

S U R L E R A P P O R T D E S

F O R C E S C E N T R A L E S .

A L A P E S A N T E U R D E S C O R P S .

V. les M. p. 178.
 * p. 84. & suiv.
 ** p. 80.
 *** p. 73.
 **** p. 22.

Les Histoires de 1700*, 1701**, 1703***, 1705***, ont exposé toute la Theorie de M. Varignon sur les Forces centrales, non seulement selon différentes vûes & differens tours Geometriques, mais encore selon toutes les hipothefes Phisiques, qui peuvent être employées à expliquer la Nature, ou même imaginées à plaisir. Mais cette Theorie si vaste ne roule que sur différentes forces centrales comparées entre elles, ou, ce qui revient au même, sur les rapports d'une même force contrale agissant inégalement en differens instants, & c'est à cet égard que le sujet est *épuisé*, ainsi que nous l'avons dit dans l'Hist. de 1703. & repeté dans celle de 1705. Il reste à sçavoir quelles sont absolument & en elles-mêmes ces forces dont on connoît les rapports, il reste à les pouvoir évaluer en livres, & pour cela, il faut les comparer à la pesanteur des Corps, que l'on suppose toujours connue de cette maniere. Après cette comparaison faite, le sujet est épuisé à tous égards.

Tout mouvement en ligne Courbe, par exemple, le mouvement elliptique d'une Planete autour du Soleil, peut être conçu comme composé de deux mouvemens plus simples, ou, ce qui revient au même, produit par deux causes. L'une imprime à la Planete un mouvement selon une ligne droite indéfinie, qui traverseroit le Tourbillon, comme une corde traverse un Cercle, & par consequent s'éloigneroit toujours du Soleil depuis un certain point; l'autre cause qu'on peut imaginer comme inhérente au Soleil retire la Planete vers ce centre ou foyée, & agit par une ligne droite qui fait avec la premiere un angle quelconque. Il n'importe que cette seconde cause soit

soit dans le Soleil même , ou que ce soit la matiere du Tourbillon qui repousse la Planette vers cet Astre , l'effet ne change point , & quoique la premiere idée soit la moins conforme à la Phisique , nous la préfererons , parce que l'imagination la saisit mieux.

La premiere des deux causes, d'où naît la composition, est la tendance naturelle & générale de tous les Corps à se mouvoir en ligne droite, dès qu'ils se meuvent ; la seconde est la force centrale qui tire les Planetes vers le Soleil. Par consequent la Planete à chaque instant infiniment petit de son cours tend en vertu de la premiere cause à décrire une certaine ligne droite infiniment petite , mais elle est en même tems tirée vers le Soleil par la force centrale qui agit selon une autre ligne droite , & n'agit dans cet instant que d'une quantité infiniment petite , & par consequent le mouvement instantané de la Planete est une Diagonale entre ces deux lignes droites infiniment petites. Et comme les deux causes qui font le mouvement composé agissent perpetuellement , & que la Planete qui en vertu de la premiere cause tend à continuer en ligne droite le mouvement du premier instant , en est détournée dans le second par la force centrale , il s'ensuit que les deux Diagonales infiniment petites de ces deux instants , & par la même raison celles de tous les autres , ne sont point posées bout à bout en ligne droite , & par consequent forment une Courbe.

C'est la force centrale qui à chaque instant détourne le Corps de la ligne droite qu'il tendoit à décrire , & c'est uniquement à elle qu'il faut rapporter la description de la Courbe ; elle est donc d'autant plus grande & plus puissante que le Corps est plus difficile à détourner de la ligne droite , & qu'elle l'en détourne davantage , & cela à chaque instant qu'elle agit. Il est impossible d'imaginer d'autres principes d'où dépende la grandeur de la force centrale. Examinons-les tous deux.

1°. Un Corps est plus ou moins difficile à détourner de la ligne droite , soit par lui-même , soit par la direction

de son mouvement. Plus la quantité de mouvement d'un corps est grande, plus il est difficile de lui imprimer un mouvement différent, cela est clair. Or la quantité de mouvement d'un corps est le produit de sa masse ou pesanteur par sa vitesse, & par conséquent plus un corps est pesant & se meut vite, plus il est difficile à détourner de la ligne droite, & cela, *par lui-même*. Mais il faut encore considérer, que moins la direction de la force qui le détourne est contraire à la direction par laquelle il tend à se mouvoir en ligne droite, moins elle a de pouvoir pour l'en détourner, & pour lui faire décrire un arc de Courbe, ou, ce qui est la même chose, moins elle agit avantageusement, & par conséquent il faut qu'elle soit en elle-même d'autant plus grande. Car que l'on imagine la force centrale agissant par la même ligne droite que le corps tend à décrire, il est clair qu'elle n'a alors nul pouvoir pour lui faire décrire une Courbe, & que tout son effet est ou de hâter le mouvement du corps, si elle tire dans le même sens dont il se meut, ou, si c'est le contraire, de le retarder, & même de l'arrêter. Ce n'est donc que quand sa direction est entre ces deux termes opposés qu'elle peut détourner le Corps de sa ligne droite, & moins sa direction est éloignée de l'un ou de l'autre de ces termes, moins elle agit avantageusement pour faire décrire la Courbe. De là il suit aussi que cette direction n'était jamais plus éloignée des deux termes ensemble, que quand elle est perpendiculaire à la ligne droite par laquelle le corps tend naturellement à se mouvoir, c'est alors que la force centrale a le plus d'avantage.

3°. La Courbe que le Corps décrit étant supposée, il est manifesté que la force centrale est d'autant plus grande, que le corps doit être plus détourné de la ligne droite pour être ramené sur la circonférence de cette Courbe, au point que l'on considère alors.

En rassemblant tous les principes selon lesquels la force centrale augmente ou diminue à chaque instant, on trouve la pesanteur du corps, sa vitesse, la direction de la force

centrale comparée à la ligne droite par laquelle le corps tend à se mouvoir, la grandeur de l'écart que cette force fait faire au corps pour le remettre sur la Courbe. Il doit donc y avoir une Équation algebrique de la Force centrale, & de ces 4 principes dont elle dépend, & comme la pesanteur en est un, on aura par là le rapport de la force centrale à la pesanteur.

Mais pour avoir cette Equation, il faut que les idées métaphisiques que nous venons d'exposer soient exprimées géométriquement, & algebriquement. Il est bon qu'une Métaphisique générale précède le calcul qui le dirige, & l'éclaire, mais ensuite c'est le calcul qui donne la précision & les détails.

La pesanteur ne s'exprime que par elle-même. C'est une force qu'on suppose connue, & toujours constante.

La vitesse d'un corps à un point quelconque de la Courbe qu'il décrit, s'exprime par la grandeur d'une ligne verticale d'où il auroit dû tomber, pour acquérir selon le Système ordinaire de l'accélération une vitesse égale à celle qu'il a au point que l'on considère.

La ligne droite par laquelle le corps tend à continuer de se mouvoir à chaque instant, est la Tangente du point de la Courbe où il se trouve alors, & cette Tangente, selon la Géométrie des Infiniment petits, est l'arc infiniment petit de la Courbe décrit dans cet instant. Du centre où se rapporte la force centrale, & d'où nous supposons qu'elle agit, on tire aux deux extrémités de cet arc deux lignes droites ou *rayons*, ensuite un arc circulaire infiniment petit décrit de ce même centre détermine la différence infiniment petite de ces deux rayons & par là se forme un triangle rectangle dont l'hypoténuse est le petit arc de la Courbe, & les deux autres côtés, l'arc circulaire, & la différence des deux rayons. Cette différence est la direction par laquelle la force centrale agit alors, & l'arc de la Courbe est la direction selon laquelle le corps tend à continuer de se mouvoir en ligne droite dans l'instant suivant. Donc les deux directions sont d'autant

moins contraires que ces deux lignes infiniment petites qui les representent sont moins éloignées de concourir & de se confondre ensemble, & il est aisé de voir qu'elles le sont d'autant moins que l'arc de la Courbe est plus grand par rapport à l'arc circulaire qui détermine la différence des rayons, de sorte que si cet arc circulaire devient nul, les deux directions ne sont plus que la même. Donc le rapport de la direction de la force centrale à celle selon laquelle le corps tend à continuer de se mouvoir en ligne droite, s'exprime par le rapport du petit arc de la Courbe à cet arc circulaire.

Enfin l'écart que la force centrale fait faire au corps pour le remettre ou le tenir sur la circonférence de la Courbe, est d'autant plus grand que la Courbe en ce point là est plus courbe. Or, comme nous l'avons expliqué dans l'Histoire de 1704 *, une Courbe est d'autant plus courbe à un point quelconque que le rayon de sa Développée est alors plus petit, & par conséquent plus le rayon de la Développée est petit au point de la Courbe que l'on considère, plus la force centrale doit être grande à ce point-là.

Il est manifeste que de ces 4 principes, les deux premiers, qui sont la pesanteur & la vitesse, sont incapables de devenir infiniment grands, ou infiniment petits, mais que les deux derniers le peuvent devenir, & les cas qui en résultent méritent d'être examinés de plus près.

Puisque la force centrale agit d'autant moins avantageusement, pour faire décrire la Courbe, & par conséquent a besoin d'être d'autant plus grande, que sa direction est moins éloignée de se confondre avec celle par laquelle le corps tend à continuer de se mouvoir en ligne droite, il s'ensuit que si ces deux directions sont infiniment peu éloignées de se confondre, ou, ce qui est le même, se confondent, la force centrale a besoin d'être infiniment grande par rapport à la pesanteur. Or les deux directions, telles que nous les avons expliquées cy-dessus, se confondent, quand celle de la force centrale est une Tangente

* p. 78.

de la Courbe, car le petit arc de la Courbe qui est la direction par laquelle le corps tend à continuer de se mouvoir en ligne droite, est alors aussi la direction de la force centrale. Donc la force centrale doit être infiniment grande pour agir. Et en effet, puisque l'on conçoit que sa fonction perperuelle est de détourner le corps de la ligne droite, & de lui faire décrire la Courbe supposée, il faudroit qu'elle eût cette vertu à un degré infini, pour la pouvoir encore exercer lorsqu'elle ne combat plus du tout par sa direction celle du corps, & qu'au contraire elle le met elle-même sur la même ligne droite. Mais comme il est impossible qu'une force centrale soit réellement infinie, non plus que la pesanteur, ce cas-là est pareillement impossible. Aussi quelle que soit la Courbe que décrivent les Planetes, on voit que la force centrale qui les tire, qui doit être dans le Soleil, n'agit jamais par une Tangente de cette Courbe, puisque ni à un Cercle, ni à une Ellipse, ni à aucune autre Courbe de cette nature on ne peut tirer une Tangente d'un point pris au dedans de leur circonference. Que si par une espee de jeu geometrique, on imagine, comme a fait M. Varignon, que la force centrale réside dans un point pris au dehors de quelqu'une de ces Courbes, il s'ensuivra nécessairement que quand le Corps sera arrivé à un point où la direction de la force centrale soit Tangente, cette force, parce qu'elle ne peut être infinie, ne pourra continuer davantage à faire mouvoir le corps sur la Courbe.

