouvrage cité, p. 130, 131,

Mercator pouvait ainsi trouver, pour chaque latitude, l'arc de méridien agrandi, ou, en d'autres termes, la distance du parallèle. Si, par exemple, A D est la longueur d'un degré de l'équateur, les parallèles de latitude ont aussi entre eux l'écartement vrai A D ; avec les latitudes augmentées, le parallèle de 41° est, sur la carte, à la distance agrandie D L du parallèle de 40° (celui qui passe par C). Il faut encore seulement rappeler l'inexactitude qui doit provenir de ce que l'arc du méridien n'est pas à la latitude de 40°, mais est compris entre les parallèles de 40° et de 41°. »

Bien qu'il ait présenté cette hypothèse, J. Müller-Reinhard semble avoir lui-même douté de sa probabilité. Il compare, en effet, plus loin les résultats obtenus avec la formule de Nordenskjöld avec des mesures prises, non plus sur la copie de Jomard, mais sur la reproduction en photogravure faite par la Société de Géographie de Berlin, et il conclut en disant : « la vérification des mesures confirme l'hypothèse de Nordenskjöld bien mieux que les nombres qu'il indique lui-même, si bien qu'on peut parler d'une *très grande vraisemblance* de l'hypothèse de Nordenskjöld » (1).

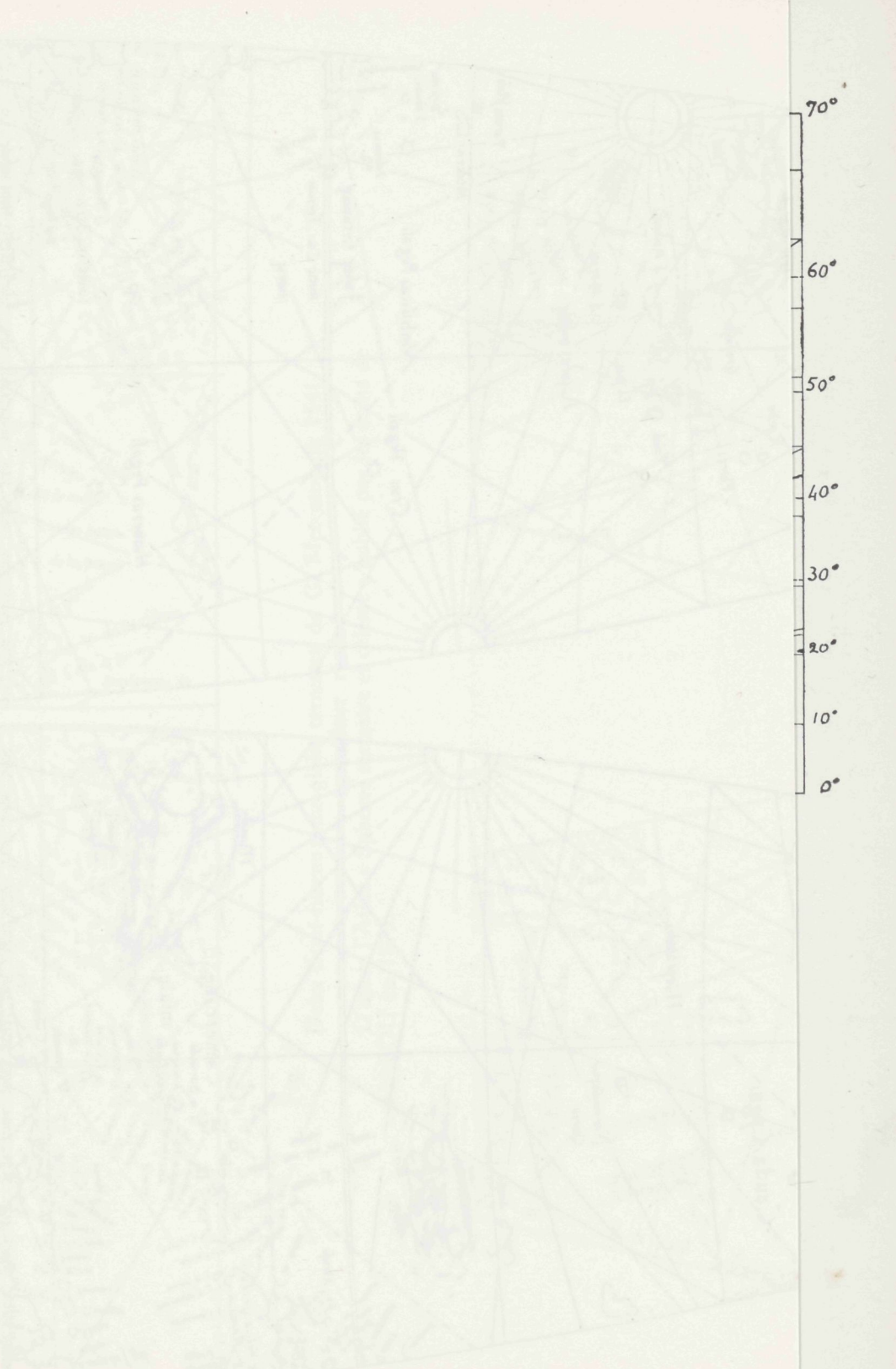
#### 4. Hypothèse de Dr. Hermann Wagner.

1. — En 1915, le Dr. Hermann Wagner, professeur à l'Université de Göttingen, fit paraître dans les *Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie* (fascicules VII et VIII), une très intéressante étude intitulée : *Gerhard Mercator und die ersten Loxodromen auf Karten*, dans laquelle il émit, sur le tracé par Mercator du canevas de la carte de 1569, une hypothèse très différente de celles des savants qui s'étaient occupés de cette question avant lui.

Le Dr. H. Wagner remarque d'abord que Gérard Mercator est, d'après ce qui est actuellement connu, le premier qui ait tracé des loxodromies véritables sur une carte, c'est-à-dire sur les fuseaux du globe terrestre qu'il construisit en 1541 (fig. 3). Examinant avec soin ces loxodromies, H. Wagner montre qu'elles sont tracées aussi exactement que possible, les différences entre les longitudes des points où ces loxodromies coupent certains parallèles et les longitudes des points où elles doivent mathématiquement les couper « restent pour la plupart inférieures aux erreurs de mesure, et

---

(1) « Die Nachmessungen die Vermutung Nordenskjöld viel besser bestätigen als die von ihm selbst angegebenen Zahlen, ja dass man von einer sehr grossen wahrscheinlichkeit für die Richtigkeit der Nordenskjöld-schen Hypothese sprechen darf. » (p. 132)



70°

60°

50°

40°

30°

20°

10°

0°

Mercator pouvait ainsi trouver, pour chaque latitude, l'arc de méridien agrandi, ou, en d'autres termes, la distance du parallèle. Si, par exemple,  $A D$  est la longueur d'un degré de l'équateur, les parallèles de latitude ont aussi entre eux l'écartement vrai  $A D$  ; avec les latitudes augmentées, le parallèle de  $41^\circ$  est, sur la carte, à la distance agrandie  $D L$  du parallèle de  $40^\circ$  (celui qui passe par  $C$ ). Il faut encore seulement rappeler l'inexactitude qui doit provenir de ce que l'arc du méridien n'est pas à la latitude de  $40^\circ$ , mais est compris entre les parallèles de  $40^\circ$  et de  $41^\circ$ . »

Bien qu'il ait présenté cette hypothèse, J. Müller-Reinhard semble avoir lui-même douté de sa probabilité. Il compare, en effet, plus loin les résultats obtenus avec la formule de Nordenskjöld avec des mesures prises, non plus sur la copie de Jomard, mais sur la reproduction en photogravure faite par la Société de Géographie de Berlin, et il conclut en disant : « la vérification des mesures confirme l'hypothèse de Nordenskjöld bien mieux que les nombres qu'il indique lui-même, si bien qu'on peut parler d'une *très grande vraisemblance* de l'hypothèse de Nordenskjöld » (1).

