

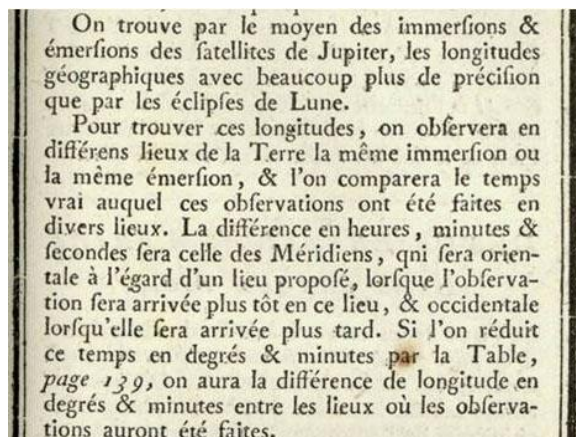
1610-2010 : La saga des satellites galiléens

La détermination des longitudes géographiques (5/11)

La détermination des longitudes à la surface de la Terre est un problème ancien, difficile, qui ne trouvera de solution qu'avec l'avènement de l'astronomie moderne au XVII^{ème} et XVIII^{ème} siècle. S'il est facile de déterminer une latitude par la mesure de la hauteur de l'étoile polaire au dessus de l'horizon, il n'en est pas de même pour la longitude. La longitude dépend d'un méridien d'origine qui n'est caractérisé par aucun astre particulier qui resterait à l'aplomb de ce méridien ! Le problème se résume à comment connaître la différence de longitude entre deux lieux sur la Terre . Il est nécessaire pour cela de disposer de deux horloges situées en ces deux lieux et indiquant la même heure au même moment, en un mot, de disposer d'un temps « universel ». Avant l'avènement des horloges mécaniques fiables, il suffisait de pouvoir observer un même phénomène astronomique depuis ces deux lieux. Ainsi on disposait depuis ces deux lieux de la même « heure » au même moment. La précision de la datation du phénomène observé était bien sûr fondamentale : une erreur de 15 minutes allait entraîner une erreur de longitudes de 15 minutes soit 300 km environ. Pour déterminer la longitude, il suffisait alors de noter l'heure solaire en chacun des deux lieux et la différence correspondait à la différence de longitude. Les éclipses de Lune pouvaient faire l'affaire car visibles depuis de larges zones sur Terre mais elles étaient rares.

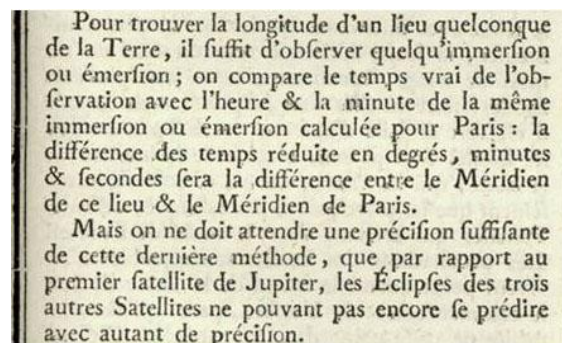
Dès son observation des satellites de Jupiter en 1610, Galilée comprend que le ballet des satellites autour de Jupiter pourrait servir d'« horloge universelle » pour la détermination des longitudes. Car visibles simultanément depuis un grand nombre de lieux Il essaiera de vendre ce principe à la cour d'Espagne, mais sans succès...

Mais ce sera l'observation des éclipses des satellites par l'ombre de Jupiter qui va être utilisée systématiquement pour la détermination des longitudes. Une éclipse pendant laquelle un satellite entrait ou sortait de l'ombre de Jupiter pouvait être repérée avec une précision de quelques secondes, une minute tout au plus, ce qui entraînait une erreur maximale en longitude de 20 km.



On trouve par le moyen des immersions & émerfions des satellites de Jupiter, les longitudes géographiques avec beaucoup plus de précision que par les éclipses de Lune.

