L'histoire des cartes à rumbs

Marie-Thérèse GAMBIN
IREM Paris VII

Ce commentaire reprend en partie un article paru dans la revue « Mnémosyne » n° 11, IREM Paris VII, février 1996, et intitulé : « Des cartes-portulans à la formule d'Edward Wright : l'histoire des cartes à rumbs. »

Les cartes-portulans : l'exemple d'une carte-portulan de 1467

À la fin du Moyen Âge, alors que de nombreuses mappemondes[1] ont rendu familière une représentation du globe terrestre selon une géographie religieuse qui illustre les commentaires de la Sainte Bible et le contenu de certains traités médiévaux de Description du Monde, apparaissent de nouvelles cartes donnant les contours côtiers des pays du pourtour de la Mer Méditerranée et de la Mer Noire. Elles sont nommées cartes-portulans[2] ou cartes à rumbs[3]. Elles apportent une tout autre image du monde, que les progrès de la navigation rendent possible grâce à la boussole.

Ces nouvelles cartes se reconnaissent à un semis plus ou moins dense de Roses des Vents qui rythment l'espace de la carte. Du centre de ces roses partent des rayons formant de fines lignes droites, les rumbs ; ils s'entrecroisent sur l'ensemble de la région représentée, constituant un canevas nommé « marteloire[4] » et donnant de 8 à 32 directions selon les cartes, entre lesquelles s'étalent des « aires de vents ». Quel rôle jouait précisément le canevas du marteloire ? Au delà de toute considération esthétique, il avait un rôle pratique : il donnait la direction du Nord repéré grâce à la boussole. D'autre part il matérialisait les angles de cap, permettant

[1] Il s'agit souvent de cartes dites « T dans l'O » à un seul disque, Jérusalem étant au centre de la carte et le Paradis Terrestre à l'Est, en haut de la carte, ce qui fait dire que la mappemonde est « orientée ».
[2] La première carte connue est la carte dite « pisane » de 1290.
[3] Du mot espagnol « rumbo » qui signifie : cap, route.
[4] L'origine de cette expression est sans doute le mot italien « martelaio » qui évoque l'idée d'un tissage et signifie ici « canevas marin ». Il est transcrit en latin par « martelogium ». C. Jacob analyse ces cartes « pour l'organisation spatiale qu'elles offrent au regard d'un point de vue formel, et pour le caractère original que génère leur maillage spécifique » dans « L'empire des cartes » (Paris, Albin Michel, 1992 – chap.1, pp 161-174) et dit que ces rayons forment « une réticulation complexe de figures polygonales ».

au marin de connaître le cap qu'il devait suivre pour aller d'un point à un autre ; il servait aussi à mesurer, sur les rayons, la distance à parcourir en conservant le cap.

Faites par des marins pour servir à des marins, ces cartes étaient les illustrations des livres des pilotes, d'où leur nom de « cartes-portulans » du mot italien « portolano » qui signifie « pilote ». Elles rendaient par le dessin le contenu de ces livrets, catalogues des ports visités, des cités rencontrées, des promontoires contournés, qui étaient dressés lors des voyages en mer. On n'en connaît aucune ébauche ni aucun modèle préexistant. Peut-être s'inspiraient-elles des cartes dont on sait que les pilotes arabes se servaient. On suppose que les lignes côtières étaient tracées par visées successives, reportées d'après les distances estimées, et assemblées de façon à reproduire le plus fidèlement possible l'articulation des bassins maritimes et de leurs régions littorales. Ces visées reposaient sur des estimations d'angles, que la boussole rendait possibles. Le dessin de ces contours est souvent remarquablement exact.

