Le transit de Vénus et la quête de la parallaxe solaire ; troisième partie : travail de maturité

Le transit de Vénus et la quête de la parallaxe solaire

Troisième partie - Travail de maturité

Doran Deluz

Géométrie

«Je dis souvent que si vous pouvez mesurer ce dont vous parlez et l'exprimer par un nombre, vous savez quelque chose de votre sujet, mais si vous ne pouvez pas le mesurer, si vous ne pouvez pas l'exprimer par un nombre, vos connaissances sont d'une bien pauvre espèce et bien peu satisfaisantes: ce peut être le commencement de la connaissance, mais si vous êtes à peine, dans vos pensées, avancez vers la science, quel qu'en puisse être l'objet.»

Lord Kelvin (1824-1907)

Notions de parallaxe

Si le terme «parallaxe» n'est pas un mot que nous utilisons tous les jours, le phénomène qu'il décrit n'en a pas moins été expérimenté par tout le monde.

Pour se rendre compte de ce qu'est cette notion, il suffit par exemple de tendre le bras pouce levé et de regarder successivement par l'œil gauche puis par l'œil droit. On constate instantanément que le doigt se déplace sur l'arrière-plan en fonction de l'œil avec lequel on regarde. Cela est dû au fait qu'un environnement est perçu de différentes façons selon l'endroit d'où il est observé. Or, l'écartement de nos yeux suffit à percevoir ces différences lorsque les objets sont proches de nous.

Considérons maintenant que l'écart entre nos deux yeux, qui est mesurable, est la base d'un triangle imaginaire, et que le sommet de ce dernier se trouve sur l'objet observé (par exemple le pouce). On dit alors que la parallaxe est le demi-angle situé au sommet de ce triangle. Or, cet angle peut être déduit en fonction du déplacement du pouce sur l'arrière-plan. Si l'on connaît ce dernier et la base du triangle, il est donc aussi possible de connaître les dimensions des deux côtés du triangle et surtout, toujours par trigonométrie, la distance entre l'observateur et son pouce.

Bien sûr, plus l'objet observé est loin, plus l'écart entre les deux points d'observation doit être grand. Ainsi, pour mesurer les distances des planètes, on peut utiliser la méthode de «parallaxe diurne», qui consiste à observer l'astre depuis deux postes d'observation éloignés sur Terre. Pour des distances encore plus grandes, celles d'étoiles par exemple, on utilisera la méthode de la «parallaxe annuelle», en observant d'abord l'objet à un moment donné de l'année, puis en l'observant à nouveau 6 mois plus tard, lorsque la Terre aura parcouru la moitié de son orbite et sera par conséquent de l'autre côté du Soleil.

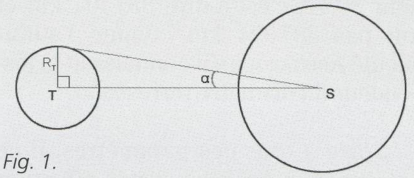

Fig. 1.

Il a été dit dans l'introduction que la quête de l'Unité Astronomique, c'est-à-dire la distance du Soleil à la Terre, était dépendante d'un autre paramètre: la parallaxe solaire. Sachant maintenant ce qu'est une parallaxe, il est facile de comprendre la notion de parallaxe solaire. Comme l'illustre la figure 1, la parallaxe solaire (α sur le dessin) est donc l'angle sous lequel un observateur placé au centre du Soleil verrait le demi-diamètre (ou le rayon) de notre Terre.

En d'autres termes, si l'on note ST l'Unité Astronomique, R le rayon de la Terre et α la parallaxe solaire, on a la relation

$$\overline{ST} = \frac{R_T}{\mathrm{tg}(\alpha)}$$

Cet angle α étant très petit (de l'ordre de 0.0024°), on peut confondre sa valeur en radians et sa tangente, ce qui nous donne encore plus généralement

$$\overline{ST} = \frac{R_T}{\alpha}$$

On voit donc que si l'on connaît la valeur du rayon terrestre, la parallaxe solaire nous donne d'une façon très simple la distance Terre-Soleil. Mais si le diamètre de notre Terre était déjà bien connu lorsque les transits de Vénus furent découverts, il n'en a pas toujours été ainsi. Les méthodes de calculs décrites ci-dessous montreront donc comment cette valeur a été estimée pour la

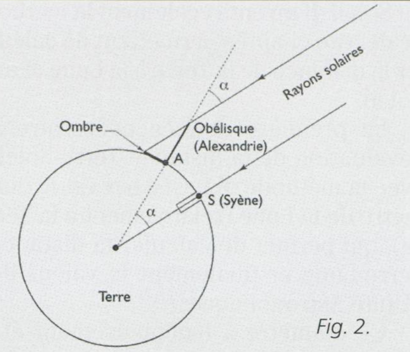

Fig. 2.

première fois, avant qu'on ne s'attache à quelques-unes des plus importantes méthodes utilisées dans le but de calculer la parallaxe solaire.

