

LIVRE VI.

Galilée.

GALILEO-GALILEI, fils de Vincent Galilée, patricien florentin, naquit à Florence en 1564; il était donc de sept années plus âgé que Képler, mais il ne mourut qu'en 1642, onze ans plus tard que Képler. Ses ouvrages astronomiques sont d'une date postérieure au *Prodromus* et aux Commentaires sur Mars; ainsi nous avons dû commencer par Képler.

Galilée passa sa jeunesse à Venise, jusqu'au moment où il fut pourvu d'une chaire de mathématiques à Padoue. A ses appointemens, qui étaient de 800 pièces d'or, on en joignit 200 autres pour l'invention de sa lunette. Il occupa cette chaire pendant 18 ans. Cosme II l'appela à Pise pour y enseigner les Mathématiques, et lui donna le titre de son premier mathématicien, avec la faculté de se faire remplacer par un de ses élèves. Il était encore à Venise en 1609, lorsque le bruit se répandit qu'un opticien belge avait fait une lunette qui rapprochait les objets. Un français nommé Jacques Badovère, lui confirma cette nouvelle par une lettre écrite de Paris. Galilée chercha dans la Géométrie les moyens qui pouvaient servir à exécuter plus sûrement et mieux ce que le Belge avait trouvé par hasard. Il se fit un tube de plomb, qu'il garnit de verres aux deux extrémités, l'un plano-convexe, et l'autre plano-concave. Cette lunette ne grossissait que trois fois; il en fit une seconde, qui grossissait de sept à 8 fois. Enfin, après plusieurs essais, il parvint à obtenir un grossissement de trente fois, avec lequel il fit les découvertes astronomiques qu'il a exposées dans divers ouvrages.

Il inventa le compas de proportion, dont il exposa la théorie dans un ouvrage publié en 1606, réimprimé en 1612 et 1635. Le titre était: *Le operazioni del Compasso geometrico e militare di Galileo-Galilei, nobil Fiorentino*. Balthasar Capra le traduisit en latin, avec peu de changemens, et le donna comme sa propre découverte. Galilée le cita à Venise, devant les réformateurs du Collège de Padoue; une sentence du 7 mars 1607 confisqua l'édition contrefaite. Galilée nous a laissé l'his-

toire de ce procès ; il y prouve que les choses ajoutées ou modifiées par Capra sont autant de bévues et de preuves d'ignorance. Cet écrit, beaucoup trop long, est à certains égards un supplément utile au livre du *Compas*.

Depuis Archimède, la théorie des corps qui nagent sur un fluide n'avait fait aucun progrès. Galilée, pour venger Archimède, attaqué par Buonamico, partisan d'Aristote, traita le même sujet sous le titre : *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua e che in quella si muovono*. Ce nouveau Traité fut attaqué par *Lodovico delle Colombe* et par *Vincenzo di Grazia*. Galilée répliqua par une apologie plus longue que l'ouvrage critiqué. Ce Mémoire commence par des nouvelles astronomiques. Le public attendait l'ouvrage dans lequel il devait rendre compte de ses découvertes dans le ciel ; il expose les motifs qui en avaient retardé la publication. Il venait d'apercevoir un triple corps à Saturne, *Saturno triplicorporeo*, et les phases de Vénus toutes semblables à celles de la Lune ; il s'était occupé à déterminer les révolutions des quatre satellites de Jupiter, à Rome, en avril 1611.

Il avait trouvé que le mouvement du premier sur son cercle, est de $8^{\circ} 29'$ environ par heure, et que sa révolution est de $1^{\circ} 18^{\frac{1}{2}}$ presque ; que le second fait par heure $4^{\circ} 13'$ et que sa révolution est de $5^{\circ} 13^{\frac{1}{2}}$ presque ; que le mouvement du troisième est de $2^{\circ} 6'$ par heure et sa révolution de $7^{\circ} 4'$; enfin que le mouvement du quatrième est de $4^{\circ} 54'$ par heure et sa révolution $16^{\circ} 18'$ environ.

Ces quantités n'étaient encore que de premiers aperçus qu'il se proposait de perfectionner plus à loisir ; il n'estimait d'abord qu'à la simple vue les élongations des satellites en parties du disque de Jupiter, mais il venait de trouver un moyen pour les déterminer avec une précision de quelques secondes.

Il observait en même tems certaines taches obscures, *macchiette oscure*, sur le disque du Soleil ; leurs changemens de position prouvaient, ou que le Soleil tournait autour de lui-même, ou bien qu'il était environné de petites planètes, que la petitesse de leurs élongations rendaient invisibles dans toute autre circonstance que leurs passages sur le Soleil. Il est possible encore, ajoutait-il, que l'une et l'autre explication soient également vraies, et c'est une chose dont il est utile de s'assurer.

Ses observations continuées lui avaient enfin prouvé que les taches sont adhérentes au corps du Soleil, qu'elles s'y produisent et s'y dissipent après avoir duré plus ou moins de temps. La période de leur

révolution, ou plutôt de celle du Soleil, était presque d'un mois lunaire. *Accidente per se grandissimo e migliore per le sue conseguenze. Circostanze fort importante en elle-même et plus encore par ses conséquences.* Ce dernier passage, fut ajouté dans la seconde édition. La première était donc de 1612, car il dit : *l'an passé, 1611, en avril.*

Le *Traité della Scienza mecanica e delle utilità che si traggono dagli instrumeti di quella est élémentaire et d'une grande clarté, La Bilancetta nella quale s'insegna a trovare la proportione del misto di due metalli insieme, colla fabrica dell' istesso strumento est une œuvre posthume fort courte; la Balance ne paraît pas susceptible d'une grande précision.*

Siderens nuncius, magna longeque admirabilia spectacula prodens, suscipiendaque proponens uniuersique præsertim vero philosophis atque astronomis quæ à Galileo-Galileo perspicilli nuper à se reperti beneficio sunt observata in Lunæ facie, fixis innumeris, lacteo circulo, stellis nebulosis, apprime vero in quatuor planetis, circa Jovis stellam disparibus intervallis atque periodis celeritate mirabili circumvolutis; quos, nemini in hanc usque diem cognitos, novissime author deprehendit primus atque medicea sidera nuncupandos decrevit. Mars 1610.

On lit à la première page, que la lunette de Galilée grossissait 30 fois; qu'elle lui avait montré les inégalités de la surface lunaire; qu'elle lui avait appris des choses nouvelles sur les nébuleuses et la voie lactée; enfin, qu'elle lui avait fait découvrir les quatre Lunes de Jupiter. Il avertit que pour vérifier ses découvertes il faut une lunette qui grossisse au moins 20 fois; la sienne grossissait un peu plus que 30. Pour mesurer le grossissement d'une lunette, attachez sur un mur, à une certaine distance, un disque que vous puissiez observer dans la lunette. Sur le même mur placez un disque plus grand, que vous observerez à l'œil nu. Si les deux disques vous paraissent égaux, l'un en dedans et l'autre au dehors de la lunette, le rapport des deux diamètres sera le grossissement; vous changerez le disque extérieur jusqu'à ce que vous parveniez à l'égalité.

En changeant de diaphragme, vous pouvez changer le champ de la lunette; vous mesurez ce champ, et quand vous le connaissez, il vous sert à connaître dans le ciel les étoiles dont la distance est égale à ce champ. Il ne faut pas que ces distances soient grandes, car on ne peut faire varier ce champ qu'entre certaines limites. On pourra mesurer par ce moyen de petites distances sans commettre d'erreur qui passe une minute. Il n'en dit pas davantage, réservant pour une autre occasion la théorie de sa lunette.

La surface de la Lune offre des montagnes, des cavités, des taches plus ou moins lumineuses, que personne n'avait aperçues avant lui. La ligne qui sépare la partie éclairée, de la partie obscure, n'est pas une courbe régulière, comme elle devrait l'être, si la surface de la Lune était polie et parfaitement sphérique. Les inégalités de la surface sont lumineuses, du côté qui regarde le Soleil, obscures dans la partie opposée. Dans la partie non encore éclairée, on aperçoit des sommités qui déjà reçoivent les rayons du Soleil; le progrès de la lumière indique des cavités et des hauteurs. Galilée compare le disque de la Lune à la queue d'un paon, à raison de la quantité d'yeux qu'elle présente. Nous omettons nombre de détails qui exigeraient des figures, et qui n'ont plus le même intérêt aujourd'hui que ces descriptions ont été bien perfectionnées, et que les lunettes sont devenues si communes. Il se demande comment il se fait que le bord de la Lune soit si bien terminé, et qu'il n'offre aucune montagne ni aucune vallée; il en donne deux raisons: les montagnes peuvent se cacher les unes des autres, et de plus, le corps réel de la Lune peut être entouré d'une atmosphère lumineuse, qui la fait paraître plus grande et mieux terminée qu'elle ne l'est réellement.

Quand le sommet d'une montagne commence à être éclairé, il en mesure ou estime la distance à la limite de l'ombré et de la lumière. La hauteur de la montagne est l'excès de la sécante de l'arc de distance sur le rayon. Soit A cet arc, r le rayon du globe lunaire; la hauteur de la montagne est $r \tan A \tan \frac{1}{2} A$. Galilée ne dit pas quelle formule il emploie, mais il trouve que les montagnes de la Lune ont jusqu'à quatre milles italiques de hauteur; elles surpassent donc de beaucoup les montagnes de la Terre.

Il cherche ensuite la cause qui produit la lumière cendrée de la Lune; les anciens croyaient cette lumière propre à la Lune; Galilée objecte qu'en ce cas elle devrait être visible sur-tout dans les éclipses (et cela serait vrai si la Terre n'avait pas d'atmosphère). Or, dans les éclipses on trouve à la Lune une lumière rougeâtre qui doit venir d'une autre cause. D'autres ont pensé que la lumière cendrée était produite par Vénus ou par les étoiles. Il rejette ces explications pour en proposer une qui n'est pas meilleure; il la trouve dans l'atmosphère qui environne la Lune et qui produit une espèce de crépuscule; il explique enfin la véritable cause trouvée long-tems auparavant par le célèbre peintre Léonard de Vinci. Cette lumière est celle que la Terre envoie à la Lune, et que la Lune nous renvoie par une seconde réflexion. Il promet plus de détails et les

réserve pour son livre du *Système du monde*. Ce livre n'a paru que longtemps après.

Il remarque ensuite que le télescope ne grossit ni les planètes, ni sur-tout les étoiles. La cause en est cette irradiation ou cette chevelure de rayons dont les étoiles paraissent entourées quand on les voit à l'œil nu, et dont elles sont dépouillées par les lunettes. Les étoiles ne paraissent ainsi que des points lumineux, et les planètes offrent des disques bien terminés. Cependant il n'affirme pas que les étoiles échappent tout-à-fait au grossissement; celles de cinquième et sixième grandeur paraissent égaler Sirius, qui est de première. On ne voit à la simple vue que les étoiles qui sont au moins de sixième grandeur; la lunette en fait voir six autres ordres dont on ne soupçonnait pas l'existence, et qui paraissent telles que sont à la vue les étoiles de seconde grandeur. *Il y a beaucoup d'arbitraire et beaucoup d'incertitude dans ces comparaisons, ou du moins nous voyons aujourd'hui tout autrement les étoiles.* Pour preuve de ce qu'il avance, Galilée cite le baudrier et l'épée d'Orion, où l'on ne comptait que sept étoiles, il en marque 80; on ne comptait dans les Pléiades que six étoiles, ou sept tout au plus, il en donne plus de 40. La voie lactée lui paraît un assemblage d'une multitude de petites étoiles que l'œil ne peut distinguer. Il en est de même des nébuleuses, et pour exemple il offre les figures de la nébuleuse de la tête d'Orion et celle du Cancer.

Il passe à la découverte des satellites; il invite les astronomes à répéter ses observations, pour mieux déterminer les mouvemens et les révolutions.

Le 7 janvier 1610, il vit auprès de Jupiter trois étoiles petites mais très brillantes, qui étaient avec la planète sur une même ligne droite et parallèle à l'écliptique. Des trois étoiles, deux étaient à l'orient et l'autre à l'occident; les deux extrêmes semblaient un peu plus fortes que celle qui était plus voisine de Jupiter et à l'orient.

Le 8 janvier, il vit encore trois étoiles sur la même *ligne droite* avec Jupiter, mais elles étaient toutes à l'orient et devenues plus voisines les unes des autres. Ce changement de position lui parut difficile à comprendre et fixa son attention, car Jupiter était alors rétrograde.

Le 9, le ciel fut couvert; le 10, il ne vit que deux étoiles; elles étaient à l'orient de Jupiter; il soupçonna que la troisième pouvait être cachée derrière le disque; il en conclut dès-lors que ces étoiles pourraient bien tourner autour de Jupiter, et il résolut de les suivre exactement.

Le 11, il ne vit encore que deux étoiles à l'orient, mais les places paraissaient échangées, la plus petite paraissait éloignée de Jupiter trois fois autant que la plus grosse. Il ne douta plus que ces étoiles ne fussent des satellites de Jupiter; le 12, il en revit trois; le 13, enfin, il en aperçut quatre, une à l'orient et trois à l'occident.

Le 14, le ciel fut couvert; le 15, les quatre étoiles étaient à l'occident; la plus voisine de Jupiter paraissait la plus faible, la plus éloignée paraissait la plus forte et un peu plus boréale que les trois autres. Il continue ainsi, jusqu'au 12 mars, à donner les configurations des satellites, et à marquer les étoiles fixes qui pouvaient se trouver avec Jupiter dans le champ de la lunette.

Quoiqu'il ne puisse encore assigner exactement le tems de leurs révolutions, il nous apprend qu'elles décrivent, autour de Jupiter, des cercles de rayon différent; si le rayon est plus petit, le tems de la révolution est plus court. Ces quatre Lunes, qui tournent autour de Jupiter, et qui le suivent constamment dans sa révolution de 12 ans, doivent aider à concevoir comment notre Lune peut accompagner la Terre dans sa révolution annuelle. Il cherche ensuite comment, du jour au lendemain, les mêmes satellites ont pu lui paraître différer assez sensiblement de grandeur; il attribue ces apparences aux différens états de l'atmosphère, tant de Jupiter que de la Terre; car il croit que chaque planète a son atmosphère.

A la suite de cet ouvrage se trouvent quelques lettres où Galilée annonce de nouvelles découvertes; mais, comme elles avaient besoin d'être observées plus d'une fois, pour prendre date, sans cependant en donner connaissance, il les annonçait en transposant toutes les lettres de manière qu'il fût impossible d'en rétablir l'ordre, et que lui seul pût donner le mot du logogriphe. La première de ces découvertes était exprimée comme il suit :

SMAISMIRMILMEPOETALEVMIBVNENVGTTAVIRAS.

Képler chercha vainement à en deviner le sens. Galilée rétablit ainsi l'ordre :

ALTISSIMVM PLANETAM TERGEMINVM OBSERVAVI.

On voit, dans l'une et l'autre phrase, 4 A, 1 B, 4 E, 1 G, 4 I, 2 L, 5 M, 2 N, 1 O, 1 P, 2 R, 3 S, 3 T, 4 V; total, 34 lettres. Outre la transposition des lettres, Galilée avait encore employé une périphrase pour dé-

signer Saturne, afin de rendre son logogryphe absolument indéchiffrable.