Il nous reste un ensemble assez riche de représentations qui se sont bien conservées parce qu'elles étaient exécutées sur des parchemins ou des vélins ; beaucoup d'entre elles ont été publiées. Tout en ayant une certaine uniformité, elles se révèlent assez diverses tant du point de vue de la hiérarchie des couleurs - certaines étant enluminées - que des écritures disposées le long des côtes et généralement perpendiculaires au traits du contour ; elles se diversifient également par l'emplacement des roses dans la carte soit en position centrale, ou disposées en cercle tout autour du cadre, ou dans un apparent désordre, sans qu'on puisse expliquer ces différences de localisation. Quant au dessin des roses elles-mêmes, il est, dans une première période, réduit au point de concours des rayons qui forment leur centre ; parfois la direction Nord-Sud et même la direction Est-Ouest ne sont pas indiquées. A partir du XVI^{e} siècle, les Roses sont magnifiquement ornées, et surmontées d'un élément de décor évoquant la « bélière » des astrolabes avec lequel elles indiquent le Nord ; ces Roses splendides demeureront sur les grands planisphères terrestres jusqu'à la fin du XVII^{e} siècle.

La carte-portulan reproduite est issue de l'Atlas[5] de Graziaso Benincasa, édité à Rome en 1467. Des roses non décorées sont placées en cercle. À noter que la cartographie de l'Europe du Nord que donne Benincasa est en retard par rapport à ses prédécesseurs, par contre ce dernier prendra en compte les récentes découvertes portugaises dans sa carte des côtes d'Afrique.

Le problème de la navigation dans l'Atlantique : l'exemple de la carte de Rotz, 1542

Les cartes-portulans convenaient bien à un art nautique, basé sur les directions et les distances, malgré tout très empirique puisque la précision reposait sur l'expérience des marins évaluant la vitesse et l'éventuelle dérive avec des moyens rudimentaires. Elles étaient faites pour la navigation côtière. Mais avec les progrès de la technique, la navigation ne tarde pas à déborder le cadre de la Méditerranée. Dès la seconde moitié du XV^{e} siècle les problèmes commencent à se poser.

[5] Paris, BN, Cartes et Plans

Il y a d'abord la question du Nord. On croyait qu'il n'existait qu'un seul Nord, celui que donnait la boussole ; et sa direction, sur les cartes-portulans, était considérée comme toujours parallèle à elle-même, formant un balayage de lignes verticales[6]. Or, les zones que cartographiaient ces cartes, c'est-à-dire les bords de la Mer Méditerranée et de la Mer Noire, se trouvent dans une région terrestre de relativement faible déviation de l'aiguille aimantée[7]. Avec la navigation dans l'Atlantique, et l'exploration de la côte occidentale de l'Afrique il faut s'éloigner davantage des côtes des régions connues ; on transpose alors les cartes à rumbs à ces nouveaux espaces. Mais alors les anomalies magnétiques deviennent sensibles et donnent des déviations importantes de la direction du Nord magnétique. Christophe Colomb en fait l'expérience : « dans mes navigations d'Espagne aux Indes, au moment de dépasser une ligne située à une centaine de lieues à l'ouest des Açores, j'ai toujours observé un grand changement dans le ciel et dans les étoiles, dans l'état de l'atmosphère et dans l'eau de la mer. J'ai étudié attentivement ce phénomène. J'ai constaté qu'au delà d'une ligne allant du Nord au Sud à une centaine de lieux des dites îles, l'aiguille de la boussole qui auparavant déclinait au Nord-Est, décline au Nord-Ouest d'un quart entier…[8] ».

C. Colomb avait sans le savoir traversé le méridien commun au pôle géographique et au pôle magnétique, ce qui avait changé le sens de la déclinaison de l'aiguille. L'expérience montre qu'il y a une déclinaison variable tantôt orientale, tantôt occidentale, qui varie dans l'espace sous l'effet de différentes influences terrestres ; on découvrira plus tard qu'elle varie aussi avec le temps. Les cartes à rumbs ne peuvent servir pour les navigations dans l'Atlantique ! C'est ce qu'écrira plus tard le cartographe flamand Gérard Mercator[9], à propos d'une carte du Canada : « comme l'hydrographe - peu importe lequel - a représenté le Canada d'après les itinéraires effectués à partir de l'Europe, les degrés de latitude étant établis à proximité de l'Europe, il a été contraint d'ajouter pour son Canada une autre échelle de latitude, car l'aiguille de la boussole ayant dévié du Nord vers le couchant, les latitudes des lieux ont été majorées par rapport à l'expérience[10] ». C'est ainsi qu'on trouve certaines cartes avec une double échelle de latitude telle la carte de l'Atlantique Nord de Jean Rotz[11].