Ce principe qui donne lieu d'imaginer, du moins geometriquement, la force centrale comme infiniment grande par rapport à la pesanteur, ne donne pas lieu de l'imaginer dans le cas opposé comme infiniment petite dans le même sens, c'est-à-dire comme appliquée si avantageusement, que quoi qu'infiniment petite, elle pût encore agir. Les deux directions qui peuvent être infiniment peu contraires, ne peuvent pas être infiniment contraires, car quant à l'effet de la description de la Courbe, elles ne peuvent jamais l'être davantage que lorsqu'elles sont perpendiculaires

l'une à l'autre, ce qui n'est que fini, & a une mesure finie.

La Geometrie s'accorde ici, comme par tout ailleurs, avec la pure Theorie metaphisique. Les deux directions sont représentées par le petit arc de la Courbe, & par le petit arc circulaire qui détermine la difference des deux rayons. Dans le cas où la force centrale devoit être infiniment grande, on voit le petit arc circulaire qui est nul par rapport au petit arc de la Courbe, ce qui, comme on fait, donne un infiniment grand. Mais jamais le petit arc de la Courbe ne peut devenir nul par rapport au petit arc circulaire; car quand le petit arc de la Courbe est le plus petit qu'il puisse être, il est égal au petit arc circulaire, & cela arrive perpetuellement dans le Cercle, d'où il suit qu'une force centrale qui en occupe le centre agit toujours perpendiculairement, & avec tout l'avantage possible.

Il reste à examiner par rapport à l'infini le quatrième principe. On en doit conclure que si la Courbe devient infiniment peu courbe, c'est-à-dire, qu'en deux ou plusieurs points consecutifs, elle ne soit qu'une ligne droite, la force centrale est infiniment petite, ou agit infiniment peu. En effet, puisque la Courbe n'est qu'une ligne droite dans cette étendue supposée, la force centrale n'a pas besoin d'agir sur le corps pour la lui faire décrire, car il la décriroit de lui même par sa seule tendance naturelle à se mouvoir en ligne droite.

On pourroit peut-être penser ici que par la même raison la force centrale seroit infiniment petite, lorsque sa direction s'accorde avec la direction ou tendance naturelle du corps, mais il y a une très-grande difference entre les deux cas. La description de la Courbe, en tant que Courbe, est l'effet de la force centrale. Quand cette force agit sur le corps de maniere à ne lui plus faire décrire une Courbe, il faudroit pour lui en faire décrire une malgré cela qu'elle eût une puissance, & une efficace infinie. Mais quand la Courbe étant toujours décrite a une certaine partie qui n'est qu'une ligne droite, il n'est point be-

soin de force centrale pour la description de cette partie.

Si la Courbe est infiniment courbe, la force centrale qui écarte donc infiniment le corps d'une ligne droite, est infiniment grande.

On fait que quand une Courbe est infiniment peu courbe en quelques points, le rayon de sa Développée est infiniment grand, & qu'il est infiniment petit, quand elle est infiniment courbe, & il se trouve par le calcul que quand ce rayon est infiniment grand, ou infiniment petit, la force centrale devient infiniment petite ou infiniment grande selon les deux cas que nous venons de marquer. Mais comme il ne peut y avoir réellement dans la nature aucune force centrale infiniment grande ou infiniment petite, ne fust-ce que pendant quelques instants, il ne peut y avoir aucune Courbe décrite en vertu d'une force centrale, & qui ait le rayon de sa Développée égal en quelqu'un de ses points à Zero ou à l'Infini.

Pour mieux comprendre comment l'action de la force centrale varie dépendamment de la courbure de la Courbe, il faut observer encore plus précisément en quoi consiste cette action, & cela répandra un nouveau jour sur cette matière.

L'action de la force centrale ne consiste qu'en ce qu'à chaque instant infiniment petit elle remet sur la Courbe un corps, qui tendoit à continuer de se mouvoir en ligne droite selon la direction de l'arc infiniment petit de la Courbe qu'il avoit décrit pendant l'instant précédent, ou, ce qui est la même chose, selon la Tangente de la Courbe à ce point. Si on prend donc une partie infiniment petite de cette Tangente qui réponde à l'instant supposé, & que de son extrémité on tire sur la Courbe une petite droite selon la direction de la force centrale, cette petite ligne sera le chemin que la force centrale fait faire au corps, & tout l'effet de son action. Or il est aisé de démontrer que cette petite ligne est un infiniment petit du second genre, au lieu que la partie correspondante de la Tangente en est un du premier, & par conséquent tout

l'espace parcouru en vertu de la force centrale dans un instant infiniment petit, n'est qu'un infiniment petit du second genre.

* p. 90.

Nous l'avions déjà prouvé dans l'Histoire de 1700. * mais nous en allons donner ici un exemple sensible.

La Pesanteur, par laquelle tombe en l'air un corps abandonné à lui-même, & qui n'a nulle autre cause de mouvement, est une force centrale, qui ne fait point décrire une Courbe, parce qu'elle n'est compliquée avec aucune autre cause. Toute la vitesse que le corps a acquise au bout d'un tems fini quelconque, lui vient uniquement de la pesanteur, & puisqu'au bout d'un tems fini cette vitesse est finie, il ne pourroit dans un tems infiniment petit recevoir de la même cause qu'une vitesse infiniment petite. Or la vitesse n'étant que le rapport de l'espace au tems, elle ne peut être infiniment petite si l'espace n'est infiniment petit par rapport au tems; donc le tems étant supposé un infiniment petit du premier genre, il faut pour une vitesse infiniment petite que l'espace parcouru soit un infiniment petit du second, donc dans un tems infiniment petit l'espace parcouru en vertu de la pesanteur, ou de toute autre force centrale est un infiniment petit du second genre.

Si l'on veut pousser cette idée plus loin, quoique sans nécessité par rapport au sujet présent, on verra qu'il s'en ensuit que dans un tems fini la vitesse causée par la pesanteur est infiniment plus grande qu'elle n'étoit, que par conséquent il faut rendre l'espace parcouru infiniment plus grand, c'est-à-dire qu'il doit être un infiniment petit du premier genre, & qu'enfin la vitesse d'un tems fini s'exprime par le rapport d'un espace infiniment petit du premier genre, à un tems infiniment petit du même genre, ce qui effectivement donne une grandeur finie.

Puisque l'espace parcouru dans un tems infiniment petit en vertu d'une force centrale finie est un infiniment petit du second genre, il est évident que la force centrale

trale devrait être infinie , quand cet espace parcouru dans le même tems deviendrait par la nature de la Courbe que le corps décrirait un infiniment petit du premier genre. Or il est démontré qu'il le devient , soit quand la direction de la force centrale concourt avec la direction naturelle du corps , soit quand le rayon de la Développée est égal à Zero. Pareillement , ce même espace devient nul , ou , ce qui est la même chose , un infiniment petit du troisième genre , quand le rayon de la Développée est infini. Aussi la force centrale est-elle alors nulle.

Il ne faut pas croire que quand ces suppositions d'infini ne peuvent avoir lieu dans des applications réelles , ce soient pour cela des chimères Geometriques. Elles servent toujours à faire voir les bornes dans lesquelles le réel est compris , & jusqu'où il ne peut monter ou descendre.

De ce que nous avons dit de l'action de la force centrale , & de la tendance naturelle du corps à se mouvoir en ligne droite , il s'ensuit que chaque petit arc de la Courbe décrit par le corps dans un temps infiniment petit , est une ligne résultante de la composition de deux mouvements , l'un par lequel le corps tend à continuer de se mouvoir en ligne droite selon la direction du petit arc précédent qu'il vient de décrire , l'autre par lequel la force centrale le rappelle sur la Courbe en lui faisant décrire un espace infiniment petit du second genre. Or toute ligne résultante de la composition de deux mouvements est droite , si ces deux mouvemens sont *uniformes* , & courbe , si l'un des deux ne l'est pas , mais *accélééré* ou *retardé*. C'est par cette raison qu'un corps pesant poussé horizontalement en l'air décrit toujours une Courbe , qui résulte de son mouvement horizontal uniforme , & de son mouvement vertical & accéléré , imprimé par la pesanteur. Un mouvement est nécessairement accéléré , quand il est produit par une même cause toujours appliquée au corps sur lequel elle agit , parce qu'à chaque instant elle augmente toujours l'effet de l'instant précédent.

C'est ainsi que toute force centrale est supposée agir, & par conséquent la petite ligne résultante du mouvement uniforme qu'auroit le corps libre, & de l'action de la force centrale, est courbe, quoi qu'infiniment petite. Cette petite ligne est un arc infiniment petit de la Courbe qui se décrit, voilà donc une Courbe dont toutes les parties infiniment petites sont elles-mêmes Courbes.

V. l'H. N.
de 1701. P.
80.

Ce cas est remarquable dans la Géométrie des Infiniment petits, où l'on regarde ordinairement toutes les Courbes comme des Polygones infinis dont tous les côtés sont des lignes droites infiniment petites. Il est vrai que dans la Théorie des Développées on avoit déjà considéré les Courbes comme composées d'arcs circulaires infiniment petits; mais ici la composition des mouvements peut fort naturellement être telle, que les petites lignes courbes qui en résulteront ne seront point des arcs circulaires, & enfin voilà une nouvelle nécessité de regarder quelquefois les Courbes comme formées d'éléments courbes.

Cependant si l'on veut les considérer, même dans ce cas là, comme formées d'éléments droits, M. Varignon en donne un moyen fort facile. Galilée a démontré que si un corps qui est tombé d'une certaine hauteur, se meut ensuite uniformément avec toute la vitesse acquise par sa chute, il parcourra en un temps égal le double de l'espace qu'il avoit parcouru. Par-là, on change aisément en espaces parcourus d'un mouvement uniforme tous ceux qui avoient été parcourus d'un mouvement accéléré, & si on prend le double du petit espace qui appartient à la force centrale, & que par son extrémité on tire une Tangente à la Courbe, la Diagonale du parallélogramme formé par ces deux lignes sera une ligne droite, & en même temps un arc infiniment petit de la Courbe. De cette seconde supposition naissent toutes les mêmes conséquences que de la première.

Toute cette Théorie posée, il en résulte cette proposition générale.

