

# LES DÉBUTS DE LA CARTOGRAPHIE SCIENTIFIQUE

Par Suzanne DÉBARBAT et Simone DUMONT  
Observatoire de Paris

La cartographie scientifique qui se développe principalement en France dans la deuxième moitié du 17<sup>ème</sup> siècle est fondée sur le renouveau de l'astronomie, annoncé par les travaux de Tycho Brahé (1546-1601) et de Kepler (1571-1630), bientôt suivis par les découvertes de Galilée (1564-1642). En fondant la géodésie astronomique de précision, les astronomes de l'Observatoire de Paris - dont la première pierre est posée le 21 juin 1667 - deviendront les formateurs des géographes de l'époque.

## ◆ LES INSTRUMENTS DE LA CARTOGRAPHIE SCIENTIFIQUE AU 17<sup>ème</sup> SIECLE

Dès le 16<sup>ème</sup> siècle, on connaît, notamment par un traité sur la triangulation de 1533 (Gemma-Frisius 1508-1555), des méthodes conduisant à des levés topographiques de régions relativement peu étendues. Snellius (1580-1626) saura développer ces méthodes, avec mesure d'une base, qui permettront d'atteindre aux canevas géodésiques, en employant un grand secteur et en repérant des points élevés de son canevas.

Le passage aux techniques cartographiques de précision se fera principalement par deux voies : la rationalisation des méthodes, la mise au point d'un appareillage utilisant la lunette pour les visées. Le principal artisan en est vraisemblablement Picard (1620-1682) ainsi que cela est apparu lors des études menées à l'occasion de la tenue, en 1982, du Colloque Picard (1). Sa *Mesure de la Terre* parue en 1671 contient, comme nombre des auteurs de communications de cette réunion l'ont souligné, tous les éléments de ce travail dont l'objet s'est trouvé réalisé par la mesure d'un degré de méridien entre Malvoisine et Sourdon. Pour ce faire, Picard et ses collaborateurs utilisent trois types d'instruments différents.

Les azimuts, correspondant aux écarts angulaires de repères éloignés, placés aux sommets des triangles encadrant le méridien (fig.1), sont déterminés par emploi de quarts-de-cercle à deux lunettes. Ces dernières ont remplacé les alidades à pinnules et la partie mobile du quart-de-cercle est placée dans le plan défini par les repères considérés de trois en trois. L'instrument de Picard, d'un rayon de 38 pouces, est muni d'une lunette fixe et d'une lunette mobile, entre lesquelles se détermine l'azimut d'une direction par rapport à l'autre grâce au limbe gradué en minutes de degré. La précision des lectures sur le limbe, indiquée par Picard, est du 1/4 de minute de degré. Une description détaillée du mode d'utilisation et des contrôles à effectuer accompagnent la planche descriptive de ce quart-de-cercle et font de

l'ouvrage de Picard le premier traité donnant aux hommes de terrain les éléments utiles à l'exécution du travail.

Les latitudes, qui servent à fixer les positions des repères de référence, sont déterminées en employant un secteur (fig.3) dont la lunette est longue de 10 pieds. Les observations des différences de hauteurs méridiennes se font dans une zone, autour du zénith, qui ne dépasse pas 18°, le limbe de la lunette étant gradué en tiers de minute de degré sur une longueur d'environ 36 pouces. L'observation d'étoiles au voisinage du zénith limite l'influence de la réfraction, sujet pour lequel Picard fait nombre de mesures (fig. 4), lesquelles montrent des variations importantes en fonction de l'augmentation de la distance zénithale. Pour déterminer l'orientation du méridien de référence, Picard utilise son quart-de-cercle, placé en position verticale, et se repère sur l'étoile polaire.

Deux autres mesures sont fondamentales pour la cartographie astronomique. Tout d'abord celle, linéaire, de la base choisie se fait à l'aide de perches mises bout à bout (fig. 5). Pour la *Mesure de la Terre*, dont la base s'étend de Villejuif à Juvisy, chacune d'entre elles mesure deux toises ; on trouve parfois l'indication quatre toises. Cela tient au fait que Picard indique : « pour mesurer actuellement la longueur de ce chemin, on choisit 4 bois de pique de 2 toises chacun, qui se joignant 2 à 2 par le gros bout, faisaient 2 mesures de 4 toises chacune ». Le soin qu'il apporte aux alignements conduit à une précision qui atteint 2 pieds sur une longueur qui en comportait près de 40 000. Ensuite, et pour corriger des dénivellations qui peuvent se présenter sur la base, il convient d'effectuer le nivellement de celle-ci. Le niveau à lunette horizontale avec réticule, dont Picard est le créateur, est placé sur un support tripode ; il est équipé d'un tube (perpendiculaire au corps de la lunette) dans lequel un fil à plomb permet le repérage de la verticale. Picard améliorera l'instrument entre 1671 et sa mort en 1682, le rendant maniable et fiable au point que son principe demeurera inchangé pendant près de trois siècles.

Le degré de perfection et de développement des instruments est tel qu'ils seront utilisés quasiment à l'identique pendant tout le 18<sup>ème</sup> siècle. Ainsi en ira-t-il des quarts-de-cercle employés lors des expéditions menées sous les auspices de l'Académie des sciences en 1735-1736, expéditions dont cette Académie a célébré en 1986 le 250<sup>ème</sup> anniversaire (2). Le secteur créé par Picard sera utilisé de manière particulièrement efficace par Bradley (1692-1762) à l'Observatoire de

Greenwich : l'observation systématique de  $\gamma$  Draconis de 1725 à 1745 lui donnera la découverte de l'aberration (en 1726) et de la nutation (en 1740).