#### 4. Hypothèse de Dr. Hermann Wagner.

1. — En 1915, le Dr. Hermann Wagner, professeur à l'Université de Göttingen, fit paraître dans les *Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie* (fascicules VII et VIII), une très intéressante étude intitulée : *Gerhard Mercator und die ersten Loxodromen auf Karten*, dans laquelle il émit, sur le tracé par Mercator du canevas de la carte de 1569, une hypothèse très différente de celles des savants qui s'étaient occupés de cette question avant lui.

Le Dr. H. Wagner remarque d'abord que Gérard Mercator est, d'après ce qui est actuellement connu, le premier qui ait tracé des loxodromies véritables sur une carte, c'est-à-dire sur les fuseaux du globe terrestre qu'il construisit en 1541 (fig. 3). Examinant avec soin ces loxodromies, H. Wagner montre qu'elles sont tracées aussi exactement que possible, les différences entre les longitudes des points où ces loxodromies coupent certains parallèles et les longitudes des points où elles doivent mathématiquement les couper « restent pour la plupart inférieures aux erreurs de mesure, et

---

(1) « Die Nachmessungen die Vermutung Nordenskjöld viel besser bestätigen als die von ihm selbst angegebenen Zahlen, ja dass man von einer sehr grossen Wahrscheinlichkeit für die Richtigkeit der Nordenskjöld'schen Hypothese sprechen darf. » (p. 132)



Fig. 3.  
 Deux demi-fuseaux du globe terrestre de G. Mercator de 1541.  
 (grandeur réelle)  
 D'après l'Atlas « Sphères terrestre et céleste » publié par les soins de  
 MALOU en 1875



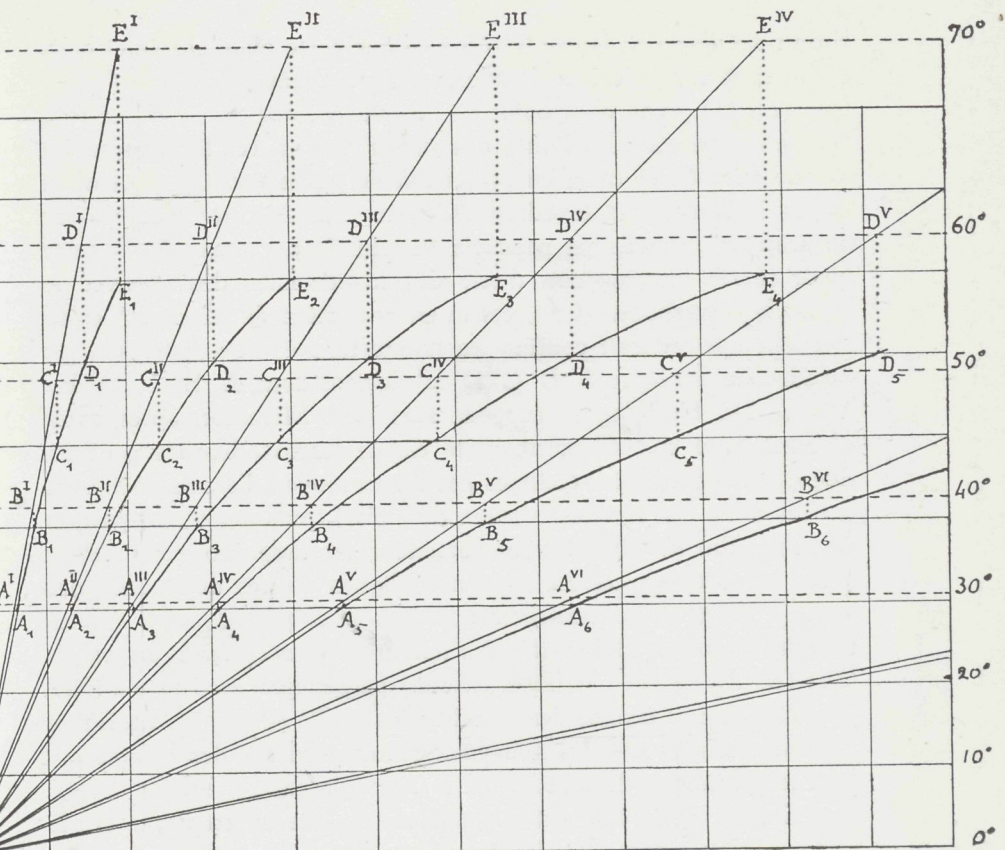


Fig. 4.

dépassent rarement  $\frac{1}{2}^\circ$  de longitude. » (1). Je reviendrai plus loin sur ces erreurs de mesure.

Puis, après avoir mentionné les travaux de ses devanciers dans cette voie, et « sans vouloir trouver dénuées de fondement les hypothèses des auteurs qu'il a nommés », (2) il dit qu'il pense que Mercator « put arriver à l'idée du canevas de la carte marine à latitudes croissantes en traçant en lignes droites les aires de vent de la rose du compas et les loxodromies courbes **sur une seule et même carte plate carrée.** » (3) Il remarque, en effet, (voir la figure), que,

(1) « ...bleiben die Abweichungen meist immerhalb der Nachmessungsfehler und übersteigen selten  $\frac{1}{2}^\circ$  Lg. » (p. 307)

(2) « Ohne den Vermutungen der genannten Autoren die Berechtigung absprechen zu wollen... » (p. 350)

(3) « ...er könne durch Auftragung geradlinigen Strahlen der Kompassscheibe und gekrümmter Loxodromen auf ein und dieselbe quadratische Plattkarte wohl zur Idee des Entwurfs der Seekarte mit vergrößerten Breiten gekommen sein. » (p. 350)

si on trace l'un sur l'autre le réseau d'une carte plate carrée et celui d'une carte en projection de Mercator ayant même échelle à l'équateur (fig. 4), et si, d'un point de l'équateur pour centre d'une rose des vents, on trace les lignes des rumbs droites, ces lignes sont les loxodromies de la carte en projection de Mercator. On peut alors tracer facilement les loxodromies courbes de la carte plate carrée en projetant sur chaque parallèle de latitude du réseau de la carte plate carrée l'intersection d'une des loxodromies droites avec le parallèle correspondant du réseau en projection de Mercator, et en joignant par un trait continu les points trouvés ainsi pour chaque loxodromie. La ligne  $A^1 B^1 C^1 D^1 E^1$  devient donc  $A_1 B_1 C_1 D_1 E_1$ .

Le Dr. H. Wagner suppose alors que Mercator, après avoir d'abord tracé sur une carte plate carrée les loxodromies courbes, d'après les coordonnées connues par lui au moyen d'essais antérieurs sur un globe (ou sur des fuseaux de globe), puis ajouté, en partant du centre des loxodromies sur l'équateur, les tangentes convenables à ces loxodromies comme rayons en lignes droites de la rose des vents, a pu, par une construction inverse de la précédente, remonter tous les points d'intersection des loxodromies avec les vrais parallèles (ou  $A_1 A_2 A_3 \dots B_1 B_2 B_3 \dots$  etc.) perpendiculaires au méridien jusqu'aux lignes droites des loxodromies de  $A^1 A^{11} A^{111} \dots$ . La figure a montré ensuite que les nouveaux points sont sur des droites qui sont les parallèles de latitude de la nouvelle projection.

