

**LES OBSERVATIONS
DE L'EQUINOXE
DU PRINTEM S**

*De cette année 1703, comparées avec les plus
anciennes.*

PAR M. CASSINI.

LEs observations des Equinoxes les plus récentes ; comparées avec les plus anciennes, sont censées les plus propres pour déterminer la grandeur de l'année Equinoxiale. Car les erreurs auxquelles ces observations sont exposées étant partagées dans la multitude d'années qui sont entr'elles, restent d'autant plus imperceptibles en chacune, que le nombre en est plus grand.

1703.
18. Avril.

L'observation de l'Equinoxe du Printems de cette année 1703, que nous venons de faire à l'Observatoire Royal, est éloignée de 47 ans de celle que nous fîmes l'an 1656 à Bologne avec notre grand Gnomon, dont la perpendiculaire est de 1000 pouces du pied de Paris. Elle fut alors donnée au public, & ensuite insérée dans l'Astronomie réformée du P. Riccioli. Ces observations comparées ensemble peuvent servir à déterminer la grandeur de l'année Solaire en ce siècle, autant que cela se peut par des observations faites par la même personne avec une grande attention.

Cette même observation est éloignée de la plus ancienne des observations de l'Equinoxe du Printems que nous ayons de 1848 ans. C'est celle qu'Hipparque fit la 32 année de la troisième Période de Calippus, que Ptolomée rapporte à la 602 Egyptienne depuis Nabonassar, & nos Chronologistes à l'année 146 avant l'Epoque de

Mém. 1703.

F

J. C. dans la forme Julienne. La comparaison de cette observation & des autres qui la suivent avec les nôtres , peut donc servir à trouver la grandeur de l'année moyenne avec la plus grande précision que l'on peut avoir présentement ; & la comparaison des extrêmes avec les autres peut servir à examiner s'il y a des inégalités en divers siècles.

Cette recherche est d'une importance d'autant plus grande que présentement le saint Siège sur les motifs qui lui ont été représentés par ordre du Roi , fait examiner l'Etat présent du Calendrier Romain par une Congrégation de Sçavans , parmi lesquels Sa Sainteté a placé un Sujet de cette Académie Royale des Sciences.

Pour sçavoir à quel degré de justesse nous pouvons aspirer par cette comparaison , nous examinerons en premier lieu les observations d'Hipparque. Elles furent faites par des Armilles ou Cerceaux de bronze , qui avoient été placés pour ces sortes d'observations dans un Portique d'Alexandrie dans le Plan de l'Equinoxial. Ce qui avoit été exécuté , comme l'on dit , du regne de Ptolomée Evergete , sous la direction d'Eratosthènes son Bibliothécaire , Mathématicien très-célèbre. Au jour de l'Equinoxe la convexité de l'Armille exposée au Soleil faisoit ombre à la concavité opposée. Cette ombre étoit plus étroite que la largeur de l'Armille , à cause de la grandeur apparente du Soleil qui diminueoit l'ombre de part & d'autre , & l'on jugeoit que c'étoit l'Equinoxe lorsque le milieu de la largeur de l'ombre concouroit avec le milieu de la largeur de l'Armille , de sorte que ses bords étoient également éclairés de part & d'autre.

Quand l'Equinoxe arrivoit de nuit , on comparoit l'illumination du jour précédent avec celle du jour suivant , & à proportion de la variation journalière , on calculoit le tems de l'Equinoxe. La variation de l'ombre dans l'Armille se faisoit si lentement , qu'elle n'étoit point évidemment sensible d'une heure à l'autre. On y trouvoit même quelque inégalité dans son progrès journalier , qui s'ap-