Que comme le produit d'un petit arc quelconque de la Courbe, & du double de la hauteur d'où le corps auroit dû tomber pour acquérir la vitesse avec laquelle il décrit cet arc, est au produit du rayon de la Développée correspondant, & de l'arc circulaire qui détermine la différence des deux rayons infiniment proches par lesquels agit la force centrale, ainsi cette force est à la pesanteur du corps.

Il ne faut plus qu'appliquer cette formule à telle Courbe qu'on voudra. Si par exemple, on l'applique au Cercle, & qu'on suppose la force centrale dans le centre, on trouvera que parce qu'un petit arc quelconque de cette Courbe est le même que l'arc circulaire de la proposition générale, la force centrale est à la pesanteur, comme la hauteur déterminatrice de la vitesse du corps, est à la moitié du rayon de la Développée, qui est le même que le rayon du Cercle, & c'est-là la proposition fondamentale de feu M. le Marquis de l'Hôpital pour les forces centrales considérées dans le Cercle.

Si un corps décrivait une Spirale Logarithmique, au centre de laquelle concourussent tous les rayons de la force centrale, cette force seroit à la pesanteur, comme la hauteur déterminatrice de la vitesse du corps à un point quelconque seroit à la moitié du rayon correspondant.

Dans la Parabole, supposé que son foyer soit le centre où se rapporte la force centrale, cette force est à la pesanteur comme la hauteur déterminatrice de la vitesse est au rayon correspondant.

Il faut remarquer que l'on peut faire ici deux suppositions différentes, l'une par laquelle les Ordonnées naturelles de la Courbe, c'est-à-dire celles que l'on y considère ordinairement, ou qui entrent dans son Equation, seront les mêmes que les rayons de la force centrale, l'autre, par laquelle ce seront différentes lignes. Les exemples du Cercle & de la Spirale Logarithmique sont dans le premier cas, celui de la Parabole dans le second, mais

tous les deux sont également compris dans la formule générale ; seulement le second demande un peu plus de Geometrie & de calcul.

Si on veut que les rayons de la force centrale au lieu de concourir tous dans un même point à une certaine distance de la Courbe , ne concourent qu'à une distance infinie , c'est-à-dire soient paralleles , le changement qui naît de cette supposition dans les Courbes que l'on considere se presente d'abord. Le Parallelisme n'est qu'un cas particulier du concours des Lignes.

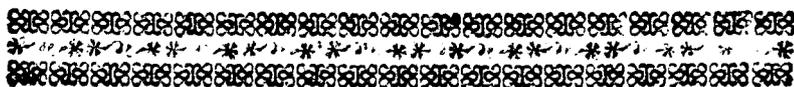
On pourroit même supposer , comme a fait M. Varignon dans l'Histoire de 1703* que plusieurs forces centrales agiroient ensemble sur un même corps , & que du mélange de leurs différentes actions resulteroit une certaine Courbe. M. Varignon étend sans peine la règle générale à cette hypothese. Il donne aussi le moyen de comparer les forces centrales , & les pesanteurs de differens Corps mûs sur une même , ou sur différentes Courbes , ou d'un même Corps mû sur des Courbes différentes

Enfin pour ne laisser rien échaper à sa Methode , il fait voir comment on en peut tirer , outre le rapport de la force centrale à la pesanteur , celui de cette force à elle même en differens points de la Courbe , ou , ce qui est la même chose , celui de l'inégalité de son action , qu'il avoit donné en 1700 indépendamment de la pesanteur.

SUR LES ISOPERIMETRES.

v. les M.
p. 35.
* p. 146. &
47. **V**Oici le Problème qui causa entre deux illustres Freres cette espee de procès , dont on a parlé dans l'Histoire de 1705*. M. Bernoulli , maintenant Professeur en Mathematique à Basse , envoya à l'Academie au mois de Janvier 1701 , un Paquet cacheté , intitulé , *Methodes pour la Solution du Problème des Isoperimetres* , & recommanda en même temps qu'il ne fût ouvert qu'après que feu

nouvelle leurs propriétés déjà connues, & en découvrira qui ne le sont pas encore; il donnera les dimensions de leurs Surfaces & de leurs Solides, déterminera leurs centres de Pesanteur & d'Oscillation, & l'on s'attend à trouver dans tout le Livre une grande connoissance, non-seulement du calcul Differential, mais aussi de l'integral, qui est de toute la Géometrie moderne la partie qui a encore le plus de besoin d'être cultivée.



ASTRONOMIE.

SUR LES MOUVEMENTS

DE JUPITER ET DE MARS.

L'Astronomie demande un travail continuel; jamais rien n'y est fixé de manière qu'il n'y ait plus aucun lieu à la révision. Il faut toujours observer, soit pour s'assurer davantage des hipothèses qu'on a établies, soit pour y faire les changemens nécessaires. On pourroit dire que l'Astronomie est toujours en mouvement aussi bien que les Astres.

V. 1^{re} M.

p. 62. & 66.

Ces sortes de révisions ne doivent être entreprises, que quand on a devant soi un grand amas d'observations, faites pendant une assez longue suite d'années. Le nombre n'en scauroit être trop grand, tant parce qu'en général chaque détermination qu'on peut faire sur une Planete en est plus exacte, que parcequ'il faut pour chaque détermination différente des observations faites en differens points du cours de la Planete, du moins pour une plus grande commodité de calcul, & pour plus de sûreté. Ainsi quand on veut déterminer ou l'Aphélie & le Perihélie, ou les Nœuds, les observations les plus avantageuses sont

celles qui se trouvent aux environs de ces points , ce qui est naturel , & il n'y auroit rien à désirer si en même tems la Planete , supposé qu'elle soit superieure, avoit été opposée au Soleil , ou , ce qui revient au même, Perigée, c'est-à-dire, placée dans son moindre éloignement de la Terre, car alors à cause de cette proximité son mouvement auroit été beaucoup plus sensible, & il doit l'être le plus qu'il se puisse pour donner lieu de déterminer plus précisément des points invisibles, tels que le Nœud ou l'Aphélie. Par les mêmes raisons, s'il s'agit de déterminer l'inclinaison de l'Orbe d'une Planete sur l'Ecliptique, il n'y a point d'observations plus favorables que celles qui se trouvent aux environs de la plus grande latitude de la Planete, & de son opposition au Soleil. Il est clair que c'est dans le tems de cette opposition qu'il faut prendre une Planete superieure, pour observer ses Taches, & par-là reconnoître quelle est la durée de sa révolution sur son axe, & l'inclinaison de cet axe sur le plan de son Orbe, selon la methode que nous avons expliquée pour le Soleil dans l'Hist. de 1701 *. S'il est question de déterminer par la seconde inégalité d'une Planete, c'est-à-dire, par la difference optique du mouvement de cette Planete vûe du Soleil ou vûe de la Terre, quelle est sa distance au Soleil comparée à celle de la Terre, les observations qui conviennent le mieux, sont celles de cette Planete prise en quadrature avec le Soleil. Car quand elle est ou en opposition ou en conjonction avec le Soleil, son mouvement par rapport à la Terre est d'un jour à l'autre le moins inégal qu'il se puisse, & par consequent moins different à cet égard de ce qu'il seroit étant vû du Soleil, ou, ce qui revient au même, la seconde inégalité de la Planete est moins sensible. Elle l'est donc autant qu'elle le puisse être entre l'opposition & la conjonction, c'est-à-dire, dans les quadratures. Nous avons supposé ici que l'on connût ce que c'est que toutes ces differentes déterminations, expliquées dans l'Hist. de 1704 *.

* p. 101.
& suiv.

* p. 65. &
suiv.

Ce qu'on a vû dans cette même Histoire que fit M. Maraldi

Maraldi sur Saturne, il l'a fait ensuite sur Jupiter & sur Mars. Ayant entre les mains un grand nombre d'observations exactes, dont les plus anciennes appartenoient à M. Cassini seul, & les plus nouvelles à M^{rs} Cassini & à lui, & se voyant en état de trouver toujours dans ce grand nombre celles que demanderoient les differens besoins, il a examiné par rapport à Jupiter & à Mars les Tables astronomiques que Kepler a données. Les legers changemens que M. Maraldi juge qu'il y faut faire sur certains points, sont fort glorieux à ce grand Astronome. Ce détail ne nous regarde pas, non plus que celui de plusieurs déterminations nouvelles que M. Maraldi tire de ses observations. Nous nous arrêterons seulement à la parallaxe de Mars, parce qu'elle est importante pour le système général de l'Astronomie.

Par la fameuse Regle de Kepler, que de nouveaux Astronomes ont confirmée, ainsi qu'il a été dit dans l'Hist. de 1705 *, on a les rapports des distances de toutes les Planetes principales au Soleil; on sçait, par exemple, que Jupiter en est plus de 5 fois plus éloigné que la Terre, Saturne un peu moins de 10 fois; mais pour changer ces rapports en grandeurs absolues, il faudroit avoir en lieuës la distance de quelqu'une des Planetes au Soleil ou à la Terre. On a voulu parvenir à cette connoissance par l'angle de la parallaxe que quelque Planete principale peut faire à l'égard de la Terre.

* p. 118. &
suiv.

Une Planete étant supposée à l'horison, on imagine deux lignes tirées à son centre, dont l'une part du centre de la Terre, l'autre d'un point quelconque de sa surface où est un Observateur. Il se forme donc un Triangle rectangle, dont un des angles aigus est au centre de la Planete, & a pour base le demi-diametre de la Terre que l'on connoît. Cet angle est la parallaxe, ou la difference optique qui est entre une Planete vüe du centre de la Terre, ou de sa surface. Si cet angle est connu, tout le triangle l'est par les regles de la Trigonometrie, & par consequent celui de ses côtés qui est la distance du centre de la

Terre à la Planete. Il est bon de remarquer ici que cet angle n'est jamais plus grand qu'à l'Horifon, & que delà il va toujours en diminuant jusqu'au Zenith, où il s'anéantit entierement. Aussi la plus grande parallaxe est toujours l'horizontale, mais il n'est pas nécessaire de l'avoir immédiatement, on la conclut sans peine de celle qu'on aura trouvée dans quelque autre point du Ciel. Il faut remarquer aussi que la ligne tirée de la surface de la Terre à la Planete, & qui est celle de notre rayon visuel, rapporte toujours la Planete à un point du Ciel plus bas, que celle qui est tirée du centre de la Terre, c'est-à-dire, que la parallaxe fait toujours baisser l'Astre.

