

gente d'un angle multiple , à celles de ses soumultiples quelconques. Si, par exemple, ayant la Tangente d'un angle, on veut avoir celle du tiers de cet angle, il ne faut que prendre la Formule qui appartient à la Tangente de l'angle triple, la Tangente du tiers de cet angle y est nécessairement comprise, & on l'en tire par une seule équation. Les Tangentes des soumultiples de l'angle droit se présentent en un moment, car la Tangente de l'angle droit étant infinie, & par conséquent le dénominateur de la fraction qui l'exprime égal à zero, si l'on veut, par exemple, la Tangente de l'angle de 45, il faut prendre la Formule de la Tangente de l'angle double, qui est alors le droit, & en égalant son dénominateur à zero, on voit aussi-tôt la Tangente de 45 qui vient égale au Rayon.

SUR LES FORCES CENTRALES

DES PLANETES.

V. les M.
P. 347.
* P. 76.

Nous avons avancé dans l'Histoire de 1703. * que les Forces centrales étoient un sujet que l'on pourroit désormais mettre à part comme épuisé. Il paroît l'être effectivement, & ce que M. de Varignon donne ici n'est point une augmentation d'une Theorie qui est incapable d'en recevoir, puisqu'elle est infiniment générale, c'est seulement une nouvelle application, mais qui merite presque d'être mise au même rang que si c'étoit une augmentation véritable.

* pag. 89.
& 90.

Il a été prouvé dans l'Histoire de 1700. * que la Force centrale d'un Corps qui se meut en ligne droite, par exemple, la pesanteur d'un Corps qui tombe & tend au centre de la Terre, suppose qu'elle soit constante, & continuellement appliquée, doit s'exprimer par une Division ou fraction dont le Numerateur est l'infiniment petit de l'infiniment petit de l'espace parcouru dans un temps

infiniment petit & le Dénominateur le quarré de ce temps. Mais si l'on considère les Forces centrales dans des mouvements faits par des lignes courbes, alors, ainsi qu'il a été dit dans cette même Histoire *, ces Forces, quoique constantes en elles-mêmes, ont une action inégale, selon que la direction ou la ligne droite par laquelle elles font tendre le Mobile à un centre, est plus ou moins oblique à l'arc de la Courbe décrit pendant chaque instant. C'est-là toute la différence des Forces centrales considérées dans des mouvements rectilignes, ou dans des mouvements curvilignes. Or il est très-aisé de faire voir que dans ces derniers mouvements, l'action de la Force centrale est d'autant moins oblique à l'arc de la Courbe décrit pendant un instant infiniment petit, ou, ce qui revient au même, est d'autant plus forte, que cet arc est plus grand par rapport à l'infiniment petit de la ligne droite tirée du point de la Courbe où est alors le Mobile au centre auquel il tend. Par conséquent l'inégalité de l'action de la Force centrale dans un mouvement curviligne doit s'exprimer par une fraction dont le numerateur est un arc quelconque de la Courbe infiniment petit, & le dénominateur l'infiniment petit de la ligne droite correspondante par laquelle agit la Force centrale. Donc cette fraction multipliée par celle qui convient aux Forces centrales considérées dans les mouvements rectilignes, exprime les Forces centrales des mouvements curvilignes, accompagnées de l'inégalité de leur action. Il seroit inutile de faire observer que dans ces derniers mouvements les espaces parcourus qui font le numerateur de la premiere fraction, ne peuvent être que des infiniment petits du second genre des arcs de la Courbe. Les deux fractions ainsi multipliées l'une par l'autre, font la Formule generale de Monsieur Varignon pour toutes les Forces centrales possibles des mouvements curvilignes.

Il n'étoit plus question que d'appliquer à cette Formule différentes Courbes, & de voir quelles Forces centra-

les en résultoient. C'est-là, comme on l'a déjà veu, ce que M. Varignon a exécuté dans une assez grande étendue. Sur tout il a examiné les Forces centrales qui devoient naître du mouvement des Planetes sur les différentes Courbes que leur assignent differents Astronomes; les deux principales sont l'Ellipse ordinaire ou de Kepler; & celle de M. Cassini, dont on a marqué la différence dans l'Hist. de 1700. * Selon l'une & l'autre hypothese, des Ellipses décrites par les Planetes sont telles que le Soleil est un des foyers de chacune, ou, ce qui est la même chose, un foyer commun à toutes.

* p. 96.