percevoit par les grands instrumens. Hipparque qui n'aspiroit qu'à la subtilité qu'il croyoit possible, se contentoit ordinairement de déterminer les Equinoxes à un quart de jour près. Ainsi il ne leur assignoit que le matin, le soir, le midi, & le minuit; & dans les Equinoxes d'Automne il remarque souvent que l'observation d'un Equinoxe différoit d'un quart de jour de l'observation précédente, ce qui en trois fois monta à son compte à trois quarts de jour. Mais dans les Equinoxes du Printems il n'y eut pas de si grandes différences. Seulement dans la première observation qui fut faite avec beaucoup d'attention le 27 de Mekir, qui se rapporte au 24 Mars Julien, 21 Mars Gregorien, (ayant étendu l'une & l'autre forme d'année à ce tems-là,) Hipparque marqua l'Equinoxe au matin, & observa que 5 heures ou environ après, les Armilles étoient également éclairées de part & d'autre; de sorte, dit-il, qu'il y eut une différence d'environ 5 heures entre ces deux observations du même Equinoxe.

Les Modernes attribuent cette différence aux réfractions, qui élevant le Soleil le matin, le firent paroître à l'Equinoxial de meilleure heure qu'il n'y fut effectivement; & cessant, ou se réduisant à peu de chose cinq heures après, laisserent voir le Soleil à l'Equinoxial où il étoit avec plus d'évidence. Le rapport de cette observation du 24 de Mars de l'année Julienne 146 avant l'Époque de J. C. est évident; parce qu'ayant calculé pour ce jour-là le lieu moyen de la Lune par les Tables modernes accommodées aux années Juliennes & à l'Époque de J. C. où elle ne retourne au même jour de l'année à 7 ou 8 degrés près, qu'après 19 années, on le trouve au même degré que par les Tables de Ptolomée accommodées aux années Egyptiennes & à l'Époque de Nabonassar. Deux autres observations de l'Equinoxe du Printems qu'Hipparque fit aux années suivantes, s'accordoient à montrer qu'en 4 années Egyptiennes de 365 jours, les Equinoxes retardent à peu près d'un jour.

Car onze ans après la première observation, la 43^e de

la troisième période Calippique, Hipparque observe l'Equinoxe du Printemps après le minuit entre le 29 & le 30 de Mekir, plus tard dans l'année Egyptienne que le premier Equinoxe de 2 jours & environ trois quarts; & après 7 autres années, la 50 de la même période, il observa l'Equinoxe le premier jour de Phamenot, qui concourt avec le 23 Mars Julien, 20 Gregorien au coucher du Soleil, un jour & trois quarts plus tard dans l'année Egyptienne, que le second Equinoxe. Ainsi en comparant ces observations ensemble, il trouvoit qu'elles s'accordoient toutes à montrer que les Equinoxes retardent d'une année à l'autre d'un quart de jour. D'où l'on voit que dans le premier Equinoxe il préféra la première observation faite le matin, à celle qui fut faite le même jour à 5 heures. Ce que Ptolomée fit aussi dans l'usage qu'il fit de cette observation d'Hipparque. Mais il ajoute que dans ces observations il se peut glisser quelque erreur qui monte à un quart de jour.

L'erreur de 6 heures qui font 21600 secondes, partagée en 1848 années, qui sont entre la première observation d'Hipparque & la dernière des nôtres, donne à chaque année presque 12 secondes, qui seroit l'erreur à laquelle seroit exposée la grandeur de l'année, tirée de la comparaison des observations d'Hipparque avec les nôtres, qui peut être encore augmentée de l'erreur à laquelle les nôtres sont exposées. C'est la plus grande justesse à laquelle on puisse avoir la grandeur de l'année, en comparant les observations anciennes avec les plus modernes. Ce seroit donc en vain que par cette comparaison l'on prétendroit de déterminer avec assurance la grandeur de l'année Solaire plus précisément qu'à un cinquième de minute d'heure près. Il est vrai que dans les calculs l'envie d'une plus grande justesse nous porte au-delà des secondes, & même des tierces: mais ces subtilités d'Arithmétique ne suppléent point à celle qui manque aux observations Astronomiques.

Parmi diverses méthodes que nous pratiquons de déterminer les Equinoxes, il a fallu nous en tenir cette année à celle que les Modernes pratiquent communément,

de le trouver par le moyen des hauteurs Méridiennes du Soleil, corrigées par la réfraction & par la parallaxe, & comparées avec la hauteur de l'Equinoxial : le tems n'ayant pas été propre pour en pratiquer d'autres qui demandent plusieurs observations faites en diverses heures de plusieurs jours avant & après l'Equinoxe.