Afin qu'une Planete puisse avoir une parallaxe, il est nécessaire que dans ce Triangle que nous venons d'imaginer, le demi-diametre de la Terre ait quelque rapport sensible aux deux autres côtés qui sont la distance de la Planete au centre de la Terre, ou à sa surface. Si ce rapport est trop petit, il est nul à notre égard, & la parallaxe cesse absolument: C'est ce qui arrive aux Planetes de Saturne & de Jupiter, dont les distances sont infinies, par rapport au demi-diametre de la Terre qui n'est que de 1500 lieues. Mais on a pas desespéré de la parallaxe de Mars, qui est plus proche de nous, pourvû cependant qu'on le prit dans le tems où il en est le plus proche, & où sa distance qui peut être de 13 ne fût que de 2.

Outre les distances absolues des Planetes au Soleil, & entre elles, que l'on auroit par la parallaxe de Mars, on auroit aussi la parallaxe du Soleil que l'on ne peut avoir par observation à cause du grand éloignement de cet Astre, & qui est cependant nécessaire pour la précision d'une infinité de calculs. Car les parallaxes étant proportionnelles aux distances, la parallaxe de Mars donneroit celle du Soleil, puisqu'on sçait quel est le rapport des distances de Mars & du Soleil à la Terre.

Toutes ces connoissances que l'on peut tirer de la parallaxe de Mars, & qui ne peuvent guere venir par d'autres voies, la rendent donc fort précieuse aux Astronomes.

Aussi lorsqu'en 1672 M. Richer fut envoyé par l'Académie en l'île de Cayenne, sur les côtes de l'Amérique, pour y faire des observations, il fut chargé de s'attacher particulièrement à la parallaxe de Mars, qui devoit être alors dans son perigée. Etant arrivé à Cayenne, il comparoit Mars à une Étoile fixe la plus proche, & mesuroit exactement leur distance. Pendant ce même tems, & souvent aux mêmes jours, M. Cassini mesuroit à l'Observatoire la distance de Mars & de la même fixe. Quand M. Richer fut de retour en 1673, on compara les observations. Si Paris & Cayenne qui a environ 5 degrés de latitude Septentrionale, avoient eu la même longitude, & que Mars vû dans le même moment de l'un & de l'autre lieu, n'eût pas paru à la même distance de la fixe, il est certain que la différence eût dû être entièrement rapportée au grand éloignement des deux lieux des observations, & par conséquent on auroit eu une parallaxe *partiale* de Mars; je dis *partiale*, car elle eût été moindre que si Cayenne eût été sous l'Equateur & Paris sous le Pole, ce qui auroit donné sa parallaxe *totale*, ou horisontale. Mais on avoit égard à la différence de longitude entre Paris & Cayenne, qui étoit de 3 heures 39', & à la quantité dont Mars pendant ce tems-là devoit s'approcher ou s'éloigner de la fixe par son mouvement particulier, & cette réduction faite toute la différence de distance entre la fixe & Mars vû de Paris ou de Cayenne appartenoit certainement à la parallaxe *partiale* de Mars. Par cette voie on la trouva de 15", la totale ou horisontale de 25", celle du Soleil de 9" $\frac{1}{2}$, la distance de Mars perigée à la Terre de 11 ou 12 millions de lieuës, celle du Soleil de 33 millions, son globe un million de fois plus gros que la Terre, &c. Il paroît étonnant d'abord que 15 secondes de parallaxe découvertes dans Mars, qui sont une grandeur presque imperceptible aux yeux & aux instrumens, donnent toutes ces grandeurs énormes, & presque immenses; cependant rien n'est plus facile que de le voir, & les Mathématiciens ne daignent presque pas s'y arrêter.

Comme il est rare que l'on ait de bonnes observations ; faites en des lieux fort éloignés, telles que celles de M. Richer, on ne laisse pas de chercher & de déterminer sans ce secours la parallaxe de Mars, toujours lorsqu'il est perigée. On prend quelque nuits de suite à son passage au Meridien, c'est-à-dire, alors à minuit ou à peu près, sa différence d'ascension droite avec une étoile fixe la plus proche, & comme l'étoile n'a point de mouvement en ascension droite, on voit précisément quel est celui de Mars par la variation de sa distance à cette étoile. Alors Mars n'a point de parallaxe *, puisqu'il est au Meridien, & toute la distance entre la fixe & lui est, pour ainsi dire, réelle. ** On prend ensuite cette même distance à quelque autre heure la plus éloignée de minuit qu'il se puisse, & si, comme il arrive effectivement, on la trouve différente de ce qu'elle doit être par le seul mouvement propre de Mars, qu'on suppose très-exactement établi, cette différence appartient à la parallaxe que Mars fait alors, & qui en le baissant vers l'Horison l'approche ou l'éloigne de l'étoile, selon qu'elle est posée à son égard. M. Cassini, inventeur de cette methode, la pratiquoit en 1672. pendant que M. Richer étoit à Cayenne, & trouvoit la parallaxe de Mars indépendamment de la comparaison qu'il devoit faire ensuite de ses observations avec celles de M. Richer. La même détermination faite par deux différentes voies, en devoit être plus sûre.

* En ascension droite, car il en a encore une en hauteur.
** En prenant seulement cette distance en ascension droite.

Cette dernière methode demande une saison où les nuits soient longues, parce que plus l'heure qui doit donner la parallaxe de Mars sera éloignée de minuit, plus la parallaxe sera sensible, & elle ne peut jamais l'être tant, qu'elle ne soit encore bien delicate. Par cette même raison, il ne suffit pas tout-à-fait que Mars soit dans son perigée, il est bon qu'il soit encore dans son perihelie ou aux environs, car il est visible que la Terre étant entre le Soleil & lui, il sera encore plus proche de la Terre, s'il est dans la partie la plus basse de son Orbe par rapport au Soleil.

Depuis l'année 1672, toutes ces circonstances, presque absolument nécessaires, à cause de la grande subtilité de cette détermination, ne se retrouvèrent qu'aux mois de Septembre & d'Octobre 1704. Aussi M. Maraldi ne manqua-t'il pas cette occasion. Il déterminâ la parallaxe horizontale de Mars de 24", plus petite d'une seconde que celle qui avoit été déterminée par M. Cassini en 1672. Cette légère différence passeroit pour un accord surprenant dans de semblables recherches; mais il y a plus, cette différence n'en est pas une, Mars étoit un peu plus éloigné de son perihelie, & par conséquent de la Terre en 1704 qu'en 1672. Voilà donc les 25" de la parallaxe de Mars confirmées, toute cette multitude de conséquence qui s'en ensuivent.

M. Maraldi observa aussi dans le même tems les Taches de Mars, & vérifia par là sa révolution autour de son axe en 24 heures 40', découverte par M. Cassini. Elle est difficile à déterminer, parce que les Taches de Mars changent beaucoup, non-seulement d'un perigée à l'autre, qui sont les seuls tems où l'on puisse les observer, mais même d'un mois à l'autre. Elles ont cela de commun avec les Taches de Jupiter, dont nous avons parlé dans l'Hist. de 1699*, & la reflexion que nous fîmes alors en devient plus étendue. Il faut que les grandes parties de la surface de notre Globe terrestre, différentes entre elles, comme les Mers & les Continents, soient bien en repos les unes à l'égard des autres, & bien exemptes de changement, en comparaison de celles qui leur répondent dans les Globes de Jupiter & de Mars.

* p. 78.

SUR LES REFRACTIONS.

Monsieur Cassini, & le P. Laval Jésuite, l'un de ses Correspondants sur l'Astronomie, & Professeur d'Hydrographie à Marseille, ont traité dans leur com-

V. les M.
P. 78.

merce sçavant diverses matieres, dont la principale ou la plus instructive est la refraction astronomique.

Ce fut principalement à l'occasion de la mesure de la Terre, commencée par l'Academie en 1669, que l'on s'apperçût des différentes refractions d'un objet vû sur la terre. Elles sont d'autant plus grandes, qu'il est plus élevé, ou plus éloigné, plus grandes le matin qu'à midi, & qu'aux heures correspondantes après midi, différentes en differens jours, le tout sans aucune proportion bien connue. Tout cela peut s'expliquer par différentes couches de vapeurs repandues dans l'air, les inferieures plus grossieres que les superieures, plus mêlées ensemble & moins différentes, lorsque le Soleil a eu le tems d'agir sur elles. La quantité, la consistance & le mélange de ces vapeurs dépendent d'une trop grande combinaison de causes particulieres, pour nous permettre aucune détermination précise.

Il seroit de consequence dans l'Astronomie de connoître au juste les refractions des Astres à l'horison, ou, ce qui revient au même, la variation que les refractions causent à l'apparence de l'horison sensible, qu'elles élèvent plus ou moins. L'Observatoire du P. Laval à Marseille est commode pour cette recherche, parcequ'il est en vûe de la Mer, & a par consequent un horison sensible qu'on peut appeller *veritable* en comparaison des horisons terrestres, qui sont presque toujours trop hauts, ou trop bas.

Le P. Laval a observé que l'horison de son Observatoire terminé à la Mer, n'est jamais plus bas que de 15 minutes, ni moins que de $13\frac{1}{2}$, c'est-à-dire, que l'arc de la circonference de la Terre, compris depuis l'Observatoire jusqu'à l'horison, varie entre ces grandeurs, d'où M. Cassini conclut, par le moïen du Rayon de la Terre connu assés exactement, que l'étendue de l'horison est de 7 petites lieues, & que l'Observatoire est élevé sur la surface de la Mer de 175 pieds.

C'est une chose remarquable, que quand la Mer a été grosse, ou que le Nord-Oüest, ou le Sud-Est ont été frais,

& que l'air a été rempli à l'horison d'une brume déliée, le P. Laval a trouvé ordinairement son horison plus bas, c'est-à-dire, que la refraction a été moindre, puisqu'elle l'a moins élevé. Cependant ces circonstances auroient pû faire croire que l'air plus chargé de vapeurs auroit dû la rendre plus forte.

Il sembleroit de même que la refraction d'un Astre vu au travers d'un nuage devoit être plus grande. Elle ne l'est pourtant pas, & c'est ce que M. Cassini & le P. Laval ont observé plusieurs fois. Delà M. Cassini conjecture qu'il pourroit y avoir dans l'air une *matiere refractive* differente de l'air.

D'un autre côté cependant les refractions paroissent avoir un certain rapport à la constitution de l'air. Le P. Laval trouve au Solstice d'Hiver la distance du Soleil à l'Equateur ou l'obliquité de l'Ecliptique moindre qu'il ne la trouve au Solstice d'Esté, ce qui apparemment vient d'une refraction plus grande en Hiver qu'en Esté. Toujours il est certain, comme nous l'avons dit dans l'Hist. de 1700*, * p. 1092 & suiv. que vers l'Equateur les refractions horizontales sont moindres que celles de notre climat d'environ un tiers, & que vers les 65 ou 66 degrés de latitude elles sont presque doubles des nôtres.