Comme on le voit, cette hypothèse ingénieuse est basée sur le tracé relativement exact des loxodromies sur un globe. Comment donc Mercator a-t-il eu l'idée de construire ces loxodromies en 1541 ? A cette époque, les rapports étaient étroits entre le Portugal et les Pays Bas ; rapports commerciaux entre les ports du Portugal et Anvers, mais aussi rapports intellectuels entre les Universités du Portugal et celle de Louvain, où se trouvait alors Mercator ; il est donc tout à fait vraisemblable, et même très probable, que Mercator ait eu connaissance, peu de temps après qu'il parût, du *Tratado em defensam da carta de marear* que le grand mathématicien portugais Pedro Nunes, alors professeur à l'Université de Coïmbra, fit paraître en 1537. C'est dans cet ouvrage que sont définies pour la première fois les lignes de rumbs (les loxodromies), et Pedro Nunes y donne même une figure représentant la moitié du globe terrestre (en projection polaire équidistante) sur laquelle sont tracées — très grossièrement — des loxodromies partant de l'équateur et allant toutes aboutir au pôle, erreur que Pedro Nunes corrigea dans ses

écrits ultérieurs, mais qui, de son livre de 1537, passa peut-être à Mercator, et en tout cas sûrement à son ami Gemma Frisius (1). Cependant, « il est important de remarquer que, dans les *Tratados* de 1537, on ne trouve encore aucun essai d'instruction pour tracer les lignes de rumb sur la sphère, ni de procédé pour calculer une table de rumb ; » (2) ce n'est donc certainement pas le livre de Pedro Nunes qui apprit à Mercator la manière de tracer les loxodromies sur son globe terrestre de 1541. Mais un bon géomètre et un excellent dessinateur comme Mercator ne devait pas être embarrassé pour construire ces courbes sur une sphère en ne connaissant que leur définition donnée par Pedro Nunes : « les rumb ne sont pas des cercles mais des lignes courbes irrégulières qui vont faisant des angles égaux avec tous les méridiens qu'ils traversent. » (3) Le Dr. H. Wagner indique comme seule hypothèse vraisemblable que Mercator a tracé ces loxodromies par un procédé mécanique, celui décrit par Pedro Nunes dans son livre *De arte atque ratione navigandi* de 1566 (4) et par Simon Stevin dans ses *Opera Mathematica* en 1605 ; je reparlerai plus loin de ce procédé.

(1) Gemma Frisius le dit nettement dans l'Appendice qu'il ajouta au Chap. XV de la *Cosmographia Petri Apiani*, dans l'édition de ce livre qu'il donna en 1545, à Anvers, chez Gregoire Bontius.

(2) « ...ist wichtig zu betonen, dass sich in den *Tratados* von 1537 noch nichts von einem Versuche findet, eine Rumbtafel zu berechnen oder eine Anweisung zur Zeichnung der Rumben auf Globen zu geben. » (H. WAGNER, article cité, p. 345) — Dans son ouvrage *Cartografia e cartografos portugueses dos seculos XV e XVI*, Lisboa 1935, Mr. ARMANDO CORTESAO proteste vivement (p. 108 et suiv.) contre cette affirmation du Dr. Hermann Wagner. Au lieu d'attaquer la bonne foi du savant allemand — qui, étant mort depuis plusieurs années, ne peut plus se défendre — Mr. A. Cortesao aurait agi d'une façon plus scientifique en prouvant par des citations convenables du *Tratado em defensam* que le Dr. H. Wagner s'était trompé ; mais aucune des nombreuses citations de cet ouvrage faites par Mr. A. Cortesao ne prouve cela. Ayant, moi-même, lu le *Tratado* dans l'exemplaire de la belle édition fac simile, faite en 1915 par JOACHIM BENSUAUDE, qui se trouve dans la Bibliothèque Nationale de Paris (Fol. V. 5696), j'ai été convaincu de l'exactitude des faits indiqués par le Dr. H. Wagner et de la bonne foi avec laquelle il a étudié les rapports de Mercator avec l'œuvre du grand mathématicien portugais Pedro Nunes.

(3) « ...nam serem os rumbos circulos ; mas linhas curvas irregulares ; q vam fazendo com todolos meridianos q passamos angulos iguaes. » (*Tratado em defensam...* p. 143 de l'édition fac simile de J. BENSUAUDE. — Le savant portugais RODOLFO GUIMARAES, dans son livre *Sur la vie et l'œuvre de Pedro Nunes*, aujourd'hui probablement perdu, se trouvait un *Tratado da maneira de delinear o globo para uso de arte de navegar*, mais il ne donne aucune preuve de cette allégation. D'après ce que nous savons actuellement avec certitude, l'ouvrage de Pedro Nunes *De arte atque ratione navigandi* est le premier où il décrit la manière de tracer les loxodromies sur un globe ; comme il ne parut qu'en 1566, il est donc bien postérieur au premier globe terrestre de Mercator de 1541.

(4) Chap. 26 : *Propositum globum rumbis delinear.*

L'hypothèse émise par le Dr. H. Wagner pour expliquer la construction par Mercator du canevas de sa carte de 1569 suppose, donc, en fait, **deux tracés successifs de courbes loxodromiques** :

- 1° un tracé des loxodromies sur un globe,
- 2° un report sur un canevas de carte plate carrée des courbes loxodromiques d'après leur tracé sur le globe.

Ces deux tracés succesifs sont, par suite, deux sources d'erreurs ; il semble donc probable que Mercator aura employé un procédé plus simple.

II. — Le Dr. Hermann Wagner a encore écrit en 1915 un autre article, sur l'Analyse par les mesures de la carte du Monde de Mercator de 1569 (*Kartometrische Analyse der Weltkarte G. Mercators vom Jahre 1569*), également dans les *Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie*, IXe fascicule.

Dans cet article, après avoir donné des détails sur les épreuves originales alors connues de la carte de 1569 et sur leurs reproductions modernes, le Dr. H. Wagner indique les essais de les analyser faits jusqu'à lui et en fait la critique. Il examine ensuite les dimensions des exemplaires de Paris et de Berlin et fait remarquer les défauts de la copie exécutée par les soins de Jomard. Enfin il étudie un nouvel essai d'analyse de la carte de 1569 en comparant les résultats des mesures prises sur la carte avec les dimensions calculées suivant la formule exacte des latitudes croissantes et avec celles qui résultent de l'hypothèse de Breusing et de celle de Nordenskjöld.

Le savant professeur a donc pris la peine d'effectuer de nombreuses mesures au 1/10 de millimètre près, tant sur les copies de Jomard et de la Société de Géographie de Berlin que sur l'exemplaire original de Breslau, et il raisonne sur les résultats des comparaisons de ces mesures. Malheureusement tout ce travail considérable pêche par la base, car l'auteur ne s'est pas aperçu que sa méthode d'analyse par des mesures prises sur les cartes (*die kartometrische Methode*), à laquelle, d'ailleurs, il donnait une grande importance, si elle peut fournir des résultats intéressants lorsqu'elle est appliquée à des cartes où les figures sont indéformables avec le temps (cartes manuscrites sur parchemin, cartes lithographiées, etc.), n'a aucune valeur lorsqu'on veut l'appliquer à des cartes gravées tirées en taille-douce. Sur les cartes tirées en taille-douce, en effet, le papier ayant été fortement humecté avant l'impression, puis soumis à un laminage très fort pendant le tirage, et enfin séché après le tirage, les dimensions des figures (intervalles des méridiens ou des paral-

lèles) ne sont plus, en général, les mêmes sur la carte séchée que les dimensions des mêmes figures telles qu'elles sont sur la planche de cuivre gravée. **Ce changement de dimensions est d'ailleurs très inégal sur la surface de la carte et la différence peut atteindre parfois plus de 1/2 millimètre.** Quelques expériences m'avaient permis de vérifier l'importance de ces différences de dimensions sur des cartes marines françaises tirées en taille-douce ; (1) j'ai eu l'idée d'examiner à ce sujet l'exemplaire de la carte de 1569 qui est conservé dans la Bibliothèque Nationale de Paris et le Tableau suivant donne quelques mesures relevées sur cet exemplaire ; j'y ai joint, à côté de chacune, la mesure de la longueur correspondante prise sur l'exemplaire conservé dans la Bibliothèque de l'Université de Bâle, mesures que je dois à la bienveillance de Mr. le Prof. Dr. G. Binz, que je remercie bien vivement ici.