Nous y avons employé les mêmes réfractions, les mêmes parallaxes & la même hauteur de l'Equinoxial que nous avons donnée dans le Livre des voyages de l'Académie. Car quoiqu'on y trouve quelque peu de différence d'une année à l'autre, elle revient souvent à la même, & ces Elémens sont comme moyens entre les excès & les défauts qu'on y trouve quelquefois.

Par cette maniere en comparant ensemble les observations des hauteurs Méridiennes faites plusieurs jours avant, & plusieurs jours après ; & corrigeant les unes par les autres, nous avons trouvé l'Equinoxe du Printems de cette année 1703 le 21 de Mars à 8 heures du matin. Ce seroit à Alexandrie vers les 10 heures du matin, qui sont 4 heures après le lever du Soleil. Nous négligeons ici quelques minutes dont il est inutile de tenir compte dans la comparaison de nos observations avec les anciennes d'Hipparque, dans lesquelles ce grand Astronome ne tenoit ordinairement compte que des quarts de jours, & déclare que ces observations sont sujettes à l'erreur d'un quart de jour. Cette heure est entre la première & la seconde des observations du premier Equinoxe du Printems faites par Hipparque, une le matin & l'autre sur les 5 heures du jour, & approche plus de la seconde, que les Modernes préfèrent à la première.

Nous avons déjà dit que le jour de cette observation d'Hipparque fut le 21 de Mars dans la forme Gregorienne. En voici la preuve. Dans la forme Gregorienne les centièmes années, à la réserve des 400^{mes} après l'Epoque de J. C. sont communes, & ont un jour de moins que 100 Juliennes. Suivant cette règle prolongée en arriere, depuis l'observation d'Hipparque jusqu'à la nôtre en 1848.

années Grégoriennes il y auroit eu 14 centièmes années communes. Car la centième avant l'Epoque de J. C. auroit été commune, & depuis l'année de J. C. jusqu'à 1600 après, il y auroit eu 12 centièmes communes. L'année 1700 fut aussi commune, ce qui fait en tout 14 centièmes années communes, qui ôtent 14 jours à 1848 années Juliennes, pour les égaler à 1848 années Grégoriennes. Or puisque la premiere observation d'Hipparque fut faite le 24 Mars Julien, & la nôtre le 10 Mars Julien; il y eut entre ces observations & la nôtre 1848 années Juliennes moins 14 jours. Il y eut donc 1848 années Grégoriennes entieres, qui par conséquent se terminent au même jour du mois Gregorien. Notre observation fut au 21 Mars Gregorien. Donc celle d'Hipparque fut aussi au 21 Mars Gregorien. Ce qu'il y a encore de particulier dans la comparaison de ces observations, est qu'elles sont arrivées dans les deux formes aux années qui précèdent les Bissexiles immédiatement, & au même jour de la semaine. L'on sçait que les mêmes jours de la semaine retournent aux mêmes jours des années Juliennes, après chaque période de 28 années Juliennes, qu'on appelle le Cycle Solaire. En 1848 années il y a 66 de ces Cycles Solaires. Donc les mêmes jours de la semaine retournent après 1848 années Juliennes entieres. Mais ce nombre d'années Juliennes excède un pareil nombre d'années Grégoriennes de 14 jours, qui font deux semaines entieres. Ces deux Equinoxes sont donc arrivés le même jour de la semaine, qui fut Mercredi le 21 de Mars. Il y a donc eu entre la plus ancienne des observations des Equinoxes du Printems que nous ayons, & la derniere des nôtres arrivée fort près de la même heure, non-seulement un nombre d'années Grégoriennes entieres, mais aussi un nombre de semaines entieres. L'intervalle entre ces observations, aussi-bien que sa moitié, peut donc être pris pour une Période Chronologique, composée d'années Solaires Astronomiques & de semaines entieres, & pourroit servir à l'usage Ecclésiastique.