Entre les Tropiques, le Barometre en général s'éleve moins que dans les país Septentrionaux, ce qui marque sûrement que l'air de la Zone Torride est plus leger, & ce plus de legereté s'accorde bien avec de moindres refractions. Mais d'ailleurs le Barometre ne s'éleve pas plus à Stokolm qu'à Paris, du moins selon les observations d'un certain nombre d'années, quoique les refractions de Stokolm aient toujours été plus grandes. Voilà bien des contrariétés apparentes, qui éloignent beaucoup l'établissement d'un sistême; il suffit maintenant de ramasser tous les sujets d'incertitude, & peut-être quand ils seront en assés grand nombre, produiront-ils quelque certitude, ou quelque vrai-semblance.

SUR L'APPARITION

D'UNE COMETE.

v. les M.
p. 91. &
p. 8.
* p. 68.

LE Ciel confirme ce que nous avons dit dans l'Hist. de 1702 *, que les Cometes qui étoient assés rares deviennent communes, depuis qu'il y a des Observateurs en plus grand nombre, & plus appliqués. Il a paru une Comete en 1698, deux en 1702, une en cette année, c'est-à-dire, 4 Cometes en 8 ans, mais il est vrai qu'elles n'ont paru qu'aux yeux des Astronomes, qui voudroient encore en voir plus souvent, & qu'elles n'ont pas servi à épouvanter les peuples.

Celle de cette année fut découverte par M^{rs} Cassini & Maraldi, la nuit du 18 au 19 Mars, proche de la Couronne Septentrionale. Elle étoit de la grandeur d'une petite Etoile nebuleuse, plus claire vers le milieu que vers les bords, & mal terminée. On la reconnut pour Comete à son mouvement propre, qui fut bien-tôt apperçû.

Par les observations des trois premieres nuits, où l'on pût la voir, on détermina que sa route étoit sur un grand Cercle qui coupoit l'Ecliptique vers le milieu de la Vierge & des Poissons, & qui dans son plus grand éloignement de l'Equateur, en étoit à 55 degrés, que le mouvement de la Comete sur ce Cercle étoit alors de 4 degrés par jour, contre l'ordre des signes, & qu'elle s'approchoit toujours de l'Ecliptique, allant du Nord-Est au Sud-Oüest. On détermina même par la diminution sensible de son mouvement, qu'elle avoit dû être vers son perigée au tems de la premiere observation.

Cette détermination du perigée est tout-à-fait importante. Quand elle est une fois faite, M. Cassini suppose que la Comete au lieu de décrire un arc de Cercle ou de quelque autre Courbe, décrit la Tangente d'un Cercle concentrique à la Terre, qui a pour rayon la distance de
la

la Terre à la Comete dans son Perigée. Cette Tangente l'est dans le point du Perigée. Quoique ce soit une ligne droite, elle peut dans une grande étenduë être prise pour l'arc même de l'Orbe de la Comete, à cause de l'énorme grandeur dont cet Orbe doit être. De plus, M. Cassini suppose le mouvement de la Comete égal, & en effet il l'est du moins par rapport à nous, tant à cause de la grande distance, que de la petite partie de l'Orbe qui nous est visible. Il prend ensuite par observation le nombre de degrés celestes que la Comete a parcourus en un jour depuis son Perigée, par exemple 4 degrés, il les pose sur la Tangente à compter depuis le Perigée, & par l'extrémité de cette étenduë de 4 degrés, il tire au centre de la Terre une ligne qui est l'hipotenuë de l'angle droit formé par le rayon du Cercle & par la Tangente. Les 4 degrés sont la mesure, & dans la supposition presente, la base de l'angle du centre. Voilà donc un triangle rectangle dont les trois angles sont connus, & par conséquent le rapport de ses côtés. Dans l'exemple present, si le rayon du Cercle est de cent parties, les 4 degrés valent 7 de ces parties, d'où M. Cassini tira cette consequence, que le chemin de la Comete en un jour étoit les $\frac{7}{100}$ de sa plus petite distance à la Terre. Enfin la Tangente étant divisée en parties qui soient toutes égale à ces 7, on a le chemin de la Comete pour chaque jour, & on peut le predire, de sorte que si on a été plusieurs jours de suite sans la pouvoir observer à cause du mauvais tems, on sçait dès que le tems permet l'observatoire, à quel endroit du Ciel il faut pointer la Lunete pour retrouver l'Astre. Il est visible que cette division de la Tangente en parties égales donne la diminution du mouvement apparent de la Comete, à mesure qu'elle s'éloigne de son Perigée, car ces parties égales sont vues sous des angles toujours plus petits, dont la diminution est aisée à connoître, & c'est par-là que M. Cassini prédit les lieux de la Comete dans le Ciel.

Comme la supposition de la Tangente décrite par la Comete est fautive, on ne trouve plus l'Astre sur cette li-

gne droite, quand son cours nous est visible dans une étendue considérable. Ainsi la Comete de cette année qui disparut le 16 Avril commençoit à s'écarter de la Tangente, Elle n'étoit plus même dans le plan d'un grand Cercle, c'est-à-dire, d'un Cercle dont le plan eût passé par le centre de la Terre.

A la fin de son cours, son mouvement n'étoit pas d'un degré par jour. Sa grandeur diminuoit en même tems.

Il parût en 1580. une Comete qui eût la même vitesse, & qui tint à peu près la même route. On en pourroit tirer une consequence favorable à l'Hipothese des Retours.

La Theoric que nous avons rapportée, & par laquelle M. Cassini calcula le mouvement de cette Comete répondit aussi juste aux observations que les meilleurs Tables de la Lune. On pourroit être étonné que le cours de la Lune, qui est si proche de nous, & toujours exposée à nos yeux, ne nous fût pas plus connu que celui de ces Astres étrangers, si éloignés de nous, & le plus souvent cachés, mais la proximité même de la Lune & sa présence continuelle font la difficulté de connoître son cours,

S U R L A P L A N E T E

D E M E R C U R E.

V. les M.
p. 95. **M**ercure, qui à notre égard ne s'éloigne jamais plus du Soleil que de 28 degrés, en est ordinairement si proche, qu'il est perdu & abîmé dans sa lumiere, & invisible à la vûe simple. Quand il se dégage des rayons du Soleil le plus qu'il est possible, il est encore le plus souvent dans les Crepuscules, & comme il est beaucoup plus petit que la Terre, on ne le decouvre pas sans peine, supposé même que le tems soit alors favorable.

Depuis l'usage des Lunetes, on l'a vû plus commodément, mais rarement encore, & presque toujours le matin ou le soir. Or les observations faites en ces tems-là font

les moins sûres, & les moins propres à fonder des Tables du mouvement d'une Planete, à cause de l'inégalité des refractions horisontales, qui changent irregulièrement le lieu apparent de l'Astre, & cet inconvenient est d'autant plus grand, que l'Astre est plus rarement apperçû, parce-qu'on a moins d'observations qui se rectifient les unes les autres. Par cette raison, il faut voir Mercure proche du Meridien, s'il est possible,

L'avantage qu'on tire des Lunetes à l'égard de Mercure n'est pas qu'elles le grossissent, au contraire elles le font voir plus petit qu'à la vûë simple, ce qui a été expliqué en général dans l'Hist. de 1699 *, mais elles donnent lieu de le voir malgré une clarté qui l'effaceroit, ainsi que nous avons dit dans l'Hist. de 1700 *. M. de la Hire a cependant cherché long-tems Mercure dans le Meridien sans l'y pouvoir découvrir, peut-être faute d'avoir d'assés bonnes Tables de son mouvement, car pour trouver dans un si grand jour un aussi petit objet, il faut sçavoir assés précisément l'endroit où l'on doit le trouver, & y pointer la Lunete.

* p. 79.

p. 116. & 117.

Le mouvement du Soleil étant de tous les mouvemens celestes le plus exactement connu, on a tâché de voir Mercure le plus près du Soleil qu'il fût possible, afin de connoître plus sûrement par le lieu du Soleil dans le Ciel celui de Mercure. On a fait des observations de cette Planete sous la Zone Torride, où les Crepuscules plus courts que ceux de nos Climats la laissent voir plus près du Soleil. Mais malheureusement ces observations n'ont pas été assés sûres.

Les plus avantageuses de toutes ont été celles de Mercure vû sur le disque même du Soleil, car quelquefois dans sa conjonction *inferieure* il passé devant cet Astre, & en éclipse une très-petite partie, visible seulement à la Lunete. La premiere observation de cette espece qui ait jamais été faite fut celle de Gassendi en 1632, après quoi on en a fait encore cinq dans le Siécle passé.

M. de la Hire ayant devant lui ces observations, &

celles qu'il avoit faites lui-même de Mercure le matin & le soir, en dressé de si bonnes Tables qu'enfin avec leur secours il trouva Mercure dans le Meridien pour la premiere fois le 22 Octobre 1699. Après cela il ne lui fût plus fort difficile de le revoir dans la même situation.

Il publia en 1702 ses Tables pour toutes les Planetes, & maintenant M. de la Hire le fils leur compare plusieurs observations de Mercure dans le Meridien. il l'y a vû le 28 Juillet 1705. à 11^h 31' du matin, & par consequent éloigné seulement du Soleil de 7 degrés à peu près. En même tems il compare aux Tables de M. de la Hire ce que donnent les Tables de Kepler, estimées de tous les Astronomes avec tant de justice. Il est naturel que celles de M. de la Hire l'emportent, fondées comme elles sont sur des observations en plus grand nombre, & sur les observations singulieres de Mercure vû dans le Soleil, que Kepler n'avoit pas; aussi voit-on le plus souvent qu'elles s'éloignent beaucoup moins du Ciel, & elles s'en éloignent si peu que ce sera une espece de merveille pour ceux qui connoissent Mercure,

Il ne faut pas oublier ici que quelquefois M^s de la Hire n'ont pû découvrir Mercure au Meridien, quoiqu'alors il fût plus éloigné du Soleil, & par consequent plus facile à découvrir, que dans d'autres tems où ils l'avoient vû, & cela, sans pouvoir soupçonner qu'il y eût de la faute des Tables. Peut-être Mercure, aussi-bien que le cinquième Satellite de Saturne, qui devient invisible en certains tems*, a-t'il une partie considerable de son globe plus obscure que le reste, c'est-à-dire, moins propre à réfléchir vers nous la lumiere du Soleil,

* V. l'Hist. de 1705. p. 222



SUR LES APPARENCES

DU CORPS DE LA LUNE.

DEpuis les Telescopes, la Lune est un objet tout nouveau pour nous. Voici quelles en sont les principales apparences. V. les M^{es}
p. 107.

1°. Elle a une infinité de montagnes plus hautes que les nôtres, à proportion de son globe, près de 60 fois plus petit que celui de la Terre. On voit l'ombre de ces montagnes, & on la voit changer selon les differens aspects du Soleil.