Saturne était donc triple, cette apparence était produite par les deux anses de l'anneau mal vues dans un télescope qui ne grossissait pas suffisamment; Galilée prenait ces anses pour deux globes qui accompagnaient le globe de la planète; il avertissait que, dans des lunettes plus faibles, Saturne paraissait simplement oblong comme une olive, 13 novembre 1610.

Le 11 décembre suivant, Galilée publia ce nouveau logogryphe plus travaillé :

Hæc immatura à me jam frustra leguntur. O. F.

Il annonçait que la nouvelle découverte décidait une grande question et contenait une preuve en faveur de la véritable constitution de l'univers. Le 1^{er} janvier 1611, il donna l'explication suivante :

Cynthiae figuras aemulatur mater amorum.

1 Æ, 5 A, 1 C, 2 E, 1 F, 1 G, 1 H, 2 I, 1 L, 4 M, 1 N, 1 O, 4 R, 1 S, 3 T, 4 V, 1 Y; total, 34 lettres. Vénus a donc des phases comme la Lune; elle tourne donc autour du Soleil, ce qui est un argument irréfutable contre Ptolémée, et une nouvelle probabilité pour Copernic. Vénus n'a donc qu'une lumière empruntée, qu'elle tire du Soleil. Galilée ajoute : Képler et les autres coperniciens auront donc sujet de se réjouir d'avoir bien cru et bien philosophé. Il dit enfin qu'il vient d'observer une éclipse de Lune avec sa lunette, et qu'il n'a vu rien d'extraordinaire, si ce n'est que l'ombre est mal terminée, parce que l'ombre de la Terre, qui tombe sur la Lune, arrive de très loin.

Dans une lettre du 11 mars, Galilée avance, comme une chose maintenant certaine, que toutes les planètes reçoivent leur lumière du Soleil, ce qui fait que les planètes plus voisines de la Terre paraissent les plus brillantes; c'est ce qui donne un tel éclat à Mars péricée, qu'on a peine à le dépouiller de son irradiation; c'est ce qui fait que Jupiter est mieux terminé, que Saturne brille si peu, et que ses trois globes sont si tranchés. La lumière des étoiles leur est donc propre, puisqu'elle est si vive malgré leur incroyable distance. Sirius ne paraît guère que la cinquantième partie de Jupiter, c'est-à-dire, $\frac{1}{7}$, si l'on parle du diamètre; et, cependant, sa lumière est si vive et si peu tranquille, qu'on ne peut distinguer le corps de l'étoile d'avec les rayons qui l'entourent; il en conclut que la scintillation provient des rayons que darde incessamment l'étoile; il charge son correspondant *di salutar caramente il signor Keplero.*

Le 30 décembre 1616, il écrivait au P. Benadetto Castelli; il lui faisait part de ses observations des phases de Vénus; il n'ose pas assurer qu'il puisse observer celles de Mars, mais s'il ne se trompe, il croit déjà voir qu'il n'est pas parfaitement rond. C'est, en effet, à peu près tout ce qu'on peut voir, vu la petitesse de la parallaxe annuelle. Pour Vénus, il en voit les cornes aussi bien que celles de la Lune, et Vénus est aussi grande que la Lune paraît à l'œil nu.

Pour Saturne, il dit que le globe du milieu est grand comme trois fois l'un des deux autres.

Dans une autre lettre, datée de sa prison d'Arcetri, le 20 février 1637, il rend compte de ses observations sur la *titubation* (libration de la Lune). Il donne cette nouvelle découverte comme très importante, quoiqu'il n'ait pu en déduire encore que très peu de conséquences; il a toujours pensé qu'il y avait de grandes ressemblances entre la Terre et la Lune; la Lune doit voir nos grandes mers comme des taches considérables à la surface de la Terre; la Lune a, comme la Terre, ses plaines, ses montagnes et ses vallées. Le centre des mouvemens de la Lune est *très voisin* de la Terre, au lieu que le centre des mouvemens des autres planètes est loin d'elle et *très près* du Soleil. Il s'était proposé, depuis long-tems, d'examiner si la Lune tourne toujours la même face à la Terre, et si la ligne qui joint les deux centres passe invariablement par le même point du globe lunaire, ce qui exclurait toute *titubation*.

Admettons d'abord cette hypothèse, nous dit Galilée, pour voir quelles en seraient les conséquences. Il s'ensuivrait qu'un œil placé au centre de la Terre verrait toujours la même face; les rayons qui parviendraient de la Lune à l'œil formeraient un cône dont la base serait un cercle de la Lune, auquel on pourrait donner le nom d'*horizon*, puisqu'il séparerait invariablement la partie visible de la partie invisible. Si la distance restait la même, jamais on ne verrait de changement dans le disque lunaire, on verrait toujours les mêmes taches, on les verrait toujours à la même place; mais si la distance venait à diminuer, cet horizon se resserrerait, les taches très voisines du bord viendraient à disparaître; ce serait le contraire si la distance devenait plus grande, l'horizon s'agrandirait, on apercevrait une zone auparavant invisible. Voilà toutes les variétés qui pourraient avoir lieu. Mais si l'œil est hors du centre et en un point de la surface de la Terre, on verra d'autres changemens; car si un œil était dans le plan d'un cercle passant par la ligne des centres, un autre œil,

élevé au-dessus de cette ligne, apercevrait, dans la partie supérieure de la Lune, quelques parties invisibles pour le premier œil, il en perdrait d'autres dans la partie inférieure.

(Supposez trois observateurs qui observent au même instant la Lune au méridien; que l'un voie la Lune au zénit (fig. 85), et les deux autres la voient à une certaine distance du zénit, l'un au nord et l'autre au sud de son zénit : l'observateur qui voit la Lune au zénit la verra comme la verrait l'œil au centre, à la réserve que l'horizon serait rétréci de l'augmentation du demi-diamètre de la Lune; il verrait la même tache *a* au centre du disque. L'observateur B, qui verrait la Lune au sud de son zénit, verrait la tache *b* au centre du disque. L'observateur D, qui voit la Lune au nord de son zénit, verrait au centre du disque la tache *d*. Le premier gagnerait au nord un arc $= ab$, et en perdrait un pareil au sud. L'observateur en D gagnerait au sud un arc *ad*, et en perdrait un pareil au nord, sauf la petite différence qui tiendrait à la différence des distances *cC*, *BC* et *DC* pour l'étendue de l'horizon).

La Lune passant au couchant, les phénomènes seraient différens; et l'on pourrait dire que la Lune s'élevant, inclinerait sa face vers le couchant. (En effet, soit *L* la Lune (fig. 86), *HOR* l'horizon; si vous voyez la Lune du point *H* à la hauteur *LHR*, le cercle terminateur sera *hh*; si elle s'élève davantage, et que vous la voyez à la hauteur *LOR*, le cercle terminateur prendra la position *oo*. La face de la Lune se sera inclinée de l'angle *hLo* vers l'occident qu'elle regarde quand elle s'élève; ce serait le contraire après le passage au méridien; la face se releverait comme elle s'est abaissée).

Les déclinaisons boréales et australes produiraient, en ce genre, des différences bien plus considérables (car le changement de déclinaison est bien plus considérable que le changement de la parallaxe); la déclinaison boréale nous découvrirait des taches australes; la déclinaison australe découvrirait des taches boréales. En se levant et se couchant, la Lune découvrirait et cacherait, pour ainsi dire, les cheveux de son front et la partie du menton qui est diamétralement opposée, ce qui peut s'appeler *baisser et relever la face*. Nous pourrions dire de même qu'elle tourne la tête à droite ou à gauche en nous découvrant et nous cachant alternativement l'une et l'autre oreille. Ainsi, la révolution diurne lui fait baisser ou lever la tête, et la période mensuelle lui fait tourner la tête à droite ou à gauche, en passant d'un tropique à l'autre. Cet effet sera plus sensible si elle est dans le ventre du Dragon (les limites), que si elle était dans l'un

ou l'autre nœud. La période annuelle des déclinaisons du Soleil apportera aussi des variations analogues dans les limites de la partie éclairée.

D'après ces idées je me mis, dit Galilée, à observer si je remarquerais quelque changement dans les taches. La nature me fut en cela très favorable, car la Lune étant à l'orient, on y voit une tache séparée des autres, de figure ovale et très voisine du bord ; elle est visible à l'œil nu. A l'opposite on en voit deux, placées comme des isles, dans un champ assez vaste et assez luisant, mais leur petitesse les dérobe à la vue simple, quoiqu'elles soient du genre de celles qu'on voit sans lunette. En les observant, j'y ai remarqué les changemens exposés ci-dessus, avec une telle évidence, que l'intervalle entre la tache et le bord, qui rivalise en largeur avec la tache (il paraît qu'il parle de la tache Grimaldi), se trouvait réduit à la dixième partie de la tache. Les taches opposées manifestaient des changemens analogues, c'est-à-dire, contraires ; et comme le cercle qui passe par ces taches opposées est dans une position moyenne entre ceux qui vont du levant au couchant et du sud au nord, les mêmes taches sont propres à manifester les effets de la période diurne et ceux de la période menstruelle. Il est à remarquer que si le déplacement des taches voisines du bord est, par exemple, de deux ou trois parties, celui des taches placées vers le centre sera beaucoup plus sensible encore, c'est-à-dire de 20 à 25 parties ; enfin, ces mouvemens sont si sensibles, qu'il n'y a pas de doute que, par des observations très exactes et très soignées, on n'en puisse déterminer les véritables quantités. Je voulais continuer ces observations, j'en ai été empêché par une fluxion sur les yeux qui m'a interdit l'usage de la lunette ; et cette fluxion s'est terminée il y a deux mois par une cécité totale causée par des cataractes ; j'en suis d'autant plus fâché qu'il est fort à craindre que d'autres s'emparent de ces premières idées et ne s'en déclarent les auteurs, comme il est arrivé pour les taches solaires, pour lesquelles Scheiner a eu l'impudence de s'attribuer la priorité ; mais, comptant sur l'inadvertence de ses lecteurs, il s'est attribué certaines conjectures que le tems a depuis vérifiées, et qu'il ose dire bien plus justes que les miennes, comme s'il n'avait pas fait imprimer, sous le faux nom d'Apelle, trois lettres pleines d'ignorance et de bévues, après en avoir lu trois des miennes où se trouvaient les mêmes conjectures bien plus justes. A l'appui de ces assertions, il cite le témoignage du P. Adam Tanner, qui professait à Ingolstadt dans le même collège que Scheiner ; il cite aussi, mais sans le nommer, un autre jésuite

à qui il avait confié ces idées, et qui en avait fait part à Scheiner, en avril 1612, avant que Scheiner imprimât rien sur ce sujet.

Nous ne faisons aucune remarque sur ces inculpations, que nous discuterons quand nous aurons toutes les pièces du procès; on les trouve dans l'ouvrage intitulé *Storia e dimostrazioni intorno alle macchie solari et loro accidenti, dal signor Galileo Galilei : si aggiungono nel fine le lettere et disquizioni del finto Apelle. Roma, 13 gennaio 1613*. Dans l'avis au lecteur, dont l'auteur est *Angelo de filiis*, on voit que Galilée, ayant démontré à Rome ses nouvelles découvertes dans le ciel, avait, pour terminer ces conférences, fait dans le Jardin Quirinal du cardinal Baudini, en présence de plusieurs seigneurs italiens, l'observation des taches du Soleil, et qu'on attendait avec impatience qu'il expliquât l'idée qu'il s'était faite de ces taches, quand on apprit qu'il l'avait consignée dans ses lettres à Velséri. La première de ces lettres est du 6 janvier 1612, et la réponse, où Galilée expose ses observations et sa doctrine, n'est que du 4 mai suivant. Velséri annonce à Galilée que déjà plusieurs astronomes s'empressant de marcher sur ses traces, il lui demande son avis sur les lettres d'Apelle; ce qui prouve bien que l'on savait que Galilée s'était occupé de ces observations en 1611, mais ne suffit pas pour en donner la date précise. On trouve encore dans l'avertissement d'Angelo de Filiis, que les observations du Jardin Quirinal sont du mois d'avril 1611, tandis que la première lettre d'Apelle (Scheiner) ne mentionne que des observations du mois d'octobre suivant.

On peut se défier, jusqu'à un certain point, du témoignage d'un ami et d'un compatriote; il faut donc examiner les écrits des deux auteurs qui se disputent la découverte. Galilée s'excuse d'avoir si long-tems fait attendre sa réponse sur les taches du Soleil; il allègue des indispositions qui l'ont empêché de suivre ses observations; il aime mieux paraître le dernier et ne dire que des choses avérées, que de se hâter d'avancer des choses qu'il pourrait être obligé de rétracter. Il ne peut encore dire que des choses négatives; il croit savoir mieux ce que ne sont pas les taches du Soleil, que ce qu'elles sont en effet; il lui paraît plus difficile de trouver la vérité que de réfuter des conjectures inexactes. Mais pour complaire à Velséri, il va examiner les trois lettres de celui qui s'est caché sous le faux nom d'Apelle. Les observations qu'il a faites lui-même depuis 18 mois l'ont convaincu que les taches sont réelles; qu'elles ne paraissent pas fixes en un point du globe solaire; qu'elles paraissent avoir des mou-

vemens propres et des mouvemens réguliers, comme le prétend l'auteur des lettres; seulement, il croit que le mouvement est d'occident en orient et du sud vers le nord, et non d'orient en occident et du nord au sud, comme le dit *Apelle*: le mouvement de ces taches est tout pareil à ceux de Vénus et de Mercure vers leurs conjonctions inférieures. Le défaut de parallaxe prouve que ces taches ne sont pas placées entre la Terre et le Soleil, à une grande distance du Soleil; mais il ne voit aucune raison pour croire avec Scheiner qu'elles ne sont pas adhérentes au corps du Soleil. Scheiner disait encore que les taches du Soleil sont plus noires que celles de la Lune. Galilée croit qu'elles peuvent être plus brillantes que les parties les plus lumineuses de la Lune. La raison qu'il en donne pourrait n'être pas très bonne; c'est, dit-il, que la Lune et Vénus même sont invisibles auprès du Soleil, et que les taches se voient sur le disque même, malgré tout l'éclat du Soleil. (Mercure et Vénus, dans leurs passages, ne sont certainement pas lumineux; on les voit très bien cependant, ou plutôt on ne voit pas la partie du Soleil qu'ils couvrent; et c'est ainsi qu'on voit les taches, qui n'ont pas l'air d'être lumineuses.)

Scheiner croit que par le même moyen on pourra déterminer si Mercure et Vénus tournent autour du Soleil; il n'a donc aucune connaissance des phases de Vénus annoncées par Galilée depuis plus de deux ans, non plus que des variations du diamètre. Il croit encore que Vénus sur le Soleil paraîtrait comme une grande tache, parce qu'il lui suppose un diamètre de 3'. Galilée prétend au contraire, qu'à l'époque dont parle *Apelle*, le diamètre n'était pas de 10".

Galilée donne ensuite les dessins de taches observées le 5 avril dernier, le 21, le 26, le 30 du même mois et le 3 mai. Il soutient que le nom d'étoiles ne peut convenir à ces taches; elles peuvent bien revenir dans les révolutions suivantes, mais elles ne reviennent pas exactement les mêmes.