MESURES DE 30° DE LONGITUDE PRISES SUR

ENTRE LES MERIDIENS	L'EQUATEUR		LE PARALLELE DE 30° N.		LE PARALLELE DE 50° N.	
	PARIS	BALE	PARIS	BALE	PARIS	BALE
DE 190° A 220°	164,3 mm.	165,3 mm.	164,8 mm.	166, mm.		
DE 290° A 320°	165,2 mm.	165,8 mm.	165, mm.	165,7 mm.		
DE 30° A 60°	165, mm.	165,5 mm.	164,5 mm.	165,5 mm.		
DE 80° A 110°	164,7 mm.	165,2 mm.	164,8 mm.	165,4 mm.	164,5 mm.	165,5 mm.
DE 140° A 170°	164,9 mm.	165,6 mm.	165, mm.	165,6 mm.	164,8 mm.	165,8 mm.

(1) C'est ainsi, par exemple, que j'ai trouvé :

sur la carte 1464 (Océan Atlantique Arctique de 1889).		
20 degrés de longitude	mesurent en haut de la carte	en bas de la carte
comptés de 10° W à 30° W	165,4 mm.	166 mm.
comptés de 0° à 20° E	165,6 mm.	165,3 mm.
comptés de 20° E à 40° E	165,4 mm.	165 mm.

sur la carte 2169 (La Manche de 1907),		
2 degrés de longitude	mesurent en haut de la carte	en bas de la carte
comptés de 0° à 2° W	178,5 mm.	177,9 mm.
comptés de 3° W à 5° W	178 mm.	178,5 mm.
comptés de 6° W à 8° W	178,2 mm.	179 mm.

Il faut bien remarquer que ces légères déféctuosités d'une carte marine n'ont aucune importance pour la sécurité de la navigation, les erreurs qui leur sont dues étant toujours beaucoup plus petites que les erreurs inévitables résultant de l'impossibilité de prendre les relevements avec une précision supérieure au 1/2 degré et à l'impossibilité de les corriger de la variation avec une précision analogue.

On trouve des différences analogues entre les mesures d'écartements des parallèles prises, soit sur le même exemplaire, soit sur les deux, différences qui vont parfois jusqu'à près de 1 mm. ; **il semble donc absolument vain de vouloir, soit chercher la confirmation d'une hypothèse, soit essayer d'en trouver une, à l'aide de mesures prises au 1/10 de mm. sur un exemplaire quelconque de ces cartes.**

Dans le chapitre final de son étude, le Dr. H. Wagner examine de nouveau l'hypothèse émise par A. Breusing et celle qu'il émit lui-même dans son précédent article, mais sans affirmer de préférence pour l'une des deux ; il étudie seulement comment, pour chaque procédé de construction, Mercator pouvait arriver à trouver l'accroissement progressif des intervalles des parallèles de degré en degré de latitude, et il remarque les difficultés qu'il y avait pour obtenir par ces procédés la longueur de chaque degré de latitude.

### 5. Hypothèse de Max Eckert.

Le commencement du 2e volume de l'ouvrage de Max Eckert *Die Kartenwissenschaft*, Berlin 1921, est consacré à l'étude des cartes nautiques et plusieurs pages y sont réservées à l'étude de la carte de Mercator de 1569.

Après avoir donné la formule correcte permettant de construire le canevas de la carte, Max Eckert passe rapidement en revue les hypothèses qui avaient été faites jusqu'alors sur le procédé que dut employer Mercator et qui viennent d'être indiquées, et il en reconnaît le peu de probabilité. Il émet alors une nouvelle hypothèse dans un chapitre intitulé modestement : *Essai d'une nouvelle solution du problème de la projection de Mercator (à l'époque de Mercator) (Versuch einer neuen Lösung der Mercatorprojection zu Mercators Zeit)*.

Il commence par dire que « à l'aide d'une construction d'hyperbole on peut établir un procédé graphique qui permet la détermination des latitudes croissantes », mais il ajoute aussitôt après que Mercator devait travailler plus simplement et il abandonne aussitôt cette idée pour indiquer l'hypothèse suivante.

« On sait par Mercator lui-même que les degrés de latitude sont agrandis progressivement en allant vers le pôle dans le même rapport que les cercles parallèles sont agrandis par rapport à l'équateur, c'est-à-dire en somme pas autre chose que :

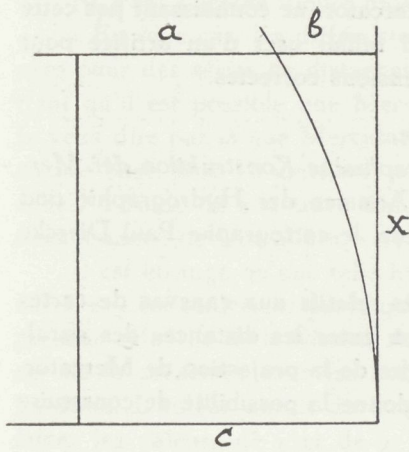


Fig. 5

$$\frac{a + b}{a} = \frac{x}{c} \quad (\text{fig. 5}).$$

Pour  $a$  et  $b$  Mercator avait au moins des données numériques certaines, au besoin, elles pouvaient être prises aussi sur un globe ou sur des fuseaux sphériques ;

$$c = a + b$$

et est déterminé à l'aide de l'échelle de la carte. L'inconnue se trouve donc facilement à l'aide des trois valeurs connues. Les valeurs particulières de  $x$  rangées les unes après les autres fournissent de trop grands intervalles et il faut

trouver des valeurs intermédiaires. Si on veut, par exemple, avoir la latitude agrandie correcte de  $20^\circ$  à  $30^\circ$ , on additionne les valeurs calculées du 20ième et du 29ième parallèles, on prend la moitié de la somme, et la moyenne est la latitude cherchée. En partant de l'équateur, par contre, donc de  $0^\circ$ , on trouve le cours du 10ième parallèle comme limite au 9ième degré de latitude. » (1).

Et, lui aussi, Max Eckert donne un tableau permettant de comparer les valeurs en millimètres des distances des parallèles de  $10^\circ$  en  $10^\circ$  de latitude données par le calcul moderne avec celles qu'il obtient par ce procédé en prenant pour base les valeurs du degré d'équateur de la carte donnée par A. Breusing et par H. Wagner, et avec les valeurs mesurées sur la copie de Jomard. Comme la valeur du degré d'équateur n'est pas absolument certaine puisqu'elle provient de mesures prises sur la carte, on ne peut avoir aucune confiance dans ce tableau. D'ailleurs, Max Eckert n'indique pas de raison mathématique de son procédé pour « trouver des valeurs intermédiaires » et sa construction géométrique semble un peu trop simpliste. Il est très vraisemblable que Mercator n'a pas dû employer un pareil procédé, car rien, en effet, ne devait lui indiquer que « les valeurs particulières de  $x$  rangées les unes après les autres fournissent de trop grands intervalles » ; nous le savons, nous, parce que nous connaissons les longueurs vraies des intervalles données par la

(1) MAX ECKERT, *Die Kartenwissenschaft*, II, p. 69.

formule maintenant usuelle, mais Mercator, ne connaissant pas cette formule, n'aurait pas pu voir qu'il fallait user d'un artifice pour obtenir — à peu près ! — des dimensions correctes.