Il suit de-là necessairement que le mouvement des Planetes est excentrique au Soleil, & qu'elles ont toutes un Aphelie & un Perihelie; c'est-à-dire, deux points de leur Ellipse diametralement opposez, dont l'un est plus éloigné du Soleil & l'autre plus proche que tout autre. Il est constant chez les Astronomes que cet Aphelie & ce Perihelie sont mobiles, & que si une Planete dans une de ses révolutions a son Aphelie à un certain point du Ciel, elle ne l'a plus au même point dans la révolution suivante. Ce mouvement de l'Aphelie empêche que les Ellipses ne soient exactement des Ellipses, ou toute autre espece de Courbe supposée; car il arrive la même chose que si pendant le temps qu'une Planete décrit son Ellipse, le plan où seroit cette Ellipse avoit lui-même un mouvement égal à celui qu'on trouve dans l'Aphelie par les Observations; le mouvement de la Planete seroit composé & de son mouvement Elliptique, & de celui de son plan, & par conséquent la Courbe qu'elle décriroit réellement ne seroit plus une Ellipse, mais une autre Courbe, d'autant plus différente de l'Ellipse, que le mouvement de l'Aphelie seroit plus grand pendant une révolution de la Planete.

Si l'on veut se faire une idée de tout ceci selon la Physique, & selon quelque Système des Cieux, on peut concevoir que la figure du Tourbillon, où notre Soleil domine, est déterminée par la différente force des Tour-

billons voisins, qui l'environnent & le pressent, & par les différentes pesanteurs des différentes couches de la matière fluide dont il est composé, que ce Tourbillon étant divisé par le Soleil en deux moitiés, elles sont inégales, & l'une plus grande que l'autre, parce qu'elle est moins pressée par les Tourbillons voisins, ou qu'elle contient une matière qui a plus de force pour s'éloigner du Soleil, que les Orbes décrits par les Planètes autour du Soleil prennent la figure générale du Tourbillon, & ont leur Aphélie vers la même extrémité où le Tourbillon a aussi le sien, que comme tout ce qui est en mouvement change & varie continuellement, l'action des Tourbillons voisins qui étoit plus faible vers l'Aphélie de notre Tourbillon, devenant peu à peu plus forte, ou la matière qui est vers cet Aphélie, moins propre à s'éloigner du Soleil avec une certaine force, la figure du Tourbillon se renverse avec le temps, & l'Aphélie se transporte où étoit auparavant le Périhélie. Il faut observer que le renversement total ne se peut faire que dans une très-longue suite de siècles. L'Aphélie de la Terre, par exemple, ne change en un an que d'une Minute & de deux Secondes, avec quelques Tierces.

Quoiqu'il en soit de cette espèce de petit Système, les faits sont constants, & ç'en est assez. Les Planètes ne décrivent point les mêmes Courbes que si leurs Aphélies étoient immobiles, & quoique les Ellipses qu'on leur attribue soient peu altérées, à cause de l'extrême lenteur du mouvement des Aphélies, elles le sont dans la rigueur Géométrique, & cessent d'être des Ellipses. M. Varignon en avoit considéré les Forces centrales, en les supposant purement Ellipses, & en ne considérant point le mouvement des Aphélies; maintenant il le considère, & par conséquent les Courbes étant différentes, les Forces centrales le sont aussi. La difficulté n'est que de déterminer la nouvelle Courbe résultante de la composition des deux mouvements.

Pour cela, l'Orbe de la Planète étant supposé Ellipti-

que, ou même de telle autre figure qu'on voudra, M. Varignon suppose que le plan de cet Orbe se meut circulairement autour d'un point fixe, & que ce point fixe est le foyer de l'Ellipse où est le centre du Soleil. Si au bout d'un certain temps, la Planette par son mouvement particulier doit se trouver à un certain point de son Ellipse, il est visible que par le mouvement circulaire du plan de cette Ellipse fait en même temps, elle doit se trouver à un autre point, qui n'appartiendra point à l'Ellipse, mais à la Courbe composée des deux mouvements. Ce point se détermine par la proportion qu'on suppose entre le mouvement Elliptique & le circulaire. Après cela, M. Varignon considère un pas infiniment petit de chacun des deux mouvements, fait dans le même instant, & trouve de la même manière le point où la composition des deux mouvements porte la Planette, différent de celui où l'auroit mise le mouvement elliptique seul. La ligne droite infiniment petite, tirée de ce second point au premier qui a été trouvé, est un arc infiniment petit de la Courbe cherchée.

Cet arc infiniment petit de la Courbe, est comme tout autre arc de cette espèce, l'hypoténuse d'un triangle rectangle. Ici, un de ces côtés qui comprennent l'angle droit est la différence infiniment petite d'un rayon de l'Ellipse, tiré du foyer où est le Soleil à la circonférence, l'autre côté est un arc circulaire infiniment petit composé de deux arcs circulaires mis bout à bout, le premier pris dans l'Ellipse, & correspondant à l'infiniment petit du mouvement Elliptique, le second produit par le mouvement circulaire du plan de l'Ellipse. La connoissance du rapport que ces deux arcs ont entre eux ou de celui qu'ils ont l'un ou l'autre à l'arc total qu'ils forment, est absolument nécessaire pour parvenir à celle du petit arc de la Courbe composée des deux mouvements.

