

REMARQUES SUR LES OBSERVATIONS
des Refractions, tirées du Livre intitulé,

Refractio Solis inoccidui in Septentrionalibus oris, jussu
Caroli XI. Regis Suevorum, &c. à Joanne
Bilgerg Holmiæ. 1695.

PAR M. DE LA HIRE.

LE Roi de Suède fit un voyage à Torneo, ville située dans la partie Septentrionale de la Suède, vers le Solstice d'Été de l'année 1694. mais comme il n'arriva dans ce lieu que quelques jours après le Solstice, il donna ordre à l'Auteur de ce Livre qui l'y avoit accompagné, d'y retourner l'année suivante avec M. André Spole, Professeur de Mathématique à Upsal, & son Collegue.

1700.
13. Février.

Le 7 Juin 1695. vieux stile, ils observerent à Torneo la hauteur méridienne du Soleil de $47^{\circ}. 48'$ avec des Instrumens qui marquoient les minutes; le 8, ils la trouverent de $47^{\circ}. 49'$. & le 10 de $47^{\circ}. 50'$. Il conclut de ces Observations que la hauteur du Pôle de cette Ville est de $65^{\circ}. 43'$. en y employant la parallaxe, & négligeant la Refraction qu'il croit insensible à cette hauteur du Soleil. Il ajoute qu'il auroit souhaité de déterminer la hauteur du Pôle de cette Ville par les Etoiles circonpolaires, mais qu'il est impossible dans cette Saison-là, à cause du Soleil qui y paroît toujours sur l'Horison.

Mais comme leur principal dessein étoit d'observer le Soleil à minuit, où il paroît à l'Horison du côté du Nord, ils prirent l'occasion entre le 10. & le 11. de Juin que l'Horison se rencontra ferein de ce côté-là. Mais alors la hauteur méridienne du Soleil étant à Torneo de $47^{\circ}. 50'$. si l'on en ôte une minute de Refraction, comme on l'estime ici, & qu'on en ôte encore $23^{\circ}. 29'$. pour la déclinaison

Vieux Stile.

du Soleil, il restera $24^{\circ}. 20'$. pour la hauteur de l'Equateur, dont le complément $65^{\circ}. 40'$. fera la hauteur du Pôle de ce lieu, & par conséquent dans le Solstice d'Eté, le centre du Soleil devoit être sous l'Horison de $51'$. & son bord supérieur de $35'$. lequel a paru pourtant élevé de plus de $23'$. donc la Refraction étoit de $58'$. ce qui est presque le double de ce qu'elle paroît ici. Et quand on supposeroit la Refraction de la hauteur méridienne du double de ce que nous l'avons posée, on ne trouveroit qu'une minute de moins à la Refraction horifontale, ce qui n'est pas considérable par rapport à celle qu'on en a conclu.

Ces Observateurs poufferent plus loin vers le Nord; & le 14. du même mois étant à Kangis où sont les Forges de Fer & de Cuivre, ils virent le Soleil élevé sur l'Horison de la riviere de trois de ses diametres; mais par leur itineraire on concluroit de la distance des lieux, que les Refractions horifontales y feroient trois fois plus grandes qu'ici.

Enfin si les Refractions des Pays Septentrionaux viennent de la nature de l'air qui les augmente si fort par rapport à celles de ce Pays-ci, & qu'il soit aussi la cause du crépuscule, il n'y a pas de doute que sous le Pôle le crépuscule y fera si grand vers le Solstice d'Hyver, qu'on y pourra voir fort clair, même en l'absence de la Lune; ce qui peut être très-utile à ces peuples, dont le grand commerce se fait dans cette saison-là pour la commodité des voyages sur la glace. Mais il y a encore une Remarque à faire, laquelle est fort considérable, que la partie de l'air qui cause les Refractions, n'a point de rapport avec celle qui fait sa pesanteur, puisqu'il arrive à Stokolm & à Paris les mêmes changemens du mercure dans le tuyau du Barometre, & qu'on y a aussi observé les mêmes hauteurs à très-peu-près.