### 6. Hypothèse de Paul Diercke.

Dans un article intitulé *Die graphische Konstruktion der Mercatorkarte* paru en 1929 dans les *Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie*, II<sup>e</sup> fascicule, le cartographe Paul Diercke s'exprime ainsi (p. 63) :

« Bien que dans tous les traités relatifs aux canevas de cartes on soit averti d'éviter une confusion entre les distances des parallèles de la projection centrale et celles de la projection de Mercator, la première est justement celle qui donne la possibilité de construire graphiquement la deuxième... »

« Les formules sont, comme on sait :

Projection de Mercator : distance des parallèles =

$$2,3026 r \log. \operatorname{tg.} \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

Projection centrale : distance des parallèles =  $\rho \operatorname{tg.} \varphi_x$

« (Je distingue exprès dans les formules les rayons et  $\varphi$ ). Autant les deux formules sont différentes, et par suite les distances des parallèles qui sont déterminées par elles sont aussi différentes. autant leurs valeurs — du moins pour les latitudes de  $0^\circ$  à  $70^\circ$  — coïncident presque, pratiquement, si dans la deuxième formule on prend pour  $\rho$  une valeur déterminée de  $r$ , et pour  $\varphi_x$  une valeur déterminée de  $\varphi$ . Pour anticiper la construction ; les sécantes tirées du centre d'un quadrant de rayon

$$\rho = 76 \text{ degrés d'équateur (ou plutôt } 75,50 \text{ degrés)}$$

distantes de  $\frac{3}{4}$  de  $10^\circ = 7,5^\circ$ , coupent sur la tangente les distances des parallèles de  $10^\circ$  en  $10^\circ$  de la carte de Mercator, assez exactement.

« En d'autres termes :

$$2,3026 r \log. \operatorname{tg.} \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) = \rho \operatorname{tg.} \varphi_x$$

ce qui a lieu approximativement en prenant  $\rho = \frac{4}{3} r$  et  $\varphi_x = \frac{3}{4} \varphi$

Et Paul Diercke ajoute plus loin :

« En tous cas, les différentes mesures que Wagner a déterminées pour des séries de distances [de parallèles à l'équateur] montrent qu'il est possible que Mercator ait employé ma construction. Je veux dire par là que Mercator a employé mon procédé graphique comme base, mais l'a amélioré, particulièrement pour les hautes latitudes, à l'aide de son tracé des loxodromies sur le globe et de sa connaissance de leur allure. » (1).

Il est étrange qu'une telle hypothèse ait été présentée sérieusement, et c'est seulement parce qu'elle se trouve dans une publication presque officielle de la Marine Allemande que je ne puis me dispenser de la présenter avec les autres hypothèses faites sur la même question. L'auteur aurait dû s'apercevoir que, pour pouvoir déterminer les valeurs de  $\rho$  et de  $\varphi_x$  en fonction de  $r$  et de  $\varphi$ , il était indispensable que Mercator connût la formule exacte de la construction du canevas — ce qui est historiquement faux — ; de plus, il est clair que, si Mercator avait connu cette formule exacte, il s'en serait servi pour *calculer directement* les intervalles des parallèles qu'il aurait eus ainsi *exactement*, au lieu de compliquer les choses en cherchant une autre formule ne lui permettant qu'une *construction graphique inexacte*.

### 7. Hypothèse du Commandant F. Marguet.

Dans son livre *Histoire générale de la Navigation du XV<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècles*, Paris 1933, le Capitaine de Vaisseau F. Marguet, Professeur à l'École Navale, examine (p. 43 et suiv.) la manière probable dont Mercator a tracé le canevas de sa carte de 1569, et voici le résumé de l'hypothèse qu'il émet.

Mercator avait tracé assez exactement des loxodromies sur son globe de 1541, peut-être à vue, peut-être aussi en employant la même construction que Pedro Nunes décrit plus tard dans son ouvrage *De arte atque ratione navigandi* paru en 1566, c'est-à-dire comme suit.

Sur A, situé sur l'équateur de la sphère (fig. 6), on trace avec une équerre flexible d'angle A appuyée sur le méridien PA un arc de grand cercle AR'B marqué en trait discontinu faisant

---

(1) « Jedenfalls machen die verschiedenen Massstäbe, die Wagner für Abstandserien festgestellt hat, die Abhängigkeit Mercators von meiner Konstruktion möglich. Ich meine das in dem Sinne dass Mercator mein graphisches Verfahren als Unterlage benutzt, aber auf Grund seiner Loxodromeneintragung auf dem Globus und der Erkenntnis ihres Verlaufes, besonders in den höheren Breiten, verbessert hat. » (p. 65).

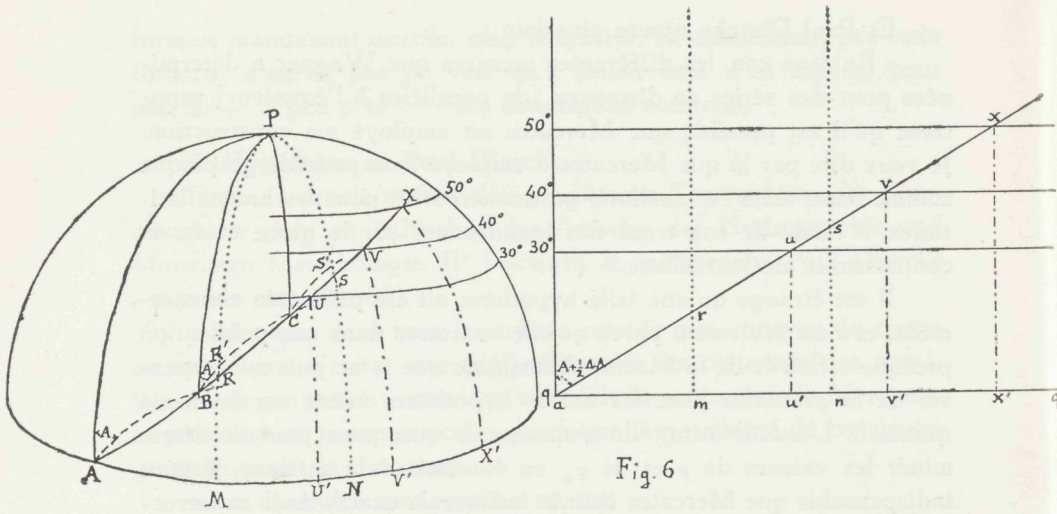


Fig. 6

donc avec le méridien  $PA$  l'angle  $A$  ; cet arc coupe le méridien  $PB$  en  $B$  où il fait avec le méridien  $PB$  un angle  $A + \Delta A$ . Au point  $B$  on trace avec la même équerre un autre arc de grand cercle faisant avec le méridien  $PB$  l'angle  $A$  ; cet arc coupe le méridien  $PC$  en  $C$  où il fait avec le méridien  $PC$  le même angle  $A + \Delta A$ . On continue ainsi à tracer des arcs de grand cercle analogues. En joignant par une courbe continue les points  $A, B, C, \dots$  on obtient une courbe voisine de la loxodromie d'angle

$$\left( A + \frac{1}{2} \Delta A \right).$$

On porte alors sur une feuille de papier l'équateur rectiligne  $q q'$ , le méridien  $pa$  et des méridiens  $pm, pn, pu$ , etc équidistants, correspondants aux méridiens  $PM, PN, PU$ , etc de la sphère qui coupent la loxodromie tracée en  $R, S, T$ , etc et tels que  $am = AM, mn = MN$ , etc. et sur ces méridiens on porte  $mr = MR, ns = NS$ , etc. La ligne  $arst$  est l'image de la loxodromie passant par  $A, R, B, S, C, \dots$

Si alors on a tracé sur le globe les parallèles de latitude de  $5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ$ , etc, et si on y relève les longitudes des points où la loxodromie  $ARBS$  coupe chacun des parallèles, on peut ensuite tracer sur la carte les méridiens correspondants à ces longitudes, et ils coupent la loxodromie  $arst$  en des points par où on trace des droites parallèles à l'équateur  $qq'$  ; ces droites sont la représentation des parallèles de  $5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ$ , etc.