Méthodes de calculs

Le rayon de la Terre

Nous ne nous attarderons pas trop sur la mesure du rayon de la Terre, mais la méthode est intéressante à évoquer et le résultat utile pour la suite du chapitre.

Il semble que la première détermination de cette grandeur est à attribuer à Eratosthène de Cyrène (276-195 av. J.-C.). L'astronome grec avait en effet remarqué que dans la ville de Syène, en Haute-Égypte, le Soleil éclairait le fond d'un puit vertical lors du jour le plus long de l'année. Le même jour mais plus au nord, à Alexandrie, l'ombre d'un obélisque s'écartait de la verticale d'un angle α d'environ 7.2°, soit 1/50 d'une circonférence. Eratosthène en déduisit ingénieusement que cet angle correspond aussi à la différence de latitude entre les deux villes, et donc que cette distance angulaire qui les sépare est aussi l'équivalent de 1/50 de la circonférence terrestre.

Sachant qu'environ 5000 stades grecs séparaient les deux cités, il en conclut que la circonférence de la Terre était de 5000 * 50, soit 250 000 stades, ce qui donne un rayon terrestre de 39 800 unités. On ne connaît malheureusement pas avec exactitude les dimensions du stade grec à l'époque d'Eratosthène, mais il semblerait qu'il équivaille à environ 157 mètres. Cela attribuerait au rayon terrestre une valeur d'environ 6250 km au lieu des 6378 km admis aujourd'hui, ce qui un résultat tout à fait admirable!

Aristarque et Copernic

Aristarque de Samos (310-230 av. J.-C.), autre grand astronome grec, fut notamment le premier à émettre, 3 siècles avant notre ère, l'hypothèse de la rotation de la Terre sur elle-même et autour du Soleil. Il inventa également la méthode décrite ci-après permettant de calculer la distance de la Terre à la Lune et au Soleil.

La première donnée nécessaire à l'évaluation de la distance Terre-Soleil avec la méthode d'ARISTARQUE est le diamètre de la Lune (relativement à la Terre), qui permet de calculer la distance Terre-Lune et finalement la valeur de l'Unité Astronomique.

Ce diamètre a ingénieusement été calculé grâce aux éclipses de Lune. On sait depuis l'antiquité grecque que la Lune se déplace d'une fois son diamètre en une heure. Or, l'occultation totale de la Lune pendant une éclipse dure au maximum deux heures, ce qui signifie que l'ombre de la Terre peut contenir jusqu'à trois fois la Lune, et que la Terre elle-même peut donc à priori en faire autant (Fig. 3). Mais c'est sans compter que le Soleil n'est pas à une distance infinie de la Terre et donc que l'ombre de cette dernière est légèrement conique et non cylindrique. Ainsi, l'endroit du cône d'ombre que va traverser la Lune est plus étroit que le diamètre de la Terre lui-même: le diamètre de la Lune est donc légèrement inférieur à un tiers de celui de la Terre. Si l'on suit ce raisonnement, on tombe facilement sur la vraie valeur qui est

$$D_{Lune} = 0.27\ D_{Terre}$$

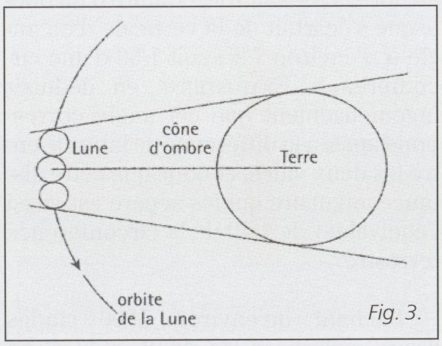

Fig. 3.

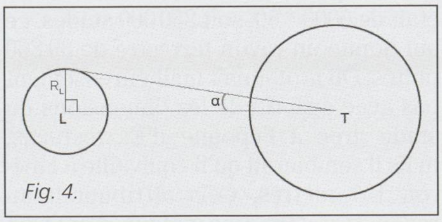

Fig. 4.