Kepler a établi sur un grand nombre d'observations, que les temps employez par une Planete à parcourir différents arcs de son Ellipse, sont entre eux comme les espaces correspondants du plan de cette Ellipse, compris

pris entre les Rayons, tirez du foyer où est le Soleil aux extrémités de ces arcs. Ainsi si l'on a trois points du mouvement d'une Planete sur son Ellipse; c'est-à-dire, deux arcs qu'elle ait décrits, il faut tirer du Soleil à ces trois points trois lignes, mesurer par les Methodes Geometriques les deux espaces compris entre ces trois lignes, & le rapport de ces espaces sera celui des temps que la Planete a employez à parcourir les deux arcs correspondants. Si l'on applique cette hipothese de Kepler, non seulement au mouvement circulaire du plan de l'Ellipse de la Planete, mais aussi au mouvement composé de la Planete, on trouvera que les espaces parcourus en même temps, & par conséquent leurs infiniment petits, auront toujours entre eux un rapport constant & invariable. Or dans les infiniment petits de ces espaces entrent necessairement ces arcs circulaires dont nous venons de dire, qu'il falloit connoître le rapport, & par-là vient aussi ce rapport que l'on cherchoit.

Après tout cela, il ne reste plus qu'à déterminer l'Ellipse, ou quelque autre Courbe, que l'on voudra faire décrire à la Planete par son mouvement particulier, & l'on aura aussi-tôt la Courbe composée qui est celle de son mouvement réel & effectif. Dès qu'elle est trouvée, la Formule generale des Forces centrales donne celles qui lui conviennent à tous ses differents points, & il n'est plus question que d'en faire le calcul.

En cherchant la Courbe composée que la Planete décrit réellement, M. Varignon trouve en son chemin une autre Courbe qui s'offre d'elle-même. Il l'appelle *Déterminatrice de l'Aphélie*, parce qu'à chaque moment du cours réel de la Planete, elle marque le point correspondant où l'Aphélie se trouve sur le cercle qu'il décrit.

Jusqu'ici la maniere dont M. Varignon s'est conduit dans sa recherche a été de comparer le mouvement de l'Aphélie au mouvement de la Planete réel & composé. Mais M. Neuton qui dans le fameux Ouvrage des *Principes Mathematiques de la Philosophie naturelle*, a fait la

même recherche, s'y est conduit autrement, & a comparé le mouvement réel & composé de la Planete, au mouvement simple qu'elle auroit sur son Ellipse, si l'Aphélie étoit immobile.

M. Varignon prend aussi ce tour; & fait voir par-là l'universalité, & pour ainsi dire, la flexibilité de sa methode. Il est aisé de voir que quand on feroit décrire à la Planete quelque autre Courbe que l'Ellipse de Kepler, ou celle de M. Cassini, quand on feroit tourner le plan de cette Courbe, non autour du Soleil, mais autour de tout autre point fixe quelconque, quand même on imagineroit pour cette composition de mouvements, comme a fait M. Neuton en quelques exemples, des mouvements simples qui ne pourroient convenir aux corps célestes, tout cela s'expediroit avec la même facilité, & ce n'est pas la peine qu'on s'y arrête. Une Methode est en Geometrie ce qu'est en Chimie un Esprit, & les exemples qu'on donne de cette Methode sont le flegme de l'Esprit. Il faut quelque exemple pour faire sentir la methode comme il faut toujours un peu de flegme pour porter l'Esprit, mais il faut bien se garder de noyer l'Esprit par la trop grande quantité de flegme.

V. les M.
p. 56.

NOUS renvoyons aux Memoires une Recherche purement Geometrique de Monsieur Carré, sur une Courbe formée par un mouvement qu'il donne au diamètre d'un Cercle.

CETTE année, parut un Livre de M. Guisnée, intitulé, *Application de l'Algebre à la Geometrie, &c.* quoique cet Ouvrage ne soit fait que pour ceux qui commencent, il mérite par l'importance de la matiere, que nous en parlions ici avec quelque étendue.

L'Algebre exprime par des Lettres, toutes les grandeurs, soit nombres, soit lignes, soit degrez de vitesse, &c. Comme il y a dans toutes les recherches quelque chose



ASTRONOMIE.

SUR LES SATELLITES DE SATURNE.