REFLEXIONS SUR LES OBSERVATIONS
faites en Botnie.

PAR M. CASSINI.

MONSIEUR le Resident de Suède m'ayant fait voir le Livre des Observations faites en Botnie près du Cercle Polaire Arctique, par le Roi de Suède, & par ses Mathématiciens; j'y fis dessus quelques réflexions que je lui communiquai, afin qu'il les pût envoyer à ceux qui avoient travaillé ou assisté à ces Observations; car il y a des choses qui demandent quelque éclaircissement pour en pouvoir faire un bon usage.

1700.
17. Février.

Je calculai de ces Observations, les Refractions du Soleil à ma manière, & je les trouvai un peu plus grandes qu'elles n'avoient été calculées par les Observateurs. Je les comparai avec celles que j'avois tirées des Observations faites par ordre du Roi à la Cayenne proche de l'Equinoxial, où je trouvai les horizontales plus petites qu'ici, quoique dans les hauteurs méridiennes du Soleil, qui en ce lieu-là surpassent toujours soixante degrés, les Refractions, qui de part & d'autre n'excèdent guères une demi-minute, ne diffèrent entre elles que de peu de secondes, dont on ne sçauroit s'assurer dans les Observations. C'est pourquoi il n'y eut pas une différence sensible dans l'usage que je fis de mes Tables de Refractions, que j'employai dans la réduction des Observations de Cayenne.

Sous le Cercle Polaire Arctique, celles qui se tirent des Observations de Suède sont un peu moins du double de celles que nous observons plus régulièrement ici. Il y en a de celles qui les donnent plus grandes du double, mais ce ne sont pas des plus certaines. Elles surpassent toujours plus de deux fois & demi celles que nous tirons des Observations de Cayenne.

40 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

Je ne voulus pas censurer la Méthode dont les Suédois se servirent pour tirer les Refractions de leurs Observations. J'ai mieux aimé expliquer celle dont je me suis servi en les trouvant un peu différentes. Je remarquai seulement les endroits où j'avois quelque difficulté dont j'attendois quelque éclaircissement avant que d'en faire le rapport à l'Académie, comme je m'y étois engagé dans la proposition des matières sur lesquelles je m'étois proposé de travailler.

N'ayant eu jusqu'à présent aucune réponse, je donne un Extrait de l'Ecrit que j'envoyai en Latin, où je n'ai pas laissé de faire quelques usages des Observations qui ont été faites avec plus d'application & d'exactitude.

LES Observations du Soleil que le Roi de Suède, & ses Mathématiciens ont fait fort proche du Cercle Polaire peuvent être d'une grande utilité dans l'Astronomie, dans la Géographie & dans la Navigation, à cause que l'on en peut déduire les Refractions du Soleil dans les confins de la Zone tempérée & de la Zone froide. Je les ai examinées avec soin, & je ne ferai pas difficulté de rapporter ce que j'en ai tiré jusqu'à présent, & de les soumettre à l'examen des personnes sçavantes, qui ont fait ces Observations.

Quoique nous ayons trouvé quelques difficultés dans l'usage que nous en avons fait, nous n'avons pas laissé de choisir celles qui nous ont paru les plus certaines, & nous avons trouvé que la Refraction horisontale montoit dans ce lieu-là au Solstice d'Eté à près d'un degré, d'où l'on pourroit construire des Tables de Refractions pour les différentes hauteurs de l'air dans ce climat, lesquelles étant comparées avec celles qui sont propres en ce Pays, pourroient donner les Refractions qui conviennent aux climats qui sont entre ce Pays-là & le nôtre, ce qui seroit d'un grand secours dans la recherche des vraies hauteurs du Soleil & des autres Astres, lorsque l'on auroit observé les hauteurs apparentes.