ARISTARQUE avait également réussi à estimer de façon assez correcte le diamètre apparent de la Lune dans le ciel. Il savait que cet astre met environ 29 jours et demi pour faire le tour de la Terre. Il savait donc aussi qu'en un jour, la Lune parcourait sur son orbite un angle de

$$\frac{360°}{29.5\,j} = 12.2°/j\,.$$

D'autre part, on a déjà dit que la Lune parcourt son propre diamètre en une heure. Son diamètre apparent est donc égal à

$$\delta_L\ \frac{12.2}{24} = 0.508° = 30.5 \text{ minutes d'arc}$$

Or d'après la figure 4, [$\alpha = \delta_L/2$] et [$RL = D_L/2$]. On a donc la relation suivant:

$$LT = \frac{R_L}{tg\,(\alpha)} = \frac{D_L}{2\cdot tg\left(\frac{\delta_L}{2}\right)} = \frac{0.27\,D_T}{8.866\cdot 10^{3}} = 30.45\,D_T$$

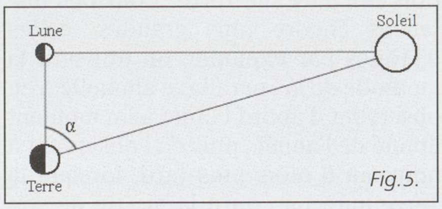

Fig. 5.

Ce résultat est très proche de la réalité, le vrai facteur de D_T étant normalement 30.17, c'est-à-dire 384 404 km et non pas 387 994 km comme l'aurait calculé ARISTARQUE s'il connaissait la juste valeur du diamètre terrestre.

Grâce à tous ces paramètres, il ne restait plus à ARISTARQUE qu'à effectuer un simple calcul trigonométrique afin de connaître la distance de la Terre au Soleil. Mais c'est là qu'il commis malheureusement sa plus grosse erreur car l'angle α de la figure 5 est très difficile à calculer précisément sans instrument perfectionné.

L'astronome grec suivit le raisonnement suivant: lorsque la Lune est exactement à son premier quartier, c'est-à-dire lorsqu'on en voit un demi-croissant parfait, elle forme avec le Soleil et la Terre un angle de presque 90°. Le cosinus de cet angle combiné à la distance Terre-Lune permet de connaître la distance Terre-Soleil. Mais le cosinus d'un angle proche de 90° exige une précision à laquelle l'astronome ne pouvait prétendre.

On sait aujourd'hui que cet angle vaut 89°51' (soit 89.85°). Mais ARISTARQUE, par une méthode qu'on ignore totalement, ne mesura ici qu'un angle de 87°. Il trouve ainsi l'Unité Astronomique comme égale à

$$\overline{ST} = \frac{\overline{TL}}{\cos(\alpha)} = \frac{30.5\,D_T}{\cos(87)} \cong 583\,D_T$$

au lieu de

$$\frac{30.17\,D_T}{\cos(89.853)} \cong 11\,759\,D_T$$

On voit clairement à quel point une petite erreur fausse ici *complètement* le résultat. Malgré tout, cela n'empêche pas ARISTARQUE d'avoir été très près du but, notamment par sa façon de procéder qui était tout à fait innovatrice pour l'époque.

A noter que ce même principe peut être utilisé de façon plus large en l'appliquant à une planète inférieure (Vénus, par exemple) en lieu et place de la Lune. Lorsque la planète est à son élongation maximale, l'angle qu'elle forme avec le Soleil et la Terre est de 90° (voir figure 6). En mesurant l'écartement angulaire apparent entre Vénus et le Soleil, on peut mettre en évidence la relation

$$\frac{\overline{SV}}{\overline{ST}} = \sin(\theta) = 0.72$$

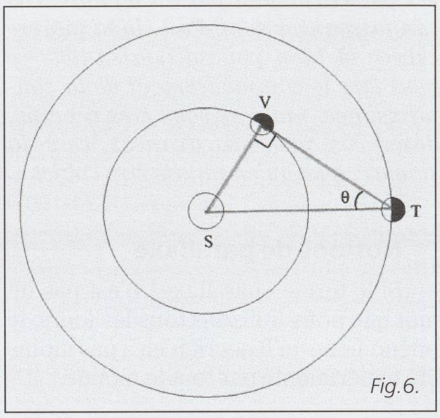

Fig. 6.