2°. Elle a des cavités ou lacunes, pareilles à celles que laisseroient nos Mers sur la surface de la Terre, si elles étoient anéanties, mais moins continuës, moins grandes, en beaucoup plus grand nombre, & plus profondes. Ce sont comme une infinité de grandes fosses. Par conséquent la surface de la Lune n'est pas, ainsi que celle de la Terre, à peu près égale & de niveau, aux montagnes près, elle a de plus ces especes de fosses, qui y sont creusées en mille & mille endroits.

3°. Il y a d'autres endroits qui sans être des cavités paroissent obscurs, & ce sont ceux-là que l'on pourroit prendre pour des Mers. Mais M. de la Hire remarque qu'à les examiner de plus près ils ont aussi des cavités, ce qui ne peut guere convenir à un liquide. Il n'y aura donc point de Mers sur la Lune, & ces endroits obscurs seront seulement de grands Païs dont la terre sera naturellement plus noire.

4°. Ordinairement de grandes montagnes bordent les cavités.

5°. Des quadratures à l'opposition, les apparences de la surface de la Lune changent à tel point qu'à peine sont-elles reconnoissables. Un grand nombre de montagnes & de cavités qui se distinguoient aisément, ne se distinguent

610 HISTOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE

plus du tout, ce qui vient, selon M. de la Hire, de ce que ces montagnes étant éclairées de côté dans les quadratures, leurs éminences devenoient sensibles à nos yeux, au lieu qu'elles ne le sont plus, quand elles sont éclairées en face, de la même manière à peu près, que la saillie des figures d'un bas-relief placé à une distance mediocre est plus aisée à voir quand le jour y donne de côté. De plus, quantité d'endroits qui dans les quadratures ne sont que de petites cavités noires, à peine sensibles, deviennent dans l'opposition très-lumineux & très-brillants, & il y en a tel qui l'est tant qu'on a cru qu'il devoit jeter des flammes comme le Mont-Etna. M. de la Hire explique assés naturellement ce Phenomene, en supposant que la figure interieure de ces cavités est à peu-près spherique, & leur superficie blanche & fort raboteuse. Ces especes de grands Miroirs concaves ne peuvent nous renvoyer la lumiere du Soleil que quand ils en sont vûs à plan, & ils la renvoient de tous côtés, parceque leur surface est raboteuse, & très-vivement, parcequ'elle est blanche. En joignant ensemble le changement qui arrive à l'apparence de ces cavités, & la difference de beaucoup de cavités & de Montagnes qui s'efface en même tems, il est aisé de voir combien la Lune doit-être differente d'elle-même du tems à l'autre.

Pour s'assurer de ces idées, M. de la Hire fit autrefois une representation en relief d'une petite partie de la Lune, telle qu'il l'imaginoit, & il vit qu'en differentes expositions au Soleil, elle répondoit assés bien aux apparences qu'il vouloit expliquer.

6°. Depuis près de 100 ans que l'on a les Telescopes, il ne doit pas être arrivé de grands changemens sur la surface de la Lune. Car M. de la Hire démontre qu'avec une Lune de 25 pieds, un espace qui ne seroit pas plus grand que Paris, y seroit fort sensible, & par consequent s'il s'y étoit fait quelque grand changement, qui eût occupé seulement une pareille étendue, on l'auroit vû. Il n'en est pas ainsi de Jupiter & de Mars *. Il convient assés à une Pla-

nete qui n'a point de Mers, que sa surface soit exempte de grands changemens.

7°. Il lui convient aussi de n'avoir point d'Atmosphère, & en effet il ne paroît pas que la Lune en ait, du moins sensiblement. D'habiles Observateurs ne s'apperçoivent point que les rayons d'une Etoile fixe, qui en sera tout proche, & qui touchera son disque, souffrent aucune refraction.

SUR UNE NOUVELLE ETOILE

QUI PAROIT ET DISPAROIT.

Rien ne seroit plus naturel que de croire exemptes de V. les M.
P. 115. changement ces Regions immenses, où les Etoiles fixes semblent suspendues. Depuis une longue suite de Siècles, le spectacle en est toujours le même, mais il ne l'est qu'à des yeux peu éclairés ou peu attentifs, & maintenant qu'on observe le Ciel avec un plus grand soin, & de nouveaux secours, on voit qu'il a sa part des changemens, qu'on croyoit n'être que sublunaires. Il disparoît des Etoiles qui ont été vûes par les anciens, il en paroît de nouvelles, il y en a qui disparoissent & reparoissent, & quelques-unes dans de périodes assés réglées.

Auroit-on pensé qu'il n'y a pas dans le Ciel beaucoup de Constellations, où depuis cent ans il ne soit arrivé quelque changement sensible? M. Maraldi a remarqué, il y a déjà quelque tems, que la Region où il en arrive le plus est la Voye de lait, comme si dans cette fourmillier de petites Etoiles il regnoit plus de mouvement & d'agitation.

Dans l'espece de celles qui paroissent & disparoissent assés regulierement, tout le monde connoît l'Etoile de la Baleine, dont la révolution est ordinairement de 11 mois, & celle du Cigne, dont la révolution est de 13. M. Maraldi en a découvert dans l'Hydre une troisiéme, dont il a trouvé que la révolution étoit de 2 ans.

Les Etoiles fixes étant autant de Soleils , car à l'énorme distance où elles sont , & que M. Hugins fait 27664 fois plus grande que celle de la Terre au Soleil , elles ne brillent pas d'une lumiere réfléchie ; il faut ou que ces Soleils qui paroissent & disparoissent ayent un mouvement par lequel ils s'approchent & s'éloignent de notre monde, ce qui n'est guere vrai-semblable , puisqu'il semble qu'ils devroient avoir tous un pareil mouvement , ou que leurs globes soient en partie lumineux , en partie obscurs , & qu'ils tournent sur leurs axes dans les tems où se fait la periode del'apparition. Cette ingenieuse hipothese de feu M. Bouillaud est la plus recevable , & elle a été depuis appliquée à de pareils Phenomenes , comme au cinquième Satellite de Saturne. Il est fort possible que dans ce nombre infini de Soleils , il y en ait qui ne soient que des demi-Soleils , & d'autant plus que notre Soleil lui-même a des taches , qui le réduiroient à n'être qu'un demi Soleil , si elles étoient fixes & plus étenduës. En cas que des Planetes habitées tournent autour de tous les Soleils , il est aisé de s'imaginer quel est l'effroy de habitans , aux yeux de qui leur Soleil disparoit pour un tems considerable , ou plutôt quelle est la tranquillité avec laquelle ils voyent un spectacle ordinaire pour eux , & qui seroit terrible pour nous.

Les révolutions qu'on est obligé de donner aux Etoiles de la Baleine , du Cigne , & de l'Hydre sur leurs axes en 11 mois , 13 mois , & 2 ans sont beaucoup plus longues que celle du Soleil , qui n'est que de 27 jours & demi. Mais il ne paroît pas qu'on puisse tirer delà aucune conséquence pour la proportion de la grosseur des Globes , comme si les plus grands employoient plus de tems à tourner. Dans notre Monde , Jupiter mille fois plus grès que la Terre , tourne cependant plus de deux fois plus vite.

Les Etoiles qui paroissent & disparoissent sans révolutions réglées , peuvent être des Soleils dont les Taches soient fort grandes , mais non pas fixes , & peut-être même capables de s'évanouir entierement. Celles de notre
Soleil

Soleil nous donnent lieu d'imaginer sur cette matiere un affés grand nombre de varietés.

SUR LES TROIS ECLIPSES

DE CETTE ANNE'E.

LA premiere des trois Eclipses de cette année a été lunaire. Le commencement qui avoit été déterminé dans la connoissance des tems à 31' après minuit, 28 Avril, ne pût être observé à cause de la pluie & des nuages, non-plus que plusieurs autres phases. M^{rs} Cassini & Maraldi observerent la fin à 3^h 3', & la grandeur de 5 doigts 52'. M^{rs} de la Hire observerent la fin à 3^h 4', & la grandeur de 5 doigts 40'.

V. l^{es} M.
P. 155. 157.
& 41.

Les observations de cette Eclipsé, quoiqu'en petit nombre, & même un peu douteuses, n'ont pas laissé d'être d'un grand usage. Heureusement le P. Boutin Missionnaire Jesuite étant alors au Port de Paix dans l'Isle de S. Domingue observa aussi, & il en a envoyé un petit Memoire au P. Göbye, qui l'a communiqué à l'Academie. Quoique le P. Boutin n'ait observé qu'avec sa montre, & à la vûë, la grandeur de l'Eclipsé qu'il a marquée à 10' près de M^{rs} de la Hire, a fait ajoûter foi à ses autres observations. M. de la Hire a pris celle qu'il a faite de la fin de l'Eclipsé à 9^h 40' du soir le 27 Avril au Port de Paix, & la comparant à l'observation correspondante de Paris, il en conclut la difference de longitude de ces deux lieux de plus de 81 degrés, au lieu que les meilleures Cartes que nous ayons jusqu'à present ne la marquent que d'environ 75.

Par les observations que les Jesuites Missionnaires ont faites en divers lieux de l'Orient, il n'y a pas encore 20 ans, on a trouvé les differences de longitude beaucoup moindres que ne les marquoient les Cartes les plus estimées, & l'Asie s'est rapprochée de nous de plus de 500 lieues. Maintenant voici tout au contraire l'Amerique qui s'en

éloigne, & les 6 degrés dont l'Isle de S. Domingue est plus occidentale qu'on ne pensoit, pris sous l'Equateur, valent 150 lieues moyennes de France. Mais pourquoi la Geographie est-elle tombée à l'égard de l'Asie & de l'Amerique dans des erreurs opposées? M. de la Hire croit que cela vient de ce que les déterminations des longitudes dans les Cartes n'ont pas été fondées jusqu'à présent sur des observations astronomiques, mais sur l'estime des Navigateurs, qui ont cru les lieux d'autant plus éloignés que la navigation étoit plus difficile; or il est certain qu'elle l'est plus d'ici en Asie qu'en Amerique. On pourroit ajouter qu'à l'égard de l'Asie l'erreur excessive de Ptolomée a influé sur les Cartes modernes, telles que celles de M^{rs} Sanson & Duval. M. Cassini a remarqué, il y a déjà du tems, que selon Ptolomée la Chine seroit de plus de 45 degrés plus orientale qu'elle n'est effectivement, & il est assez naturel que l'on n'ait pas osé faire d'abord à la Geographie de Ptolomée une aussi grande correction qu'il auroit fallu, & que l'on ait conservé quelque prévention pour le grand éloignement de la Chine. Peut-être est-ce par cette raison que du côté de l'Amerique l'erreur, qui a eu ce principe de moins, n'a pas été si grande.