LE Ciel des Anciens, du moins le Ciel de leurs Astro-
nomes, n'a pas été si magnifique que le nôtre. Dans
notre Monde seul, ou dans ce qu'on appelle le Tourbillon
du Soleil, nous avons neuf Planetes qui leur ont été incon-
nuës, sans compter l'Anneau de Saturne qui n'est peut-être
qu'une suite d'un grand nombre de Planetes. Ces neuf
Planetes nouvelles sont les quatre Satellites de Jupiter
& les cinq de Saturne.

V. les M.
P. 14.

Personne n'ignore que les Satellites de Jupiter ont été
découverts par Galilée. Des cinq de Saturne, l'un a été
découvert par M. Huguens, les quatre autres par Mon-
sieur Cassini.

Le premier Satellite de Saturne; c'est-à-dire, le plus
proche de cet Astre, fait sa révolution autour de Saturne
en un jour 21 heures; on neglige ici les minutes. Le se-
cond en 2 jours 17^h. le troisieme en 4 jours 13^h. le qua-
trieme en 15 jours 22^h. le cinquieme en 79 jours 22^h.
C'est le quatrieme qui a été decouvert par M. Huguens.

Le Diametre de l'Anneau qui environne Saturne étant
assez connu, on l'a pris pour mesure des distances des Sa-
tellites au centre de Saturne, & on a trouvé que le pre-
mier en étoit éloigné d'un Diametre de cet Anneau à peu
près, le second de $1\frac{1}{4}$ le troisieme de $1\frac{1}{2}$ le quatrieme de
4, le cinquieme de 12.

On sçait combien les Satellites de Jupiter sont utiles pour les Longitudes, & par consequent pour la Geographie & pour la Navigation, ceux de Saturne ne le seront pas moins, sur tout les plus élevez par rapport à Saturne, car les deux premiers en sont si proches, & si proches l'un de l'autre, qu'il est rare qu'on les puisse distinguer ou d'avec Saturne, ou l'un d'avec l'autre, & M. Cassini assure qu'il n'est pas plus difficile de trouver Mercure dégagé des rayons du Soleil. Quand Jupiter ne sera pas sur l'horison pendant la nuit, Saturne y pourra être, & ses Satellites superieurs tiendront lieu de ceux de Jupiter; quand on les verra tous deux ensemble, on comparera les observations faites sur les deux, & les consequences qui en seront tirées & on verifera les unes par les autres. Enfin on ne sçauroit avoir trop de moyens pour arriver à une connoissance aussi necessaire que celle des Longitudes.

Outre cette utilité sensible, &, pour ainsi dire, grossiere; les Satellites en ont d'autres plus élevées, & qui ne vont qu'à perfectionner la connoissance que nous pouvons avoir du Système de l'Univers.

1°. Ils ont fait voir d'abord combien le mouvement de la Lune autour de la Terre, à laquelle seule il se rapporte, avoit été heureusement imaginé par Copernic. Le Ciel mieux connu n'a fait qu'exposer à nos yeux ce qu'avoit deviné ce grand Homme.

2°. Kepler a établi une regle fameuse parmi les Astronomes, c'est la proportion qui est entre les distances des Planetes au Soleil, & leurs révolutions. Il a trouvé que ces distances sont entre-elles comme les racines cubiques des quarez des révolutions, ou, réciproquement que les révolutions sont entre-elles comme les racines quarrées des Cubes des distances. Par exemple, les révolutions de la Terre & de Jupiter autour du Soleil étant 1 & 12, les racines cubiques de 1 & de 144, quarez de 1 & de 12, sont 1 & un peu plus de 5, distances de la Terre & de Jupiter au Soleil. Kepler n'a pas démontré la necessité de cette proportion *a priori*, & par

les Loix du Mouvement, il a seulement établi la proportion sur le fait, & il l'a ingénieusement découverte par la comparaison des révolutions & des distances de toutes les Planetes connues. Mais il faut remarquer, que le fait sur lequel Kepler s'est fondé auroit été encore plus certain, si les distances de toutes les Planetes au Soleil, avoient été connues par observation, & immédiatement, aussi-bien que leurs révolutions. Il n'y a que Mercure & Venus dont on voye en même temps & les distances au Soleil, & les révolutions autour de ce centre commun. Pour les autres Planetes, on ne voit point leurs distances au Soleil, on les conclut seulement avec beaucoup de peine de leur *seconde inégalité*; c'est-à-dire, ainsi que nous l'avons expliqué dans l'Histoire de 1704. * de la parallaxe, ou différence optique qui est entre une même Planete vue du Soleil, ou vue de de Terre. Mais en fait d'Astronomie, il vaut toujours mieux voir, que calculer. Heureusement on vint à connoître les Satellites de Jupiter, on eut par observation & leurs distances à Jupiter, & leurs révolutions autour de ce centre commun, & la regle de Kepler fut confirmée par cet exemple. Elle l'a été depuis aussi par celui des Satellites de Saturne, & M. Cassini la crut si sûre, qu'ayant observé le cinquième Satellite seulement pendant 12 jours, & ayant découvert sa plus grande distance à l'égard de Saturne, il osa déterminer en le comparant au quatrième dont la révolution & la distance étoient déjà connues, que sa révolution étoit à peu-près de 80 jours, ce qu'un grand nombre d'Observations suivantes a justifié. Voilà donc la regle de Kepler vérifiée immédiatement par Mercure, par Venus, par les 4 Satellites de Jupiter, & par les 5. de Saturne; c'est-à-dire; par 11 Planetes dont les révolutions autour d'un centre commun, & les distances à l'égard de ce centre sont visibles, & on ne peut plus se dispenser du calcul ni des principes par lesquels on l'a appliquée aux 4 Planetes qui restent; c'est-à-dire, à la Terre, à Mars, à Jupiter, & à Saturne, dont les distances au centre commun de