Quant aux méthodes mises au point par Picard, elles continueront d'être employées, notamment à la fin du 18<sup>ème</sup> siècle, pour les opérations géodésiques de l'époque : raccordement des Observatoires de Paris et de Greenwich (3) en 1787 (par Cassini, Legendre, Méchain,...), opérations pour les bases du système métrique décimal avec Delambre et Méchain puis Biot et Arago,... C'est alors qu'un instrument viendra concurrencer le quart-de-cercle de Picard même si des instruments de ce type sont encore en service. Il s'agit du cercle répétiteur de Borda (1733-1799), instrument (fig. 3) qui devait permettre de limiter le cumul des erreurs. En fait apportera-t-il réellement une amélioration importante ? Si l'on en croit Lalande (1732-1807), cela n'est pas sûr puisqu'il écrit (4) « nous avons du regret comme vous d'avoir fait perdre tant de temps à nos deux astronomes, pour un pareil résultat. Je m'y suis opposé en 1792 ; mais l'amour propre de Borda qui voulait faire valoir son cercle l'emporta à l'Académie - en disant que pour faire passer notre nouvelle mesure il fallait la lier à une grande et importante opération ». On note cependant que cet instrument fut utilisé par les géodésiens français jusqu'en 1870.

#### ◆ LA NOUVELLE METHODE DE DETERMINATION DES LONGITUDES

Un phénomène astronomique se produisant au même instant, visible au même moment de plusieurs lieux, constitue un marqueur de temps. Les éclipses de la Lune ou des satellites de Jupiter sont de tels phénomènes et ont été utilisées jusqu'au 19<sup>e</sup> siècle pour déterminer les longitudes. Il n'en va pas de même pour les éclipses de Soleil qui, en réalité, sont des occultations.

L'importance des phénomènes affectant les satellites galiléens de Jupiter a été montrée au cours de la Table ronde du CNRS organisée en 1976, à l'occasion de la célébration du tricentenaire de la mise en évidence par Roemer d'une valeur finie de la vitesse de la lumière (5). Bien avant 1676, ces satellites découverts par Galilée en 1610 avaient déjà une longue histoire puisque celui-ci conçoit que par leurs éclipses (fig. 4) ils peuvent devenir des indicateurs de temps, donc de longitudes. La détermination de ces dernières, devenue un problème crucial pour les déplacements de l'époque, joue un rôle d'une importance particulière pour la navigation maritime.

L'instant des éclipses, par la différence des heures locales, fournit la différence de longitude entre les deux lieux d'observation. Les éclipses du premier satellite (Io) sont bien adaptées puisque fréquentes du fait que sa période de révolution autour de Jupiter n'atteint pas deux jours. Les observations que Galilée accumule et les tables qu'il bâtit ne lui apportent pas les précisions escomptées ; si bien qu'il abandonne ses observations en 1619. Mais il a fait un adepte, Peiresc (1580-1637) qui, établi dans le sud de la France et s'étant rendu à Padoue, a rencontré Galilée en 1599 ; il sera d'ailleurs le premier, en France, à observer les satellites de Jupiter le 24 novembre 1610.

Les premières tables des éclipses des satellites de Jupiter, de précision suffisante pour la détermination des longitudes, sont celles que Jean-Dominique Cassini (1625-1712), alors professeur d'astronomie à Bologne, déduira de l'ensemble des observations disponibles. Celles-ci publiées en 1668, et parvenues presque aussitôt à Paris, seront éprouvées par les astronomes de l'Académie des sciences, en tout premier lieu par Picard. Ces messieurs, enchantés de la précision qu'ils constatent, suggèrent à Colbert et à Louis XIV d'inviter pour quelques années ce brillant collègue. Il arrive à Paris en avril 1669 et dès 1671 une opération de longitude est menée entre l'Observatoire de Paris, dont la construction est déjà bien avancée, et l'île de Hven où Tycho Brahé a effectué de nombreuses observations entre 1576 et 1597.

Les opérations sont menées à Uraniborg par Picard aidé d'un jeune Danois, Roemer (1644-1710), et à Paris principalement par Cassini. Ce dernier séduit par la France et/ou par une Française se fixe à Paris, en son observatoire où il s'illustrera comme le feront aussi ses descendants jusqu'à la Révolution. Coïncidence heureuse pour ces astronomes, la différence de longitude obtenue par les différences de temps des horloges ne s'écarte pas de plus d'une seconde d'heure de la valeur actuellement admise.

Conséquence du voyage de Picard, celui-ci revient du Danemark accompagné du jeune Roemer qui s'installe lui aussi à l'Observatoire de Paris. Poursuivant l'étude des éclipses du premier satellite de Jupiter, Roemer annoncera, en septembre 1676, le retard de 10 minutes d'heure d'une prochaine éclipse qui, s'il se constate effectivement, ne peut s'expliquer qu'en admettant une propagation de la lumière avec une vitesse finie.

Sans attendre cette correction à prendre en compte dans la prédiction des éclipses, celles-ci ont montré - compte tenu des horloges de l'époque - leur capacité à fournir des longitudes à quelques secondes d'heure près ; soit, dans nos modernes unités environ 2 kilomètres à une latitude moyenne.

Le principe de la méthode, fondé sur l'utilisation d'une horloge de précision (il y en avait à l'époque dont la marche tenait la seconde), nécessite la remise à l'heure à midi vrai local, par observation du passage du Soleil au méridien du lieu (ou par la détermination de la « correction d'horloge »). Chaque observateur d'un même phénomène, en deux lieux différents, lit son horloge au moment où le phénomène se produit. De la différence des lectures se déduit celle des longitudes si ces dernières sont rapportées à un méridien de référence, ou directement la longitude si l'un des deux lieux est considéré comme méridien de référence. A l'époque, le méridien de Paris, déterminé le 21 juin 1667, est le méridien auquel sont rapportées les mesures en France, et notamment celles qui seront menées sur les côtes à la demande de Colbert et de Louis XIV. Car, si la méthode des éclipses des satellites galiléens n'a pu être utilisée à la mer avec succès, elle s'impose à terre grâce aux tables de Cassini. La capacité de la méthode à déterminer les longitudes est liée, d'une part à la précision des horloges, d'autre part à la précision avec

laquelle l'instant du phénomène est déterminé. Dans le cas des éclipses la difficulté d'appréciation tient au fait que le début ou la fin du phénomène a une «durée», le satellite pénétrant dans un cône d'ombre.