Le Commandant F. Marguet vérifie ensuite son hypothèse en étudiant les longueurs des intervalles des parallèles de 10° en 10° de la carte de 1569 données par Blundeville dans sa *Briefve Description of Universal Mappes and Cardes* (1589). Il trouve que « tous les intervalles donnés par Blundeville sont trop petits de 1/30. De plus les différences avec les nombre exacts ne croissent pas régulièrement, de sorte que ces nombres paraissent bien correspondre à des quantités résultant de relevés faits sur une figure géométrique et non pas calculées. C'est que la carte de Mercator, d'après ce qui précède, pourrait résulter de constructions approximatives faites sur un globe de 63 cm. environ de diamètre. »

Ayant essayé le procédé indiqué avec

$$A = 30^\circ \text{ et } A + \triangle A = 31^\circ$$

et obtenu une loxodromie d'azimut 30° 26', le Commandant Marguet trouve que « les différences entre les latitudes des points B, C, D, ... et les latitudes correspondantes des points de la loxodromie de 30° 26', qui sont de — 4' et de — 3' seulement pour les points B et E de latitudes 15° 53' et 23° 48', tombent à — 1' à l'extrémité du 15ième arc et deviennent nulles à partir du 25ième par 61° 32' de latitude. »

On voit que cette hypothèse présente une grande analogie avec celle qui fut émise antérieurement par le Dr. H. Wagner ; (1) comme lui, le Cdt Marguet suppose que Mercator a commencé par tracer les loxodromies courbes sur un globe ; mais tandis que le savant allemand croyait que Mercator s'est servi de ce premier tracé pour dessiner des loxodromies courbes sur un canevas de carte plate carrée et pour en déduire ensuite les positions des parallèles corrigés, au moyen de la projection sur les loxodromies droites des points d'intersection des loxodromies courbes avec les parallèles erronés, le Cdt Marguet suppose que Mercator **releva directement**

(1) Elle avait été déjà émise en 1929 par PAUL DIERCKE dans son article *Die graphische Konstruktion ...* p. 61, comme une simplification de l'hypothèse de H. Wagner ; mais comme Paul Diercke attachait bien plus d'importance à l'hypothèse de la construction de la carte par projection centrale, mentionnée plus haut, tandis que le Cdt. Marguet (qui ne connaissait pas l'article de P. Diercke) n'a pas fait d'autre supposition et qu'il appuie celle-là sur des raisonnements exacts, j'ai cru plus correct de dénommer cette hypothèse : hypothèse du Commandant Marguet. — D'ailleurs, dans *A dissertation on the rise and progress of the modern Art of Navigation*, écrite par JAMES WILSON en tête de *The elements of Navigation* de J. ROBERTSON, London 1764, on trouve (p. IX) cette phrase : « But though Mercator, in 1569, set forth a universal map thus constructed, it does not appear upon what principles he proceeded ; probably, by observing in a globe furnished with rumbs, what meridians the rumbs passed at each degree of latitude », mais l'auteur ne donne aucun autre détail.

sur la sphère les longitudes des points d'intersection des parallèles et des loxodromies et fit passer ses parallèles rectifiés par les intersections des loxodromies droites de la carte avec les méridiens de ces longitudes. Cette dernière hypothèse, d'un procédé plus simple parce qu'il ne comporte pas un deuxième tracé des courbes, devant entraîner moins d'erreurs possibles, paraît donc plus vraisemblable.

#### 8. Hypothèse du Commandant A. Fontoura da Costa.

Dans son livre *A Marinharia dos Descobrimentos*, Lisboa 1933, le Commandant A. Fontoura da Costa parle assez longuement de la carte de Mercator de 1569 et il indique les hypothèses faites par A. E. Nordenskjöld, par A. Breusing, par H. Wagner et par le Cdt Marguet au sujet du procédé employé par Mercator pour tracer le canevas de cette carte.

De ces hypothèses, le Commandant A. Fontoura da Costa rejette catégoriquement les deux dernières, sous prétexte que « n'importe quelle erreur infime dans le tracé de la loxodromie courbe aurait causé une mauvaise situation de ces parallèles. » (1) De plus, Mercator « savait que la meilleure intersection de deux droites correspond exactement à l'angle de 90°, ce qui est bien loin d'être réalisé pour les points des loxodromies rectilignes qu'il pouvait employer pour le tracé de ses parallèles ». (2). Ces remarques, qui d'ailleurs sont justes, semblent cependant faire bien peu de cas de la grande habileté de dessinateur qu'avait, manifestement, Gérard Mercator, que leur auteur reconnaît pourtant comme un « dessinateur habile » (*habil desenhador*).

Quand aux hypothèses, qu'il appelle « trigonométriques », de A. E. Nordenskjöld et de A. Breusing, A. Fontoura da Costa les élimine rapidement par cette phrase : « L'affirmation déjà faite [plus haut dans son livre] du fait que les latitudes de la carte de Mercator augmentent beaucoup de degré en degré au-dessus de 40°, et surtout de 60°, montre que le grand praticien ne s'est pas servi de formules comme la formule 1/ de Nordenskjöld ou la formule 2/ de Breusing, qui donnent la mesure (en degrés d'équateur) de chaque

---

(1) « ...qualquer pequenino erro no traçado da loxodromia curva provocaria uma ma situação desses paralelos... » (Ouvrage cité, p. 230)

(2) « ...sabia que o melhor cruzamento de duas rectas corresponde exactamente ao angulo de 90°, o que esta bem longe de se realizar com os pontos das loxodromias rectilineas que podia empregar no traçado dos seus paralelos... » (Ouvrage cité, p. 230).

10 degrés de latitude, avec 1/ Nordenskjöld,  
 5 degrés de latitude, avec 2/ Breusing. » (1)

Le Cdt A. Fontoura da Costa propose donc une autre hypothèse. (2). Selon lui, Mercator dut employer, non pas une formule unique, mais plusieurs formules différentes suivant les latitudes dont il avait à déterminer les parallèles, formules qui auraient été les suivantes :

Latitudes de 0° à 40° :

$$\frac{P}{(\varphi + 5^\circ)} - P = \frac{5}{\cos. \varphi} \text{ où } \varphi \text{ est un multiple de } 5^\circ,$$

Latitudes de 40° à 60° :

$$\frac{P}{(\varphi + 2^\circ)} - P = \frac{2}{\cos. \varphi} \text{ où } \varphi \text{ est un multiple de } 2^\circ,$$

Latitudes de 60° à 75° :

$$\frac{P}{(\varphi + 1^\circ)} - P = \frac{1}{\cos. \varphi} \text{ où } \varphi \text{ est } 60^\circ, 61^\circ, 62^\circ, \dots,$$

Latitudes de 75° à 80° :

$$\frac{P}{(\varphi + \frac{1}{2}^\circ)} - P = \frac{\frac{1}{2}}{\cos. \varphi} \text{ où } \varphi \text{ est } 75^\circ, 75^\circ 30', 76^\circ, 76^\circ 30',$$

Le tableau que donne ensuite le Cdt Fontoura da Costa des valeurs des distances à l'équateur des parallèles de 10° en 10° calculées d'après ces formules concorde avec celui des mêmes valeurs mesurées par Müller Reinhard sur la reproduction photographique de l'exemplaire de Breslau bien mieux que le tableau des valeurs analogues trouvées par les méthodes de A. E. Nordenskjöld ou de A. Breusing. Cependant les déformations inévitables de la carte reproduite par la photogravure rendent cette concordance de peu

(1) « A afirmativa, je feita, de que as latitudes mercatorianas aumentam muito de grau em grau, acima de 40°, e principalmente de 60°, mostra que o grande pratico nao se serviu de formulas como a 1/ Nordenskjöld ou 2/ Breusing, as quais dao o comprimento (em graus equatoriais) de cada

10 graus de latitude, com 1/ Nordenskjöld,  
 5 graus de latitude, com 2/ Breusing.