Nous avons reproduit et mis en parallèle deux extraits d'une carte de l'Atlantique Nord de Jean Rotz de 1542. La lecture de la carte se fait Sud en haut. Pour tenir compte de la déclinaison magnétique, ce portulan est construit avec deux échelles différentes de latitude selon qu'on se trouve à l'Est (Europe) ou à l'Ouest (Québec) de l'Océan (partie centrale non visible). Dans le bandeau décoré de rinceaux, se trouve l'échelle des longueurs, graduée de 0 à 200 lieues (17,5 lieues au degré).

---

[6] Ces lignes sont équivalentes à des méridiens magnétiques.
[7] Voir Clos-Arceduc, « l'énigme des portulans » (Paris, Imprimerie de l'I.G.N., 1962). En Méditerranée, la déviation magnétique varie de 2° vers l'Ouest en face des côtes libanaises à 7° vers l'Est aux îles Baléares.
[8] 3e voyage, 1498. Cité dans *Cahiers d'Histoire et de Philosophie des Sciences* (Paris, C.N.R.S., 1981) par P. Radelet de Grave, « Les lignes magnétiques du XIIIe au XVIIIe siècle ».
[9] 1512-1594.
[10] Van Durme « Correspondance Mercatorienne » (Anvers, De Nederlandsche Boekhandel 1959), Lettre à A. Perrenot du 23 février 1546.
[11] Dans « book of idrography », 1542. Un exemplaire se trouve à la Bibliothèque de Dieppe.

Une nouvelle cartographie, et de nouvelles erreurs : l'exemple d'une carte de Ptolémée, 1513

La redécouverte en 1400 de la « Géographie » de Ptolémée, célèbre astronome grec d'Alexandrie du II^e^ siècle de notre ère, ouvre une ère nouvelle dans la cartographie en offrant un autre modèle de cartes. On peut même dire que, dans l'Italie de la Renaissance, l'arrivée de cet ouvrage en provenance de Byzance, est le phénomène majeur de la cartographie des XV^e^ et XVI^e^ siècles. Ayant pour base la géométrie et la cosmologie grecques, cette cartographie met le Nord en haut des cartes, et c'est un Nord géographique correspondant à une extrémité de l'axe des pôles ; un canevas de méridiens et parallèles, dont l'ouvrage donne trois modèles de construction, sert à la localisation des éléments géographiques, qui sont mis en place par leurs coordonnées, formant ainsi 26 cartes détaillées et une grande carte de l'ensemble des terres alors connues. C'est là une conception des cartes bien différente de celles alors en usage : d'une part elle correspond à l'affirmation de la sphéricité de la terre et d'autre part elle peut apporter une solution à la difficulté de faire figurer dans le fond de carte les territoires nouvellement découverts au cours des Grandes Navigations, de la côte orientale du Nouveau Monde à l'extrémité de l'Océan Indien.

Le besoin de nouvelles cartes faites sur ce modèle géométrique était ressenti par tous ; il s'accompagnait de l'exigence de précision dans les mesures, de la volonté de donner une image appropriée des terres et des mers du globe. C'est une période non seulement d'application des systèmes cartographiques de Ptolémée, mais aussi de création de projections originales pour les cartes terrestres (projection en cœur, projection stéréographique adaptée de celle de l'astrolabe, etc.). Les cartes de navigation bénéficient elles aussi des recherches sur la géométrie de la sphère. On y adapte quelques éléments du réseau orthogonal ptoléméen, notamment le dessin de l'équateur et des tropiques pour placer les pays dans un cadre rectangulaire[12]. Mais les nouvelles cartes conservent le système traditionnel des rumbs et des roses des vents.