#### ◆ LES PREMIERES APPLICATIONS PRATIQUES EN FRANCE

Peiresc est un ami de Gaultier, Prieur de La Valette (1564-1647) qui est en relation avec Gassendi (1592-1655), Chanoine de la Cathédrale de Digne ; ce qui entraîne bientôt une collaboration entre ce dernier et Peiresc. Tous ces hommes de science et d'église vont accumuler des observations des phénomènes des satellites de Jupiter pendant une grande partie du 17<sup>e</sup> siècle. Ainsi, de novembre 1610 au 21 juin 1612, Peiresc note ses nombreuses observations ; il pense alors à la possibilité d'utiliser leurs éclipses pour déterminer des longitudes et envoie Jean Lombard les observer à Malte, à Chypre et jusqu'au Liban avant les tentatives de Galilée.

Cependant c'est un autre phénomène astronomique qu'il utilisera à deux reprises pour déterminer des longitudes avec divers collaborateurs : le 20 janvier 1628, une éclipse de Lune est observée à Aix par Gassendi, Gaultier de La Valette et Peiresc et, simultanément, à Paris par Mersenne et Mydorge ; ils en déduisent la différence de longitude entre Paris et Aix. Un peu plus tard l'éclipse du 27 août 1635 donne lieu à une opération beaucoup plus vaste menée par Peiresc et Gassendi qui ont alerté leurs nombreux correspondants, notamment ceux localisés autour de la Méditerranée. Au Levant, des religieux suivent leurs instructions et envoient des résultats ; d'autres collaborateurs ont observé l'éclipse à Turin et à Paris tandis qu'eux-mêmes opéraient, l'un à Aix, l'autre à Digne. La comparaison de tous ces résultats les ont amenés à diminuer de près de 20° la longueur de la Méditerranée donnée par les cartes de Ptolémée (6).

Mais il est apparu difficile de noter l'instant de l'entrée de la Lune dans le cône d'ombre de la Terre ou sa sortie de ce cône, alors qu'il semblait beaucoup plus facile de noter le moment où l'ombre atteint un objet du relief lunaire, à condition que chaque observateur soit muni de la même carte de la Lune. Dans ce but Gassendi, aidé financièrement par Peiresc, entreprend dès 1634 la première carte de la Lune qu'il fait dessiner puis graver par Mellan en 1637.

D'un autre côté, dans la deuxième moitié du 17<sup>e</sup> siècle, Colbert souhaite «une carte générale du Royaume plus exacte que toutes les précédentes». Pour ce faire, l'Académie Royale des sciences, créée deux ans plus tôt, établit en 1668, un plan précis. Picard, l'un de ses membres fondateurs, est chargé, comme on l'a déjà vu, de la mesure d'un degré du méridien de Paris (1669-1670). Après avoir consulté Sanson (1600-1677), l'Académie décide de tracer d'abord une carte des environs de Paris. Ce travail (1674-1678) est confié à Vivier sous la direction de Picard et de Roberval (1602-1675). Par ailleurs, dans l'intérêt de la navigation, les cartes des côtes doivent être vérifiées, et la position des ports exactement fixée. Les déterminations se feront par rapport au méridien de Paris défini en 1667 ; les positions des principales villes de France sont également

prévues. Picard et La Hire sont désignés ; Cassini participe également au travail.

Les Mémoires de l'Académie des sciences relatent, entre autres, différentes opérations. De 1672 à 1674, Picard voyage en Anjou et en Languedoc ; puis il se rend à Lyon et ailleurs. A Montpellier, en mai 1674 (où il est envoyé pour essayer d'observer un passage de Mercure sur le Soleil), il note «hauteur du Pôle à Montpellier 43° 36' 50». C'est environ 50' de plus qu'il ne parait dans les cartes de Sanson, dans lesquelles l'intervalle entre Lyon et la Mer Méditerranée est trop grand de plus de 20 lieues communes.» J.-D. Cassini avait de même, à l'occasion d'un voyage en Provence pour affaires, mesuré des latitudes sur la route de Paris à Nice à l'automne 1672.

De 1679 à 1682 La Hire (1640-1718) et Picard (7) travaillent pendant les «Vacances» à la rectification des côtes de France. La première campagne, de septembre à décembre 1679, se déroule en Bretagne : ils déterminent les latitudes et les longitudes de Brest et de Nantes. L'année suivante (septembre-octobre 1680), ils sont envoyés à Bayonne et sur les côtes de Guyenne et de Saintonge (Bordeaux et Royan). Pour achever le travail de la côte ouest, à l'automne 1681, il reste la partie septentrionale de la Bretagne, la Normandie, la Picardie et la Flandre. C'est beaucoup pour cette troisième campagne ; ils vont donc se séparer. A Picard revient la Bretagne, la Normandie (Saint-Malo, Mont Saint-Michel, Cherbourg et Caen) et à La Hire, la Flandre et la Picardie : Dunkerque et Calais où il mesure par triangulation la largeur du Pas-de-Calais (8).

En 1682, Picard disparu, La Hire est envoyé sur les côtes de Provence où l'on pense qu'il y a des corrections importantes à faire. Il observe en novembre à Antibes, ce qui lui permet de fixer la position de l'embouchure du Var, et en décembre à Toulon.

La carte de France, déduite de ces mesures (fig. 5) toutes reliées au méridien de Paris, est présentée à l'Académie en 1682, mais éditée en 1693 seulement. Sa comparaison à la carte de Sanson met bien en évidence les changements apportés : Picard et La Hire ont fait une correction très importante en longitude sur la côte de l'Atlantique ; elle atteint 80 de nos modernes kilomètres. En Méditerranée, la correction porte surtout sur la latitude, comme Picard l'avait déjà précédemment remarqué : 20 lieues communes à retrancher entre Lyon et Marseille, soit 90 kilomètres environ.

Les travaux cartographiques ne sont pas arrêtés après l'achèvement de cette carte. Au contraire, dès 1683 commence la réalisation du canevas géométrique qui servira de base à la carte de Cassini, sujet qui a fait l'objet d'un ouvrage fondamental (9) paru en 1990.