(Ouvrage cité, p. 231)

(2) Ouvrage cité, p. 232.

de valeur comme preuve d'une probabilité de l'emploi de ces formules par Mercator. D'autre part, malgré les remarques du Cdt Fontoura da Costa sur les difficultés techniques du procédé graphique, il semble que celui indiqué par le Cdt. Marguet est encore bien plus simple que l'emploi de ces formules, et que, à cause de cette simplicité même, c'est lui qui dut être employé par Mercator pour le tracé du canevas de sa carte de 1569.

### III. — LES CARTES D'ERHARD ETZLAUB (1511. 1513).

La recherche du procédé par lequel Mercator put construire le canevas de sa carte du Monde de 1569 est devenue encore plus délicate depuis qu'on a découvert en Allemagne l'existence de 2 cartes tracées « en projection de Mercator » de beaucoup antérieures aux travaux du célèbre cartographe flamand. Il nous faut donc maintenant voir ce que sont ces cartes et d'où elles proviennent.

En 1917, dans un article intitulé *Ein Instrument, eine Karte, und ein Schrift des Nürnberger Kartographen und Kompastmachers Erhard Etzlaubs*, paru dans les *Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie*, VI fascicule, le Prof. Dr. Drecker décrit minutieusement un cadran solaire de poche, daté de 1513, lui appartenant. Ce cadran solaire, muni d'un petit compas, se compose « de deux planchettes rectangulaires reliées par une charnière, pouvant être repliées l'une sur l'autre ou placées perpendiculairement l'une à l'autre ; ces dispositions peuvent toutes deux être maintenues à l'aide de crochets en laiton. Ces planchettes ont 116 mm. de long, 84 mm. de large, la planchette inférieure a 14 mm. d'épaisseur, la planchette supérieure 7 mm. d'épaisseur. » La planchette inférieure présente une cavité circulaire contenant le compas. Ce cadran solaire à compas servait de montre aux voyageurs.

Le Dr. Drecker décrit ensuite un manuscrit (1) intitulé *Canon ad compastum Norenbergensem*, qui est en somme une instruction pour l'emploi du cadran solaire en question. Dans ce manuscrit, une phrase indique que ce cadran solaire devait être employé en même temps qu'une « carte routière à travers l'Empire Romain » qui est presque sûrement celle d'Erhard Etzlaub imprimée à Nürnberg en 1501. Comme, au 16<sup>ème</sup> siècle, les fabricants de cadrans solaires de

---

(1) Ce manuscrit se trouve dans la Bibliothèque de München, Codex Mélanges 338.

poche avaient l'habitude de livrer avec leurs instruments des « Canons » semblables, il est très vraisemblable que ce Canon manuscrit, qui décrit un instrument presque identique à celui que possède le Dr. Drecker, a été fait par l'auteur de cette carte de 1501 et de cet instrument, auteur qui serait donc Erhard Etzlaub. Sur cet Erhard Etzlaub, d'ailleurs, on n'a que peu de renseignements ; on sait qu'il devint bourgeois de Nürnberg en 1484 et qu'il y mourut au commencement de 1532 ; on a de lui plusieurs cartes terrestres, gravées sur bois, sur lesquelles il indiqua la valeur de la déclinaison magnétique, et, sur ces cartes, la graduation des latitudes est à degrés égaux. (1)

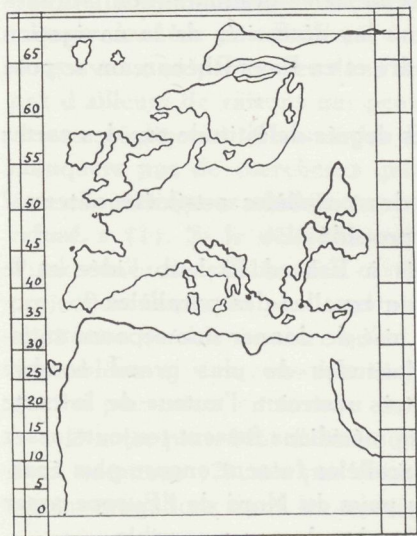


Fig. 7

Cependant, le fait le plus remarquable que signale le Dr. Drecker c'est que, sur la face extérieure du couvercle du cadran solaire qu'il possède, se trouve une carte représentant l'Europe et une partie de l'Afrique, depuis le méridien des Canaries jusqu'à celui d'Aden, et depuis l'équateur jusqu'au cercle polaire arctique, avec le Sud au haut de la carte. (fig. 7). On n'y voit aucune trace de méridiens, mais, sur les bords de la carte, les parallèles de latitude sont marqués et numérotés de 5 degrés en 5 degrés depuis 0° jusqu'à 65°, et les intervalles de

5 degrés en 5 degrés vont en augmentant progressivement vers le Nord comme les degrés de latitude de la carte de Mercator de 1569. Le Dr. Drecker a mesuré ces intervalles, et il trouve que, en fait, « les distances des parallèles coïncident complètement avec la théorie dans les limites fixées par les dimensions et la matière. » (2) La carte elle-même présente le caractère des cartes de

(1) Voir : AUGUST WOLKENHAUER, *Beiträge zur Geschichte der Kartographie und Nautik des 15. bis 17. Jahrhunderts*, dans les *Mitteil. der geogr. Gesellschaft in München*, 1905, I. Band, 2. Heft, p. 193 et suiv., et p. 260 et suiv.

(2) « Die Abstände der Parallelkreise innerhalb der durch Grösse und Material gezogenen Grenzen vollkommen mit der Theorie übereinstimmen. » (Dr. DRECKER, ouvrage cité, p. 219.)

Ptolémée tracées au 16ème siècle, surtout à cause de la forme de l'Ecosse et de la côte occidentale d'Afrique ; en ce qui concerne l'allongement Est — Ouest de la Méditerranée, elle est cependant supérieure à ces cartes.

Un autre cadran solaire de poche, semblable à celui du Dr. Drecker mais daté de 1511, qui se trouve dans le Germanische National-Museum de Nürnberg, présente la même carte de dimensions sensiblement les mêmes, et la même indication de latitudes croissantes.

En voyant ces cartes, si nettement antérieures à l'oeuvre de Mercator de 1569 et pourtant avec la même graduation de latitudes agrandies, provenant d'un pays où les nécessités de la navigation étaient moins connues qu'en Flandre et en Pays Rhénan, on se pose aussitôt les questions :

1° pourquoi avoir agrandi les degrés de latitude sur des cartes terrestres ?

2° par quel procédé l'écart des parallèles a-t-il été obtenu ?

3° quel est l'inventeur de ce procédé ?

4° Mercator n'a-t-il pas pris à Erhard Etzlaub l'idée et le procédé de l'agrandissement des intervalles des parallèles ?

A la première question il est aisé de donner une réponse satisfaisante. Voulant indiquer les latitudes du plus grand nombre possible de villes sur un espace très restreint, l'auteur de la carte devait choisir une projection où les méridiens fussent toujours assez écartés l'un de l'autre et où les parallèles fussent encore plus écartés afin d'obtenir les surfaces des pays du Nord de l'Europe assez grandes pour pouvoir y inscrire le plus de noms possible.