Pour trouver ces longitudes, on observera en différens lieux de la Terre la même immersion ou la même émerfion, & l'on comparera le temps vrai auquel ces observations ont été faites en divers lieux. La différence en heures, minutes & secondes sera celle des Méridiens, qui sera orientale à l'égard d'un lieu proposé, lorsque l'observation sera arrivée plus tôt en ce lieu, & occidentale lorsqu'elle sera arrivée plus tard. Si l'on réduit ce temps en degrés & minutes par la Table, page 139, on aura la différence de longitude en degrés & minutes entre les lieux où les observations auront été faites.



Pour trouver la longitude d'un lieu quelconque de la Terre, il suffit d'observer quelqu'immersion ou émerfion ; on compare le temps vrai de l'observation avec l'heure & la minute de la même immersion ou émerfion calculée pour Paris : la différence des temps réduite en degrés, minutes & secondes sera la différence entre le Méridien de ce lieu & le Méridien de Paris.

Mais on ne doit attendre une précision suffisante de cette dernière méthode, que par rapport au premier satellite de Jupiter, les Éclipses des trois autres Satellites ne pouvant pas encore se prédire avec autant de précision.

Figure 1 :
à gauche, la méthode du géographe et à droite celle du voyageur
(Extraits de la Connaissance des temps)

L'utilisation des éclipses des satellites de Jupiter s'utilisait de deux manières (figure 1) pour la détermination des longitudes : la méthode du géographe qui souhaitait cartographier une contrée nouvelle et la méthode du voyageur qui souhaitait seulement savoir où il était et se repérer sur une

carte déjà existante. Le géographe devait travailler en collaboration avec un observateur resté sur le méridien d'origine et observer le même phénomène au même instant puis calculer la différence en longitudes à partir des heures locales (figure 2).

101

OBSERVATIONS
DE QUELQUES ECLIPSES
DES
SATELLITES DE JUPITER
Faites en même temps en divers lieux l'An 1703.

Immersion du premier Satellite dans l'ombre de Jupiter le 28 Aoust.

A Paris par une Lunete de 18 pieds à	11 ^h 55' 24"
A Bologne en Italie par une Lunete de 10 pieds, Par M. Manfredi.	12 31 28
Difference des Meridiens entre Paris & Bologne.	36

Immersion du premier Satellite le 28. Aoust.

A Lyon, Par les RR. PP. Taillandier & Combes Jesuites.	12 4 54
A Bologne.	12 31 28
Difference des Meridiens entre Lyon & Bologne.	26 34
A Paris.	12 55 24
Difference des Meridiens entre Paris & Lyon.	9 30

Par les Observations de l'Année 1702. rapportées dans la Connoissance des Temps de la même Année.

Difference des Meridiens entre Paris & Bologne, par l'Observation du 9. Aoust.	37 51
Par celle du 13 Aoust.	35 10
Par celle du 14. Aoust.	35 43
Par celle du 16. Aoust.	35 47
Par celle du 24. Aoust.	35 34
Par celle de cette Année. 1703.	36 4

Cette dernière difference est comme moyenne entre les extrêmes tirées des Observations des Années precedentes.

La Lunete dont M. Manfredi s'est servi dans ses Observations n'étant que de dix pieds de Paris, au lieu que la Lunete dont on s'est servi à Paris est de dix sept pieds, il faut augmenter ces differences de dix secondes, d'autant que par les experiences faites par des Lunetes de 9, de 22, & de 34 pieds, rapportés dans la Connoissance des Temps de l'An 1691. on a trouvé que la difference des Temps de la même Phase, déterminée par ces différentes Lunetes, est à peu près en raison de 3 secondes pour deux pieds, dont les plus courtes anticipent les Immersions, & retardent les Emissions.

N ij

Figure 2 : la détermination des différences de longitudes entre Paris, Lyon et Bologne.

Le voyageur, lui, était tout seul et il observait un phénomène pour lequel il devait disposer d'une prédiction en temps du méridien d'origine : lors de l'observation, la comparaison avec le temps local lui donnait la longitude du lieu. Cette méthode nécessitait de construire des tables de prédiction des éclipses précises qui étaient publiées dans la Connaissance des temps (figure 3).

Durant tout le XVIIIème siècle de grandes campagnes d'observation des éclipses des satellites de Jupiter furent organisées aussi bien pour cartographier la Terre que pour améliorer les prédictions des éclipses et aider les voyageurs. Lalande put écrire d'ailleurs en 1792 dans son "Astronomie" : "les satellites galiléens servent continuellement aux astronomes pour déterminer les différences de longitude entre les différens pays de la Terre".