Indépendamment de cette dernière opération, qui ne s'achèvera qu'un siècle plus tard, les besoins de la navigation exigent, dès la fin du 17<sup>e</sup> siècle, des cartes plus précises. Ces travaux (10) sont confiés aux hydrographes du roi. Tels sont par exemple Chazelles (1657-1710) qui a publié de nouvelles cartes des côtes de la Manche et du Golfe de Gascogne, le Père Laval (1684-1728) qui travaille sur les côtes de Provence et en dresse une carte.

## ◆ INSTRUCTIONS DE CASSINI ET VOYAGES LOINTAINS

Pour les besoins de la navigation, de nouvelles mesures vont être entreprises à partir de 1682 dans divers lieux du Monde, pour déterminer longitudes et latitudes avec précision.

Pour la préparation de ces expéditions J.-D. Cassini rédige une «*Instruction générale pour les observations géographiques à faire dans les voyages*» dont le manuscrit de douze pages, qui se trouve à la Bibliothèque de l'Observatoire de Paris, doit dater de 1682 et a été publié plus tard dans les Mémoires de l'Académie avec les comptes rendus de différents voyages (11). Dans la première partie, Cassini explique la méthode pour régler les deux horloges (à pendule) sur le moyen mouvement du Soleil. Il demande ensuite de déterminer la longueur du pendule battant la seconde car «*seulement à la Cayenne elle s'est trouvée plus courte ce qu'on doute s'il n'est point arrivé par quelque défaut dans l'observation*». Avant de mesurer les hauteurs du Soleil et des étoiles pour déterminer la latitude, il est nécessaire de vérifier le quart-de-cercle. Chaque fois que ce sera possible, on observera l'instant de l'immersion ou de l'émergence des satellites de Jupiter en prenant bien soin de vérifier chaque fois la marche de l'horloge. Cassini conseille également de déterminer les positions angulaires d'objets éloignés, en choisissant une île ou un cap. Dans la dernière partie de son mémoire, Cassini explique en détail comment observer les satellites de Jupiter car «*les observations plus propres pour la détermination des longitudes sont les immersions et les émergences du premier satellite de Jupiter dans son ombre.*» .

L'Observatoire remplit alors, sous les auspices de l'Académie des sciences, son rôle de centre de formation pour les «géographes». On y trouve pendant quelques années Chazelles (1657-1710) qui travaille sous la direction de Cassini avant d'être nommé, en 1686 à Marseille, hydrographe du roi. Varin et Deshayes (ou des Hayes) y font leur apprentissage et reçoivent, à Dieppe, les «réflexions» de Cassini sur leurs observations d'une éclipse d'un satellite de Jupiter.

Parmi ces voyageurs qui s'exercent à l'Observatoire de Paris, et qui vont s'en aller munis des instructions et des éphémérides des satellites de Jupiter établies par Cassini, les uns vont remplir une mission sur ordre du roi ; les autres, religieux partant pour l'Extrême-Orient, reçoivent les instruments nécessaires aux observations.

Dans le premier groupe, «*Messieurs Varin et des Hayes qui ont été choisis pour aller aux Canaries à faire des observations pour l'établissement du premier méridien...*» (celui de l'île de Fer), iront finalement à l'île de Gorée, faite d'un autre navire en partance de Dieppe pendant l'hiver 1681-82. Ayant débarqué le 25 mars 1682, ils observent les émergences du premier satellite de Jupiter de fin mars à mai 1682. M. De Glos les rejoint le 21 mai avec les instructions de Cassini et «*les feuilles des configurations des satellites de Jupiter pour trois autres mois.*» Ils se rendent ensuite aux Antilles où ils observent, à la Guadeloupe en septembre et octobre, puis à la Martinique en novembre 1682. A l'île de Gorée,

ils ont obtenu la longitude par cinq observations d'émergence du premier satellite et la latitude par la mesure de hauteurs méridiennes du Soleil et de quelques étoiles. Ils ont trouvé la longueur du pendule battant la seconde égale à 36 pouces 6 lignes 5/9, encore plus courte que Richer à Cayenne. Aux Antilles, ils ont effectué deux observations d'éclipse du premier satellite de Jupiter l'une à la Guadeloupe, où la longueur du pendule est trouvée de 36 pouces 6 lignes 1/2, et l'autre à la Martinique.

Ces voyages et ces déterminations joints aux mesures d'autres voyageurs comme Picard à Uraniborg, Richer à Cayenne (1672), ou les mesures faites sur la côte occidentale de France, ont permis à Chazelles et à Sédillot, travaillant sous la direction de Cassini, de tracer en 1683 la Grande Carte (du Monde) de la Tour occidentale de l'Observatoire (carte depuis disparue) en réduisant l'écart des longitudes des cartes communées par une estimation fondée sur des éclipses de Lune passées. L'astronome de Greenwich, Halley (1656-1742) confirme la validité de la position attribuée au Cap de Bonne-Espérance sur cette carte qu'il a examinée lors d'une visite en 1681-82.

D'autres voyages par ordre du roi auront lieu par la suite. Citons ceux du Père Feuillée (12) aux «Indes occidentales» (1704-1706), au Chili et au Pérou (1707-1709), puis aux Canaries en 1726, et aussi celui du Père Laval en 1720 (13) sur les côtes de la Louisiane dont il donne une carte.

Le deuxième groupe de voyageurs est constitué des Pères jésuites qui vont évangéliser en Extrême-Orient à la fin du 17<sup>e</sup> siècle : ils ont appris avant leur départ à utiliser les instruments fournis et ils ont été «agregés» dans l'Académie des sciences avec le titre de mathématiciens. Ils envoient bien entendu le compte rendu des observations effectuées. Ainsi le rapport du Père Antoine Thomas relate son voyage en Inde en 1681, au Siam en 1682 et jusqu'en Chine où il arrive en 1683 et s'installe à «Nanquin» ; le 7 octobre 1686 il communique ses observations : hauteurs du pôle, éclipses de Lune... Un autre voyage est présenté par le Père Gouye : escale au Cap de Bonne-Espérance en juin 1685 où une émergence du premier satellite est observée le 4 et une éclipse de Lune le 16 ; en décembre au Siam où, en présence du roi, les Pères jésuites observent une autre éclipse de Lune et l'année suivante à Louveau, plusieurs éclipses du premier satellite de Jupiter. Cassini en déduit l'écart de longitude entre Paris et Louveau : 6h 34m 46s. Ces démonstrations ont une conséquence : le roi de Siam souhaite l'installation d'un observatoire dirigé par les astronomes du roi de France. Plus tard, le Père Richaud rapportera les observations faites à Pondichéry et au Siam (éclipse de Lune du 15 avril) en 1690 ; et celles du Père François Noël à Sumatra en 1685. Chemin faisant, ces Pères jésuites ont dressé une carte de la pointe de l'Inde avec une partie de Ceylan.