Scheiner paraît croire que les satellites de Jupiter ne sont pas seulement au nombre de quatre. Galilée n'ose rien affirmer, sinon que jamais il n'en a vu davantage. Pour en revenir aux taches, il croit qu'elles se forment à la surface du Soleil, qu'elles se dissipent et peuvent reparaitre. Sa théorie, quoique incertaine encore, paraît plus saine et mieux arrêtée que celle de Scheiner; mais jusqu'ici il ne rapporte aucune observation de l'année 1611, et l'on serait tenté de croire qu'il peut bien les avoir vues six mois avant Scheiner, sans les observer d'une manière un peu précise, et qu'avant de répondre à Velséri, il aura voulu faire les obser-

vations d'avril et de mai 1612, qui viennent d'être rapportées ci-dessus. Au reste, en finissant, il professe beaucoup d'estime pour Scheiner et promet de lui envoyer des observations plus précises des taches.

Dans la lettre suivante, qui est du 14 août 1612, il annonce que les observations subséquentes ont pleinement justifié ses conjectures; il affirme donc que les taches sont à la surface du Soleil, et que la distance à cette surface, s'il y en a une, est du moins imperceptible; qu'elles durent plus ou moins depuis 2 ou 3 jours jusqu'à 30 et 40; que les figures en sont irrégulières et changeantes; qu'on en voit qui se séparent et d'autres qui se réunissent au milieu même du disque; qu'outre ces variations et ces mouvemens particuliers, elles ont un mouvement commun qui leur fait décrire des lignes parallèles. Ce mouvement général prouve que le Soleil est sphérique, et qu'il tourne sur lui-même d'occident en orient comme les planètes; il ajoute, comme une remarque curieuse, que ces taches ont une zone particulière qui ne s'étend guères qu'à 28 ou 29° au sud et au nord de l'équateur solaire. Il démontre ces assertions par des figures et des raisonnemens géométriques, et par les dessins des taches observées en 34 jours différens, depuis le 2 juin jusqu'au 21 août.

Il finit par un moyen d'observer ces taches sans regarder directement le Soleil, en recevant sur un carton l'image de cet astre, qui sort de la lunette par l'oculaire. Le carton se place à 4 ou 5 palmes du verre concave; on décrit sur le carton un cercle d'un rayon arbitraire, et en éloignant ou rapprochant le carton on fait que le cercle décrit renferme exactement l'image du Soleil; si cette image est parfaitement ronde, on aura la preuve que le carton est bien perpendiculaire à l'axe de la lunette, sans quoi elle paraîtrait ovale; il faut faire en sorte que la lunette suive exactement le mouvement du Soleil, ce qui s'obtient en regardant le verre concave où l'on doit voir un petit cercle lumineux bien concentrique à l'ouverture; il faut que le carton suive de même le mouvement de la lunette; alors avec un peu d'adresse on peut dessiner les taches à leur véritable place sur le disque. Pour mieux voir, il est bon d'obscurcir la chambre. Il est à remarquer que la marche des taches est renversée, parce que les rayons se croisent dans le tube avant de sortir du verre concave; mais comme le dessin se fait sur un carton opposé au Soleil, quand on prend ce carton pour le considérer, qu'on renverse l'image de haut en bas et qu'on la regarde en transparent, on voit les taches telles qu'elles paraîtraient sur le Soleil. On pourrait les observer sans lunette

et par un petit trou quelconque qui laissât passer l'image du Soleil qu'on recueillerait de même sur un carton. La nature n'a pas borné là les facilités qu'elle voulait nous donner pour les observations, elle produit de tems à autre des taches assez grandes pour être vues directement sur le Soleil; mais par un préjugé invétéré de l'incorruptibilité des corps célestes, on a négligé ces moyens; et à la honte des astronomes du tems, ces taches ont été prises pour Mercure qui passait sur le Soleil, sans songer que le mouvement de Mercure est beaucoup trop rapide pour que son passage puisse jamais durer autant de tems que la tache a été vue.

Il dit en finissant, qu'il avait reçu de Bruxelles et de Rome des dessins de taches observées aux mêmes jours et qui s'accordaient parfaitement avec les siens.

En *post-scriptum*, il nous apprend que le 19, le 20 et le 21 du même mois, une tache parut au milieu du disque solaire; qu'il put l'apercevoir à la vue simple, et qu'il la fit remarquer à plusieurs assistans.

La troisième lettre est du 1^r décembre 1612. L'auteur y discute un nouvel écrit de Scheiner. Il ne croit pas que Vénus, obscure et débarrassée de son irradiation, doive paraître aussi grande qu'on pourrait le conclure de son disque apparent, quand il est lumineux. Nous ne le suivrons pas dans toutes les objections qu'il fait à Scheiner, et dans lesquelles il paraît avoir un grand avantage sur son adversaire, sans cependant avoir toujours raison. Nous remarquerons seulement qu'il y parle de facules ou points plus lumineux que le reste du disque, et qui ont la même marche que les taches.

Il pense que les planètes et la Lune pourraient être habitées comme la Terre; mais il croit que ce doit être par des êtres d'une nature tout-à-fait différente. Il réfute ensuite quelques bévues de Scheiner sur les satellites; puis passant à Saturne, il témoigne la surprise où il a été de le voir solitaire et parfaitement rond. Les deux étoiles qui l'accompagnaient se sont-elles dissipées, comme les taches solaires? Saturne a-t-il dévoré ses propres enfans? mes lunettes m'ont-elles trompé si long-tems? Il hasarde ensuite quelques prédictions, qu'il regarde lui-même comme très incertaines. Il pense donc que les deux étoiles pourront redevenir visibles pendant deux mois vers le solstice d'été de l'an 1613; qu'elles se cacheront de nouveau jusqu'au solstice d'hiver de 1614; qu'alors elles pourront encore se montrer pendant quelques mois; qu'elles se cacheront de nouveau l'hiver suivant; après quoi il croit pouvoir affirmer, avec plus de certitude, qu'elles ne se cacheront plus si ce n'est au solstice d'été de

1615, où elles auront l'air de vouloir disparaître ; mais que bientôt après, se remontrant, elles seront plus brillantes que jamais, pendant plusieurs années sans la moindre interruption. Et comme je ne doute pas de leur retour, dit-il encore, je réserve pour ce tems plusieurs particularités qui ne sont à la vérité fondées que sur des conjectures ; et je me persuade que ces phénomènes, comme les phases de Vénus, apporteront encore de nouvelles raisons en faveur du système de Copernic.

Cet écrit est suivi des configurations des quatre satellites, calculées d'avance pour les mois de mars et d'avril 1813. Dans un *post-scriptum*, il fait quelques remarques sur leurs éclipses ; il dit d'abord que les satellites se voient difficilement quand ils sont tout près de Jupiter. La variété qui s'observe dans les éclipses l'avait fort tourmenté, tant qu'il n'en avait pas encore deviné la cause ; elles durent tantôt plus tantôt moins, quelquefois elles sont invisibles pour nous, ce qui tient au mouvement de la Terre, aux diverses latitudes de Jupiter, aux distances plus ou moins grandes du satellite à Jupiter. Les éclipses de la présente année seront plus longues ; il annonce que l'une de ces éclipses commencera quand le satellite sera caché derrière Jupiter, mais que l'émergence sera bien visible, parce que le satellite sera éloigné de la planète, de deux diamètres ; dans une autre éclipse, l'émergence se verra à un diamètre. Il promet un plus grand nombre d'annonces pareilles ; il s'excuse d'avance, si l'événement ne répond pas toujours à la prédiction. Il est à remarquer, que parmi les causes des différences dans la durée des éclipses, il ne fait aucune mention de l'inclinaison des orbites ; et cependant cette cause était celle qui se présentait la première.

De maculis solaribus tres epistolæ, de iisdem et stellis circa Jovem errantibus disquisitio, ad Marcum Velsorum, Apellis post tabulam latentis.

La première de ces lettres est du 12 novembre 1611. Scheiner dit qu'avec une lunette qui grossit de 600 à 800 fois en surface, il avait, il y a sept mois, regardé le Soleil et la Lune, pour en comparer les diamètres qui lui parurent égaux, et qu'il aperçut alors sur le Soleil quelques taches noires auxquelles il fit alors peu d'attention, parce qu'il avait un autre objet en vue. « Nous y sommes revenus le mois d'octobre dernier, et nous avons aperçu les taches dont vous voyez le » dessin. Nous crûmes d'abord que ce pouvait être quelque ordure ou » quelque défaut dans les verres. Nous employâmes plusieurs lunettes » qui toutes nous montrèrent les mêmes apparences chacune sur son » échelle propre. On avait beau tourner les lunettes sur leurs axes, les

» taches restaient immobiles, elles ne changeaient pas de position, si
 » ce n'est par le mouvement diurne du Soleil; il fallut reconnaître
 » qu'elles appartenaient au Soleil. Elles n'avaient point de parallaxe;
 » elles disparurent au bout de quelques jours; je crois qu'elles allaient
 » du levant au couchant, mais je sais qu'elles allaient du nord au sud.
 » Les observations suivantes éclairciront ce point. Elles doivent être
 » dans le Soleil ou dans un ciel autour du Soleil. Mais comment ima-
 » giner dans le Soleil des taches plus noires que dans la Lune? Si elles
 » étaient dans le Soleil, il faudrait que le Soleil eût un mouvement de
 » rotation; les taches reparaitraient et elles n'ont pas reparu. *Elles ne*
 » *sont donc pas dans le Soleil*; nous croyons que ce sont des étoiles
 » qui éclipsent le Soleil. Ces observations ne sont pas très exactes; on
 » les a dessinées à vue, et sans prendre aucune mesure; on a fait les taches
 » plus grandes qu'elles ne sont. Quand le Soleil est près de l'horizon,
 » on peut le regarder impunément dans la lunette; quand il est plus
 » élevé, *on couvre l'objectif d'un verre plan vert.* »

Les deux auteurs prétendent avoir vu les taches en avril 1611. Galilée a des témoins, Scheiner n'en cite aucun, et d'ailleurs le long intervalle entre les observations d'avril et celles d'octobre, ses doutes en octobre, prouveraient qu'il avait mis bien peu d'importance à ce qu'il aurait vu en avril, et qu'alors, supposé qu'il eût remarqué quelques taches noires sur le Soleil, il a pu les attribuer de même à quelque ordure ou à quelque défaut dans les verres, et sa découverte ne daterait véritablement que d'octobre. Il suffit de cette remarque pour faire perdre le procès à Scheiner. Il est assez singulier qu'il ne se souvienne pas bien si les taches allaient à l'orient ou à l'occident, ce qui prouve qu'il n'aurait véritablement observé que la figure de ces taches. Il n'est pas aussi heureux dans ses conjectures que Galilée; il était moins bon géomètre, astronome moins exercé; mais il n'y a pas de raison suffisante pour le taxer de plagiat. S'il avait une lunette, il a pu voir les taches; il n'y a pas grand mérite à cela.

La deuxième lettre est du 19 décembre. Scheiner calcule que d'après les éphémérides de Magini, Vénus doit passer sur le Soleil, y produire une tache ronde de 3' de diamètre et plus grande que les taches observées; que le mouvement de Vénus *doit être contraire à celui des taches*. Galilée lui répond avec grande raison que le mouvement *doit être le même*. Le jour était serein, Vénus ne s'est pas montrée, Scheiner en conclut qu'elle est *au-dessus du Soleil*. Il promet de se rendre attentif

aux passages de Mercure comme à ceux de Vénus ; il les croit tous deux au-dessus du Soleil.

La troisième lettre est du 26 décembre. L'auteur prend un ton plus affirmatif. *Les taches ne tiennent point au Soleil.* Elles n'emploient que 15 jours à le traverser ; elles devraient revenir au bout de 15 jours 2^h 22', il n'en a vu revenir aucune. Elles n'ont pas de parallaxe, elles ne sont donc pas dans la région de la Lune ; elles ne sont pas dans celle de Mercure, pas même dans celle de Vénus ; elles tournent très près du Soleil. Ce ne sont ni des nuages ni des comètes. Ces taches doivent être grandes, opaques et profondes ; elles doivent avoir des phases que l'éclat du Soleil empêche de distinguer.

Les satellites de Jupiter doivent être de même nature, leur nombre doit être de plus de quatre ; ils doivent parcourir des cercles différens, inclinés tantôt au nord, tantôt au sud ; voilà du moins une conjecture plus heureuse.

Il soupçonne quelque chose de semblable pour Saturne. Depuis le Soleil jusqu'à Mercure, il doit y avoir plusieurs planètes, et nous ne pouvons apercevoir que celles qui viendraient à passer sur le Soleil.

Accuratior disquisitio ejusdem Apellis, 16 janvier 1612.

Cet écrit commence par le calcul de la conjonction de Vénus qui n'a pu être observée. Maginus aurait-il commis une erreur de 7' à 8' sur la latitude ? Scheiner ne peut se le persuader ; il est bien sûr aujourd'hui que le passage de Vénus n'a pu avoir lieu.

Il croit avoir trouvé un cinquième satellite, il le dédie à son patron Velserus, le même auquel Galilée avait adressé ses trois lettres. Scheiner s'était un peu trop pressé.

Scheiner revient aux taches. On peut les observer en faisant passer par un trou les rayons du Soleil, et en recevant l'image sur un papier ; on le peut par réflexion en recevant l'image du Soleil sur un miroir qui la renverra sur un mur, ce qui serait suffisant pour apercevoir les taches, mais non pour en déterminer exactement la position ; il rapporte l'observation d'une éclipse de Soleil, dans laquelle la Lune était environnée d'un cercle lumineux qui se prolongeait au-delà du Soleil. Les taches du Soleil étaient plus noires que la Lune, la partie de la Lune qui couvrait le Soleil était blanchâtre et transparente comme un cristal, elle laissait voir le Soleil ; mais cette partie de l'observation a été faite sans lunette. Scheiner en conclut que les taches du Soleil sont plus noires que la Lune.

L'éditeur rassemble ensuite plusieurs lettres pour prouver que c'est Galilée qui a le premier vu les taches du Soleil. Aguilon, dans son Optique, en attribuait la découverte à Scheiner. Le prince Frédéric Cési s'étonne de cette prétention, vu que les jésuites savent fort bien que c'est Galilée qui les a montrées le premier. Guccia écrit le 16 juin 1612, qu'il y a plus d'un an que Galilée lui a montré les taches. L'archevêque Dini atteste qu'il était au jardin Quirinal en avril ou mai 1611, quand Galilée fit voir les taches. Une autre lettre d'un frère Fulgence prouverait beaucoup si elle indiquait le jour où Galilée a montré les taches; cependant cette date s'y trouve au moins implicitement, puisqu'on s'y moque du jésuite qui veut se faire honneur de la découverte. Enfin deux lettres de Jean Pieroni, ingénieur de l'empereur, attestent que le P. Guldin; jésuite, se souvient parfaitement que c'est lui qui a donné à Scheiner la connaissance de la découverte des taches par Galilée. Ce dernier témoignage qui confirme ce que Galilée dit dans l'une de ses lettres à Velséri; ne laisse plus aucun doute. Ce qui est incontestable, c'est que Galilée a trouvé la chose de son côté, et l'a trouvée le premier; la question est seulement de savoir si Scheiner est plagiaire. La chose paraît assez vraisemblable, il y a grande apparence au moins que le jésuite n'est pas de bonne foi. Il n'a jamais prétendu que Galilée lui dût la connaissance des taches, il ne paraît prétendre qu'à la gloire de les avoir trouvées aussi de lui-même et la question est peu importante. Nous verrons par la suite ce qu'il a fait pour cette théorie, dans son gros volume de la Rose ursine.