* pag. 69.
& 70.

leurs révolutions sont invisibles. Il est clair que c'est-là un des fruits de la découverte des Satellites, tant de Jupiter que de Saturne.

3°. Ce qui confirme la regle de Kepler, confirme aussi le mouvement que Copernic attribué à la Terre. Si son Système n'est pas vrai, le seul qui reste à prendre est celui de Ticho. Or selon Ticho, le Soleil, aussi-bien que la Lune, tourne autour de la Terre, la Lune en un mois, le Soleil en douze. Les racines cubiques des quarrés de 1 & de 12, sont 1 & un peu plus de 5. Donc les distances de la Lune & du Soleil à la Terre seroient dans cette proportion, selon la regle de Kepler. Or il est certain que ces distances sont dans une proportion incomparablement plus grande. Donc ou la regle de Kepler est fausse, ou le Système de Ticho Braché l'est. Il paroît impossible que la regle de Kepler soit fausse, prouvée, comme elle l'est, par l'exemple de toutes celles d'entre les Planetes, qui incontestablement tournent autour d'un centre commun; donc c'est le Système de Ticho qui n'est pas vrai, & en effet en remettant la Terre à la place qu'elle tient dans celui de Copernic, on voit que tout rentre dans l'ordre, & s'accommode à la Regle de Kepler.

4°. La Lune nous présente toujours la même face, & par cette raison l'on n'a pas cru d'abord qu'elle pût tourner sur son axe. Cependant il est difficile que les mêmes causes qui font tourner les autres Planetes sur leur axe n'y fassent aussi tourner la Lune. Pour sauver cet inconvenient, on a imaginé que la Lune pouvoit tourner sur son axe dans un temps à peu près égal à celui qu'elle employe à tourner autour de la Terre, mais l'égalité, ou plutôt le peu d'inégalité de ces deux mouvements, qui ne se trouvoit point ailleurs, & ne se soutenoit par aucun autre exemple, pouvoit encore avoir besoin de preuves, quoiqu'au fond, ce soit une suite fort naturelle, & par consequent une assez forte preuve de ce peu d'inégalité, que la *Libration* de la Lune; c'est-à-dire, ce mouvement periodique & réglé, par lequel elle cache quelquefois

quelquefois une partie de l'hémisphère visible, & découvrir une partie égale de l'hémisphère caché. Le scrupule qu'on pouvoit avoir sur ce Système peut devenir présentement moins considérable, depuis ce que M. Cassini a découvert du cinquième Satellite de Saturne. Il disparaît réglément pendant environ la moitié de sa révolution, lorsqu'il est à l'Orient de Saturne, quoiqu'il ne soit point alors plus éloigné de la Terre, & que quelquefois même il en soit plus proche que quand on le voit dans son demi cercle Occidental. On ne peut guere expliquer plus naturellement ce Phenomene si singulier, qu'en supposant dans ce Satellite deux Hémisphères dont l'un est entièrement ou presque entièrement formé par des terres, & l'autre par des mers, ou plutôt par quelque chose d'analogue à des terres & à des mers, de sorte que l'un de ces Hémisphères réfléchisse jusqu'à nous assez de lumière pour se rendre visible, & que l'autre en réfléchisse trop peu. Supposé que le Phenomene demeure toujours le même, il faut aussi que l'Hémisphère le plus lumineux soit toujours tourné vers nous lorsque le Satellite est dans son demi cercle occidental, & au contraire, que dans le demi cercle oriental l'Hémisphère obscur soit tourné de nôtre côté. Or c'est ce qui ne se peut, à moins que le Satellite ne tourne sur son axe dans un temps à peu près égal à celui de sa révolution autour de Saturne, & cela veriferoit d'autant plus heureusement le mouvement de la Lune sur son axe, que ces deux Planetes sont de la même espece, & que la Lune n'est que le Satellite de la Terre, comme les Satellites de Jupiter ou de Saturne n'en sont que les Lunes. Peut-être se trouvera-t'il à la fin que c'est une propriété des Planetes *subalternes*, d'avoir des mouvements sur leur axe à peu près égaux en durée à leurs révolutions autour de leurs Planetes *principales*. Enfin plus on observera, plus on découvrira de rapports, qui feront autant de veritez, ou autant de degrez pour arriver à des veritez plus importantes.