Tous ces religieux ont diffusé la science occidentale, en Chine en particulier, où leurs prédictions d'événements astronomiques ont séduit l'empereur qui leur a confié la direction des Observatoires de Pékin et de Nankin. En retour, ils ont fait connaître en France les observations anciennes des astronomes chinois qui

remontent, comme nous le savons maintenant, jusqu'au 13<sup>e</sup> siècle avant notre ère. De nos jours elles ne sont pas utilisées pour la cartographie mais pour l'étude de la rotation de la Terre, notamment son ralentissement séculaire.

#### ◆ CONCLUSION

Nous avons déjà vu que l'instrumentation créée dès les débuts de la cartographie scientifique n'a pas subi de perfectionnements notables pendant au moins un siècle et demi. Quant à la méthode qui a permis de fixer la position de tant de lieux sur le globe par l'observation des éclipses des satellites de Jupiter ou de la Lune, elle est aussi restée en usage jusqu'à la fin du 18<sup>e</sup> siècle (et même au-delà). Ainsi Lalande écrivait le 2 Prairial an 6 (21 mai 1798) à un astronome méridional : « *Le Bureau des longitudes me charge mon très cher confrère de vous rappeler le grand voyage ou des observations de toutes espèces vont procurer la gloire de la France et le bien des sciences. il est important que nous ayons en France des observations correspondantes nous vous prions donc d'observer la lune d'ici à un an le plus que vous pourrez du moins les occultations, et les éclipses des satellites, vous êtes mieux placé que nous pour cette utile Correspondance et nous vous devons bien des observations qui nous auront échappé. Vous acquerez de nouveaux droits à la reconnaissance des*

*savants, de tous les siècles et de tous les pays, car vous aurez travaillé pour l'univers et pour la postérité. Salut et fraternité. Lalande Secret. du Bureau des Longitudes.* » Le mystérieux voyage dont il s'agit est l'expédition d'Égypte où Nouet fit des déterminations de longitude et de latitude, telle celle qui est gravée sur un mur du temple de Philae, aujourd'hui déplacé.

Quant aux équipes qui se formaient à l'Observatoire de Paris, elles répondaient au souhait de Louis XIV et de son ministre Colbert, qui bien avant nos modernes centres de la recherche scientifique du 20<sup>e</sup> siècle, avaient créé l'Académie des sciences dans un souci de coopération entre savants. Et même si les équipes sont, à l'occasion, entrées en compétition sur le terrain, notamment avec les militaires établissant principalement les cartes aux frontières, il demeure que la cartographie scientifique venait d'acquiescer à la fin du 17<sup>e</sup> siècle, par des opérations à succès, ses lettres de noblesse.

A l'heure actuelle, la cartographie qui fait appel principalement à des mesures aériennes ou spatiales, n'en demeure pas moins elle aussi tributaire des déterminations astronomiques pour la connaissance des éléments fondamentaux, tandis que ses méthodes se fondent toujours sur des repérages de coordonnées en des points d'un canevas géodésique qui s'appuie sur nombre d'éléments du passé. ■

#### RÉFÉRENCES

- 
- (1) Jean Picard et les débuts de l'astronomie de précision au 17<sup>e</sup> siècle, Colloque Paris 1982. Ed. du CNRS 1987. Catalogue de l'exposition «Jean Picard et la mesure de la Terre», Ed. Observatoire de Paris 1982.
  - (2) La Figure de la Terre du XVIII<sup>e</sup> siècle à l'ère spatiale, Colloque de l'Académie des Sciences, 1986, Ed. Gauthier-Villars 1988.
  - (3) Echanges d'influences scientifiques et techniques entre pays européens de 1780 à 1830, Colloque du CTHS, Paris 1989. Ed. du CTHS 1990.
  - (4) Manuscrits de la Bibliothèque de l'Observatoire de Paris, 1058, II.
  - (5) Roemer et la vitesse de la lumière, Table ronde du CNRS 1976. Ed. Vrin 1978.
  - (6) Peiresc ou la passion de connaître. Colloque de Carpentras 1987. Ed. Vrin 1990.
  - (7) Manuscrits de la Bibliothèque de l'Observatoire de Paris D1-11.
  - (8) Vistas in Astronomy, Vol. 20, 1979. Tricentenaire du Royal Greenwich Observatory.
  - (9) La Carte de Cassini, M. Pelletier. Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées 1990.
  - (10) Manuscrits de la Bibliothèque de l'Observatoire de Paris, C2-17, B5-3, B5-2 ; Sciences et techniques en France méridionale, Colloque du CTHS, Avignon 1990, Ed. du CTHS 1992.
  - (11) Mémoires de l'Académie des sciences de 1666 à 1699. Tome VII, Paris 1720.
  - (12) Manuscrits de la Bibliothèque de l'Observatoire de Paris, C2-17, B5-3, B5-2.
  - (13) Voyage de la Louisiane 1720. A.F. Laval, Ed. Mariette 1728.