Nous avons des observations exactes du Soleil & des
Etoiles

Figures des Taches obscures dans le Soleil



Mem. de l'Acad. 1700 p. 30



Etoiles fixes, faites par ordre du Roi, proche de l'Equinoxial, dont nous avons tiré les réfractions à divers degrés de hauteur. Nous nous en sommes servis pour trouver la hauteur de l'air réfractif dans ce climat, & la proportion de sa densité à la rareté de l'Ether contigu, d'où nous avons calculé ensuite la réfraction horizontale, & celle qui convient à tous les degrés des hauteurs.

Nous avons trouvé que la réfraction horizontale près de l'Equinoxial étoit de deux tiers & un peu plus de celle de notre climat, & que la différence qui étoit entre les réfractions des hauteurs plus grandes, diminuoit avec une plus grande proportion, de sorte qu'elles étoient presque semblables à la hauteur de 60. degrés. Je rapporterai ici ce que j'ai pu tirer des observations faites dans le Nord par les Mathématiciens du Roi de Suède. Peut-être ai-je calculé avec plus de subtilité qu'il n'étoit nécessaire, cependant j'ai crû ne devoir rien négliger.

Je me fers de l'obliquité de l'Écliptique telle que je l'ai trouvée d'abord par mes observations, & qui a été confirmée par les observations que les Mathématiciens du Roi ont fait à la Cayenne. Je me fers aussi de la Règle des réfractions célestes par laquelle étant donné deux réfractions observées à diverses hauteurs prises dans un même lieu, je trouve par la Trigonométrie les réfractions qui conviennent à tous les degrés de hauteurs pour ce lieu, ce qui me fit connoître qu'elles étoient sensibles au-delà des termes qu'on leur avoit donné, & qu'elles ne finissoient qu'au Zenith. [Par cette Règle l'on voit autant qu'on le peut vérifier, que la réfraction qui convient à 48^d dans les Pays Septentrionaux, monte à une minute & demie.] Je me fers enfin du demi-diamètre du Soleil, tel qu'il résulte de mes observations dans le Solstice d'Été.

Je suppose que le Solstice d'Été de l'année 1695. est arrivé à Boulogne le 20. Juin à 21 heures 42. minutes après midi, tel que M. Mezavachis l'a supputé dans ses Ephémérides tirées de mes Tables. Le Globe de Blaeu, marque Torneo plus Oriental que Boulogne de 11. degrés,

42 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE
 c'est-à-dire, de 44. minutes d'heures. Le Solstice est donc
 arrivé à Torneo le 20. Juin à 22^h 26' après midi.

A T O R N E O. 1695.

Le 7. Juin, vieux stile, la plus grande hauteur du So-
 leil, 47^d 48'

Le 8. Juin, 47 49

Le 10. Juin, 47 50

Les différences de ces hauteurs, ayant égard à la décli-
 naïson, s'accordent dans la minute.

Si l'on se sert de la dernière observation qui fut faite
 22^h 26' avant le Solstice, il faut avoir égard à la variation
 de la déclinaïson qui convient à ce tems, & qui est de
 12" qu'il faudra retrancher de l'obliquité de l'Écliptique
 de 23^h 29' 0", & l'on aura la déclinaïson du Soleil pour le
 midi du 10. Juin vieux stile de 23^d 28' 48".

Le 10. Juin.

Hauteur Méridienne apparente du Soleil 47^d 50' 0"

Parallaxe du Soleil qui convient à cette hauteur, 7

Hauteur corrigée par la Parallaxe, 47 50 7

Réfraction, 1 25

Hauteur véritable du Soleil, 47 48 42

Déclinaïson du Soleil, 23 28 48

Hauteur de l'Equinoxial, 24 19 54

Hauteur du Pôle à Torneo, 65 40 6

Elle est marquée à la Page 42. de 65 43 0

Ils observerent à minuit après le 10. Juin, que presque
 les trois quarts du disque du Soleil étoient sur l'horizon
 & un quart au-dessous, de sorte que le centre du Soleil
 étoit élevé sur l'horizon d'un quart de son disque, c'est-à-
 dire, de 7' 55" supposant le diamètre du Soleil de 31' 40"
 comme il est dans le Solstice d'Été.