V. les M.
p 165. 169.
172. 249.

La seconde Eclipsé de cette année suivit la premiere d'aussi près qu'il soit possible, puisqu'il n'y eût que l'intervalle de la Pleine Lune à la Nouvelle Lune. Elles furent encore d'autant plus proches, qu'au tems de la seconde la Lune étoit vers son Perigée, & par conséquent dans sa plus grande vitesse, & alors son mouvement vrai surpassa le moyen presque autant qu'il le puisse surpasser. Cette seconde Eclipsé fut donc solaire, & elle arriva le 12 May au matin à Paris.

L'Astronomie peut se venter, & elle conservera cette gloire dans les siècles à venir, que jamais phenomene celeste n'a eu de plus grands & de plus illustres Observateurs. Le Roi voulut voir faire les observations par des Astronomes de l'Academie, & pour cela M. Cassini le fils & M. de la Hire le fils allerent à Marli, avec tous les in-

strumens nécessaires. Toute la Maison Royale & toute la Cour furent témoins des opérations, & Monseigneur le Duc de Bourgogne, qui fait bien voir que les Sciences peuvent trouver leur place parmi les occupations des plus grands Princes, déterminâ lui-même plusieurs Phases, le commencement, par exemple, qui fut douteux à cause des nuages, & qu'il fixa par une estime fort juste à 8^h 26'. La fin fut à 10^h 41'. Du diamètre apparent du Soleil divisé en 12 doigts, il y en eut 11 couverts dans la plus grande obscurité, à quelc minutes près, chaque doit ayant 60 minutes.

Quoiqu'il ne nous restât que la 11^{me} partie du diamètre du Soleil, la lumière, qui étoit à la vérité d'une pâleur effrayante & sinistre, ne laissoit pas d'être encore assez grande, & tous les objets se distinguoient aussi facilement que dans le plus beau jour. Comme les espaces compris dans des cercles differens sont en même raison que les quarrés des diametres, si l'espace qui étoit encore visible dans le disque du Soleil eût été parfaitement circulaire, nous n'aurions eu que la 144^{me} partie de la lumière que nous avons ordinairement, mais cet espace étant un peu plus grand à cause des *cornes* de l'Eclipse, il nous resta aussi un peu plus de lumière, mais nous en eûmes moins que Saturne, qui étant 10 fois plus éloigné du Soleil que nous, n'en a que 100 fois moins, & cela nous doit assurer que cette Planete malgré son grand éloignement du Soleil en est suffisamment éclairée, quand même ses Habitans n'auroient les yeux faits que comme nous.

Au tems de cette Eclipse le Soleil étoit vers son Apogée, aussi bien que la Lune vers son Perigée; & par conséquent le diamètre apparent du Soleil étoit à peu-près le plus petit, & celui de la Lune le plus grand qu'il puisse être, circonstance qui rend l'Eclipse plus grande, & sa durée plus longue. L'excès du diamètre apparent de la Lune sur celui du Soleil étoit environ de 2' $\frac{1}{2}$.

M. Cassini ne manqua pas d'employer la Methode qu'il a inventée depuis long - tems pour tracer le chemin de

l'ombre de la Lune sur la Terre, & déterminer par-là tous les lieux qui ont vû l'Eclipse, soit totale, soit partielle, soit centrale ou non, & les differens tems où ils l'ont vüe. Dans l'Eclipse solaire du 23 Sept. 1699 rapportée par l'Histoire de la même année *, Il avoit décrit le mouvement de l'ombre d'Occident en Orient déclinant vers le midi, & l'avoit fait commencer par les parties Orientales de l'Amerique Septentrionale, & finir à la partie Occidentale de la Chine, après avoir traversé le milieu de l'Afrique & l'Equateur. Dans l'Eclipse de cette année, le mouvement de l'ombre fut d'Occident en Orient déclinant vers le Septentrion, il commença dans l'Océant Atlantique en deçà de l'Equateur & de l'Amerique, traversa la Méditerranée, alla jusques dans la grande Tartarie, & du côté du Septentrion une partie de l'ombre tomba hors de la Terre, aussi-bien que dans l'Eclipse de 1699. Ces deux Eclipses étant comparées ensemble, l'ombre de la première alloit du Nord-Oüest au Sud-Est, & celle de la seconde du Sud-Oüest au Nord-Est, & si elles avoient laissé des traces, elles se croiferoient en Pologne.

* p. 76. & suiv.

Cette différence de la direction des deux mouvemens est produite par la différente situation qu'avoient à l'égard du Soleil les signes d'où venoit la Lune. Quand elle vient se joindre au Soleil, elle vient toujours d'un signe ou d'un degré plus occidental que celui où est le Soleil, mais ce degré plus occidental peut-être au midi ou au Septentrion du Soleil. Il est très-aisé de faire l'application de cette remarque.

Dans l'endroit déjà cité de l'Hist. de 1699, nous avons dit que le mouvement de l'ombre de la Lune sur la Terre est plus rapide que celui d'un boulet de Canon dans l'air. Cette prodigieuse vitesse de l'ombre vient de ce que tandis que la Lune parcourt un degré de son Orbe, son ombre parcourt sur la Terre une espace égal. Il faut donc voir ce que vaut un degré de l'Orbite de la Lune appliqué sur la circonférence de la Terre. Les circonférences de deux Cercles étant comme leurs rayons, & la distance de la

Lune à la Terre, ou, ce qui est la même chose, le demi-diamètre de son Orbite étant environ de 60 demi-diamètres de la Terre, un degré de l'Orbite de la Lune vaut 60 degrés d'un grand Cercle de la Terre, ou 1500 lieuës. Or la Lune parcourt un degré de son Orbite environ en 2 heures, ce qui donne à son ombre une vitesse de 12 lieuës par Minute, & dans ce même tems un boulet de Canon ne parcourt que près de 3 lieuës. Nous n'entrons point ici dans les circonstances particulières, qui peuvent faire varier la vitesse de l'ombre, telles que sont les inégalités du mouvement de la Lune, ses différentes distances à la Terre, la différente obliquité de la projection de l'ombre sur différentes parties de la surface du globe terrestre, la diversité même des refractions des rayons du Soleil.

Le Languedoc, la Provence, & le Dauphiné se sont trouvés sur la route de la ligne qui partageoit par le milieu l'ombre de la Lune le 12 Mai, c'est-à-dire, qu'ils ont vû l'Eclipse totale, & même centrale. Les lieux qui voyent une Eclipse totale peuvent ne la pas voir centrale, parce que la Lune peut couvrir entièrement le Soleil, sans que la ligne tirée du lieu de l'observation au centre de la Lune passe aussi par le centre du Soleil. Mais ceux qui voyent une Eclipse centrale la voyent aussi totale, si elle peut l'être, & de la plus grande durée dont elle puisse être, du moins à peu de chose près. Les lieux qui voyent l'Eclipse totale la voyent plus ou moins longue, selon qu'ils sont de part & d'autre plus ou moins éloignés des lieux qui la voyent centrale.

A Arles l'Eclipse fut centrale, & dura totale pendant 5', ce qui est à peu-près la plus grande durée qu'une Eclipse totale de Soleil puisse avoir. Puisque le diamètre apparent de la Lune excédoit celui du Soleil de $2\frac{1}{2}$, la Lune après qu'elle eut entièrement couvert le Soleil, eut ce $2\frac{1}{2}$ à parcourir dans son Orbite, avant que de pouvoir laisser la moindre partie du Soleil découvrir. Or si la Lune fait 1 degré de son Orbite en 2 heures, elle en fait $2\frac{1}{2}$ en 5'. A Arles, aussi-bien que dans plusieurs autres Villes qui eu-

rent l'Eclipse ou centrale ou totale, l'obscurité fut si grande que l'on ne vit plus ni à lire, ni à travailler; à peine se reconnoissoit-on les uns les autres; les Oiseaux de nuit sortirent de leurs trous, & ceux qui volent de jour se cachèrent. Les Astronomes virent auprès du Soleil Mercure, Venus & Saturne, & plusieurs fixes de toutes parts. Quand la plus petite partie du Soleil commença à reparoître, ce fut comme un éclair subit & très-vif.

La Societé Royale des Sciences établie depuis peu à Montpellier sur le modele de l'Academie, observa avec beaucoup de soin cette Eclipse. Ces M^{rs} ont remarqué que pendant qu'elle fut totale l'obscurité ne ressembloit ni à celle de la nuit ni à celle du Crepuscule, mais qu'elle fut d'une espece particuliere, qui ne se peut non-plus exprimer que la lumiere ou le son. Il est assés étonnant que la varieté qui regne dans la Nature s'étende jusques sur l'obscurité, qui semble n'avoir qu'une cause, & par consequent devoir être fort uniforme.

Mais de tous les Phenomenes de cette Eclipsé le plus considerable, & en même tems le plus difficile à expliquer, ce fut une Couronne d'une lumiere pâle, large de la 12^{me} partie du diametre de la Lune, qui parut autour de son disque dans les lieux où l'Eclipsé fut totale. Les Astronomes de la Societé Royale de Montpellier, plus attentifs & plus exacts que d'autres Observateurs, remarquerent que cette Couronne, qui, à la verité, ne s'étendoit point avec une égale vivacité au-delà des bornes qu'on vient de lui donner, alloit beaucoup plus loin en s'affoiblissant toujours, & formoit un grand espace circulaire de 8 degrés de diametre, & dont la Lune étoit le centre.

D'où pouvoit venir cette Couronne lumineuse? puisque le diametre apparent de la Lune surpassoit celui du Soleil, l'Eclipsé n'étoit pas *annulaire*, c'est-à-dire, que la circonference du disque du Soleil ne demeuroit pas découverte, & d'ailleurs l'éclat de cette Couronne étoit sans comparaison moindre que celui de la plus petite par-

tie du Soleil. Cette apparence auroit pû être causée par une Atmosphere de la Lune, mais il n'est gueres vrai-semblable qu'elle en ait, puisque quand elle rencontre quelque Etoile & la cache, on ne voit point ordinairement ou la figure ou la vitesse apparente de cette Etoile changer par la refraction que l'Atmosphere de la Lune causeroit à ses rayons,

M. Cassini a donc recours à une autre hipothese. Il découvrit en 1683. une Lumiere qui suit le Soleil, & qui l'a peut-être toujours suivi, sans avoir jamais été apperçûë jusques-là, parce que quand il y a des clairs de Lune elle en est toujours effacée, & hors delà, presque toujours par les Crepuscules, qui ne la laissent paroître que quand ils sont les plus courts, & n'en laissent paroître que l'extrémité la plus foible. Il supposa que cette Lumiere étoit causée par une matiere répandue autour du Soleil jusqu'à une certaine distance, plus épaisse à proportion qu'elle en étoit plus proche, & capable de réfléchir ses rayons vers nos yeux, lorsqu'ils n'y viennent plus directement. Il avança même alors, conformément à son sistême, que *si on pouvoit voir cette Lumiere en presence du Soleil, elle lui formeroit une espece de chevelure*, au lieu qu'elle ne paroïssoit qu'une traînée de lumiere d'une certaine largeur, toujours étendue sur le Zodiaque, parce qu'on ne la voyoit que quand le Soleil étoit sous l'horison. Il y a tout lieu de croire que la grande Couronne qui dans l'Eclipse totale a été vûë autour de la Lune, ou, ce qui revient au même, autour du Soleil, est la Chevelure prédite par M. Cassini. En effet, elle n'a paru qu'au même degré d'obscurité à peu-près où l'on voit, après la fin des Crepuscules, la Lumiere qui s'étend sur le Zodiaque jusqu'à un certain terme. Il est très-possible, pour ne rien dire de plus, que cette même Chevelure ait déjà paru dans d'autres Eclipses, & que faute de connoître la Lumiere qui la produisoit, on ait pris pour annulaires des Eclipses totales, & même plus que totales. Plus on fait de découvertes, plus on voit qu'on n'en sçauroit trop faire, & qu'elles sont toutes importantes.