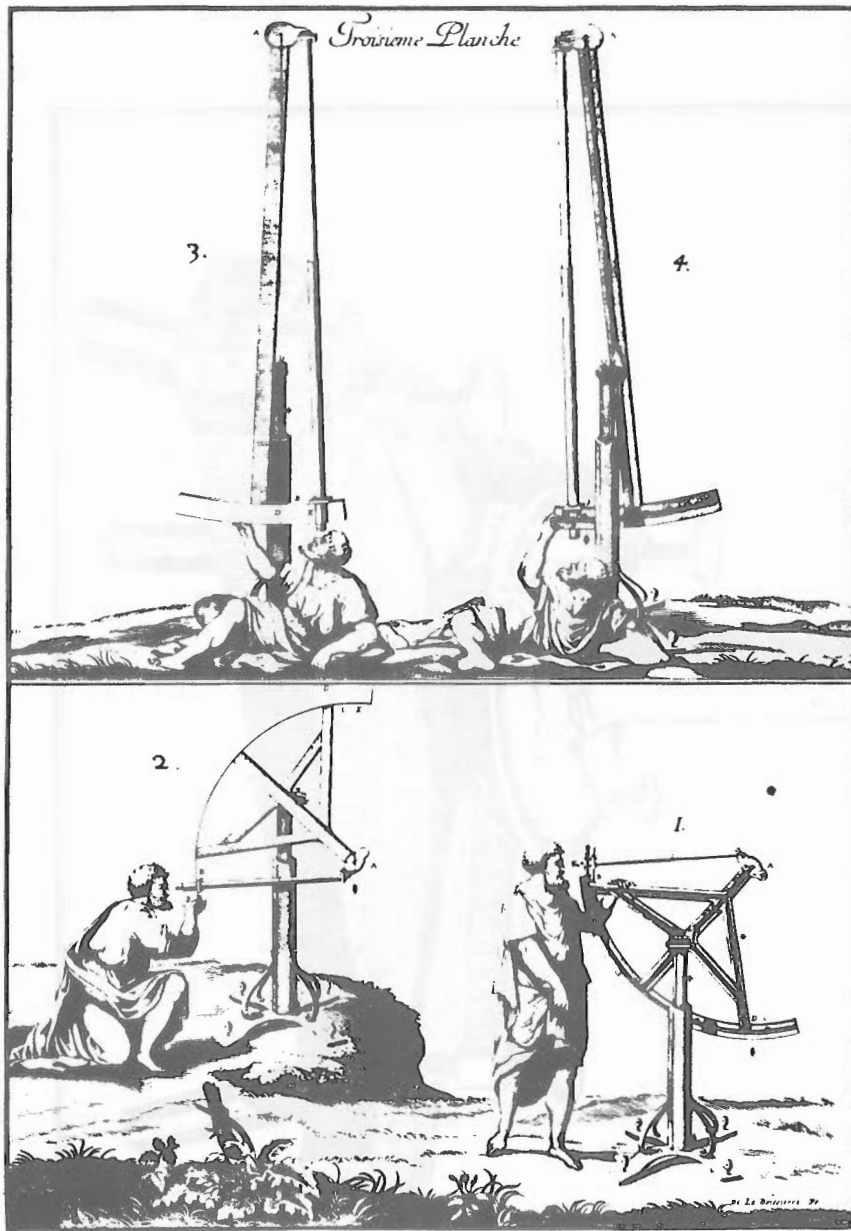


Figure 1. Seconde planche de la *Mesure de la Terre* :  
Triangulation de l'arc de méridien Malvoisine-Sourdon.  
(Bibliothèque Nationale)