La basseffe de l'Equinoxial au-dessous de l'horizon vers
 le Nord qui est égale à la hauteur de l'Equinoxial sur l'hor-
 zon vers le Midi, est de 24 19 54

si l'on en retranche la déclinaison qui étoit alors de $23^{\circ} 28' 58''$
 l'on a la bassesse du centre sous l'horizon véritable
 de $0^{\circ} 50' 56''$
 Parallaxe horizontale du Soleil, $10''$
 donc bassesse du centre du Soleil sous l'horizon
 artificiel de $0^{\circ} 51' 6''$
 mais le centre du Soleil paroïssoit élevé sur l'horizon
 de $0^{\circ} 7' 55''$
 donc à la hauteur apparente du Soleil de $0^{\text{d}} 7' 55''$ la réfraction étoit de $0^{\text{d}} 59' 2''$, supposant que l'horizon sensible fût le même que l'artificiel, comme il est marqué à la page 12. 44. sans cela comme le Roi (*v. p.* 12.) & les Mathématiciens (*v. p.* 44.) avoient observé le Soleil d'une Tour, dont la hauteur est de près de 100. pieds, l'horizon Physique auroit dû paroître 10. ou 11. minutes au-dessous de l'horizon artificiel.

Il seroit donc à souhaiter que l'on eût observé avec les instrumens la hauteur ou la bassesse de l'horizon sensible, ou du moins la hauteur du bord supérieur du Soleil au-dessus de l'horizon artificiel. Peut-être l'ont-ils fait, & n'ayant pas trouvé de différence sensible entre l'horizon apparent & l'artificiel; ils ont négligé d'en tenir compte, de sorte que nous ne pouvons avoir aucun égard à cette différence.

A P E L L O.

Dans une cabane de Pello, qu'ils disent être éloignée de Torneo de 10. milles antiques, ils observerent à minuit après le 11. que le disque du Soleil étoit non-seulement tout entier sur l'horizon, mais même qu'il paroïssoit élevé de deux diamètres de son disque, ce qu'ils estiment être 60. minutes, & ils ajoutent que la hauteur du centre du Soleil étoit à 45. minutes, d'où il paroît que la hauteur de 60' fut celle du bord supérieur du Soleil.

Retranchant de cette hauteur de $0^{\text{d}} 45'$ la refraction de Tycho qui est de 30. minutes, l'on auroit la véritable hauteur du centre du Soleil de $0^{\text{d}} 15'$. Cependant ils concluent,

que le bord inférieur du Soleil ôtant la réfraction, étoit élevé de 15. minutes sur l'horizon.

Ils employèrent un jour & demi à retourner de Kengis à Torneo, qui en est éloigné de 16. milles.

La Latitude de Torneo par leur calcul est de $65^{\text{d}} 43'$

Et la Latitude de Kengis, $66 45$

La différence est de $1^{\text{d}} 2'$

de sorte que supposant que leur chemin fût sur la méridienne, ils donnent à chaque mille environ 4. minutes.

Si l'on suppose que les milles antiques de Torneo à Pello soient de la même grandeur que celles-ci, & que la distance soit proportionnelle à la différence de Latitude, l'on aura la différence de Latitude de Torneo à Pello de $0^{\text{d}} 39'$

mais la hauteur du Pôle à Torneo, selon eux, est de $65 43$

donc la hauteur du Pôle de Pello fera de $66 22$

& la hauteur de l'Equateur de $23 38'$

mais à minuit après le 11. la déclinaison du Soleil fut

de $23 29$

donc la basseté véritable du centre du Soleil sous

l'horizon, est de $0 9'$

mais la hauteur apparente du centre du Soleil étoit

de $0 45$

donc à la hauteur apparente de $0^{\text{d}} 45'$ la réfraction étoit

de $0^{\text{d}} 54'$

A K E N G I S.