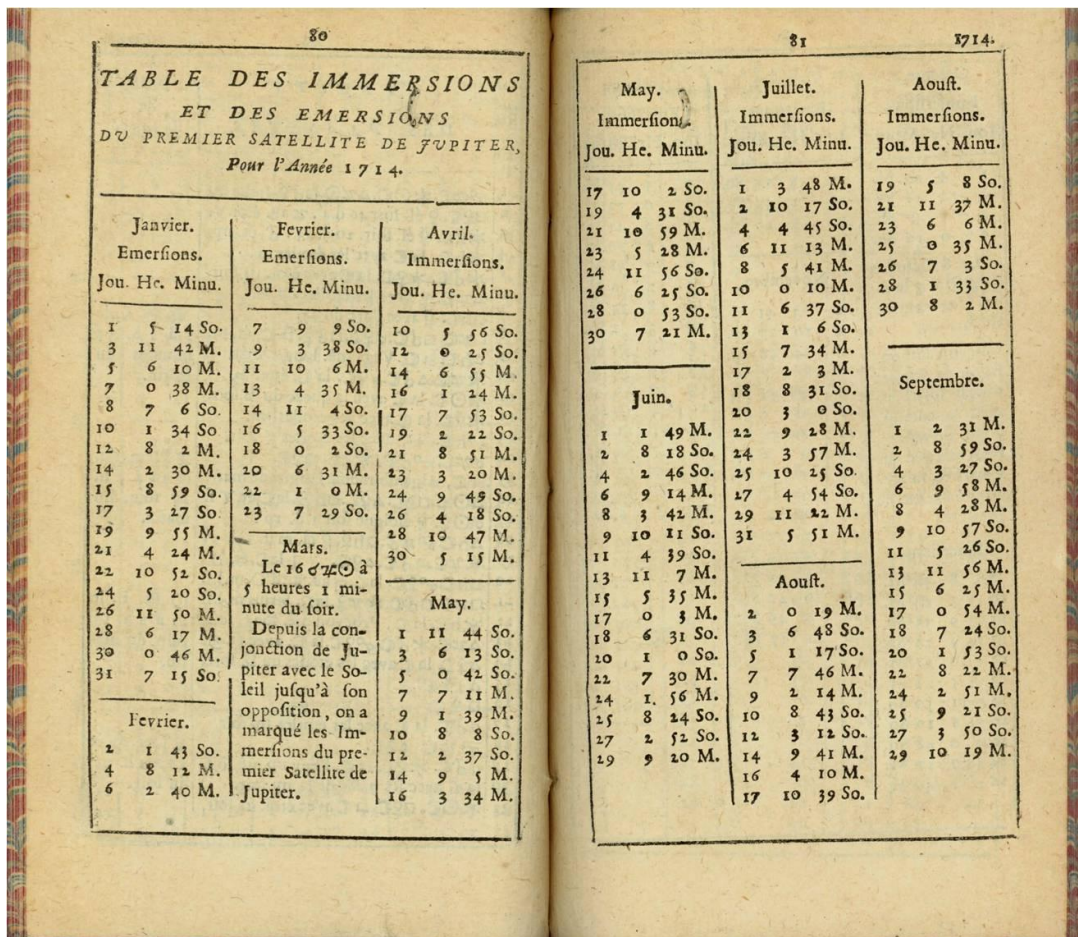


Figure 3 : les tables de prédiction des éclipses (Connaissance des temps pour 1714)

Malheureusement, cette méthode ne pouvait être appliquée en mer car le pont d'un bateau n'était pas assez stable pour permettre l'observation de ces phénomènes : seule les éclipses de Lune étaient accessibles ainsi que les distances lunaires des étoiles. Tout cela était très imprécis, et ce seront les horloges mécaniques qui résoudre le problème de la longitude en mer.