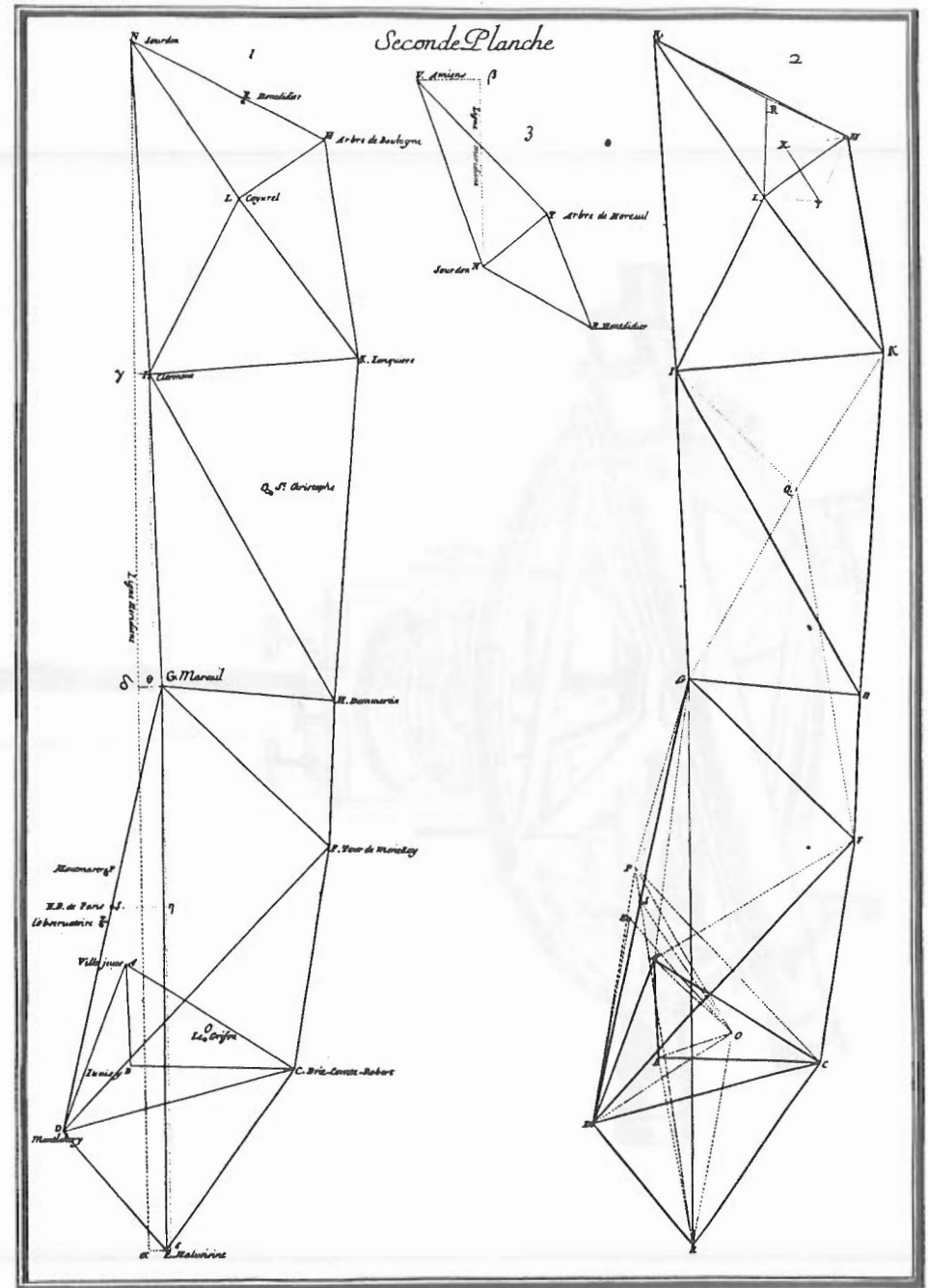


Figure 2. Troisième planche de la *Mesure de la Terre* :  
Vérification du quart-de-cercle et du secteur de Picard.  
(Bibliothèque Nationale)

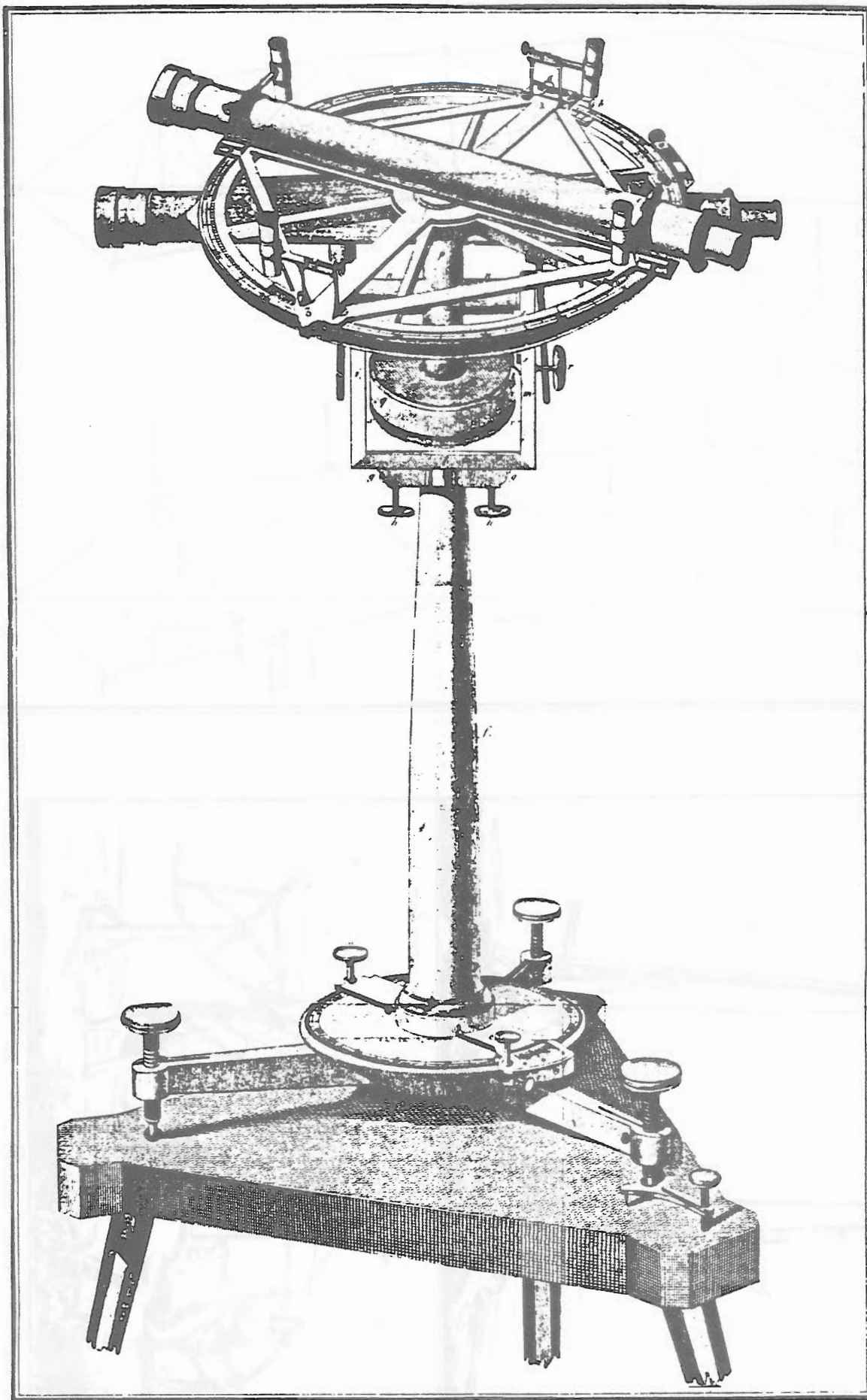
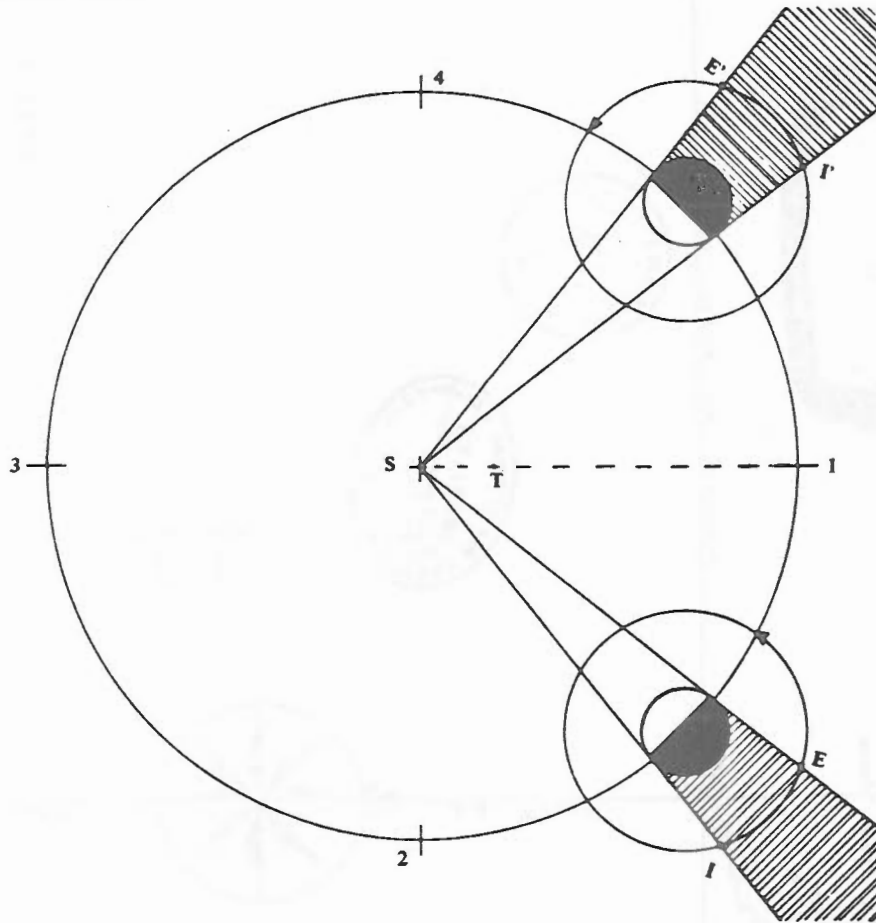


