

*OBSERVATIONS SUR LA LONGITUDE  
& la Latitude de Marseille.*

Par M. CASSINI.

31. Mars  
1692.

**I**L n'y a point d'Observation plus célèbre dans la Géographie ancienne, que celle de la situation de Marseille. Elle a été faite il y a plus de deux mille ans, & les anciens Géographes l'ont prise pour un des principaux fondemens de leurs ouvrages. Son utilité n'est pas bornée à la Géographie seulement, mais elle s'étend encore à l'Astronomie: car elle peut servir à connoître quelle étoit en ces anciens temps l'obliquité de l'écliptique; d'où dépend la décision de la question célèbre entre les Astronomes, si l'obliquité de l'écliptique change, ou si elle est invariable.

Pythéas, Auteur de cette Observation, vivoit à Marseille plus de trois cens ans avant l'Incarnation. Il s'acquiert beaucoup de réputation, même parmi les Grecs, par la grande connoissance qu'il avoit de la Géographie: mais il ne nous reste plus que quelques petits extraits de ses Ouvrages, & entr'autres de cette fameuse Observation qu'il fit pour déterminer le parallele de Marseille.

Comme la Géographie n'étoit alors, pour ainsi dire, que dans son enfance, il falloit que les Observateurs suppléassent au défaut de la science par la grandeur des Instrumens dont ils se servoient pour observer. C'est pourquoi ils étoient obligez de creuser des puits fort profonds pour voir où les rayons du Soleil donnoient au temps du Solstice, ou d'élever des aiguilles très-hautes, qu'ils appelloient *Gnomons*, pour voir où l'ombre de ces aiguilles se terminoit; d'où ils jugeoient de la hauteur du Soleil, en comparant la longueur de l'ombre avec la hauteur de l'aiguille.

Ce

Ce fut par cette méthode que Pythéas détermina le parallèle de Marseille. Il observa l'ombre d'un gnomon au temps du Solstice, & il trouva que la hauteur du gnomon étoit à la longueur de son ombre, comme 120 à  $41\frac{7}{12}$ . Il est glorieux à la France d'avoir eu en ce temps-là un Astronome capable d'avoir porté ses spéculations à un point de subtilité où les Grecs, qui veulent passer pour les Inventeurs de toutes les Sciences, n'avoient encore pû atteindre. Et cependant les Gaulois n'ont laissé à la postérité aucun monument de cette Observation; & elle seroit ensevelie dans l'oubli, si les Grecs, qui en ont profité, n'en avoient conservé la mémoire. Ce qui fait bien voir que si l'on a si peu de connoissance de ce que nos ancêtres ont fait pour l'avancement des Sciences & des Arts, ce n'est pas qu'ils n'y aient peut-être autant contribué que d'autres Nations qui ont eu l'adresse de faire valoir ce qu'elles ont inventé; mais c'est qu'ils ont toujours eu plus d'application à faire de grandes choses, qu'à publier ce qu'ils ont fait.

Cette Observation de Pythéas parut à Eratosthene si certaine & si importante, qu'il ne manqua pas de l'insérer dans ses Ouvrages, & d'en faire un des fondemens de sa Géographie. C'est ce fameux Eratosthene qui a immortalisé son nom pour avoir osé entreprendre de mesurer la Terre par les Observations du Ciel. Plusieurs autres après lui ont tenté cette grande entreprise, qu'il avoit ébauchée; mais le Roy l'a fait exécuter par les Géomètres de l'Académie Royale des Sciences avec beaucoup plus d'exactitude que l'on n'avoit jamais fait.

Hipparque à l'imitation de Pythéas détermina le parallèle de Byzance par l'ombre d'un gnomon. Il se trouva heureusement que la proportion de l'ombre au gnomon étoit à Byzance la même qu'à Marseille; & la conformité de ces deux Observations ne contribua pas peu à rendre célèbre l'Observation de Pythéas.