L'une des missions données par Louis XIV à l'observatoire de Paris lors de sa création en 1667 était très concrète : faire une carte de France précise. Les astronomes parcourront la France pour refaire des mesures de longitudes à l'aide des observations d'éclipses des satellites de Jupiter et Cassini publiera une carte corrigée en 1693 (figure 4). Louis XIV fera remarquer que les astronomes lui auront retiré plus de territoires que tous ses ennemis réunis !

Ainsi les satellites de Jupiter, ces petites planètes situées à presque un milliard de kilomètres de la Terre, auront servi à mieux connaître la Terre, à la cartographier avec précision et donc à l'explorer. Les satellites de Jupiter n'étaient pas l'horloge universelle souhaitée mais fournissaient des « tops » permettant de régler les horloges sur un temps « universel ».

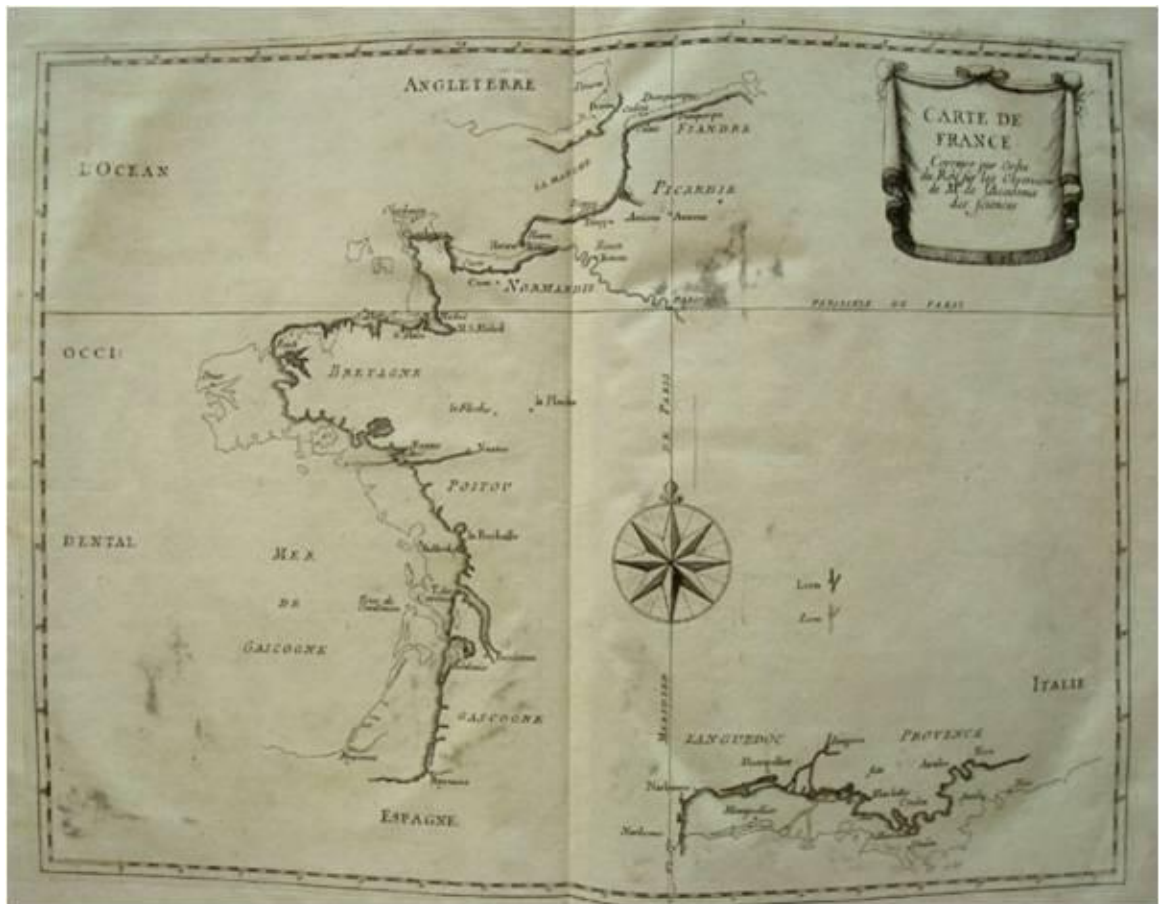


Figure 4 : la carte de France corrigée par Cassini : en gras les nouvelles limites.