Disputatio astronomica de tribus Cometis anni 1618.

Cet écrit paraît d'un jésuite; on ignore si Galilée n'en avait pas fourni le fond. On y prouve que la comète était au-dessus de la région de la Lune, par deux raisons; elle n'avait pas de parallaxe sensible, et elle ne paraissait pas grossir dans la lunette, tandis que la Lune y paraît bien plus grande qu'à l'œil nu.

Discorso delle Comete di Mario Guiducci, 8 juin 1619.

L'auteur se propose de prouver que la parallaxe est un moyen peu sûr pour démontrer la distance d'une comète, et que le grossissement plus ou moins grand ne dépend pas de la distance; qu'il est le même pour tous les objets considérés dans la même lunette; que si, par l'irradiation, un objet paraît plus grand à l'œil nu que dans la lunette, c'est une preuve que l'irradiation a lieu dans notre œil et non autour de l'objet; ainsi la lunette ne peut le grossir. Enfin que si les queues des comètes

Hist. de l'Astr. mod. Tom. I.

80

paraissent courbes, c'est que nous ne les voyons pas tout entières dans le plan où se fait la réfraction; car, si elles y étaient tout entières, elles nous paraîtraient droites.

Il Saggiatore nel quale con bilancia esquisita e giusta si ponderano le cose contenute nella libra astronomica e filosofica di Lotario Sarsi Sigensano scritta in forma di littera a monsignor Cesarini dal signor Galileo Galilei.

Galilée se demande par quelle fatalité toutes ses découvertes ont été amèrement critiquées et tournées en ridicule, ou bien lui ont été dérobées par des plagiaires qui ont voulu s'en faire honneur. Son caractère le porterait à se taire et à dissimuler, mais il ne peut dissimuler le procédé de Simon Marius, le même qui autrefois a traduit en latin son *Traité du Compas*; et l'a fait imprimer par un de ses disciples qu'il a laissé dans l'embarras en s'évadant aussitôt. Ce même Marius, quatre ans après la publication du *Sidereus Nuntius*, n'a pas rougi de s'approprier l'invention d'un autre; en imprimant son *Mundus Jovialis*, il a témérairement affirmé qu'il avait le premier observé les satellites. Galilée outre un peu le reproche; Marius convient que Galilée est le premier qui les ait vus en Italie, et il se restreint à dire qu'il les a vus le premier en Allemagne; et dans son *Mundus Jovialis*, il convient qu'il a lu le *Nuntius Sidereus* de Galilée. Marius dit que les satellites ne sont en ligne droite parallèle à l'écliptique que dans leurs plus grandes digressions, parce que leurs orbites sont inclinées à l'écliptique. Galilée prétend qu'elles y sont parallèles; et les différences de latitude, il les attribue aux latitudes de Jupiter. Il paraît que sur ce point tous deux se trompaient à peu près également. Les orbites sont inclinées à l'équateur de Jupiter, lequel est incliné à son écliptique et à la nôtre; mais tous ces angles d'inclinaison sont faibles et les nœuds sont mobiles; on n'avait point alors assez d'observations pour se douter de la véritable position de ces orbites.

La première des observations de Marius est précisément la seconde de Galilée; il a déguisé l'identité en donnant la date suivant le Calendrier julien, au lieu que Galilée avait suivi le Calendrier grégorien; mais l'heure, le jour et la configuration sont identiques. Galilée lui reproche encore de lui avoir dérobé les mouvemens périodiques, et en effet il les a copiés avec très peu de changemens.

Dégoûté de ces attaques, de ces plagiat et de ces injustices, Galilée avait résolu de ne plus rien publier; ses amis tachaient d'ébranler sa ré-

solution, et ses ennemis l'ont rendue vaine ; en lui attribuant des écrits dont il n'est point l'auteur. Un Lotario Sarsi, personnage absolument inconnu, l'attaque comme l'auteur du discours de Mario Guiducci, dont il vient d'être question. Galilée ne cherche pas quel est l'écrivain qui a voulu se cacher sous le nom de Sarsi, il usera avec lui de la liberté que permet le masque, pour s'expliquer plus franchement. Tout ce que le *Saggiatore* offre de polémique est fort étranger à l'histoire de l'Astronomie. Nous ne ferons attention qu'à ce qu'il contient de mathématique ou d'astronomie, et d'abord on est étonné de voir qu'il prétende contre Tycho que le défaut de parallaxe n'est pas une bonne preuve que la distance de la comète soit plus grande que celle de la Lune. Il veut que Tycho se soit trompé dans son calcul. Il s'agit d'une observation d'Uranibourg, comparée à une observation faite à Prague.

Soit Z le zénit d'Uranibourg (fig. 87), V celui de Prague ; $ACB = (H - H') =$ différence des latitudes ou distance des deux zénits.

$$BAC = ABC = 90^\circ - \frac{1}{2} ACB$$

$$ZAK = N$$

$$BAC + ZAK = 90^\circ + N - \frac{1}{2} ACB$$

$$BAK = 180^\circ - BAC - ZAK = 90^\circ - N + \frac{1}{2} ACB$$

$$BAC + BAK + ZAK = 180^\circ$$

$$VBA = 90^\circ + \frac{1}{2} ACB$$

$$VBK = N'$$

$$ABK = VBA + VBK = 90^\circ + N' + \frac{1}{2} ACB$$

$$BAK = 90^\circ - N + \frac{1}{2} ACB$$

$$ABK + BAK = 180^\circ - N + N' + ACB$$

$$= 180^\circ - (N - N' - ACB)$$

$$AKB = (N - N' - ACB);$$

ainsi, dans le triangle ABK, l'angle A = $90^\circ - N + \frac{1}{2} ACB$

l'angle B = $90^\circ + N' + \frac{1}{2} ACB$

$$K = N - N' - ACB;$$

$$\sin K : AB :: \sin A : BK = \frac{AB \sin A}{\sin A} = \frac{2 \sin \frac{1}{2} ACB \sin(90^\circ - N + \frac{1}{2} ACB)}{\sin(N - N' - ACB)}$$

$$= \frac{2 \sin \frac{1}{2} (ACB) \cos(N - \frac{1}{2} ACB)}{\sin(N - N' - ACB)},$$

$$\sin K : AB :: \sin B : AK = \frac{AB \sin B}{\sin K} = \frac{2 \sin \frac{1}{2} ACB \sin(90^\circ + N' + \frac{1}{2} ACB)}{\sin(N - N' - ACB)}$$

$$= \frac{2 \sin \frac{1}{2} (H - H') \cos(N + \frac{1}{2} ACB)}{\sin(N - N' - ACB)};$$

AK et BK connus, on aura deux moyens différens pour connaître CK :

Les distances AK, BK, CK de la comète seront exprimées en parties dont le rayon de la Terre $AC=1$. Toute la question est de savoir si AB, N et N' peuvent être assez exactement connus par les observations, pour donner à peu près les distances AK, BK, si $(N - N')$ surpasse assez ACB. Mais on connaît au moins les limites des erreurs, et quand on se tromperait de quelques minutes, il suffit que le dénominateur soit petite comparaison du numérateur pour en pouvoir conclure que CK est grand par rapport à CA, et que la parallaxe est petite quoiqu'on ne puisse déterminer avec sûreté la distance absolue.

Il n'y a donc aucune difficulté si les deux lieux sont sous le même méridien; s'ils diffèrent en longitude on corrigera l'une des deux distances au zénit du mouvement de la comète en déclinaison pendant l'intervalle des tems. Tycho peut avoir calculé d'une manière *trop peu scrupuleuse*, mais il n'est pas à croire qu'il ait pu commettre une erreur aussi considérable dans un problème aussi simple; il ne l'a pas résolu directement, ce qui peut-être était le meilleur parti à prendre. Il a supposé une parallaxe, et cherché l'effet qu'elle aurait dû produire; il n'a point trouvé que cet effet eût lieu, il en a conclu une parallaxe plus petite. L'objection de Galilée a l'air d'une chicane.

Sarsi en parlant de la lunette avait dit que si elle n'était pas *filie* de Galilée elle pouvait passer pour sa pupille ou son élève. Galilée, pour prouver qu'il en est le père, raconte de quelle manière il procéda pour arriver à cette invention, qui fut en Hollande un pur effet du hasard, au lieu que chez lui elle fut produite par le raisonnement.

Sans la nouvelle venue de Hollande, il avoue que peut être il n'y aurait jamais pensé; mais il n'est pas d'avis qu'un problème soit bien facilité quand il est proposé. Il a raison; mais il y a des problèmes auxquels on ne s'applique pas parce qu'on s'est trop légèrement persuadé qu'ils sont impossibles, ou même desquels on n'a aucune idée; mais si l'on vous annonce que le problème n'est pas une chimère puisqu'il est résolu, alors on l'examine et la solution se trouve puisqu'elle n'est pas impossible. Au reste l'invention n'a pas exigé de bien longs raisonnemens. Il vit aussitôt qu'il fallait combiner un verre convexe avec un verre concave; l'idée lui en vint la nuit, et le lendemain la lunette était faite. Il en donna avis à Venise; six jours après il en avait une plus parfaite, qu'il porta lui-même à Venise, où il la fit voir pendant un mois entier, et la présenta au doge; en récompense il vit augmenter son traitement, qui était déjà triple de celui de son prédécesseur,

Galilée explique ensuite que le grossissement varie beaucoup quand la distance est petite, mais toujours de moins en moins à mesure que l'objet s'éloigne; qu'on ne voit plus de différence du Soleil à la Lune, et qu'ainsi le grossissement ne peut faire connaître la distance. Le grossissement ne varie plus quand le foyer ne varie plus, et il ne varie plus dès que les rayons qui tombent sur l'objectif sont parallèles, ou du moins qu'il ne s'en faut plus que de quelques secondes.

Nous omettons de longues discussions très peu instructives sur la nature des comètes et nous passerons à une expérience faite, mais non publiée par Galilée, rapportée et inexactement expliquée par Sarsi, qui n'en avait pas été témoin. Cette expérience avait été imaginée par Galilée pour montrer l'inutilité du mouvement que Copernic avait supposé pour expliquer le parallélisme de l'axe de la Terre dans sa révolution annuelle autour du Soleil. Ce mouvement, qui altérerait la simplicité du système, paraît d'ailleurs peu naturel et peu probable. Nous avons vu que Képler avait déjà montré, dans sa Théorie de Mars, et qu'il a répété depuis dans son Abrégé de l'Astronomie copernicienne, et enfin dans la seconde édition de son Prodomus, que ce mouvement est parfaitement inutile. Voyons cependant l'expérience et le raisonnement de Galilée, qui devait avoir connaissance au moins du premier de ces ouvrages que Képler lui avait envoyé, et qu'il ne cite pourtant jamais : ce qui est au moins singulier.

Selon Galilée, un corps quelconque, soutenu librement dans un milieu peu dense et liquide (s'il a un mouvement de translation dans la circonférence d'un grand cercle), acquerra spontanément une conversion sur lui-même et contraire au grand mouvement. Jusqu'ici Galilée aurait l'air de vouloir démontrer le mouvement imaginé par Copernic. Prenez en main un vase plein d'eau, placez-y une balle qui y surnage, étendez le bras, tournez rapidement sur un pied, et vous verrez la balle tourner sur elle-même en sens contraire, et sa conversion s'accomplira dans le même tems que celle de l'observateur. La Terre, qui est suspendue dans un milieu subtil et liquide, portée par son mouvement annuel sur la circonférence d'un grand cercle, dans l'espace d'une année, doit donc avoir acquis ce mouvement qui produit la diversité des saisons. Ce mouvement est annuel comme l'autre, seulement il s'opère en sens contraire. Ce qu'en disait Galilée était uniquement pour écarter l'objection faite à Copernic, et il ajoutait qu'en considérant mieux la chose on reconnaissait que ce mouvement, faussement attribué à la Terre, n'est pas

véritablement un mouvement, mais une négation de mouvement et un repos. Galilée paraît ici traduire Képler, qui avait dit : *motus iste re verâ motus non est, quies potius dicenda*. Si Galilée a en effet profité de l'idée de Képler, si ce passage lui a fait examiner plus attentivement son expérience, il aurait été mieux de citer le premier auteur, pour ne pas encourir le reproche qu'il fait si amèrement à Simon Marius et à plusieurs autres plagiaires, tant pour son compas et pour les taches du Soleil, que pour les Satellites. Il ajoute : Il est bien vrai que la balle paraît se mouvoir par rapport à l'observateur comme la Terre par rapport au Soleil, mais elle est immobile par rapport aux murs de la chambre (comme l'axe de la Terre par rapport à un point donné du ciel.)

Dans la suite il cherche à expliquer pourquoi la Lune nous paraît plus grande à l'horizon qu'au zénit; il dit que ce peut être un effet de réfraction; mais nulle part il ne s'explique sur la réfraction astronomique de manière à faire croire qu'il en eût la moindre idée, ou qu'il connût ce qu'en avait écrit Tycho ou Képler; il dit seulement que puisque les taches conservent invariablement leur distance au bord du disque, l'effet, quelle qu'en soit la cause, ne tient pas non plus à l'irradiation, c'est-à-dire à une couronne lumineuse qui entourerait la Lune, et qui n'existerait que dans notre œil ou dans l'atmosphère; il discute ensuite longuement la question de savoir si l'on pourrait voir les étoiles à travers une comète embrasée, ou en général si la flamme est ou n'est pas transparente. Cette question est assez étrangère à l'Astronomie, comme presque tout ce qui est contenu dans cette dissertation beaucoup trop longue, comme presque tous les écrits de Galilée, qui trop souvent perdait son tems à examiner des choses qui n'en valaient guère la peine. On voit assez qu'il préfère le système de Copernic à ceux de Ptolémée et de Tycho; mais toutes les fois que la question paraît tourner vers quelque point de ce système, il prend la précaution de dire que l'Église l'a condamné, et que c'est aux théologiens à décider; mais que si l'on s'en rapportait aux lumières naturelles il serait difficile de ne point l'admettre. Nous verrons plus loin la cause de cette réserve.

Lettera del signor Galileo Galilei, in proposito di quanto discorre Fortunio Liceti sopra il candor Lunare. Il s'agit de la lumière cendrée et de l'explication qu'en avait donnée Galilée, d'après Léonard de Vinci. Cette dissertation n'ajoute rien d'intéressant à ce qu'il avait dit précédemment. Nous extrairons ci-après la réplique faite par Liceti; nous ne dirons rien de plus de la lettre, sinon que Galilée avait cru d'abord que le bord de la

Lune était plus lumineux que le milieu du disque; en y regardant mieux il n'y a trouvé aucune différence. Cette lettre n'a point de date, mais on y voit qu'il était aveugle, et qu'il ne pouvait ni lire ni écrire lui-même. La lettre est donc de ses dernières années.

La lettre qui suit, dans l'édition que je possède, est bien plus ancienne puisqu'elle est de 1611; elle a pour objet les montagnes de la Lune. On n'y voit rien de nouveau; il soutient ce qu'il avait avancé, que la Lune a des montagnes jusqu'à ses bords, et non pas seulement dans le milieu de la face qu'elle nous présente.

Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due scienze attenenti alla Meccanica et i movimenti locali. La dédicace est datée d'Arcetri, le 6 mars 1638. Cet ouvrage est divisé en journées ou dialogues; les interlocuteurs sont les mêmes que ceux qu'il avait introduits dans son *Système du Monde*, dont nous parlerons plus loin, c'est-à-dire Salviati, Sagredo et Simplicio.

Nous passerons tout ce qui est de Mécanique pure; mais la question du mouvement de la lumière est liée trop intimement à l'Astronomie pour ne pas extraire ici ce qu'en dit Galilée; il vient de parler de la rapidité de la foudre, et il ajoute : « Quelle ne doit pas être la vitesse de la lumière? est-elle instantanée, ou, comme tous les autres mouvemens, exige-t-elle un certain tems? ne pourrait-on pas trouver ce tems par expérience? »

Ici Simplicius cite la lumière d'un canon, qui s'aperçoit long-tems avant que le son ne s'en fasse entendre. Sagredo remarque qu'il n'en résulte rien autre chose, sinon que la vitesse de la lumière surpasse de beaucoup celle du son. Cette expérience prouve bien que la vitesse de la lumière est très grande; mais nullement que la transmission en soit instantanée.

Salviati convient que l'expérience est peu concluante, et qu'il en est de même de quelques autres qui ont été proposées; ce qui nous prouve en passant que la question avait déjà plus d'une fois été agitée.

« C'est ce qui m'a fait chercher des moyens qui pussent nous faire connaître certainement si l'expansion de la lumière est véritablement instantanée, car il n'y a jusqu'ici qu'une chose certaine, c'est qu'elle est du moins très rapide. Je veux donc que deux personnes prennent chacune une lumière, qu'elles puissent couvrir et découvrir facilement; que se tenant d'abord à la distance de quelques pas, elles s'exercent à

couvrir et découvrir leur lumière aux yeux de leur compagnon, de manière que l'un, dès qu'il voit la lumière de l'autre, découvre aussitôt la sienne; quand ils seront suffisamment exercés, ils s'éloigneront de deux ou trois milles, et répéteront l'expérience en notant l'intervalle écoulé entre l'instant où ils auront découvert leur lumière et celui où ils auront aperçu celle de leur compagnon. Si deux ou trois milles ne donnent pas d'intervalle sensible, ils s'éloigneront à la distance de huit ou dix milles, et ils se serviront du télescope. »

Sagredo trouve l'idée ingénieuse et demande quel en a été le succès. Galilée, sous la personne de Salviati, répond qu'il ne l'a tentée qu'à une distance qui n'était pas d'un mille, qu'il n'en peut rien conclure, sinon que la transmission est très rapide; mais il ne la croit pas instantanée.

A cet égard Galilée avait été plus loin que Descartes n'a fait depuis; il proposait des distances plus grandes et l'emploi du télescope; il arrivait aussi, quoique par hasard, à une conclusion plus vraie; mais Descartes avait un système duquel résultait la transmission instantanée; et nous verrons que Descartes fit à ce sujet une remarque qui a conduit à une conclusion toute opposée à celle qu'il tirait lui-même. Ainsi Descartes aurait contribué plus que Galilée à la découverte importante du tems que la lumière emploie à franchir un intervalle donné. (Voyez tome suivant, les articles de Descartes et de Cassini.)

Les lunettes et les pendules ont changé la face de l'Astronomie; ces deux inventions sont dues originairement à Galilée; il est vrai qu'entre ses mains elles étaient encore loin de ce qu'elles sont devenues pour être si éminemment utiles; mais les premiers inventeurs ont des droits que rien ne peut prescrire. La lunette de Galilée, malgré sa faiblesse, a rendu d'importans services à l'Astronomie; les phases de Vénus, la rotation du Soleil et les satellites de Jupiter, ont agrandi nos idées, ont fourni de puissans argumens en faveur de Copernic. Son pendule était une belle découverte en Mécanique; il était difficile de prévoir la révolution qu'il ferait en Astronomie; Galilée lui-même n'en avait qu'une idée imparfaite, on n'en voit rien dans ses ouvrages; on prétend néanmoins qu'il en espérait une mesure exacte du tems, qu'il l'avait appliqué à une horloge pour observer les éclipses des satellites et déterminer les longitudes; mais il faut l'avouer, ces prétentions sont loin d'être bien prouvées. Nous recueillerons ce qui pourrait les appuyer.

Galilée annonce ici, ce qu'il prouvera plus loin, que le même pendule fait toutes ses vibrations en tems égaux; que le mobile qui descend par une corde quelconque, la parcourt toujours dans le même tems, fût-ce le diamètre même, pourvu que toutes les cordes aboutissent à l'extrémité inférieure du diamètre perpendiculaire. La descente par les arcs qui ne sont pas de 90° se fait aussi en tems égaux et plus courts que ceux des cordes; proposition, dit-il, qui a l'air d'un paradoxe; il ajoute que les tems des vibrations sont en raison sous-doublée de la longueur des fils, ou que les longueurs sont comme les carrés des tems. Ces théorèmes importans, et les lois de la chute des corps, auraient suffi pour immortaliser le nom de Galilée; mais pour être directement applicables à l'Astronomie, ils avaient besoin de développemens et même de limitations auxquelles l'auteur n'a pas songé.

Il parle des résonnances de deux cordes à l'unisson, rapporte quelques expériences faites sur un verre rempli d'eau. On n'a qu'à frotter le bord du bout du doigt, on voit aussitôt frémir l'eau contenue dans le verre; et si le verre lui-même est plongé jusqu'au bord dans un vase aussi rempli d'eau, l'eau extérieure frémit comme celle du verre. S'il arrive que le son du verre monte jusqu'à l'octave, on voit au même instant les ondes se partager en deux; expérience qui montre le rapport d'un ton quelconque à son octave. Il donne de même les rapports connus de quelques autres tons.

Il y a trois manières pour rendre le ton d'une corde plus aigu; la première est de la raccourcir, la seconde est de la tendre davantage, et la troisième de l'amincir. Pour faire monter le ton à l'octave il suffit de retrancher la moitié de la corde; pour avoir le même effet par la tension il faut quadrupler le poids; enfin il faudrait réduire la corde au quart de sa grosseur. Les règles sont analogues pour les autres tons.

Les ondes également partagées par le milieu en ondes plus petites, quand le son passe à l'octave, nous prouvent que dans l'octave le nombre des vibrations est doublé. Ces ondes se communiquent à l'air, et par l'air à nos oreilles; mais il est bien difficile de mesurer ces ondes dans l'eau où elles durent trop peu; ne serait-ce pas une belle chose de les rendre permanentes? comme de les faire durer des mois et des années, afin de les pouvoir mesurer tout à son aise? Le moyen en est simple, il est dû au hasard; on ne me doit, dit Galilée, que l'attention que j'y ai donnée, et l'idée qui m'est venue que cette expérience pourrait conduire à quel-

ques lumières nouvelles : en raclant, avec un ciseau de fer taillant, une lame de laiton, pour en ôter quelques taches, et faisant mouvoir avec rapidité le ciseau, j'entendis plusieurs fois un sifflement très clair et très fort, et regardant sur la lame j'y aperçus une longue suite de lignes subtiles et parallèles, et séparées par des intervalles égaux. Recommencant à racler de nouveau, je m'aperçus que les lignes parallèles ne se montraient que quand le frottement avait produit un son; si je raclais avec plus de vitesse, le sifflement devenait plus aigu, le nombre des parallèles augmentait et les intervalles diminuaient; et si en raclant je venais à accélérer le mouvement, j'entendais le son qui devenait plus aigu, les petites lignes se rapprochaient, mais elles étaient toujours exactement nettes et régulièrement espacées. Pendant le sifflement, je sentais le fer qui frémissait entre mes doigts, je sentais une certaine roideur qui me courrait par la main; j'ai observé, pendant le sifflement, que si deux cordes de clavecin frémissaient successivement, et que ces deux cordes fussent à la quinte, on voyait sur la plaque des distances de 45 et 30, ce qui est en effet le rapport qui donne la quinte. Mais avant d'aller plus loin, il faut vous avertir que des trois manières de rendre le son plus aigu, celle que vous rapportez au peu de diamètre de la corde, doit plus exactement se rapporter à son poids; en sorte que si l'on veut accorder deux cordes, l'une d'or et l'autre de laiton, si elles sont de même longueur, de même grosseur, et qu'elles aient la même tension, comme l'or est deux fois environ plus pesant, les deux cordes se trouveront accordées à la quinte ou à peu près.

Mais revenant à notre objet, je dis que la raison prochaine et immédiate des formes et des intervalles musicaux, ce n'est ni la longueur des cordes, ni la tension, ni la grosseur, mais bien la proportion du nombre de vibrations, et les battemens des ondes de l'air qui vont frapper le tympan de mon oreille auquel ces vibrations se communiquent; je n'ose ajouter qu'elle me paraît être la cause du plaisir que nous causent les consonnances, et du désagrément qui naît des dissonances; ce serait la simplicité des rapports qui ferait que les battemens reviendraient à coïncider avec plus de fréquence et de régularité. On peut imiter ces coïncidences avec des pendules de longueur convenable. C'est ici que se termine le premier dialogue; les autres ne sont pas plus de notre sujet, et nous n'avons rapporté ce qui précède que par l'analogie de ces expériences à celles de Chladny, à qui il est très possible et assez probable qu'elles aient fourni l'occasion et la première idée de ses belles recherches sur l'Acoustique.

Sytema cosmicum authore Galileo Galilæi Lynceo... in quo, quatuor dialogis, de duobus maximis mundi systematibus, Ptolemaïco et Copernicano, utriusque rationibus philosophicis ac naturalibus indefinite propositis disseritur. Ex italicâ linguâ latine conversum. Augustæ Traboccorum. Strabourg, 1635.

Cet ouvrage avait paru en italien, à Florence, en 1632, avec les approbations de l'inquisiteur général, et autres officiers ecclésiastiques. L'auteur avait mis en tête deux épigraphes pour justifier la liberté avec laquelle il se permettait de philosopher; il avait ajouté

Χωρίς προκρίματος τὰ πάντα κρί. ετε.

Dans tous vos jugemens défiez-vous de vos préjugés.

Son livre était dédié au grand duc de Toscane. Dans sa préface, il expose que, quelques années auparavant, on avait promulgué à Rome un édit *salutaire* qui, pour obvier aux scandales, imposait silence à l'opinion pythagoricienne du mouvement de la Terre; que quelques téméraires cependant avaient osé dire que ce décret n'avait pas été rendu en connaissance de cause, qu'il était l'ouvrage de la passion et non d'un examen judiciaire. On disait que des consultants tout-à-fait ignorans en Astronomie, n'avaient pas dû couper ainsi les ailes au génie des philosophes qui s'occupent de ces méditations. Mon zèle, dit Galilée, ne put supporter ces plaintes téméraires. Bien instruit de ce décret si *prudent*, j'ai voulu rendre justice à la vérité. J'étais alors à Rome; les prélats les plus distingués m'avaient entendu et même applaudi, *et le décret n'avait pas été rendu sans qu'on m'en eût donné quelque connaissance*. J'ai donc voulu montrer aux nations étrangères, qu'en Italie, et même à Rome, on savait aussi bien que partout ailleurs tout ce qu'on peut avancer en faveur du système de Copernic, avant même qu'on y eût publié cette censure. Je me suis donc déclaré l'avocat de Copernic; et en procédant suivant une hypothèse mathématique, je me suis efforcé de prouver que cette hypothèse était préférable à celle qui met la Terre en repos, *non pas d'une manière absolue*, mais dans le sens où elle est attaquée par de prétendus péripatéticiens qui, dans leur philosophie, négligent de consulter les observations.

Je tâcherai de prouver que toutes les expériences qu'on peut faire sur la Terre sont également insuffisantes pour prouver son repos ou son mouvement, car elles s'expliquent également bien dans les deux hypo-

thèses. J'examinerai ensuite les phénomènes célestes qui, fortifiant l'hypothèse copernicienne, conduisent à faciliter la science astronomique, si elles ne démontrent pas tout-à-fait la nécessité de ce système; je montrerai en troisième lieu que le mouvement de la Terre étant supposé, les phénomènes des marées deviennent beaucoup plus aisés à expliquer. J'ai la confiance que si les Italiens ont moins voyagé que d'autres nations, ils ont au moins médité tout autant, et que s'ils se sont abstenus de donner leur assentiment à l'opinion mathématique du mouvement de la Terre, ce n'est pas qu'ils aient ignoré tous, les raisons que d'autres ont imaginées pour l'appuyer; mais parce qu'ils ont eu d'autres raisons tirées de la piété, de la religion et de la connaissance qu'ils ont de la toute-puissance divine et de la faiblesse de l'esprit humain.

Il faut avouer que les inquisiteurs ne pouvaient pas être tout-à-fait dupes de ces protestations; mais s'ils eussent été moins ignorans et moins entêtés, Galilée en avait fait assez pour sauver les convenances; et ils auraient beaucoup mieux fait de parler dans le même sens.

Les interlocuteurs sont Salviati, noble florentin, qui soutient le système de Copernic; Sagredo, noble vénitien, homme d'esprit, au-dessus des préjugés, qui a des connaissances variées, mais homme du monde plutôt que savant. Ces deux personnages avaient été amis de Galilée, et ils étaient morts depuis plusieurs années; le troisième est un péripatéticien, grand admirateur d'Aristote. On lui a donné le nom de ce Simplicius dont il nous reste un commentaire sur le ciel d'Aristote. La scène est à Venise, dans le palais de Sagredo.

Après quelques discussions aristotéliennes et pythagoriciennes, assez peu intéressantes, Galilée donne l'idée des trois dimensions d'un corps et des trois coordonnées rectangulaires, comme avait fait Ptolémée. Aristote avait dit que le mouvement circulaire était seul parfait, et que le mouvement rectiligne est imparfait. Nous avons vu que Képler ne reconnaît qu'un mouvement naturel, c'est le mouvement rectiligne; ce qui serait plus aisé à démontrer que la proposition d'Aristote.

Galilée fait quelques objections, ce qui amène quelques notions sur le mouvement, que l'auteur avait consignées dans sa Mécanique. La gravité qui a fait que la Terre et la mer ont une figure sphérique, a pu donner la même forme au Soleil, à la Lune et aux planètes. Cette idée est fort ancienne. Il se livre ensuite à la discussion de l'opinion d'Aristote sur la corruption dont la Terre est le siège, et l'incorruptibilité et l'immuabilité

qu'il attribue au ciel. Il repousse avec *abomination* l'idée de regarder comme une imperfection la faculté reconnue à la Terre d'engendrer et de produire. C'est là, selon lui, ce qu'elle a de plus noble et de plus admirable. Si elle n'était sujette à aucune mutation, que serait-elle ? qu'une solitude vaste et sablonneuse, une masse inerte et inutile, dont l'existence serait une chose tout-à-fait indifférente.

Il en dit autant de la Lune et des autres planètes. Le reste du dialogue traite de la manière dont la Lune est éclairée et réfléchit la lumière. On n'y voit rien de neuf ou de remarquable.