Les cartes ainsi obtenues sont des cartes « de type hydrographique » telle cette carte « typus universalis juxta hydrographorum traditiorem[13] » que l'on trouve avec les « tabula moderna » dans l'édition de Strasbourg de *la Géographie de Ptolémée*[14]. La présence de ces trois lignes parallèles (équateur et tropiques), d'un méridien central qui leur est orthogonal dans la direction du Nord géographique, d'une échelle des latitudes en bord de carte, surimposé au réseau des rumbs rectilignes, crée un singulier mélange. Par ailleurs, on observe que le tracé erroné de la côte orientale de l'Asie par Ptolémée a été conservé, avec le grand Sinus Magnus, mais que la mer des Indes n'est plus fermée; une petite île de Ceylan est en bonne place près de la péninsule de l'Inde, corrigée, et une grande île de Taprobane évoque plutôt l'île de Sumatra[15].

---

[12] C'est ce que montrent les planisphères réalisés à partir du début du XVI^e^ siècle : planisphère de Juan de la Cosa 1500, de Caverio 1502, de Diogo Ribeiro 1529, puis P. Desceliers 1550, d'Andreas Homem 1559, etc.

[13] « de type universel, selon l'enseignement des hydrographes ».

[14] Edition J. Schott, 1513.

[15] Sur ces îles, voir dans *Géographie du Monde au Moyen Âge et à la Renaissance* (Paris, .T.H.S., 1989) notre article sur « l'Île de Taprobane ».

Cette figuration rencontre un succès certain, pour être bien en accord avec les idées du temps, où se mêlent l'esprit nouveau des conquêtes maritimes, les représentations traditionnelles, et des survivances de la cartographie de Ptolémée. Mais elle ne peut servir pour les cartes de navigation ! Car le canevas orthogonal, qui devrait permettre de répondre à la volonté de conserver un rapport d'égalité entre la longueur représentant la dimension d'un degré sur un parallèle et celle d'un degré sur un méridien au voisinage de chaque point du globe n'est pas praticable à l'échelle d'un planisphère. Conserver un canevas carré uniforme conduit à fausser ce rapport le long des méridiens, ainsi que les directions de la rose des vents, à l'exception des directions N / S et E / W. Or les pilotes naviguent sous une même direction de vent et on doit pouvoir visualiser sur la carte la route du navire coupant tous les méridiens sous le même angle. Il s'ensuit que ces cartes de « type hydrographique » ne serviront qu'aux « géographes de cabinet »… Il faut donc repenser la facture des cartes marines et notamment s'interroger sur la nature de ces lignes particulières qui permettent de naviguer : les rumbs. La solution viendra des travaux de deux savants, de deux pays qui ont la navigation pour emblème : le Portugal et la Flandre maritime.

Le portugais Pedro Nunes (en latin Nonius[16]) fait l'analyse mathématique de la ligne de rumb sur le globe terrestre. Ces courbes qui correspondent aux rayons issus des roses sur la carte-portulan, sont en forme de spirale : elles s'approchent du pôle sans l'atteindre[17]. Et il calcule la table des valeurs numériques permettant le dessin de ces lignes point par point sur la carte. Cette recherche sera particulièrement exploitée au XVII^{e} siècle pour cartographier les régions proches du pôle Nord.