Figure 3. Cercle répétiteur de Borda.  
(Reproduction d'après le KIT-EXPO «Une mesure révolutionnaire : le mètre», Observatoire de Paris Editeur 1989)



S et T représentent les centres du Soleil et de la Terre. Sur son orbite, décrite par rapport à ST dans le sens 1, 2, 3, 4, Jupiter est en opposition en 1, en conjonction en 3, en quadrature en 2 et 4. Le satellite est en immersion en I (ou en I'), en émerision en E (ou en E'); depuis la Terre, on ne voit que E, ou que I'.

Figure 4. Schéma des éclipses des satellites de Jupiter.  
(Extrait de «Roemer et la vitesse de la lumière», Vrin Editeur 1978)

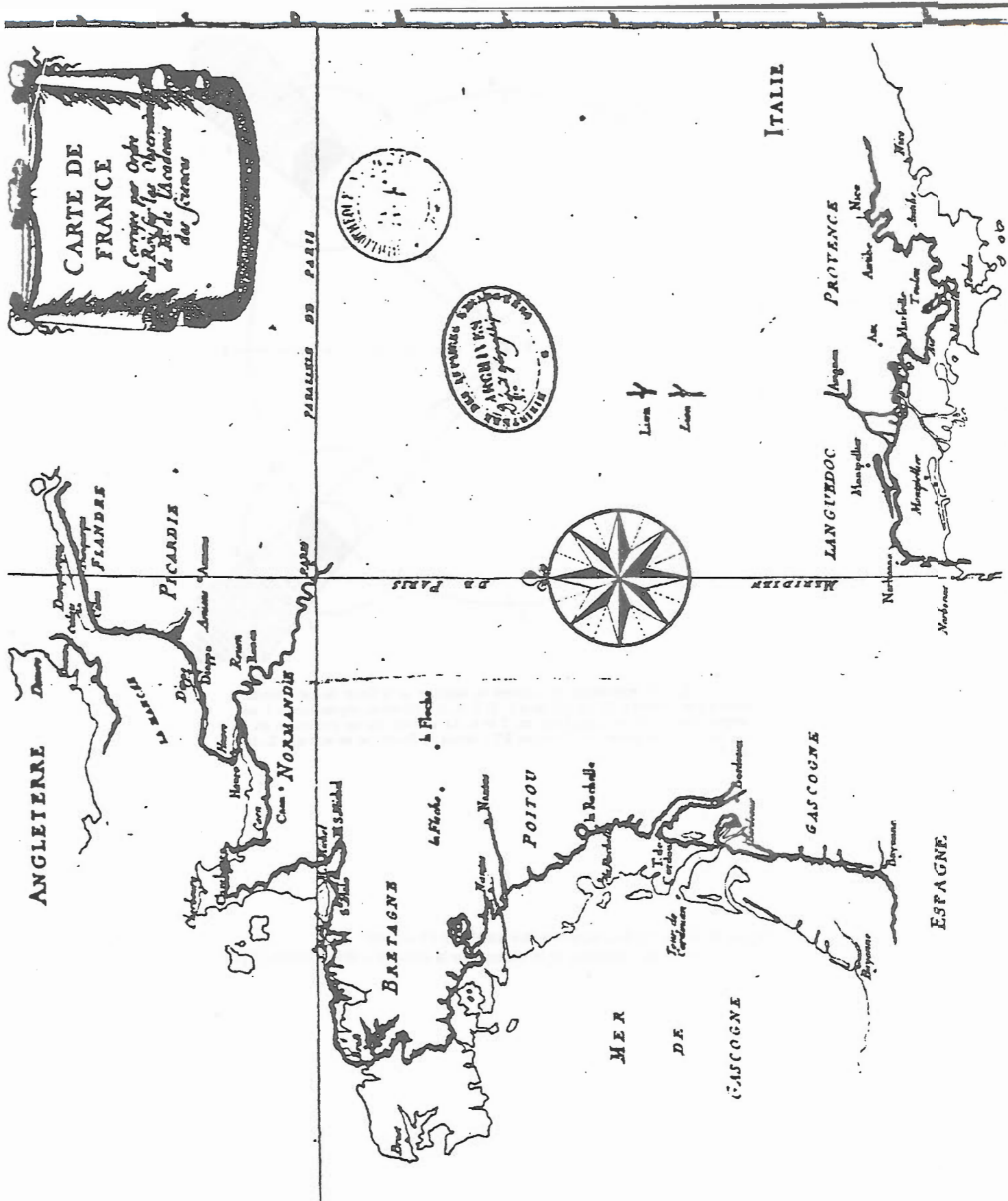


Figure 5. Carte de l'Académie (1682), surimposée à la carte de Sanson.