S U R U N E N O U V E L L E
M E T H O D E P O U R L E S L O N G I T U D E S .

v. les M.
p. 194.

*p. 103. &
suiv.

Nous venons de le dire. Il ne peut y avoir trop de Methodes qui conduisent à une connoissance aussi nécessaire que celle des Longitudes. Les Eclipses de Lune ont été long-temps la seule Methode que l'on y employât, & c'est en effet celle qui se presente le plus naturellement. M. Cassini, comme on l'a pu voir dans l'Histoire de 1700 * a été le premier qui ait trouvé moyen de faire usage des Eclipses de Soleil, que l'on avoit cruës jusque-là inutiles pour les Longitudes, & le tour qu'il a été obligé de prendre pour cela, est si ingenieux qu'il justifie suffisamment les Astronomes qui ne s'en étoient pas avisés. Maintenant M. Cassini le fils prend ce même tour pour appliquer à la recherche des Longitudes les Eclipses des Fixes ou des Planetes causées par l'interposition de la Lune.

Le peu de distance de la Lune à la Terre, ou, ce qui est la même chose, sa parallaxe qui est si grande qu'elle peut excéder un degré, est cause que cette Planete n'est pas rapportée au même lieu du Ciel par deux Observateurs éloignez qui la voyent en même temps. Ainsi l'un voit qu'elle touche au bord de Soleil, & l'autre ne le voit pas encore, ou peut-être ne le verra point du tout, & par conséquent il n'y a dans une Eclipe de Soleil aucun moment qui donne un spectacle commun à deux Observateurs éloignez, ce qui feroit cependant nécessaire pour les Longitudes. Il en va de même lorsque la Lune passe sous une Planete plus élevée qu'elle par rapport à nous, ou sous une Etoile fixe, sa parallaxe cause la même diversité de spectacle.

Si l'on se souvient de ce qui a été dit à l'endroit de l'Histoire de 1700. qui vient d'être cité, on fait com-

ment M. Cassini a sauvé cet inconvenient à l'égard des Eclipses de Soleil. Une Projection de l'Hemisphère de la Terre éclairé par le Soleil, faite dans l'Orbe de la Lune conçu comme une surface sphérique, est une espece de Tableau où se vient peindre tout ce qui se passe dans une Eclipe de Soleil. Là, une Phase quelconque de l'Eclipe veüe à Rome, par exemple, à une certaine heure, me donne le point où la Lune étoit alors réellement sur son Orbite, ou dans cette Projection. D'ailleurs je sçai quelle heure il devoit être à Paris, lorsque la Lune étoit à ce même point, & par conséquent voilà un même moment où l'on fait quelle heure il étoit à Paris & à Rome, ce qui est la même chose que leur difference de longitude.

On verra dans le Memoire de M. Cassini le fils, & on peut déjà entrevoir comment il étend cette Methode aux Eclipses des Fixes ou des Planetes par la Lune. Cette extension demande quelques changements qui quelquefois rendent la Methode plus facile, quelquefois plus difficile.

Par exemple, dans les Eclipses de Soleil, quand on veut faire passer son image dans la projection, il faut avoir égard à son diametre apparent, tel qu'il est alors, à son mouvement propre, tel qu'il est aussi, & même à sa parallaxe, quoique très-petite, au lieu que si c'est une Etoile fixe qui doit être éclipsée, elle n'a ni parallaxe, ni diametre apparent qui change d'un temps à un autre, ni mouvement propre dont on doit jamais tenir compte. Que si c'est une Planete qui doit être éclipsée, les difficultez du Soleil reviennent, horsmis la parallaxe, qui n'a lieu que pour peu de Planetes, encore faut-il qu'elles soient vers leur Perigée.

La projection de l'Hemisphère de la Terre sur l'Orbe de la Lune est plus facile à décrire pour une Eclipe d'Etoile fixe. Car cette Etoile étant sans parallaxe, & par conséquent dans un éloignement qui peut passer pour infini, les deux rayons qui partent du centre de l'Etoile,

& qui se terminent aux deux extrêmités du diamètre de la terre, sont paralleles, & par conséquent le diamètre de la projection est égal à celui de la terre, ce qui est fort simple, & ne se trouve pas dans les Eclipses de Soleil, où le diamètre de la projection doit être plus petit que celui de la terre d'une quantité déterminée par la parallaxe du Soleil.