Les latitudes croissantes : l'exemple de la carte de Mercator, 1569

En Flandre, Gérard Mercator, qui construit des globes terrestres en dessinant les terres et les mers sur des fuseaux de papier à coller sur le support sphérique, place les méridiens, les parallèles et l'équateur, ainsi que les lignes de rumbs légèrement courbes selon la forme indiquée par Nunes. Mais pour servir aux marins, sur les cartes, les rumbs doivent être rectilignes. Il cherche donc à modifier le canevas carré servant aux cartes terrestres. Pour respecter l'égalité du degré de méridien avec le degré de parallèle, afin de retrouver la fidélité des angles des lignes de direction indispensables à la carte marine, Mercator cherche « une nouvelle proportion et une nouvelle disposition des méridiens par rapport aux parallèles » : la solution est de faire varier l'écart entre les parallèles, mesuré sur un méridien, de façon que cet écart croisse avec la latitude. C'est en 1569 que Mercator présente sa « nouvelle et plus complète représentation du globe terrestre correctement adaptée à l'usage de la navigation ». Il écrit : « Nous avons augmenté progressivement les degrés des latitudes vers chaque pôle proportionnellement à l'augmentation des parallèles par rapport à l'équateur. » La méthode employée pour définir le canevas de cette nouvelle représentation mathématique[18] dite « en latitudes croissantes », n'est pas

[16] 1492-1577.

[17] On a en exemple la très belle carte des terres arctiques de l'Atlas de Blaeu au début du XVII^{e} siècle.

[18] Cette représentation n'est pas, comme on l'écrit quelquefois, une « projection » au sens mathématique. A tout point du globe défini par ses angles de latitude et de longitude, correspond sur la carte un point défini par ses « coordonnées » qui sont des fonctions mathématiques de cette latitude et de cette longitude. Il n'y a ni centre de projection, ni rayons projectifs.

dévoilée ; il est probable qu'elle reste empirique. Mais les rumbs dans ce réseau redeviennent des lignes droites[19].

La carte présentée est un extrait de la « Nouvelle et plus complète représentation du globe terrestre correctement adaptée à l'usage de ceux qui naviguent » de Mercator (1569), une grande carte du monde en 24 planches dans le système de « projection » dit « en latitudes croissantes »[20] . Cet extrait représente la partie orientale de l'Amérique du Sud dont la Côte est soulignée par la nomenclature des ports, comme sur les portulans. La carte montre un double réseau : celui des méridiens et des parallèles, formant un quadrillage d'espacement variable en latitude ; et celui des rumbs centrés sur certains parallèles pour constituer des roses des vents dessinées dans les parties océaniques. Ces rumbs poursuivis jusqu'au rivage en ligne droite forment des trajectoires à cap constant. On note sur le méridien oriental qui borde la carte à droite l'échelle des parallèles de 10 en 10°, dont l'intervalle s'accroît vers le pôle Sud.

Vers la mathématisation

Les successeurs de Mercator s'efforceront de trouver la formule que celui-ci n'a pas donnée pour réaliser l'écartement des parallèles. Wright (1561-1615) est le premier à la chercher. Ce mathématicien s'intéresse à la navigation pour avoir, au cours d'une expédition de course (ou de corsaire) aux Açores en 1589 contre les Espagnols, eu l'occasion de remarquer la « variation du compas » et d'expérimenter lui aussi les erreurs des cartes. Il fait intervenir une notion de trigonométrie récemment définie par Rhéticus (1514-1574), élève de Copernic : la sécante. Il faut écarter les parallèles selon la somme des sécantes des latitudes plus petites. Ce dernier calcul nécessite le calcul différentiel ; cette approche sera donc plusieurs fois reprise et affinée. La solution définitive sera donnée par le calcul intégral, à la fin du XVII^{e} siècle.