Il est aisé présentement de tirer de ces observations la grandeur de l'année Equinoxiale. Car puisque les Equinoxes ont anticipé de 14 jours en 1848 années Juliennes, ou de 7 jours en 924 de ces années, ils ont anticipé d'un jour en 133 années & $\frac{2}{7}$. La correction Gregorienne suppose l'anticipation d'un jour en 133 années Juliennes & un tiers, qui est en raison de 3 jours en 400 années. En partageant 7 jours en 924 années, il vient à chaque année l'anticipation de $10' 54'' \frac{1}{3}$, d'où la grandeur de l'année résulte 365 jours 5 heures $49' 5'' \frac{3}{4}$.

Nous parlons ici de la grandeur apparente que les Astronomes modernes distinguent de la grandeur moyenne, après la découverte du mouvement de l'Apogée du Soleil inconnu à Ptolomée & à Hipparque. On démontre que la diverse situation de l'Apogée depuis Hipparque jusqu'à présent est cause que l'Equinoxe véritable du Printemps anticipe présentement plus que le moyen, qui retarde à l'égard du véritable; ainsi l'anticipation de l'Equinoxe moyen diminue.

Cette anticipation est diverse suivant diverses Tables. Suivant les nôtres & les autres plus modernes, elle n'excede point 3 heures & trois quarts, qui est au-dessous de l'ambiguité des observations anciennes. Si on en veut tenir compte, cette différence en 1848 années donnera 7 secondes à ajouter à l'année ci-dessus trouvée de 365 jours 5 heures $49' 5''$, & la grandeur de l'année fera de 365 jours 5 heures $49' 12''$ comme la Gregorienne, à laquelle par conséquent il n'y a rien à changer, si ce n'est dans la distribution des années Bissextiles parmi les communes. Dans chaque Période de 400 années qui ramene précisément les Equinoxes à la même heure & minute du même jour de l'année, selon la distribution présente des Bissextiles dans les années Gregoriennes, il y a une variation qui monte à deux jours, & plus de quatre heures.

Nous avons proposé dans les Journaux des Sçavans une maniere facile d'empêcher que cette variation des Equinoxes, qui retardent d'une année commune à l'autre de

5 heures 49 minutes, n'excède jamais un jour entier. C'étoit de laisser Biffextiles toutes les quatre centièmes comme dans la forme Gregorienne, aussi-bien que les quatrièmes d'après jusqu'à la 33, qui seroit commune à l'ordinaire, & rameneroit l'Equinoxe à la même heure du même jour de l'année. C'est pourquoi après chaque 33^e année on recommenceroit une période semblable, qui ne seroit interrompue qu'aux quatre-centièmes années.

Par cette règle la variation des Equinoxes n'arriveroit jamais à un jour entier, & les autres centièmes années serteroient communes comme dans la forme présente Gregorienne, qui à la vérité, dans l'usage civil, est plus commode que cette forme plus exacte, que nous avons proposée autrefois dans les Journaux.

Nous venons de recevoir les observations faites dernièrement à Rome par le grand Gnomon, que le Pape y a fait construire pour les observations du Soleil à l'usage du Calendrier. M. Maraldi nous a envoyé celles du 21 & 22 de Mars, qui étant comparées ensemble donnent l'Equinoxe au 21 à 9 heures 4 minutes du matin. Ce seroit à Paris à 8 heures 23 minutes; la différence des Méridiens entre Paris & Rome ayant été trouvée par les observations des Eclipses, & particulièrement par celles des Satellites de Jupiter de 41 minutes.

Il est donc arrivé par les observations de Rome 23 minutes plus tard que nous ne l'avions déterminé par celles de Paris. C'est une différence qui dépend de 23 secondes dans les hauteurs méridiennes du Soleil, que l'on a prises avant & après de part & d'autre, qui est extrêmement difficile à éviter, partie par la diversité des instrumens toujours sujets à quelque peu d'erreur, partie par la diversité des réfractions. Mais cette différence partagée dans la multitude des années échues depuis les plus anciennes observations que nous ayons, ne varie pas la grandeur d'une seconde entiere.