* p. 77. D'un autre côté, le mouvement de la Lune est plus simple dans les conjonctions & dans les oppositions que dans les autres endroits de son cours. Nous avons expliqué dans l'Histoire de 1702. * en quoi consiste cette plus grande simplicité. Il est donc plus aisé de décrire la Trace de son mouvement pour une Eclipsé de Soleil où elle est toujours en conjonction, que pour d'autres temps de son cours où elle éclipsera quelque Fixe ou quelque Planete.

On fera peut-être surpris qu'une Methode qui paroît délicate & assez compliquée, & qui demande la figure d'une Projection assez difficile à bien décrire, donne les différences des Meridiens, ou les Longitudes presque avec autant de justesse & de précision que les Eclipses des Satellites de Jupiter qui sont beaucoup plus simples. C'est cependant ce que l'expérience a fait voir à M. Cassini le fils, & ce succès ne peut être dû qu'à l'extrême exactitude avec laquelle il a travaillé, pour ainsi dire, chaque piece de tout l'assemblage.

Cette Methode peut même avoir dans la pratique quelque avantage sur celle des Satellites de Jupiter. Supposons qu'un Satellite soit près d'entrer dans l'ombre de Jupiter, & qu'un Observateur en attende le moment. Plus la Lunette dont il se servira sera longue & plus tard il verra le Satellite éclipé. Car ce Satellite a un diamètre sensible, dont par conséquent une partie n'entre dans l'ombre qu'après l'autre, or une partie qui n'est pas encore éclipée paroît à une plus longue Lunette, tandis qu'elle ne paroît plus à une plus petite, qui n'auroit pas la force de l'augmenter suffisamment. De-là vient

que quand on compare deux observations de la même Éclipse d'un Satellite de Jupiter faites par différents Observateurs, il faut savoir si leurs Lunettes ont été de différente grandeur, & avoir égard à cette différence pour déterminer un moment, qui ait été précisément le même. Or cette réduction n'est pas nécessaire pour les Eclipses des Fixes par la Lune, pourvu que la Lune n'ait point alors été pleine, & qu'elle ait joint par la partie obscure l'Etoile qu'elle a rencontrée. Car les diamètres des Fixes n'étant pas plus augmentez, du moins sensiblement, par des plus longues Lunettes, & l'accident rapporté dans l'Histoire de 1699* n'étant pas à craindre pour la partie obscure de la Lune, on voit la jonction de cette Planete & de la Fixe dans le même moment avec des Lunettes fort différentes, ainsi que M^r. Cassini l'ont éprouvé plusieurs fois. Du même raisonnement, il faut conclure que dans la pratique de cette nouvelle Méthode les meilleures Observations sont celles où la Lune a touché par la partie obscure une Etoile qui étoit sur son chemin. Le mouvement propre de la Lune, qui est celui par lequel elle rencontre les Fixes, est si sensible qu'il ne peut y avoir d'incertitude dans le moment de la jonction, ce qui est encore à conter.

* pag. 78.
& 79.

C'est aussi une commodité de pouvoir observer les Fixes de la première, seconde, & troisième grandeur avec des Lunettes de 2 pieds, au lieu que pour les Satellites de Jupiter, il en faut qui ayent au moins 10 ou 12 pieds.

M. Cassini le fils persuadé des avantages qu'on pourroit tirer de cette pratique, calcula toutes les Eclipses des Fixes par la Lune qui devoient arriver depuis le mois de Juillet 1705. jusqu'à la fin de l'année, & envoya ce calcul à ses Correspondants en Astronomie, afin qu'étant avertis de ces Eclipses, ils les observassent, & que leurs observations comparées à celles de Paris produisissent de nouvelles découvertes sur les Longitudes, ou confirmassent les anciennes.

SUR LES TACHES DU SOLEIL.

LE Soleil a continué d'avoir des Taches, ainsi que les années précédentes, & pour épargner le détail des Observations qui en ont été faites par M^{rs}. Cassini, M^{rs}. de la Hire, & M. Maraldi, nous n'en donnerons ici que les résultats. Les Methodes que ces Astronomes employent ou pour l'observation de ces Phenomenes ou pour les conclusions qu'ils en tirent, sont assez connues par les Volumes précédents. Seulement avant que d'en venir aux résultats auxquels nous nous bornons ici, il sera bon de donner quelques connoissances générales, qui doivent se répandre sur toute cette matiere.

Ce qu'on appelle une Tache, n'est point ordinairement une Tache unique, mais un amas de plusieurs Taches particulieres, disposées irrégulièrement entre-elles. On choisit une des plus grosses de cet amas, pour en observer le mouvement.