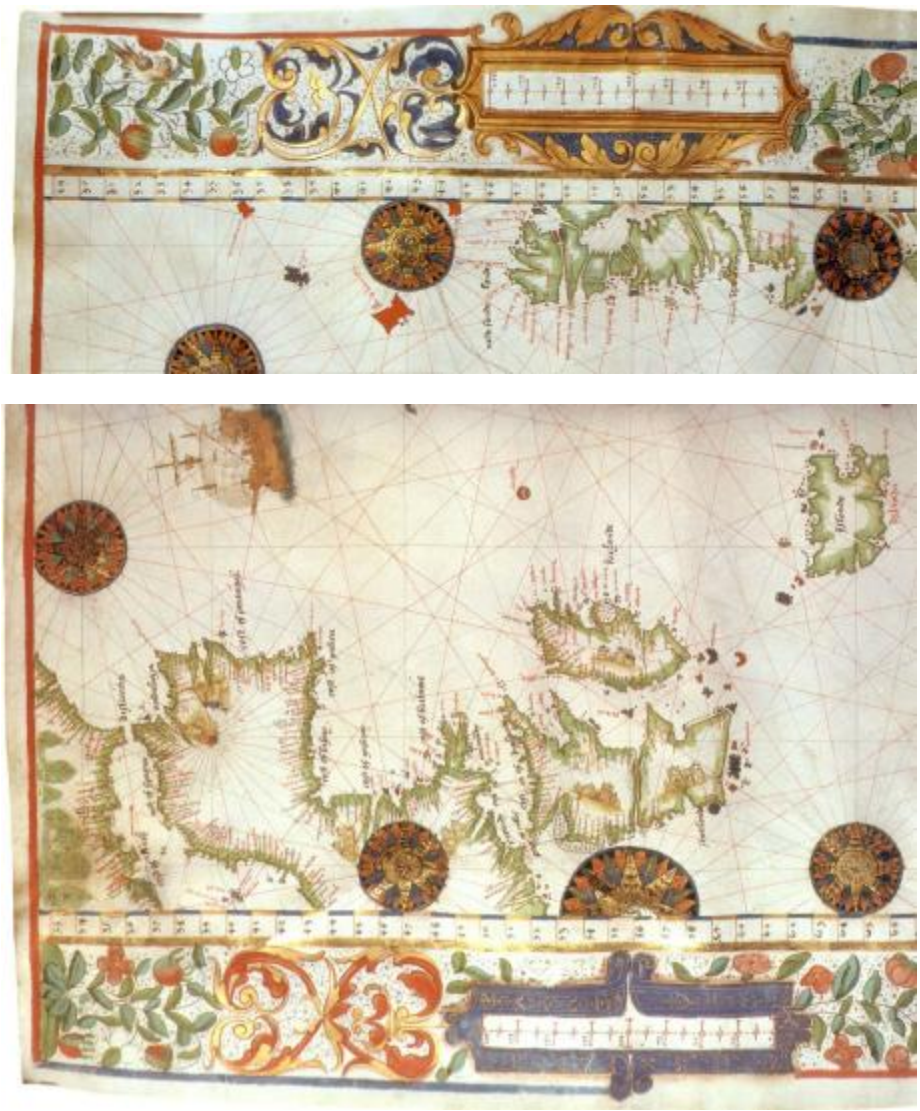
[19] On retrouvera cette disposition dans « la nouvelle description Hydrographique de tout le Monde » du cartographe dieppois Jean Guérard (1625).
[20] Voir « Gérard Mercator cosmographe » dirigé par Marcel Watelet (fonds Mercator Paribas, 1994, p.197)

CARTE 1 : Carte-portulan du XV^{e}

Extrait de l'atlas de Grazioso Benincasa, 1467 (Paris BN, Cartes et Plans)