Strabon parle en plusieurs endroits de cette Observation de Pythéas ; & suivant la coûtume de la plupart des Grecs de n'estimer que ceux de leur Nation & de traiter de barbares tous les autres , il a voulu faire croire que Pythéas s'étoit trompé dans la détermination du parallele de Marseille. Mais les Géographes qui ont suivi , n'ayant eu aucun égard à sa critique , ont jugé qu'il s'étoit trompé lui-même. Il n'a pas été plus heureux dans le jugement qu'il a porté de quelques autres remarques Géographiques de ce même Auteur , qu'il a voulu faire passer pour fabuleuses : Car les découvertes faites dans le dernier siècle ont justifié la verité de ce qui a été avancé par Pythéas , comme Gassendi l'a montré dans la Lettre qu'il a écrite sur ce sujet.

Enfin il paroît que Ptolomée a supposé l'Observation de Pythéas , comme tous les autres Géographes qui l'avoient précédé , & qu'il s'y est conformé dans ses Tables Géographiques qui sont le plus beau monument qui reste de la Géographie ancienne.

Ainsi l'Observation du parallele de Marseille étant une des plus anciennes dont on ait à présent connoissance , & ayant été reçûe des anciens Géographes ; on ne sçauroit mieux faire pour connoître le rapport de l'état où le Ciel est maintenant , avec celui où il étoit autrefois à l'égard de la Terre , que d'observer exactement la hauteur du Pole de Marseille , & de comparer les Observations nouvelles avec celles que Pythéas fit il y a deux mille ans. On pourra juger par cette comparaison si la hauteur du Soleil est au temps du Solstice la même à Marseille qu'elle étoit autrefois ; & si l'obliquité de l'écliptique est invariable , comme le veulent plusieurs Astronomes ; ou si elle change , comme d'autres prétendent.

En l'année 1636. Gassendi à la sollicitation de M. de Peyresc à qui les Lettres sont redevables de plusieurs autres belles Observations , entreprit de faire cette compa-

raison. Il choisit pour cela à Marseille une Eglise dont il fit percer le toit par l'autorité des Consuls de la Ville , qui pour la gloire de leur Patrie firent des deniers publics les frais de l'Observation. Il observa au Solstice d'Été les rayons du Soleil qui entroient par cette ouverture , & il trouva que sur le midy la hauteur de cette ouverture , qui tenoit lieu de gnomon , étoit à la distance du rayon jusqu'à la perpendiculaire , comme 120 à  $41\frac{3}{5}$ . Or il prétend que la proportion trouvée par Pythéas étoit comme 120 à  $41\frac{4}{5}$  : Et par conséquent la différence de ces deux Observations seroit d'un cinquième.

Mais il y a plusieurs choses qui peuvent faire douter si l'on s'en doit tenir à cette comparaison de Gassendi.

Premierement il suppose que dans l'Observation de Pythéas le gnomon marquoit l'ombre du bord supérieur du Soleil. Mais il semble que l'usage des anciens étoit de marquer par leurs gnomons le centre du Soleil : car ils mettoient une boule au haut du gnomon , comme Pline le dit expressément dans la description du gnomon qu'Auguste fit dresser à Rome.

Secondement , Gassendi explique autrement le passage où Strabon rapporte l'Observation de Pythéas , qu'on ne l'entend ordinairement. Car il prétend que le sens de ce passage est que la proportion du gnomon à l'ombre étoit comme 120 à 42 , *moins le cinquième d'une quarante-deuxième partie* : au lieu que selon Xylander & Casaubon , qui ont traduit Strabon en Latin , le sens est , *comme 120 à 42 , moins un cinquième de l'as*, ou cinq onces , c'est-à-dire cinq douzièmes.

Troisièmement , Gassendi témoigne qu'il n'étoit pas lui-même tout-à-fait content de son Observation , dans laquelle il a remarqué quelques défauts , avec une sincérité digne d'un si grand homme.