Le second commence à peu près de même, mais on y agite bientôt la question du mouvement de la Terre. Si ce mouvement existe, il doit nous être absolument insensible, et tout doit nous paraître tourner autour de nous. Nous pourrions nous croire en repos si un seul, ou plusieurs corps seulement, paraissent tourner; mais s'ils tournent tous sans exception? Il est donc possible que la Terre tourne comme les autres; les phénomènes seront les mêmes dans l'une et l'autre supposition; mais la nature opère toujours par les moyens les plus simples; or, il est bien plus simple d'expliquer le mouvement diurne par la rotation de la Terre, qu'en faisant tourner autour d'elle, avec une vitesse inconcevable, tant de masses énormes, en comparaison desquelles elle n'est presque rien. Tout cela avait été dit; mais voici une idée plus neuve: Otez la Terre du monde, à quoi serviraient tous ces mouvemens? Ajoutez que le mouvement général de tous les corps est en sens contraire de tous les mouvemens propres. Faites tourner la Terre sur son axe, tous les mouvemens se feront du même côté. Je ne sais si cette raison est bien bonne, s'il est bien vrai que tous les mouvemens célestes soient dans le même sens, et si les comètes rétrogrades ne feraient pas une exception.

Ajoutons que l'ordre doit exiger que les révolutions soient d'autant plus lentes, que les cercles sont plus grands. Ainsi Saturne est la plus lente des planètes; Jupiter vient ensuite, puis Mars, et ainsi des autres. La même chose se remarque dans les satellites de Jupiter. C'était ici le lieu de faire valoir la troisième loi de Képler. Képler fait tous ces mêmes raisonnemens, et les rend bien plus forts; on ne conçoit pas comment Galilée peut négliger un si grand avantage.

Si nous supposons la Terre immobile, il faudra, après avoir remonté, par ordre, de la Lune à Saturne, passer d'un mouvement de 30 ans à un mouvement de 24 heures.

Ce raisonnement n'est pas bien juste. Simplicius aurait pu répondre

qu'on passait à un mouvement de 25 à 26000 ans, et cette réponse ne confondrait pas, comme fait Galilée, un mouvement diurne avec des révolutions annuelles, car ce mouvement de 24 heures n'est pas propre aux étoiles, il appartient aussi aux planètes.

Si la Terre se meut, de Saturne, qui est si lent, nous passerons aux étoiles qui sont immobiles, et ce passage sera plus naturel. *Quelle serait la solidité qu'il faudrait donner au ciel, s'il fallait qu'il tournât ainsi avec tant de régularité? Mais si le ciel est fluide, comme il est probable, et si les étoiles sont toutes isolées et indépendantes, par quel moyen leur donnera-t-on ce mouvement commun? Mais si ce mouvement est si général, comment se fera-t-il que la Terre y échappe seule, et qu'elle ne tourne pas avec tout le reste? Ce raisonnement est rapporté par Képler comme de Mæstlinus.*

Toutes ces raisons ne forment encore qu'une grande probabilité et non pas une démonstration; un seul fait qui y serait contraire et bien avéré les renverserait toutes; il faut donc voir ce qu'on peut nous objecter.

Le premier argument contre le mouvement de la Terre, se tire de la chute des graves, qui tombent perpendiculairement à la surface. Une pierre qu'on laisse tomber du haut d'une tour, arrive au pied de la tour; un boulet qu'on laisse tomber du haut d'un mât, tombe au pied si le vaisseau est immobile; *il en tombe loin si le vaisseau s'est déplacé dans l'intervalle.* Un boulet lancé perpendiculairement, retombe fort près du canon duquel il est sorti. Lancez un boulet à l'orient et un autre à l'occident, si la terre tourne, ils doivent faire un chemin très inégal; l'un aura son mouvement plus celui de la Terre, l'autre n'aura que la différence de ces deux mouvemens. Si la Terre tourne, l'horizon s'élève ou s'abaisse sans cesse; si vous visez horizontalement, jamais vous ne pourrez atteindre le but. Voilà les objections présentées par un copernicien, avec toute l'énergie que pourrait y mettre un sectateur de Ptolémée. *Sagredo* fait ici une remarque; Parmi les adversaires de Copernic, il s'en trouve rarement un qui ait lu son livre; on peut citer un grand nombre de partisans de Ptolémée qui sont devenus coperniciens, on ne connaît aucun copernicien qui se soit converti à Ptolémée.

Galilée explique la chute de la pierre le long de la tour, par un mouvement composé d'un mouvement circulaire qui lui est imprimé par la rotation de la Terre et de la tour, et d'un mouvement rectiligne qui est l'effet de la pesanteur: ce raisonnement est de Copernic. Quant à l'expé-

rience du mât, elle s'accorde avec celle de la tour; le boulet tombe le long du mât, soit que le vaisseau marche ou qu'il soit en repos. Elle ne prouve donc ni le repos ni le mouvement du vaisseau. Il en est de même de la chute de la pierre le long de la tour; elle ne fait rien ni pour ni contre. A ces expériences, il ajoute celle d'une pomme lancée perpendiculairement par un homme sur un cheval qui est au galop; la pomme lui retombe dans la main, comme s'il eût été en repos. Il ajoute sur le mouvement des toupies des remarques qui ne sont point de notre sujet. Il montre ensuite que la pierre en tombant du haut de la tour, décrit un cercle dont le rayon est $(R + \frac{1}{2}dR)$, R étant le rayon de la Terre et dR la hauteur de la tour; d'où il tire cette conséquence singulière, que le mouvement rectiligne n'a pas lieu dans la nature, puisque les graves tombent suivant un arc de cercle: au reste, il ne donne pas la chose comme parfaitement démontrée.

Quand un chasseur veut atteindre un oiseau qui vole, il en suit le mouvement pendant quelques instans; il donne au canon de son fusil un mouvement angulaire égal au mouvement angulaire de l'oiseau; le plomb en sortant du canon, est animé de deux mouvemens; et il atteint l'oiseau. C'est ainsi que le boulet lancé perpendiculairement retombera près de la pièce. Au reste, les expériences avec des canons ou des bombes sont impossibles à bien faire; elles ne peuvent rien prouver et elles n'ont jamais réussi.

Il vient à l'argument qu'on a voulu tirer du mouvement des oiseaux; tout se passe à leur égard dans l'air comme si la Terre était immobile, comme tout se passe dans la chambre d'un vaisseau, comme si le vaisseau n'avancait pas.

Il disserte ensuite sur la quantité dont un projectile se mouvant sur la tangente, doit s'éloigner de la Terre. Soit A l'arc, tang A la tangente parcourue, tang A tang $\frac{1}{2} A$ sera l'écart de la tangente. Il ne donne pas cette formule, alors inconnue, mais une méthode équivalente. Il démontre qu'un plan ne peut toucher qu'en un point une sphère même matérielle, pourvu qu'elle soit parfaite et le plan aussi.

Il expose ses théorèmes si connus sur la chute des corps et sur les pendules. Tous ces effets sont produits par la gravité. Mais qu'est-ce que la gravité? Nous n'en savons rien, nous en ignorons la cause, comme nous ignorons la cause qui fait tourner la Lune autour de la Terre.

Il réfute l'aï-Tycho, qui prétendait que le mouvement de la Terre renverserait tous les fondemens de la philosophie, en ce que nous ne pourrions plus en rien nous fier au témoignage de nos sens. Il rappelle que le mouvement d'un bateau est souvent insensible à ceux qui y sont renfermés ; il en est de même du mouvement de la Terre qui ne peut être conclu que des mouvemens des étoiles.

Si on lui demande quelle est la nature de ce mouvement qui fait que la Terre tourne sur elle-même en 24^h, tandis qu'elle parcourt l'écliptique en un an ; il répondra que ce mouvement est de même nature que celui qui fait que Saturne décrit le zodiaque en 30 ans, et qui le fait tourner sur lui-même en beaucoup moins de tems, comme on peut le conclure des disparitions et réapparitions des deux globes qu'il a à ses côtés. Ceci nous explique un passage assez obscur où il se hasardait à prédire ces apparitions et ces disparitions. Il semble qu'il n'aurait pas dû employer un argument aussi incertain, et qui pouvait se trouver faux comme il est en effet. Saturne tourne sur lui-même beaucoup plus rapidement qu'il ne suppose, mais alors on n'en pouvait rien savoir. Il répond ensuite avec plus de raison que ce mouvement est de la nature de celui que Ptolémée attribue au Soleil, et qui de plus a autour de son axe un mouvement beaucoup plus rapide, puisqu'il n'est pas d'un mois lunaire, ainsi que vient de le prouver la découverte des taches, le même enfin que celui des satellites qui accompagnent Jupiter dans sa révolution de 12 ans, et qui tournent autour de Jupiter en quelques jours. Il semble qu'il aurait pu réserver ce dernier argument qu'il tire des satellites, pour le mouvement de la Lune. On pourrait lui répliquer que la parité n'est pas parfaite. Une réponse mauvaise ou simplement douteuse fait plus de mal que de bien à une bonne cause.

La Terre est un corps opaque et sphérique comme les planètes ; il est plus naturel de lui attribuer un mouvement semblable à celui des planètes, que de l'attribuer au Soleil qui diffère essentiellement de toutes les planètes. Le Soleil a été allumé par Dieu, pour distribuer la lumière dans le grand temple de la nature. Il est probable qu'il aura placé cette lumière au centre et non dans un des coins de l'édifice. Voilà en effet l'idée qu'on devrait se former du Soleil dans le système de Copernic ; mais, dans ce système amélioré par Képler, le Soleil joue un rôle bien plus important.

Nous voyons par les satellites de Jupiter que ceux dont la révolution est plus lente, tournent dans des cercles qui embrassent les cercles de

ceux dont la révolution est plus rapide. Il doit en être de même dans le grand système de l'univers.

Il semble que ce raisonnement n'est pas encore assez juste; ce que demande ici Galilée se trouve pareillement dans le système de Ptolémée.

Le troisième dialogue a pour objet le mouvement annuel. En le commençant, Galilée dit qu'il a vu des personnes qui s'étaient tellement attachées à des idées qui n'étaient pourtant en elles que des préjugés adoptés d'après le témoignage d'auteurs qui ont leur confiance, et qui, dans leur zèle, emploieraient tous les moyens pour opprimer, ou du moins pour réduire au silence ceux qui oseraient avoir des opinions contraires; c'est, ajoute-t-il, ce dont j'ai eu l'expérience. Il ne savait pas qu'il en fournirait sitôt un exemple à jamais mémorable.

Les objections des adversaires de Copernic ne méritent d'autre réponse que le silence du dédain; mais en les laissant tranquilles, on expose les nations italiennes au mépris et à la dérision des étrangers et sur-tout de ceux qui ne sont pas de notre religion.

Pour montrer la mauvaise foi d'un de ces adversaires, il fait de longs calculs en vue de prouver que l'étoile de 1572 n'avait point de parallaxe, contre l'assertion de cet auteur qui plaçait l'étoile bien au-dessous de la Lune. Ce que l'on voit de plus remarquable dans cette discussion, aujourd'hui bien superflue, c'est que Galilée, en 1632, ne fait aucun usage ni des logarithmes de Néper, ni de ceux de Képler, ni de ceux de B. Ursinus, ni de ceux de Briggs publiés depuis si long-tems.

Afin de démontrer la simplicité et la nécessité du système de Copernic, il en fait tracer la figure par le partisan même d'Aristote, par Simplicius. Il lui dit d'abord de placer la Terre et le Soleil à la distance qui lui paraîtra convenable. Les élongations et les phases de Vénus démontrent que cette planète doit décrire un cercle qui entoure le Soleil, et qui laisse la Terre en dehors. Des raisons analogues font que le cercle de Mercure doit être enfermé par celui de Vénus. Mars se voit en opposition fort près de la Terre, il n'a pas de phases sensibles. Il faut que son orbite embrasse celle de la Terre et le Soleil; il en est de même successivement de Jupiter et de Saturne. Quatre Lunes circulent autour de Jupiter, une Lune unique circule autour de la Terre; il ne reste à placer que les étoiles. Simplicius lui-même est d'avis qu'il ne faut pas les attacher toutes à une surface sphérique concave, mais à diverses distances du Soleil entre deux surfaces sphériques et concentriques.

Il reste à décider la question du mouvement. Fera-t-on tourner le Soleil accompagné de toutes ces orbites autour de la Terre, ou donnera-t-on le mouvement annuel à la Terre qui se trouve placée entre les deux planètes qui ont des *phases* et les trois qui n'en ont point de sensibles, entre celles dont les *élongations* sont bornées et celles qui se montrent à toute sorte d'*élongations*, depuis 0 jusqu'à 360° ? Il n'est pas douteux que ce dernier arrangement ne soit la plus simple. Si vous donnez le mouvement annuel à la Terre, vous ne pourrez vous empêcher de lui donner le mouvement diurne qui épargne tant d'autres mouvements effrayans pour l'imagination ; car la Terre décrivant l'écliptique (avec son axe toujours parallèle à lui-même), notre jour serait d'un an et non de 24^h. Cet arrangement qui paraît d'abord si simple, offre pourtant de telles difficultés, qu'il y a lieu de s'étonner, non pas qu'il n'ait point été admis aussitôt que les pythagoriciens et Aristarque l'ont présenté, mais bien plutôt de ce qu'il s'est trouvé des philosophes qui aient osé concevoir une idée aussi hardie et si contraire au témoignage de nos sens. La position qu'ils ont donnée à Mars, exige que le disque en opposition, nous paraisse 60 fois aussi grand que vers les conjonctions (Galilée parle ici des surfaces et non des diamètres) ; il paraît à peine 4 ou 5 fois aussi grand. Vénus offre encore des objections plus fortes ; son disque doit nous paraître quarante fois plus grand dans les conjonctions inférieures que dans les supérieures, et l'on n'y voit pas de différence sensible. Vénus devrait avoir des phases comme la Lune. Copernic a tenté de répondre à cette dernière objection, en disant qu'elle pouvait être d'une matière pénétrable aux rayons du Soleil, mais il n'a rien dit de la première objection, probablement parce qu'il n'y trouvait aucune réponse satisfaisante. La Lune, dans cette hypothèse, offrait (avant la découverte des satellites des Jupiter) un mouvement unique en son espèce, et qui s'accomplit autour d'un centre particulier. Comment se fait-il que d'aussi grandes difficultés n'aient point arrêté Aristarque et Copernic ? Il leur a fallu des raisons contraires et bien puissantes pour enseigner un système si contraire aux idées reçues.

(Plus ces raisons ont dû être puissantes, plus on doit être étonné du silence gardé par tous les auteurs anciens.)

L'invention des lunettes a dissipé tous ces embarras ; ce qui paraissait autant d'objections insolubles, est devenu la preuve la plus frappante de la vérité de leur système. Vénus a des phases (Copernic l'avait annoncé), les disques ont en effet les proportions qu'exigent les dimensions

de leurs orbites. Mais comment l'œil était-il si singulièrement abusé sur les disques des planètes ? Galilée rappelle ici les idées d'irradiation qu'il a exposées dans le *Saggiatore*, alors Sagredo s'écrie :

O Nicolas Copernic ! quelle eût été ta satisfaction, s'il t'eût été donné de jouir de ces nouvelles expériences qui confirment si pleinement tes idées ? Oui, reprend Galilée, mais sa gloire en eût été moins grande, il eût perdu le mérite de cette constance, de cette intrépidité avec laquelle il a osé avancer et soutenir un arrangement qui offrait encore tant de difficultés. La découverte des satellites a dissipé celle qui naissait du mouvement particulier de la Lune. Il y a de l'adresse à charger ainsi Simplicius de présider lui-même à un arrangement si contraire aux principes qu'il professe ; il y en a trop peut-être dans la tournure de rhéteur avec laquelle Galilée expose ensuite des difficultés qui n'existent plus. Ce paragraphe est plus pour Galilée que pour Copernic ; on ne blâmera pas Galilée de se rendre une justice que ses contemporains lui refusaient. Mais encore un coup, pourquoi Képler n'est-il pas une fois nommé ? Pourquoi ne voit-on pas la moindre mention de cette loi si belle qui lie tout le système planétaire, qui en détermine les proportions, et qui fournit un argument si fort contre Ptolémée et même contre Tycho ?