Aux deuxième et troisième questions il n'a été fait aucune réponse satisfaisante. Paul Diercke, dans son article déjà cité *Die graphische Konstruktion der Mercatorkarte* et dans son article *Zwei Probleme der Kartenwissenschaft und ihre Beziehungen zu Albrecht Dürer* paru en 1929 dans les *Geographischer Anzeiger*, 5. Fascicule, croit que l'origine de ce genre de projection peut être attribué à quelque savant allemand de l'époque d'Albert Dürer, peut-être à Pirckheimer (1), mais ne peut rien préciser. Il est pourtant difficile d'admettre que Pirckheimer a pu être l'auteur de la projection employée par Erhard Etzlaub dès 1511, puisque, en

---

(1) « Doch will ich in gewisser Einschränkung, da such die Mathematik mit hineinspielt, auf einen wiederholt erwähnten engen Bund mit Pirckheimer... hinweisen. » (P. DIERCKE, *Zwei Probleme ...* p. 154)

1524 — 13 ans après la fabrication du premier cadran solaire connu d'Etzlaub — Pirckheimer écrivait dans la préface de son édition de Ptolémée : « Quant à moi, si Dieu le permet, j'ai le projet d'éditer un jour de nouvelles cartes avec méridiens parallèles, comme l'enseigne Ptolémée, et non pas inclinés, en telle façon qu'à chaque extrémité de la carte, la longitude fasse un angle droit avec la latitude : je conserverai en outre un rapport exact non seulement entre les parallèles et les méridiens, mais aussi entre les premiers et leur distance réelle à l'équateur, ainsi qu'avec la grandeur du jour, en prenant pour points de départ les lieux qui à notre époque même ont été plus exactement observés, puisqu'il est tout naturel que les valeurs données par Ptolémée ne concordent pas avec celles que nous avons, en particulier dans la région du Danube ; il ne manque pas d'ailleurs de raisons qui peuvent l'excuser et de son erreur et de sa négligence. Mais si les Dieux en jugent autrement, il ne manquera pas de chercheurs qui, marchant sur nos traces, seront assez heureux pour aboutir au résultat que le sort jaloux nous aura refusé. » (1). Si le début de cette citation indique l'intention de Pirckheimer de publier des cartes présentant les avantages de la projection employée plus tard par Mercator, par contre, la fin de la citation semble montrer qu'en 1524 il n'avait pas encore résolu le problème et s'en consolait en pensant que d'autres plus heureux que lui pourraient en trouver la solution.

D'autre part, Max Eckert, qui a aussi cherché à répondre à ces deux questions (2), n'a pas réussi à y trouver de réponses malgré ses investigations dans les ouvrages d'auteurs anciens, en particu-

---

(1) « Ego quidem, si Deus permiserit, nouas aliquando tabulas aedere constitui, meridianis aequidistantibus, ut Ptolemaeus iubet, & haud quanquam inclinatis, quo longitudo rectè ex utraque tabulae extremitate, cum latitudine, conueniat : conseruabitur & certa parallelorum ratio, non solum cum meridianis, sed in uera quoque ab aequinoctiali distantia, ac quantitate diei, iis locis pro fundamenta positis, quae nostro etiam tempore diligentiori obseruatione sunt rectificata : quum haud quanquam sit obscurum, quam non quadret hac nostra aetate, in locis plerisque maxime Danubianis, Ptolemaei consideratio : tametsi non desit, quod illum possit, & ab errore & negligentia excusare : quod si aliter superis uisum fuerit, non deerunt tamen, qui his nostris insistentes uestigiis, ea quae inuida nobis denegarunt fata, euentu absoluent feliciori. » (Extrait de la lettre « Amplissimo Principi ac Reverendissimo Domino Sebastiano episcopo Brixinensi, Bilibaldus Pirckeymerus S. D. » datée « Noremburgae Kalendis Septembris Anno Salutis nostrae M. D. XXIII, » dans l'édition de la *Géographie de Ptolémée* donnée par Pirckheimer à Lyon chez les frères Trechsel en 1535 (1ère édition, 1525). — A. E. Nordenskjöld avait déjà mentionné ce dessein de Pirckheimer dans son *Fac Simile Atlas*, p. 22 et 95.

(2) Dans *Die Kartenwissenschaft*, II, p. 75 et suiv.

lier dans l'oeuvre d'Ælius Antonius Nebrissensis, *In Cosmographiae libros Introductorium*. (1)

Quant à la quatrième question, celle de la possibilité de la connaissance de l'oeuvre d'Etzlaub par Mercator, on ne peut y faire de réponse décisive. **Il est possible** que Mercator ait vu des cadrans solaires d'Etzlaub et qu'il ait su par quel procédé leur auteur avait tracé les parallèles de latitude sur les cartes qui y étaient gravées, **mais cela n'est pas certain** (2). Il est plus probable que, si Mercator connut les cadrans solaires d'Etzlaub, ce ne fut que bien après la mort de leur auteur (car, à l'époque de cette mort — 1532 (3) — Mercator était encore étudiant à Louvain) et qu'il n'eut, pas plus que nous, de renseignements sur la façon dont Etzlaub avait tracé les parallèles de leurs cartes.

En résumé, on constate que, dès 1511, Erhard Etzlaub, fabricant de compas à Nürnberg, pouvait déjà tracer assez correctement le canevas de la « projection de Mercator », mais on ne connaît ni le procédé qu'il employa, ni l'inventeur de ce procédé ; on ignore, en outre, si Mercator connut et ses oeuvres, et la manière dont il les fit.

#### IV. — CONCLUSION.

De la présente étude on peut tirer les conclusions suivantes :

1° On n'a actuellement aucun renseignement historique précis sur le procédé employé par Mercator pour tracer le canevas de sa carte du Monde de 1569, lui-même ne l'ayant pas indiqué dans aucun des écrits de lui actuellement connus, et son ami et biographe Ghim non plus.

2° Considérant que Mercator fut surtout **un dessinateur plus qu'un mathématicien**, il semble qu'on doive rejeter les hypothèses suivant lesquelles il aurait employé un procédé basé sur des considérations de lignes trigonométriques, et qu'on **doive envisager comme plus vraisemblable qu'il employa une méthode purement graphique.**

---

(1) Cet ouvrage fut publié en espagnol en 1490; l'édition latine fut imprimée à Paris en 1533.

(2) C'est ce que pense aussi MAX ECKERT. Voir : *Die Kartenskunst*, II, p. 75.

(3) D'après le Sebalder Totengeläutbuch von 1518 ff., Germanische National Museum Nürnberg Hs 6277. 2°. fol. 35 b. (cité par A. WOLKENHAUER, ouv. cité).

3° A cause de l'inégal rétrécissement du papier des cartes gravées tirées en taille-douce, la méthode des mesures prises sur la carte (die kartometrische Methode) ne permet de faire ni de vérifier aucune hypothèse relative au procédé de construction du canevas que Mercator employa pour sa carte du Monde de 1569.

4° Le fait que, dès 1541, Mercator construisit des globes terrestres portant des roses des vents prolongées par des lignes loxodromiques assez exactement tracées semble indiquer que, pour construire le canevas de sa carte de 1569, il porta une de ces loxodromies en ligne droite à partir d'un point de l'équateur et traça les parallèles de la carte par les points d'intersection de cette loxodromie avec les méridiens rectilignes dont les longitudes étaient celles des points d'intersection correspondants sur le globe terrestre qu'il avait construit.

5° Il est possible que Mercator ait connu des cadrans solaires de poche construits par Erhard Etzlaub dès 1511 et munis de cartes avec graduation de latitudes croissantes, mais il est plutôt probable que, s'il les a connus, ce ne fut qu'après la mort d'Erhard Etzlaub (1532) et que le procédé employé par le fabricant de compas de Nürnberg pour tracer le canevas des cartes gravées sur les couvercles de ces cadrans lui demeura inconnu.

6° Que Mercator ait trouvé lui-même le procédé qu'il employa pour tracer le canevas de sa carte de 1569, ou bien qu'il ait emprunté ce procédé à un prédécesseur inconnu, **il lui restera quand même toujours le mérite d'avoir, le premier, compris et affirmé l'importance pour la navigation du système de projection à latitudes agrandies**, ce qui est démontré par le titre de la carte qu'il dessina et grava « **ad usum navigantium** » et par les légendes qu'elle porte pour en expliquer l'usage.