Il y auroit encore plusieurs autres choses à dire sur cette Observation : Mais quoiqu'il en soit , M. Cassini même

fans toutes ces raisons, ne vouloit pas s'en rapporter à l'Observation d'un autre en une chose si importante. C'est pourquoi il alla exprès à Marseille en l'année 1672, pour y prendre la hauteur du Pole, qu'il observa, non pas par un gnomon, mais par une méthode encore plus seure, qui est de prendre la hauteur méridienne de l'Etoile Polaire. Il observa donc cette Etoile le 21 Novembre, & il trouva sa hauteur méridienne dans la partie supérieure de son cercle, de

	45 <sup>d</sup>	45'	30"
d'où ôtant la réfraction, qui est de	0	0	57
la vraie hauteur de l'Etoile Polaire est de	45	44	33
Or cette Etoile étoit alors éloignée du Pole, de	2	27	0
Donc en l'année 1672 la hauteur du Pole à Marseille étoit de	43	17	33
d'où ôtant l'obliquité de l'écliptique, qui est présentement de	23	29	0
il restera pour la vraie distance solsticiale du Soleil au Zenith	19	48	33
& en ôtant 20 secondes pour la différence de la parallaxe & de la réfraction, la hauteur solsticiale apparente sera	19	48	13

Voici maintenant comment M. Cassini fait pour comparer son Observation avec celle de Pythéas.

Il examine quelle doit être la hauteur Solsticiale du Soleil, supposé que la proportion de la hauteur du gnomon à la longueur de l'ombre soit telle que Pythéas la trouva, c'est-à-dire, comme 120 à 42 moins  $\frac{5}{12}$  (car il entend ainsi avec Xylander & Casaubon le passage de Strabon, dont il a été parlé cy-devant) & il trouve par le calcul, que si l'ombre se prend du centre du Soleil, comme on le pratiquoit anciennement; la distance entre le Zenith & le point solsticial doit être de 19<sup>d</sup> 6' 46". Mais on sçait que les anciens négligeoient les secondes.

Or on trouve d'ailleurs qu'en effet cette distance solsti-

ciale étoit de  $19^{\text{d}} 6'$  au temps de Pythéas. Car Ptolomée fait la hauteur du Pole à Marseille, de  $43^{\text{d}} 6'$ . Or il est certain qu'il avoit emprunté cette hauteur de Pole d'Eratosthene & d'Hipparque qui l'avoient eux-mêmes empruntée de Pythéas. De plus il est certain que les Astronomes au temps de Pythéas faisoient l'obliquité de l'écliptique de 24 degrez, comme il résulte de ce que dit Strabon à la fin de son second Livre. Otant donc de  $43^{\text{d}} 6'$  ces 24 degrez, il reste justement par ce second calcul  $19^{\text{d}} 6'$  comme il devoit arriver par le premier calcul, en négligeant les secondes.

Sil'on fait réflexion sur le rapport exact de ces calculs, on verra que toutes ces hypothèses se servent réciproquement de preuve l'une à l'autre. Car en comparant la proportion que Pythéas a trouvée du gnomon à son ombre, avec l'obliquité de l'écliptique, que l'on suppose, selon Strabon, avoir été reçue des anciens Astronomes; on trouve qu'il est vrai que ces anciens Astronomes faisoient la hauteur du Pole à Marseille, de  $43^{\text{d}} 6'$ ; comme en effet Ptolomée la suppose: & comparant cette même proportion trouvée par Pythéas, avec l'hypothèse que Ptolomée a prise des anciens Astronomes, de la hauteur du Pole de Marseille; on trouve qu'il est encore vrai, comme l'a dit Strabon, que les anciens faisoient l'obliquité de l'écliptique de 24 degrez. Ce qui est une preuve certaine de la vérité de toutes ces hypothèses, & ce qui merite d'être remarqué à cause des conséquences qui en résultent.