Simplicius convient de la force de ces raisonnemens, il confesse qu'il faut supposer qu'Aristote et Ptolémée les ont ignorés, ou qu'ils avaient eu de bonnes raisons à opposer. Galilée répond que les astronomes ne se sont jamais embarrassés que de sauver les apparences, de trouver les moyens de calculer les mouvemens observés, sans s'inquiéter de l'arrangement des corps célestes. Copernic lui-même, après avoir exposé son système, s'est borné à montrer qu'on pouvait y adapter toutes les hypothèses de Ptolémée sur les mouvemens des planètes et des étoiles. N'était-ce pas encore le lieu de citer Képler dont la conduite a été si différente, qui, non content d'appuyer de tout son pouvoir l'arrangement de Copernic, avait voulu rendre raison de tout, et avait été conduit à changer la figure des orbites, à leur donner pour foyer commun le centre du Soleil, à trouver la loi des aires, la véritable position des nœuds et la vraie théorie des latitudes ?

Simplicius demande si les irrégularités qu'on aperçoit dans les hypothèses de Ptolémée, ne sont pas grossières dans celui de Copernic ? Salviator répond que toutes les maladies sont dans le système de Ptolémée et les remèdes dans celui de Copernic. Il montre en effet la supériorité des hypothèses de Copernic sur celles de Ptolémée ; mais quelle justesse

et quelle force n'aurait-il pas données à son assertion hasardée, s'il eût dit que ces remèdes étaient en effet dans le système de Copernic, et qu'ils ont été mis au jour par Képler ! S'il eût fait pour les découvertes d'un contemporain ce qu'il a fait pour ses propres découvertes, qui ont bien levé quelques difficultés, en écartant quelques objections dont on aurait fini par se moquer, tandis que les idées de Képler ont amélioré l'essence du système, en faisant disparaître tous ces excentriques et tous ces épicycles, enfin en posant les véritables fondemens de l'Astronomie planétaire ! Il est vraiment inconcevable que Galilée en aucun endroit ne fasse la moindre mention de ces découvertes bien plus difficiles qui ont enfin conduit Newton à dévoiler la cause générale qui est l'âme de ce mécanisme établi pour la première fois par Képler. Galilée n'était-il pas assez riche pour rendre quelque justice à celui qu'il salue *si chèrement* dans une occasion où il lui annonçait une de ses découvertes qu'il croyait propre à le faire valoir lui-même auprès de tous les coperniciens ?

Il explique par une figure les stations et les rétrogradations, comme a fait Copernic ; la rotation de la Terre est devenue plus facile à comprendre, depuis qu'on a vu par les taches que le Soleil lui-même n'est pas exempt d'un mouvement semblable. Il ne perd pas cette occasion de revendiquer pour lui cette découverte. Il prétend les avoir aperçues pour la première fois en 1610, lorsqu'il était encore professeur à Padoue ; qu'il en a parlé dans cette ville et à Venise, à plusieurs personnes encore vivantes ; qu'en l'année 1611, il les a montrées à Rome à des magnats. Il a été le premier à soutenir et prouver contre Aristote, que les corps célestes ne jouissaient pas de cette inaltérabilité dont il les avait doués si gratuitement. Il affirme que ces taches se formaient et se dissipaient à la surface du Soleil ; qu'elles tournaient avec lui autour de son axe, dans l'espace d'un mois environ. Il avait cru d'abord que l'axe de ce mouvement était l'axe de l'écliptique même, parce que la route des taches paraissait rectiligne et parallèle à ce plan ; il les comparait à des nuages qui tourneraient dans des cercles parallèles à l'équateur du Soleil, et qui pourraient recevoir des vents quelques mouvemens irréguliers qui se combineraient avec le mouvement général qui en paraîtrait seulement un peu altéré. (On voit que malgré la suite d'observations dont il parle, il était assez peu avancé dans la théorie de cette rotation.) Il arriva que Velserus lui transmit les lettres d'un de ses amis (Scheiner) pour lui en demander son sentiment. S'il ne donna pas dans sa réponse à Velserus tous les renseignemens que pourrait désirer la curiosité humaine,

et s'il fut obligé, par d'autres occupations, d'interrompre les observations suivies de ces taches, et s'il n'en a fait que quelques observations isolées de tems en tems, pour satisfaire la curiosité de ses amis, du moins quelques années après ayant remarqué sur le Soleil une tache isolée assez grande et assez dense, il l'avait suivie exactement pendant tout le tems de son passage, en marquant soigneusement sur un carton le lieu de la tache à l'instant du midi. Il vit alors que la route était curviligne, et forma la résolution de faire de tems à autre de semblables observations; il vit dès-lors que le mouvement devait s'opérer autour d'un axe incliné à l'écliptique et qui conservait invariablement la même position et sa direction aux deux mêmes points du ciel. Si la Terre, par son mouvement annuel, décrit l'écliptique dont le Soleil occupe le centre, alors la combinaison de ces mouvemens de la tache autour de son axe incliné et de la Terre autour de l'axe de l'écliptique, devait produire ces différences dans le mouvement apparent qui sera tantôt rectiligne, ce qui n'arrivera que deux fois dans l'année, tandis que le reste du tems il sera courbe. Pendant une moitié de l'année, cette inclinaison sera dans un sens, et ensuite dans un autre, pendant l'autre moitié, l'inclinaison la plus grande ayant lieu quand la route est rectiligne, au lieu qu'à 90° de la courbure elle sera sensible plus que jamais. Galilée démontrait tout cela sur une sphère, en y employant des compas d'un genre particulier (ce sont probablement de ces compas qu'on appelle *sphériques* et dont les pointes sont recourbées.) L'évènement répondit exactement aux prédictions faites d'après cette théorie.

On peut dire que tout cela peut être vrai, mais Galilée ne l'imprime que deux ans après la publication de la *Rose Ursine* de Scheiner, qui est cet *Apelle* dont il se plaint en divers endroits avec amertume. On peut dire enfin que même dans cette notice tardive, il ne donne pas même à peu près l'inclinaison de l'équateur solaire, ni la position de ses nœuds, ni le tems de la route rectiligne ou sphérique. Enfin il est peut-être étonnant qu'il n'ait pas donné une solution géométrique du problème de la rotation.

Simplicius objecte que ces mouvemens divers peuvent s'expliquer dans l'hypothèse de Copernic, mais qu'ils s'expliqueraient de même dans l'hypothèse contraire, et par conséquent ne prouvent rien, quoique infiniment curieux.

Galilée ne répond pas d'une manière bien nette à cet argument pour lequel les découvertes de Képler lui auraient été d'un grand secours. Il

ajoute, si la Terre est immobile, il faudra que le Soleil tourne autour des pôles de son équateur en un mois presque; qu'il tourne autour de la Terre en un an, et que son axe incliné tourne en un an autour des pôles de l'écliptique à une distance polaire presque égale à l'inclinaison de son équateur. Il promet plus de détails, quand il en sera au mouvement de ce genre, attribué à l'axe de la Terre par Copernic, dont Galilée paraît encore partager l'inadvertance déjà relevée depuis 25 ans par Képler. Au reste, nous verrons plus loin la doctrine exacte de Galilée.

L'une des objections principales qu'on peut faire à Copernic, c'est la distance des étoiles en comparaison de laquelle le rayon de l'orbite terrestre ne sera qu'un point presque imperceptible. Galilée suppose avec Copernic que cette distance est de 1208 demi-diamètres de la Terre. Que le diamètre apparent du Soleil soit de 50' ou de 1800" ou 108000", enfin que le diamètre d'une étoile de 6^e grandeur soit de 10", le diamètre du Soleil contiendra 2160 fois celui de l'étoile, et si l'on suppose les diamètres égaux, la distance de l'étoile à la Terre sera de 2160 demi-diamètres du grand orbe (ce qui donnerait la parallaxe énorme de 1' 36"). Le demi-diamètre de la Terre sera plus grand (presque double) en comparaison du demi-diamètre du grand orbe, que celui-ci en comparaison de la distance des fixes, et la parallaxe annuelle des fixes ne sera guère plus grande que la parallaxe diurne du Soleil. Il n'y a rien là de bien incroyable. L'objection était plus forte quand on donnait aux étoiles des diamètres plus considérables. Il s'étonne que Tycho n'ait jamais entrepris la détermination plus exacte de ces diamètres; la chose, dit-il, n'était pas im praticable même sans lunette.

Suspendez un fil ou une ficelle dans le vertical d'une étoile, éloignez-vous jusqu'à ce que le fil vous cache l'étoile entière; mesurez la distance de l'œil au fil; divisez le diamètre du fil par cette distance, et vous aurez le sinus de l'angle que soutend l'étoile. Galilée dit avoir ainsi mesuré plusieurs fois le diamètre de la Lyre. Il en a conclu que le diamètre des étoiles de première grandeur n'est guère que de 5"; mais il faut ajouter quelque chose à la distance du fil, parce que les rayons n'arrivent au fond de l'œil que réfractés. Tycho croyait les diamètres de ces étoiles de 2 ou même de 3'. (Cette manière de mesurer était certainement fort inexacte; mais si elle a donné ce résultat, elle était meilleure de beaucoup que je n'aurais cru.)

La pupille se dilate dans l'obscurité, elle se réduit presque à un point,

quand on regarde le Soleil. Dans l'état d'extrême dilatation, elle est dix fois au moins aussi large que dans son extrême contraction. Ainsi, quand on observe une étoile, la sommet de l'angle doit être loin derrière l'œil. Prenez deux feuilles de papier, l'une blanche, l'autre noircie, qui n'ait que la moitié de la largeur de la première; collez la blanche contre un mur, attachez l'autre à un support à une distance telle qu'elle couvre en entier la feuille blanche. Menez deux lignes droites tangentes aux bords des deux feuilles; le point où elles se réuniraient serait le lieu où l'on verrait la blanche entièrement couverte, si la vision se faisait en un point. Si de ce point nous voyons une partie blanche, c'est que la vision ne se fait pas en un point. Il faudra que l'œil s'approche de la feuille noire. Notez l'espace dont il faudra vous approcher, et vous saurez de combien le point de concours est loin derrière l'œil; vous aurez le diamètre de la pupille, qui sera à la largeur de la feuille noire comme la distance du point de concours au lieu où l'œil voyait la feuille toute cachée, est à la distance des deux papiers. Soit AB le papier blanc (fig. 80), CD le papier noir; menez ACG, BDG, G sera le point de concours; vous aurez $\frac{EF}{CD} = \frac{GE}{GC} = \frac{GE}{AC}$; car $GC = AC = \frac{1}{2}GA$, puisque $ED = \frac{1}{2}AC$. EF sera l'ouverture de l'œil. Voilà comme on pouvait déterminer le diamètre d'une étoile. (C'est à peu près la méthode d'Archimède.)

Saturne est 30 ans à faire sa révolution, les étoiles sont 36000 ans. Suivant Ptolémée, il est 9 fois plus éloigné et il est 30 fois plus lent; nous dirons $30 : 9 :: 36000 : 10800$; la distance des étoiles devrait donc être de 10800 demi-diamètre de l'orbite terrestre, c'est-à-dire cinq fois plus grand que nous n'avons trouvé, en supposant l'étoile de sixième grandeur aussi grosse que le Soleil.

C'était là encore une belle occasion de parler de la loi de Képler, qui lui aurait donné une distance dix fois moindre, en supposant que les étoiles tournent autour du Soleil; $(36000)^{\frac{2}{3}} = 1090$, et la parallaxe annuelle sera de $3' 9''$. Mais pourquoi prend-il la précession de Ptolémée? il aurait eu une distance moindre avec la précession de Copernic.

Mais qui sommes-nous pour juger de la grandeur de l'univers? oserions-nous dire que nous pouvons concevoir des choses plus grandes que Dieu n'en pourrait exécuter? Pourrions-nous dire que l'espace entre Saturne et les fixes est inutile, parce que nous n'y voyons circuler aucune planète? ne peut-on le supposer peuplé de corps qui nous sont invisibles?

Qui de nous soupçonnait l'existence des satellites de Jupiter ? Qui nous dit que les corps célestes aient été créés pour la Terre ?

On a beaucoup parlé de la parallaxe des étoiles, et des changemens que le mouvement annuel de la Terre devrait apporter dans leurs positions apparentes; mais Galilée soupçonne que les adversaires de Copernic ne se sont pas fait une idée bien juste de ces effets. En conséquence, il explique d'abord la parallaxe de longitude, car celle de latitude *serait* nulle pour une étoile dans l'écliptique.

Il ne désespère pas qu'on ne fasse quelque jour la découverte de quelques mouvemens dans les étoiles, qui prouveront invinciblement le mouvement de la Terre. Ceci aurait l'air d'une prédiction que l'observation a réalisée; mais Galilée était bien loin d'en avoir l'idée; il ne parle seulement que de la parallaxe. Ce passage ne prouve rien, sinon le désir qu'il avait qu'on pût ajouter quelque *preuve plus positive aux preuves conjecturales* qu'on avait alors de ce mouvement. Il explique d'ailleurs sa pensée, qui était toute différente.

Les étoiles ne sont pas toutes à la même distance, elles n'auraient pas toutes la même parallaxe. La Terre en s'approchant de deux étoiles situées presque sur la même ligne, mais à des distances très différentes, il pourrait arriver que la différence des parallaxes fit varier la distance angulaire des deux étoiles; c'est l'idée qu'Herschel a renouvelée. Mais jusqu'ici elle ne nous a rien appris encore.

Il passe à la parallaxe de latitude dont il ne donne qu'une idée vague, comme il a fait pour celle de longitude. Ces deux parallaxes ont paru nulles jusqu'ici; mais est-il sûr qu'on les ait bien observées, et peut-on assurer qu'elles soient insensibles ?

Étant à la campagne, près de Florence, il dit avoir observé le coucher du Soleil derrière une montagne éloignée de 60 milles. Le Soleil était presque entièrement caché par la montagne, il ne restait pas un centième de son diamètre; le lendemain il en restait sensiblement moins, *preuve* que le Soleil s'était déjà éloigné du tropique. Avec un instrument qui grossit 1000 fois (c'est-à-dire $31 \frac{1}{2}$ fois), l'observation est facile et agréable; on pourrait tenter une pareille expérience sur une belle étoile, comme la Lyre, et Galilée dit qu'il a déjà fait le choix du lieu. Il parle de planter une poutre derrière laquelle une étoile pourra se cacher ou du moins paraître coupée en deux également. En répétant l'observation de mois en mois, on verrait si le mouvement de la Terre a quelque effet sensible

Il ne dit rien du mouvement de précession, qui compliquerait le calcul, ni du changement de réfraction, qui le rendrait incertain.