Ils arrivèrent le 14. Juin avec beaucoup de peine aux Mines de fer & de cuivre de Kengis, & ils virent des bateaux où ils étoient, le Soleil élevé de trois diamètres de son disque sur l'horizon.

Le 15. à $10^{\text{h}} 15.$ ayant pris avec leur Astrolabe la hauteur du Soleil, ils supputèrent la hauteur du Pôle de ce lieu un peu plus grande que $66^{\text{d}} 45.$ Ils n'expliquent point la manière dont ils se servirent pour la déterminer, mais parce qu'ils avoient établi la Latitude de Torneo plus grande de 3. minutes ou environ, que nous n'avons trouvé par leurs observations, nous pouvons retrancher 3. minutes.

de cette Latitude estimée de $66^{\text{d}} 45'$ & déterminer la Latitude de Kengis de $66^{\text{d}} 42'$

La minuit après le 14. la déclinaison du Soleil étoit de $23^{\text{d}} 25'$

Mais la bafesse de l'Equateur corrigée, est de $23 18$

Donc la hauteur véritable du centre du Soleil sur l'horizon est de $0 7'$

Mais la hauteur apparente du centre du Soleil étoit de $1^{\text{d}} 15'$

Donc à la hauteur apparente de $1^{\text{d}} 15'$. la réfraction étoit à Kengis de $1^{\text{d}} 8'$

Le Soleil ayant paru tout entier dans ces deux observations, & la hauteur du Soleil ayant été estimée en diamètres du Soleil, il y a apparence qu'ils ont comparé cette hauteur avec le diamètre vertical qui est dans le cercle de hauteur, lequel se retressit par la réfraction, & alors cette dernière observation s'accorderoit mieux aux précédentes.

Ils rapportent qu'à Kengis où l'on voyoit le Soleil élevé de 3 . diamètres de son disque sur l'horizon, il est démontré très-clairement qu'ils ont vu le Soleil entièrement dégagé de la réfraction; mais l'on ne voit pas bien comment ils ont pû le conclure, puisque par le calcul que je viens de rapporter, l'on trouve que la réfraction est plus grande à Kengis que dans les deux autres lieux précédens, quoique la hauteur soit plus grande.

L'on souhaiteroit aussi de sçavoir comment il faut entendre ce qu'ils disent (*v. p. 70.*) que dans la Cabane de Pello l'on auroit vu le bord inférieur du Soleil avant la réfraction élevé de 15 . minutes sur l'horizon, puisqu'ils ont marqué que par l'observation le centre du Soleil avoit paru élevé de 45 . minutes sur l'horizon, d'où en retranchant la réfraction qu'ils supposent de 30 . minutes, l'on auroit la hauteur du centre du Soleil corrigée par la réfraction de 15 . minutes, & non pas la hauteur du bord inférieur du Soleil, qui par ce calcul devoit toucher l'horizon.

L'on a aussi quelque difficulté sur ce que (*page 44.*) il est marqué que le disque du Soleil ne paroissoit pas seule-

ment entrer sur l'horizon, mais même qu'il étoit élevé de deux diamètres de son disque. Car l'on feroit porté à concevoir qu'il y avoit deux diamètres du Soleil entre le bord inférieur du Soleil & l'horizon, s'il ne résulroit d'ailleurs de ce qui est marqué (à la page 70.) de la hauteur du centre de 45. minutes.

Ce que nous marquons ici est digne d'éclaircissement, si on peut l'avoir de ces Messieurs qui ont travaillé aux observations ou qui y ont assisté.