Pour revenir à la comparaison de l'Observation de Pythéas avec celle de M. Cassini, puisqu'au temps de Pythéas la distance solsticiale du Soleil au Zenith étoit à Marseille de  $19^{\text{d}} 6' 46''$ ; & que selon l'Observation de M. Cassini elle est présentement de  $19^{\text{d}} 48' 13''$ ; il y a entre ces deux Observations une différence de 41 minutes & 47 secondes, dont la distance solsticiale est présentement plus grande à Marseille, qu'elle n'étoit il y a deux mille

ans. Mais il est assez difficile de dire d'où cette différence vient ; si c'est , ou du changement de la hauteur du Pole , ou de la variation de l'écliptique , ou de tous les deux , ou peut - être , en partie , de quelque erreur arrivée dans l'Observation de Pythéas : ce que l'on pourra examiner dans un autre Mémoire.

Après avoir établi la latitude de Marseille , il reste à en déterminer la longitude. M. Cassini a tâché de la trouver par des Observations des Satellites de Jupiter , qu'il a faites de concert avec M. Chazelles Professeur Royal d'Hydrographie à Marseille , avec lequel il a correspondance pour les Observations , de même qu'avec plusieurs autres Astronomes dans les principales Villes de l'Europe.

Le 21 Novembre 1691 M. Cassini observa à Paris l'émerision du premier Satellite , de l'ombre de Jupiter , à  $8^h 55' 34''$  du soir : Et le même jour M. Chazelles observa à Marseille la même émerision à  $9^h 7' 50''$  du soir. On peut négliger la différence des secondes , parce que cette Observation fut faite à l'Observatoire par une Lunette de 34 pieds , & à Marseille par une de 18 , par laquelle on apperçoit ces émerisions plus tard de quelques secondes que par une Lunette de 34 pieds. Ainsi la différence de ces deux Observations est de 12 minutes d'heure , qui donnent 3 degrez de différence de longitude , dont Marseille est plus orientale que Paris.

Il n'y a plus qu'à déterminer la différence des méridiens de ces deux Villes le mieux qu'il sera possible , parce que c'est sur leur longitude que l'on réglerá les longitudes de toutes les autres Villes de France.

Les Géographes François plaçent le premier méridien à l'Isle-de-fer , pour se conformer à Ptolomée qui le met à la partie la plus occidentale des Canaries. Il faudroit donc , pour juger de la distance du méridien de Paris au premier méridien , avoir quelque bonne Observation faite en l'Isle-de-fer ; mais on n'en a aucune. On a bien

plusieurs Observations faites au Cap-Verd, où le Roy a envoyé exprès des Mathématiciens de l'Académie Royale des Sciences, pour observer la différence de longitude entre ce Cap & Paris : mais la différence de latitude entre le Cap-verd & l'Isle-de-fer est si grande, qu'on pourroit se tromper considérablement en déterminant la longitude d'un de ces lieux par celle de l'autre.

Tout ce que l'on peut donc faire dans cette difficulté, c'est de corriger Ptolomée avec le moins de changement qu'il sera possible. Or Ptolomée fait la longitude de Paris de 23 degrez & demi, & celle de Marseille de 24 degrez & demi. La différence est d'un degré; & selon les Observations cy-dessus rapportées elle est de 3 degrez. Diminuant donc d'un degré la longitude de Paris, elle sera de 22 degrez & demi; & ajoutant un degré à celle de Marseille, elle sera de 25 degrez & demi; chacune à un degré près de celle qui a été déterminée par Ptolomée.

La différence des longitudes de Paris & de Marseille étant bien établie, M. Cassini a verifié par de nouvelles Observations la différence de latitude entre ces deux Villes.