V. les M.
P. 462. Toutes les observations de cette Eclipsé que l'Academie pût avoir de differens lieux, servirent, selon la methode de M. Cassini, à déterminer les Longitudes.

V. les M.
P. 471. La troisième Eclipsé de cette année fut une Eclipsé de Lune, qui arriva le 21 Octobre au soir. Selon la *Connoissance des Tems* le commencement devoit être à 6^h 3' 37", le milieu à 7^h 22' 1", la fin à 8^h 40' 25". La grandeur devoit être de 7 doigts 26'. Le tems fut ici très-contraire à l'observation, & la rendit fort imparfaite, mais à Marseille & à Boulogne en Italie il fut plus favorable, & les observations qu'on y fit se sont trouvées, après les réductions nécessaires, assez conformes à la *Connoissance des Tems*.

SUR UNE CONJONCTION

DE JUPITER.

AVEC LE COEUR DU LION.

V. les M.
P. 482. Les meilleures Tables Astronomiques & les plus propres à représenter les mouvemens célestes, étant une fois construites, ce n'est pas un repos acquis aux Astronomes. Elles demandent à être tous les jours comparées avec le Ciel, soit parce qu'elles ne peuvent jamais être de la dernière exactitude, soit parce que peut-être le Ciel changera. M. de la Hire ayant comparé à ses Tables de Jupiter une observation qu'il fit le 17 Octobre 1706 de la conjonction de cette Planete avec l'Etoile nommée le Cœur du Lion, ou *Regulus*, fut content de leur justesse, & à cette occasion il examina les deux seules conjonctions de Jupiter avec la même Etoile, dont il y ait mémoire parmi les Astronomes.

La première est de l'an 508 observée à Athenes, trouvée par M. Bouillaud dans un ancien Manuscrit de la Bibliothèque du Roi. La seconde a été observée en 1623.
par

par M. Bouïllaud lui-même, encore fort jeune. Nous n'entrerons point dans le détail des reflexions de M. de la Hire sur ces deux observations, & sur les conséquences que M. Bouïllaud en a tirées pour la longitude ou la latitude de Jupiter. Nous rapporterons seulement ici un fait digne de remarque. M. de la Hire voyant ses Tables trop éloignées de la position que M. Bouïllaud donnoit à Jupiter dans la conjonction de 508, & soupçonnant quelque erreur dans les calculs de cet Astronome, quoique très-habile, trouva qu'effectivement il n'avoit pas fait attention que l'année 508 étoit Bissextile, & cette legere inadvertance étoit la seule cause de tout le mal. Ce qui prouve combien il est aisé de tomber dans une semblable erreur, c'est qu'il est même difficile de s'appercevoir qu'un autre y soit tombé.

Parmi toutes les discussions délicates où M. de la Hire est conduit par le sujet qu'il traite, il propose un soupçon qui lui est venu, que le mouvement des Nœuds des Planetes pourroit bien n'avoir pas toujours la même direction, mais retrograder quelquefois, & avoir des especes de vibrations irregulieres. A l'égard de la Lune, cela est constant, il croit en être sûr pour Saturne; peut-être dans les autres Planetes les irregularitez du mouvement des Nœuds sont elles-moins sensibles. Il est toujours certain que quand on ramene les choses à la Phisique le préjugé est grand contre l'uniformité ou l'égalité exacte.

S U R L E S T A C H E S

D U S O L E I L.

SElon le plan que nous avons exposé dans l'Hist. de ^{* p. 126.} 1705*, & en supposant les connoissances préliminaires qui y ont été établies, voici le résultat des Observations que M^{rs} Cassini, de la Hire & Maraldi ont faites des Taches qui ont paru cette année dans le Soleil.

1706.

Q

Le 6 Avril, on apperçut une Tache de mediocre grosseur, éloignée du bord Oriental du Disque d'un peu plus de 3', dont le diametre du Soleil en contient 32, & plus élevée de 4' à peu-près que le centre du Soleil. Elle étoit assez noire, composée d'une Tache plus grosse, qui avoit sa nebulosité à l'ordinaire, & de quelques autres petites. Le tout étoit environné d'une grande Facule, ce qui marque assez souvent que les Taches diminuent de grandeur, & sont prêtes à se dissiper. En effet, celle-ci diminua tellement qu'on ne pût la voir que jusqu'au 10. Elle s'étoit toujours avancée vers l'Occident.

Le 4 Juin, on vit une petite Tache presque au milieu du Disque. Elle n'avoit point paru 2 jours auparavant, quoiqu'on eût eu attention à en chercher. Elle étoit plus basse que le centre du Soleil de 1' $\frac{1}{2}$. Le lendemain & les jours suivans, on ne la vit plus.

Le 19 Juin, on apperçut un amas de Taches qui avoit déjà passé le milieu du Disque, & qui cependant n'avoit point paru les jours précédens. La plus grosse Tache de cet amas étoit plus basse que le centre du Soleil de près de 4'. Depuis le 19, on ne put observer jusqu'au 23, & alors on ne vit plus rien, quoique ces Taches n'eussent pas encore pû être portées dans l'Hemisphère caché du Soleil par son mouvement de 27 jours & demi.

Le 14 Septembre, on apperçut une Tache éloignée de 5' du bord Oriental du Disque, & plus basse que le centre de 9'. Le tems ne permit point de l'observer après le 20. Dans la dernière observation elle n'étoit plus au-dessous du centre du Soleil que d'un peu plus de 1'.

On ne doit pas être surpris que la *déclinaison* ou *latitude* des mêmes Taches par rapport au centre du Soleil varie, quand même on les suposeroit fixes, & sans aucun mouvement particulier. Nous avons expliqué dans l'Hist. de

* p. 104.
& suiv.

1701* que par la composition du mouvement annuel de la Terre autour du Soleil, & du tournoyement du Soleil autour de son axe, l'apparence est la même à nos yeux, que si la Terre étant immobile, l'Equateur du Soleil après

avoir été dans le plan de l'Ecliptique en fortoit, & s'élevoit peu-à-peu au-dessus. Or il est évident qu'en ce cas-là ce que nous appellons le centre du Soleil, ou le milieu de son Disque apparent changeroit toujours, & s'approcheroit ou s'éloigneroit d'une Tache suposée fixe.

Le 10 Novembre, il parut près du bord Oriental du Soleil, & au-dessous du centre, deux Taches assez grosses, mais peu obscures, & d'un degré d'obscurité tel à peu-près que quand elles vont disparoître. Aussi ne pût-on les voir que jusqu'au 13. La plus Orientale dût passer par le milieu du Disque le 15 vers le Midi.

Le 7 Decembre, on vit vers le bord Oriental du Soleil un amas de Taches, parmi lesquelles il y en avoit trois plus grosses, dont la plus considérable étoit la plus Occidentale. Elle étoit plus basse que le centre du Soleil de quelque 5'. Le 11 elle s'étoit avancée vers l'Occident selon que le demande l'hypothese de la révolution du Soleil en 27 jours & demi, & elle s'étoit élevée de près de 3' par rapport au centre. Tout l'amas étoit plus de 16" à passer par le Meridien.

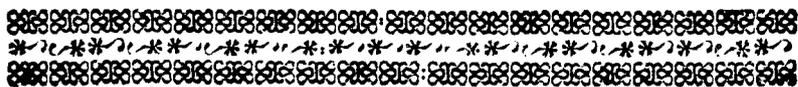
Si l'on supose avec M. Cassini que la parallaxe du Soleil soit de 10" à peu-près, ou, ce qui est la même chose, que le demi-diametre de la Terre vû de dedans le Soleil fût vû sous un angle de 10", il s'ensuit que le diametre de la Terre observé de dedans le Soleil passeroit par un Meridien en $1'' \frac{1}{3}$, par consequent en 12 fois moins de tems que cet amas de Taches. Et si on le supose spherique, son diametre étant 12 fois plus grand que celui de la Terre, la masse entiere sera 1728 fois plus grosse. Une pareille masse n'est dans le Soleil qu'une Tache invisible à tous les yeux, & peut-être une espeece d'écume flotante sur la surface, qui s'est formée par accident, & qui se dissipe assez vite.

La plus grosse Tache passa par le milieu du Disque le 12 sur les 6 heures du soir, de sorte qu'elle pouvoit être la même qui y avoit passé le 15 Novembre à Midi.

Le 17 elle étoit plus haute de près de 1' que le centre

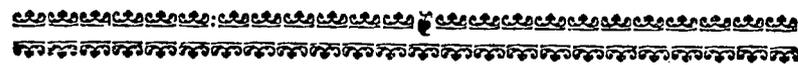
du Soleil. Les jours suivans le tems ne permit pas d'observer.

Monsieur Maraldi a communiqué quelques Observations faites par les PP. Jesuites de Lyon dans leur Observatoire, & on les a comparées aux Observations correspondantes que l'on avoit.



A C O U S T I Q U E .

Monsieur Carré a commencé à lire un Traité Mathématique des Cordes par rapport aux Instrumens de Musique.



M E C H A N I Q U E .

S U R L E S L O I X D U C H O C

D E S C O R P S .

V. les M.
P. 442.

IL est presque honteux à la Philosophie de s'être avisée aussi tard qu'elle a fait, qu'il y eût de certaines Regles ou *Loix* selon lesquelles les Corps se communiquent du mouvement. Mais aussi depuis cent ans ou environ, que l'on a eu cette idée, qui doit être un des premiers fondemens de la Physique, on a bien réparé le tems perdu,