Pour examiner la réfraction d'une minute 25. secondes que nous avons employé à la hauteur apparente de $47^{\text{d}} 50'$, nous nous servons de la proportion de la hauteur de l'air réfractif au demi-diamètre de la terre que nous supposons être comme 6095. à 10,000,000, laquelle à la hauteur de $7' 55''$, ou à la distance du Zenith de $89 52 5$ donne l'inclinaison du rayon visuel à la surface de l'air de $87^{\text{d}} 59' 44''$; y ayant ajouté la réfraction observée à Torneo de $59' 0''$, l'on a l'inclination du rayon extérieur à la même surface de $88^{\text{d}} 58' 44''$, & comme le Sinus de $89 52' 0.$ est au Sinus de $87 59 44$, ainsi le Sinus de $42^{\text{d}} 10'$ complément de la hauteur de $47^{\text{d}} 50'$ au Sinus de $42^{\text{d}} 8 7.$

Et comme le Sinus de $87^{\text{d}} 59' 44''$ est au Sinus de $88^{\text{d}} 58' 44''$, ainsi le Sinus de $42^{\text{d}} 8' 7$ est au Sinus de $42^{\text{d}} 9' 32$ la différence qui est de $1' 25''$ est la réfraction à la hauteur donnée.

De la même manière l'on trouve la réfraction horizontale à Torneo de $59' 18''$.

Nous nous fions plus aux observations de Torneo qu'aux autres à cause que la hauteur du Pole y a été prise avec plus d'exactitude que dans les autres lieux; c'est pourquoi nous en avons tiré la réfraction horizontale.

Il seroit important d'observer à Torneo dans l'endroit où l'on a vu le Soleil à minuit, s'il y a quelque différence entre l'horizon sensible & l'artificiel.

Et afin de n'être pas obligé d'employer la hauteur de l'air réfractif tirée des observations faites ailleurs, il faudroit prendre à Torneo des hauteurs méridiennes du Soleil, lorsqu'il est vers le milieu du Scorpion & d'Aquarius,

où il est élevé à Torneo de 7 ou 8 degrés, pour pouvoir les comparer avec les horizontales, & en tirer la hauteur de l'air réfractif & la proposition de la densité de l'air à celui de l'éther, qui sont les deux élémens nécessaires pour déterminer les réfractions à toutes les hauteurs.

SUR L'AFFECTATION DE LA PERPENDICULAIRE, remarquable dans toutes les tiges, dans plusieurs racines, & autant qu'il est possible dans toutes les branches des Plantes.

PAR M. DODART.

ON voit assez qu'il faut que les Plantes soient droites & à plomb pour se soutenir plus aisément, & pour porter leurs fruits; mais il s'agit de sçavoir, non pour quelle fin cela se fait, mais comment, & par quelles causes.

Le fait tout seul fournit des circonstances assez remarquables pour mériter d'être remarquées, quand même elles seroient inexplicables; car la seule Histoire de la nature fait la plus grande & la plus considérable partie de la Physique.

1. Presque toutes les tiges & les racines naissent coudées fouterre; cependant les tiges en sortent droites, & un très-grand nombre de racines s'y enfoncent à plomb, & toutes fuient l'air, & prennent toujours le bas.

2. Les Plantes qui sortent transversalement d'un sol escarpé se redressent dès qu'elles sont à l'air, & se tapissent contre le sol escarpé d'où elles sortent, si leur tige a dès-lors des fibres assez fermes.

3. Sinon, leur propre poids leur ayant fait faire un coude en les abbatant, elles se redressent à quelque tems de-là, mais en faisant un second coude sans rectifier le premier.

1700.
20. Février.

I.
Exposition
générale du
fait.

II.
Circonstan-
ces du fait qui
le rendent
plus considé-
rable.

V. la I. Fig.
de la seconde
Table.

V. la II. Fig.
de la seconde
Table.