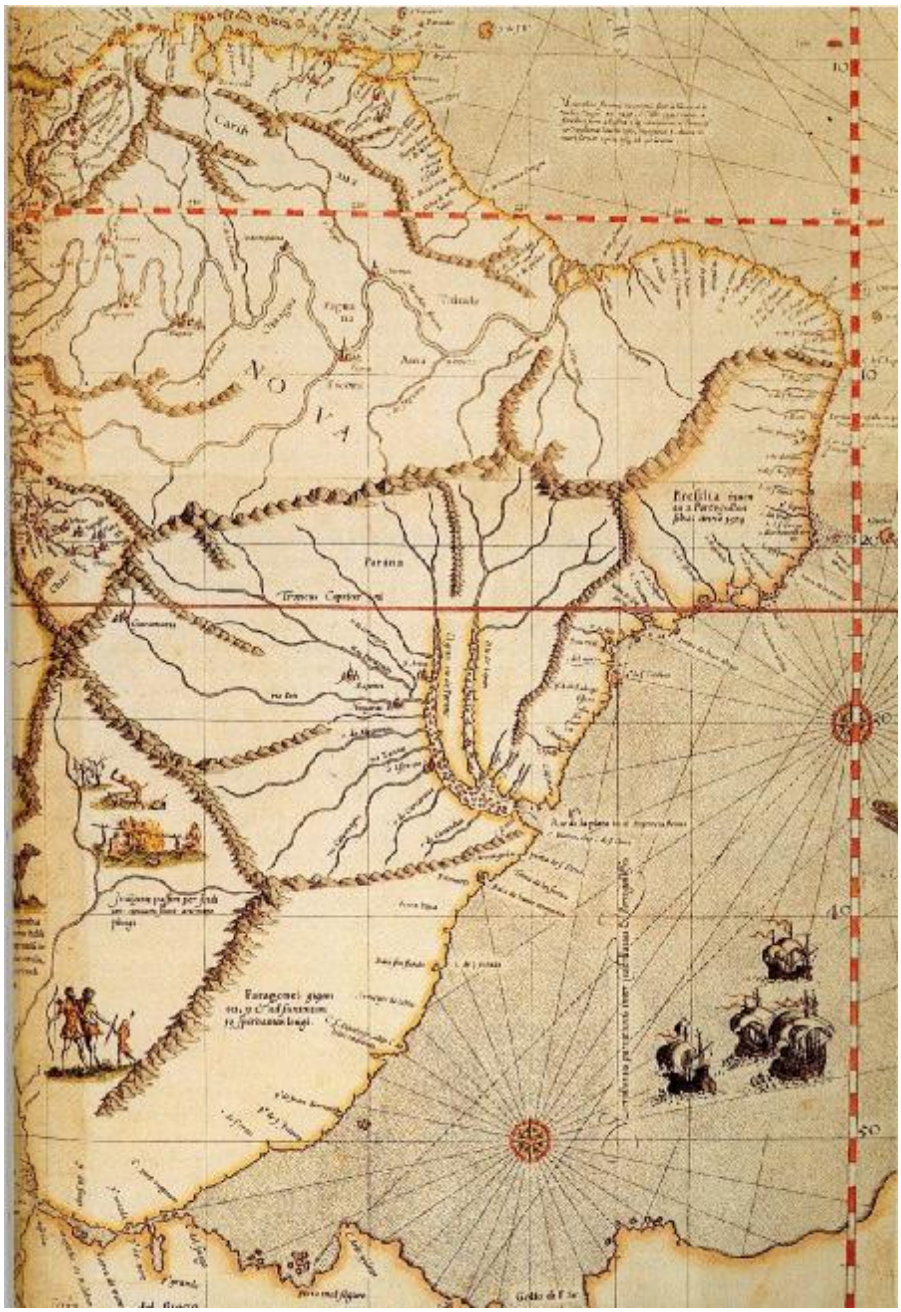
CARTE 2 : Une double échelle des latitudes, 1542

Deux extraits d'une carte de l'Atlantique Nord de Jean Rotz , 1542
(Book of Idrography, British Library)



CARTE 3 : Carte « Typus orbis Terrarum », 1513

Édition de Strasbourg de la « Géographie de Ptolémée »

CARTE 4 : Carte de Mercator, les latitudes croissantes, 1569

Extrait de la « Nouvelle et plus complète représentation du globe terrestre correctement adaptée à l'usage de ceux qui naviguent » de Mercator, 1569