L'année dernière 1691, le 17 Décembre au soir M. Chazelles ayant observé à Marseille la hauteur méridienne de l'Etoile Polaire, il la trouva de 45<sup>d</sup> 39' 35"  
& le 20 du même mois M. Cassini la trou-

va à Paris de	51	11	30
La différence de ces deux Observations est	5	31	55
y ajoutant la réfraction qui est de	0	0	11
la différence corrigée sera de	5	32	6

M. Cassini & M. Chazelles ont encore fait, l'un à Paris, & l'autre à Marseille, plusieurs Observations correspondantes des hauteurs méridiennes du Soleil, la plupart desquelles Observations étant corrigées par la réfraction & par la parallaxe, sont plus grandes d'une minute & un peu davantage, que celle de l'Etoile Polaire. En voici quelques-unes.



## 64 MEMOIRES DE MATHEMATIQUE

*Hauteur du bord supérieur du Soleil.*

Le 5 Décembre , à Paris	19 <sup>d</sup>	0'	10"
à Marseille	24	33	0
Difference apparente	5	32	50
Difference corrigée	5	33	35
<hr/>			
Le 13 Décembre , à Paris	18	15	15
à Marseille	23	47	10
Difference apparente	5	31	55
Difference corrigée	5	32	40
<hr/>			
Le 17 Décembre , à Paris	18	4	0
à Marseille	23	36	45
Difference apparente	5	32	45
Difference corrigée	5	33	20
<hr/>			
Le 21 Décembre , à Paris	18	0	0
à Marseille	23	32	30
Difference apparente	5	32	30
Difference corrigée	5	33	15
<hr/>			
Le 23 Décembre , à Paris	18	1	0
à Marseille	23	33	25
Difference apparente	5	32	25
Difference corrigée	5	33	10
<hr/>			
Le 24 Décembre , à Paris	18	2	0
à Marseille	23	34	35
Difference apparente	5	32	35
Difference corrigée	5	33	20
<hr/>			
Prenant un milieu entre ces differences corrigées , on aura par le Soleil	5	33	0
Par l'Etoile Polaire	5	32	6
Difference	0	0	54
Moitié de cette difference	0	0	27
			Ajoutant

Ajoutant cette moitié à la différence des hauteurs de l'Etoile Polaire , on aura la différence moyenne 5<sup>d</sup> 32' 33"  
 Et l'otant de la vraie hauteur du Pole de Paris, laquelle a été trouvée de 48 50 10  
 La hauteur du Pole de Marseille fera de 43 17 37  
 à quatre secondes près de celle qui a été déterminée cy-devant par la premiere Observation de M. Cassini.

*DE LA MANIERE DONT LA CIRCULATION  
 du Sang se fait dans le fœtus.*

Par M. M E R R Y.

**L** Es vaisseaux du cœur sont autrement percez dans le fœtus lors qu'il est encore renfermé dans le sein de sa mere, que depuis qu'il en est sorti. Avant la naissance, il y a dans le fœtus un canal de communication du tronc de l'artère du poumon au tronc de l'aorte descendante ; & à l'entrée du cœur proche sa base il y a un trou ovale qui perce de la veine - cave dans la veine du poumon. Mais depuis que l'enfant est né, le canal de communication se dessèche, & le trou ovale se bouche : de sorte que n'y ayant plus de communication entre l'artère du poumon & l'aorte descendante, ni entre la veine-cave & la veine du poumon ; il faut nécessairement que le sang en retournant des veines dans le cœur passe de la veine - cave dans le ventricule droit du cœur, & de là dans l'artère du poumon ; & qu'après s'être répandu dans le poumon il passe par la veine dans le ventricule gauche du cœur, & de là dans le tronc de l'aorte. 31. Mars  
1692.

De ces ouvertures des vaisseaux du cœur du fœtus les Anatomistes ont tiré deux conséquences.

1<sup>o</sup>. Ils ont conclu que du sang qui passe du ventricule  
*Rec. de l'Ac. Tom. X.* I