Galilée expose les circonstances du mouvement annuel et de la succession des saisons; il trouve que rien n'est plus simple en soi, et que cependant la chose est assez difficile à comprendre; il trouve les deux démonstrations de Copernic trop obscures: la sienne est plus longue sans être plus aisée; c'est peut-être la faute de la figure, qui est très mal faite. Sa démonstration n'est au fond que l'une des deux de Copernic.

Simplicius n'y voit qu'une de ces subtilités géométriques qui déplaisaient si fort à Aristote, qu'il a recommandé expressément à ses sectateurs de s'abstenir de l'étude des Mathématiques, soit parce qu'il les ignorait, soit parce que Platon ne voulait pour disciples, que des mathématiciens. Galilée trouve ce précepte d'Aristote fort sage; car il n'y a rien de si pernicieux pour la doctrine d'Aristote, que la Géométrie, qui en découvre toutes les erreurs et les tromperies.

Simplicius ne se rend pas, il objecte ce double ou ce triple mouvement de la Terre.

Galilée répond que le mouvement de translation et le mouvement de rotation dans le même sens n'ont rien d'incompatible. Quant au troisième, qui ne sert qu'à maintenir l'axe parallèle à lui-même, il est si loin d'être incompatible avec les deux autres, qu'il en est une suite naturelle. Il reproduit alors son expérience de la balle nageant sur un fluide, et il ajoute qu'avec un peu plus d'attention, on découvre que ce n'est pas un mouvement véritable, mais bien plutôt *un repos*. Il ajoute que la chose pourrait s'expliquer par une vertu magnétique, qui ferait que le pôle de la Terre se dirigerait invariablement vers le même point du ciel; la Terre pourrait donc n'être qu'un aimant immense; il cite, à ce propos, le livre de l'anglais Gilbert, dont Képler nous a tant parlé. Il est difficile que Galilée n'ait pas lu Képler, qu'il paraît traduire ici, et sur-tout dans le *Saggiatore*.

Il croit que l'intérieur de la Terre doit être d'une matière très solide, et qu'ainsi elle pourrait bien être un gros aimant. Il fait le plus grand éloge de Gilbert, qu'il appelle grand *jusqu'à l'envie*. Il lui reproche seulement de n'être pas assez mathématicien. Il pense que la science magnétique qu'il a créée, pourra, par la suite, recevoir bien des accroissemens, qui n'ajouteront rien au mérite de l'inventeur. Il estime plus l'inventeur de la première lyre, qui devait être fort grossière, que tous

les musiciens qui sont venus depuis, quelque habiles qu'on les suppose. (Il paraît ici plaider sa cause; mais pour être juste, il faudrait connaître exactement l'histoire de l'invention; on ne sait pas quel hasard a pu fournir la première idée. Supposons qu'on ait dans une vue quelconque tendu deux cordes sur un corps un peu sonore, que pour juger de leur degré de tension, on les ait pincées, qu'on ait remarqué qu'elles rendaient deux sons différens, en faut-il davantage pour arriver à l'idée d'une lyre grossière? Cette invention sera-t-elle si admirable? le hasard a fait découvrir la lunette, en Belgique; la nouvelle en vint à Galilée, et dès le lendemain, il a une lunette qui grossit trois fois; il la perfectionne un peu, il regarde le Soleil et il en voit les taches; il voit les phases de Vénus et les satellites de Jupiter. Voilà des travaux heureux, utiles et brillans; sont-ils bien difficiles? Comparez ces trois découvertes aux trois lois de Képler, dont rien n'avait donné l'idée, qui paraissent au contraire choquer les idées reçues, et auxquelles il n'a pu parvenir que par 20 ans de travaux opiniâtres et raisonnés. C'est de pareilles découvertes qu'on peut dire que l'inventeur est plus admirable en cela que tous les géomètres qui ont depuis retourné son problème de tant de manières, sans avoir rien trouvé qui vaille en effet mieux que les deux formules $z = x + e \sin x$ et $V = 1 + e \cos x$, qui sont le fondement de tout ce qu'on a fait depuis, et qui surpassent tout en simplicité comme en utilité. En écrivant cette assertion, qui a quelque chose de vrai sans être parfaitement juste, Galilée songeait à Scheiner, qui avait publié un gros livre sur les taches; il prévoyait qu'on pourrait perfectionner sa lunette; il a voulu assurer la part qui lui revenait dans les travaux déjà faits, et dans ceux qui pourraient se faire; on ne saurait l'en blâmer.)

L'aimant α , comme la Terre, ses trois mouvemens (il donne donc à la Terre trois mouvemens); le premier vers le centre de la Terre, comme tous les corps graves; le second est horizontal et produit la déclinaison; le troisième est celui qui produit l'inclinaison. Peut-être aurait-il un mouvement de rotation, s'il était en équilibre dans l'air ou dans un fluide peu résistant. Il avoue pourtant qu'il ne voit aucune raison qui détermine ce mouvement.

Cette comparaison est-elle assez juste; Galilée ne paraît-il pas chercher à accumuler les raisons au lieu de les choisir?

Il reproche à Sacrobosco d'avoir prouvé la sphéricité de la Terre, par celle qu'affectent les gouttes d'eau; car la même raison ferait qu'une

masse d'eau considérable devrait prendre la forme sphérique; ce qui est évidemment faux. Il semble que le raisonnement de Sacrobosco valait au moins celui de Galilée.

Le quatrième dialogue a pour objet le flux et le reflux de la mer. Galilée prétend que *le flux est impossible si la Terre est immobile*. Il pourrait avoir raison, en ce sens que le flux est un effet de la pesanteur universelle ainsi que le mouvement elliptique des planètes, et que le système de la pesanteur universelle ne s'accorde guère avec l'immobilité de la Terre; la Terre serait inhabile à retenir le Soleil dans la courbe qu'on voudrait qu'il décrivît : ces raisons ne sont pas celles de Galilée.

Il affirme que les marées ont trois périodes; les Grecs l'avaient dit il y a long-tems. La période diurne est de 12^h environ; la seconde est d'un mois, elle paraît dépendre de la Lune et de ses phases; il a raison, en ce que les phases dépendent de l'élongation; la troisième période est annuelle, elle paraît dépendre du Soleil : les marées des solstices sont différentes de celles des équinoxes.

La période diurne offre trois diversités. En certains lieux, les eaux s'enflent et s'abaissent sans aucun mouvement progressif; dans d'autres lieux, les eaux vont tantôt vers l'orient et tantôt vers l'occident, sans aucune intumescence; dans d'autres enfin, comme à Venise, les eaux s'enflent en s'approchant et s'abaissent en se retirant : c'est ce qu'elles font dans les golfes dont la direction est de l'est à l'ouest; mais si leur cours est arrêté par des montagnes ou des jetées, elles s'élèvent et s'abaissent sans mouvement progressif; les eaux vont et viennent, comme on le voit par les courans alternatifs du détroit de Charybde et de Scylla : ces mouvemens paraissent dépendre du mouvement de la Terre.

Quelques-uns ont attribué les marées à la Lune. Un certain Antibes a composé un Traité dans lequel il assure que la Lune, dans son cours, attire les eaux vers elle, en sorte que le flot la suit, et se trouve le plus élevé dans le lieu où elle est au zénit; et comme le même phénomène a lieu quand la Lune est à l'horizon et sous l'horizon, *il faut que le point opposé diamétralement à la Lune ait la même vertu attractive*. D'autres ont prétendu que la chaleur tempérée de la Lune raréfie les eaux et les fait élever. Galilée dit qu'il ne perdra pas son tems à réfuter de pareilles explications; il ajoute qu'il y a des imaginations poétiques de deux espèces : les unes propres à inventer des fables, et les autres à les croire fermement. Simplicius trouve bien absurdes les explications qu'on vient

de rapporter; mais l'explication qui emploie le mouvement de la Terre, est encore plus absurde que les autres. On voit, *quoi qu'on dise*, que Simplicius n'a pas toujours tort; mais il n'a pas raison quand il dit que la marée est un miracle.

Galilée répond que le mouvement de la Terre serait un miracle moins étonnant. A Venise, la marée monte de cinq à six palmes; elle monte, non par dilatation, mais par une eau nouvelle qui arrive. Pourquoi ne s'élève-t-elle pas de même à Ancône, à Dyrrachium, à Corcyre, où elle est insensible? quel moyen pouvait introduire de nouvelle eau dans un vase immobile, sans qu'elle s'élevât par tout? si l'eau entre dans la Méditerranée par le détroit de Gibraltar, pourquoi va-t-elle en avant pendant six heures, pour rétrograder les six heures suivantes?

Un vase peut recevoir deux espèces de mouvement, qui donneront aux eaux contenues un mouvement alternatif vers les bords opposés, et ce mouvement produira des intumescences et des dépressions. Le premier serait si les parties opposées du vase étaient alternativement levées et baissées. Ce mouvement n'est pas celui de la Terre. L'autre espèce aurait lieu si le vase était transporté d'un mouvement tantôt plus rapide et tantôt plus lent. Ce mouvement des eaux a lieu dans les navires qui apportent de l'eau douce à Venise; c'est ce qui peut arriver à la Méditerranée, qu'on peut assimiler à un vase rempli d'eau.

La Terre a deux mouvemens, l'un annuel et l'autre diurne, qui se combinent, qui tantôt conspirent et tantôt se font en sens différens; la partie supérieure se meut dans le sens du mouvement annuel, et la partie inférieure dans le sens opposé, comme il arrive aux planètes inférieures dans leurs conjonctions périgées. Pour les unes le mouvement total se compose de la somme des deux mouvemens; pour les autres il en est la différence; pour les parties latérales, il ne reste que le mouvement annuel. Le mouvement est donc alternativement accéléré et retardé. L'eau de la Méditerranée doit alternativement s'enfoncer dans le grand golfe et en sortir. Telle est la cause principale; les effets peuvent être modifiés par des circonstances locales. Voilà pour la période diurne. Le mouvement annuel de la Terre est inégal; ainsi le mouvement combiné doit être sujet à quelques inégalités. Galilée les attribue aux différentes positions de la Lune sur le cercle qu'elle décrit autour de la Terre.

Seleucus avait imaginé que le mouvement de la Terre combiné avec celui de la Lune, pouvait produire les marées. Galilée rejette cette idée comme fausse; et parmi les grands hommes qui ont discuté ce point,

rien ne l'étonne autant que Képler, esprit libre et pénétrant, qui connaissait bien les mouvemens de la Terre, et qui cependant avait prêté l'oreille et donné son assentiment à des *inepties pareilles*, c'est-à-dire à l'attraction de la Lune. Voilà le premier éloge qu'on trouve de Képler, qui venait de mourir.

En résumant, il trouve trois argumens de poids en faveur de Copernic : les stations, les rétrogradations des planètes ; leur rapprochement et leur éloignement de la Terre ; les taches du Soleil et les marées. Il pouvait, sans scrupule, omettre ces deux dernières preuves. Il espère que les mouvemens des étoiles mieux observés en ajouteront bien d'autres, mais il est évident qu'il ne songe qu'à la parallaxe. Il parle d'une remarque nouvelle. Un César de Bologne avait cru trouver une variation dans la ligne méridienne.

Pour la forme, en terminant, il convient que tous les raisonnemens qu'il vient de hasarder en faveur de Copernic, pourraient bien être autant de chimères.

Ces fameux dialogues, qui ont causé tant de chagrins à leur auteur, ne sont pas d'une grande force ; ce qu'ils offrent de raisonnemens solides est trop souvent perdu dans des conjectures moins heureuses et dans des raisonnemens subtils dirigés contre les péripatéticiens. En général, Galilée est prolix et diffus. On ne peut bien juger aujourd'hui à quel point pouvaient être nécessaires toutes ces disputes qui sentent l'école. On ne voit ici aucune preuve, aucune explication véritable, qui ne se trouve bien mieux dans Képler, qui les a fortifiées de ses découvertes admirables, quoique d'un autre côté il leur ait nui trop souvent par sa physique et ses rêveries pythagoriciennes. Comment le géomètre Galilée n'a-t-il fait aucune attention à ces ellipses dont le Soleil occupe le foyer commun ; à ces lignes des nœuds passant toutes par le Soleil, et sans lesquelles on n'avait que des idées très fausses des latitudes ; à ces aires proportionnelles aux tems, et à cette loi entre les distances et les révolutions. Il paraît que Galilée, qui prisait tant ses propres découvertes, et qui les revendiquait avec tant de chaleur, faisait une attention très médiocre aux inventions des autres ; mais ses découvertes astronomiques, quelque curieuses qu'elles soient, ne pouvaient manquer d'être bientôt faites par quelqu'autre. Les phases de Vénus et les apparences de Saturne triple, sont les seules qui ne lui sont pas disputées. Nous croyons fermement qu'il est le premier et peut-être le seul auteur des deux autres. Mais les lunettes s'étant promptement multipliées, il était impossible qu'on n'aperçût pas bientôt

les taches et les satellites. Il est le premier qui ait fait une lunette, mais il n'a rien écrit sur ce sujet; ceux qui l'ont traité, ceux qui ont construit d'autres lunettes, lui doivent peu de chose; mais, comme il le dit lui-même, c'est beaucoup d'avoir été le premier. Son plus beau titre de gloire ce sont ses expériences du pendule et de la chute des corps; sa lunette, cependant, et son procès, sa condamnation, l'obligation qu'on lui a imposée de se rétracter et d'abjurer, sont les causes qui ont le plus répandu sa réputation.

Les Italiens prisent son style, qui nous paraît un peu traité. Il était littérateur; il a écrit une dissertation dans laquelle il pèse le mérite de l'Arioste et du Tasse; il se déclare ouvertement pour le premier, qu'il cite en plusieurs endroits de ses ouvrages.

On a de lui encore un Mémoire où il discute les passages de l'Écriture qu'on oppose aux partisans de Copernic. Nous avons, sur le même sujet, une préface de Képler, et une lettre de Foscarini, qui paraît fort raisonnable, et n'en fut pas moins condamnée, comme l'ont été les dialogues de Galilée. On y lit que Clavius apprenant les découvertes de Galilée, tout en rejetant le système de Copernic, disait cependant: c'est maintenant aux astronomes à chercher quelque autre système, puisque l'ancien ne peut plus se soutenir. Nous n'extrairons pas la lettre de Foscarini; c'est aux théologiens maintenant à faire valoir les raisons qu'ils ont autrefois rejetées et proscrites. Leur cause est perdue sans retour; et s'ils ne se rétractent pas, ils ont au moins senti la nécessité de se taire.

Procès de Galilée.

L'histoire de ce scandaleux procès se trouve au second volume de l'Almageste de Riccioli; elle y forme le 40^e chapitre du livre IX *du mouvement de la Terre*, page 495.

L'auteur avait été long-tems sans obtenir de ses supérieurs la permission de lire les dialogues de Galilée. Il commence par rapporter les témoignages des écrivains qui se sont déclarés contre Copernic. Il cite d'abord Tycho, qui déclare cette hypothèse *absurde et contraire à l'Écriture*. Tycho est ici très récusable. Alexandre Tassoni dit qu'elle est *contre la nature, le sens et les principes physiques; contre l'Astronomie, les Mathématiques et la religion*. Simplicius en avait dit tout autant dans les dialogues. Mersenne la réprovoque, mais ne croit pas qu'elle ait été condamnée par l'Église. Mersenne était moine. Cassendi la rejette, non que l'immo-