L'année Gregorienne est donc aussi juste qu'on la puisse avoir, par la comparaison des observations les plus anciennes,

ciennes, faites par les Armilles avec les plus modernes faites par ce Gnomon. Il est beaucoup plus grand que celui que le Pape Gregoire XIII. fit faire pour le même usage au Vatican. Il y a aussi lieu de le supposer plus exact ; Sa Sainteté y ayant employé M. Bianchini, qui est un Prélat très-versé dans les observations Astronomiques, & M. Maraldi de cette Académie Royale, qui travaille depuis long-tems à l'Observatoire Royal, & qui a mérité d'être aggrégé à la Congrégation du Calendrier. Une affaire de cette importance, où l'on employe les Maîtres de l'art, demande l'inspection immédiate du Ciel faite avec toutes les circonspections. C'est ce que Sa Sainteté a voulu faire connoître à tout le monde & à la postérité, par une Médaille où ce Gnomon est figuré avec ces mots : *Gnomone Astronomico ad usum Calendarii constructo*. L'Equinoxe de cette année qui est arrivé le 21 de Mars, où il retournera en ce siècle 8 fois en 33 années, fait assez voir que l'Epoque Grégorienne des Equinoxes n'est pas mal prise.

Nous avons aussi démontré dans les Journaux, que la grandeur du mois lunaire Grégorien, qui suppose l'anticipation des nouvelles Lunes dans le Cycle de 19 années, de 8 jours en 2500 années Juliennes, est conforme à celle qui se tire des meilleures Tables Astronomiques, & de la comparaison des observations des Eclipses les plus anciennes avec les plus modernes, qui vaut mieux que toutes les Tables.

Il n'y reste donc qu'à conformer les Epoques des mois Ecclésiastiques aux Astronomiques de la manière qu'elles y étoient conformes au siècle du Concile de Nicée, auquel le Pape Gregoire XIII. entreprit de les conformer. Car son dessein ne fut pas suivi de ses Mathématiciens dans l'établissement de l'Epoque Lunaire, ayant remis les nouvelles Lunes Ecclésiastiques au commencement des Cycles au jour d'après les Astronomiques, ce qui retarde la Pâque quelquefois d'une semaine, comme il est arrivé cette année 1703, quelquefois l'anticipe de 4

semaines, comme il arrivera l'année prochaine 1704, si l'on tolere cette différence. C'est ce que le Roi fit représenter il y a trois ans par M. le Prince de Monacho, alors son Ambassadeur à Rome, & qui a porté le Pape à instituer la Congrégation du Calendrier qui a tenu plusieurs séances sur cette affaire. L'Académie qui a avec elle une correspondance continuelle, en attend la conclusion, suivant l'intention de Sa Majesté, pour s'y conformer dans les réponses aux consultations étrangères sur ce sujet.

Nous avons depuis reçu les observations de ce même Equinoxe faites à Bologne par M. Manfredi, par notre grand Gnomon de saint Petrone, qui le donnent au même tems que nous l'avons observé à Paris, la réduction étant faite par la différence des Méridiens déjà établie par les Eclipses des Satellites de Jupiter.

*LE THERMOMETRE
réduit à une mesure fixe & certaine, & le
moyen d'y rapporter les observations faites
avec les anciens Thermomètres.*

PAR M. AMONTONS.

1703.
18. Avril.

NOUS convenons facilement que la chaleur est la cause générale de tous les effets & de toutes les productions qui se font sur la terre, & que sans elle tout n'y seroit qu'une masse sans mouvement même dans ses parties.

La chaleur étant donc, pour ainsi dire, l'ame de la nature, il est très-utile aux Physiciens de la sçavoir mesurer avec exactitude, & nous ne pouvons par conséquent disconvenir que les instrumens qui peuvent servir à en déterminer avec précision les différens degrés, ne soient de la dernière utilité dans l'étude de la Physique