Communément chaque Tache particuliere est environnée d'une espece de nuage moins noir & moins obscur qu'elle, & qui fait le même effet que feroit l'Atmosphère autour du Globe de la Terre veu de loin. Mais chaque amas de Taches est environné d'une *facule* ou espace plus clair que le reste du disque du Soleil.

Quand un amas de Taches a disparu, souvent la *facule* qui l'envelopoit se distingue encore du reste du disque par un plus grand éclat.

Le Soleil tourne sur son axe d'Orient en Occident. Ainsi les Taches qui suivent sa révolution commencent à paroître sur le bord Oriental, & disparaissent sur l'Occidental.

Le Soleil tourne en 27 jours & 9 ou 10 heures.

Le seul effet de la Perspective doit faire paroître une même Tache plus grande & plus ronde, quand elle est vers le

centre du Soleil, & plus petite & plus étroite quand elle est vers les bords.

Cela supposé, voici l'Histoire des Taches de cette année.

Après plusieurs jours de temps couvert, on vit le 15. Janvier à midi deux amas de Taches dans la partie Orientale du disque du Soleil. Selon l'hipothese de la revolution du Soleil en 27 jours & demi, & par la situation de ces Taches sur le disque, on voyoit qu'il y avoit plus de 4 jours qu'elles pouvoient avoir passé de l'Hemisphère caché dans l'apparent. Et en effet M. de Plantade les vit à Montpellier le 12. Après le 16 on ne revit plus le Soleil jusqu'au 25, mais alors elles devoient avoir passé dans l'Hemisphère caché, si elles subsistoient encore. Au mois de Fevrier, lorsqu'elles devoient être revenueës dans l'Hemisphère apparent, on ne les revit plus, & par conséquent elles s'étoient dissipées, quoiqu'elles fussent fort grosses.

Le 7. Avril il parut une Tache qu'on ne put observer que jusqu'au 17, à cause du mauvais temps qui survint.

Le 17. Mai, on en vit une à peu près de la même grandeur, & qui cependant, selon l'hipothese de la revolution du Soleil, ne pouvoit pas être la même. Elle n'avoit pas été amenée sur l'hemisphère apparent du Soleil par la revolution de son globe, car on n'avoit rien vu les jours précédents, & tout d'un coup elle parut, éloignée du centre de moins de deux minutes. On sait que le demi-diametre du Soleil en a 16. Cette même Tache disparut dès le lendemain, indépendamment aussi de la revolution du Globe.

Le 4. Juillet, on vit une petite Tache, qui le jour suivant parut plus grosse, & composée de plusieurs autres. Cet amas de Taches étoit déjà assez avancé sur le disque, lorsqu'il se montra, & il étoit encore assez éloigné du bord Occidental, lorsqu'il disparut le 13. Juillet. Deux Taches principales de cet amas changeoient un peu de situation entre-elles, & de grandeur, mais les petites qui les accompagnoient changeoient beaucoup davantage. Leur nombre même étoit fort different en differents jours.

Le 3. Août, on apperçut deux Taches, déjà fort avancées sur le disque. Selon l'hipothese des 27 jours & demi, il s'en falloit plus de deux jours que ce ne pussent être les mêmes du mois de Juillet. Le lendemain il n'en paroissoit plus aucune trace.

Le 4 Octobre, on vit vers le bord Oriental des Taches, qui apparemment venoient de l'hemisphere caché. Quelques jours après elles parurent fort augmentées en nombre, soit qu'elles le fussent réellement, soit par l'effet de la Perspective. Elles avançaient toujours vers le bord Occidental, mais le 12 Octobre, 4 jours avant qu'elles eussent pu l'atteindre, on vit de nouvelles Taches dans la partie Orientale du disque, & peu éloignées du centre. Depuis les observations de Scheiner, faites il y a 60 ans, on n'avoit guere vu en même temps deux differents amas de Taches. Nous avons remarqué dans l'Histoire de

* p. 112.

1700 * combien ce Phenomene étoit rare, cependant ce fut alors pour la seconde fois qu'il parut depuis deux ans.

Ces nouvelles Taches changerent beaucoup de figure, & même on soupçonna qu'elles pouvoient avoir quelque mouvement propre fort irrégulier. Le 20 Octobre on les vit encore près du bord Occidental, mais fort diminuées, & fort changées de figure.

Le 4 Novembre, il parut une nouvelle Tache près du bord Oriental, & elle fut encore observée le 15 près du bord Occidental, sur lequel elle disparut le 17. Ni sa figure, ni l'hipothese des 27 jours, ne permettoient qu'on la prît pour une des Taches précédentes, à moins qu'on ne lui eût supposé un grand changement de figure, & un mouvement particulier fort considerable. Pendant le tems qu'elle parut, elle n'eut point d'autres changements sensibles, que ceux de la Perspective.