COPERNIC a lui-même essayé cette méthode et trouva pour l'angle θ une valeur de 46° environ. Même si cela ne peut pas aider à calculer directement l'Unité Astronomique sans connaître au préalable la distance Vénus-Terre, cette démonstration géométrique fut une belle confirmation de la 3ᵉ loi de Kepler, avant même que celle-ci ne soit conçue. En effet, cette loi affirme que les distances moyennes des planètes au Soleil sont proportionnelles aux carrés de leurs périodes de révolution. Dans le cas présent, nous avons donc une justification de cette loi par les deux relations suivantes:

$$\left(\frac{\overline{SV}}{\overline{ST}}\right)^3 = \left(\frac{224}{365}\right)^2$$

et

$$\frac{\overline{SV}}{\overline{ST}} = 0.72 = \left(\frac{224}{365}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Jeremiah Horrocks

JEREMIAH HORROCKS, né en 1619, mort en 1641, ne vécut que 22 ans. Ces quelques années de vie laissèrent pourtant de nombreuses traces dans le milieu astronomique (Cf. chapitre «Histoire»). Dans son œuvre *Venus in Sole visa*, l'astronome traite de l'observation et de l'exploitation du tout premier transit de Vénus observé par un homme.

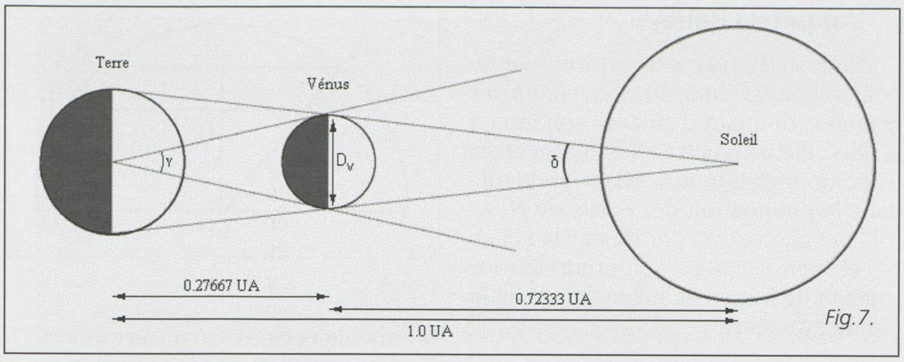

Fig. 7.

Grâce à l'observation de ce transit, HORROCKS tenta, le premier, de calculer la parallaxe solaire. Malheureusement, en cette première moitié du XVII[e] siècle, aucune méthode ne permettait d'accomplir cette tâche et HORROCKS dut donc inventer sa propre méthode de calcul. Bien qu'ingénieux, le calcul de la parallaxe solaire par HORROCKS se fondait sur des principes qui, alors communément admis à l'époque, se révélèrent par la suite erronés. Le jeune astronome considéra en effet que la taille des planètes était proportionnelle à leur distance du Soleil et que, par conséquent, toutes les planètes du système solaire auraient la même taille apparente vues depuis le centre de l'astre du jour, (figure 7). Pour lui et les astronomes de son époque, la parallaxe solaire était donc en l'occurrence la même «pour la Terre» que «pour Vénus».

Fort de ce principe, HORROCKS se basa sur une figure du type de celle cidessus, désignant par D_V le diamètre intrinsèque de Vénus, γ son diamètre apparent vu de la Terre et δ son diamètre apparent vu du Soleil. Comme nous avons à faire à deux triangles isocèles et possédant la même base, on peut affirmer que

$$D_V = \gamma\overline{VT} = \delta\,\overline{SV}$$

D'où les relations:

$$\delta = \gamma\frac{\overline{VT}}{\overline{SV}} = \gamma\frac{\overline{ST}-\overline{SV}}{\overline{SV}} = \gamma\left(\frac{\overline{ST}}{\overline{SV}} - 1\right)$$

Or on sait, grâce à la 3[e] loi de Kepler, que le rapport Soleil-Terre sur Soleil-Vénus peut être calculé facilement. En ce qui concerne le diamètre γ apparent de Vénus vu depuis la Terre, Horrocks le calcule simplement à l'aide d'un carton percé d'un trou qu'il tient devant ses yeux. Ayant estimé $\gamma = 1'16''$, il en déduit que δ = **28"**.

Si toutes les planètes, observées depuis le Soleil, avaient bien le même angle (ce que semblait encore confirmer Gassendi par de récentes observations), alors la parallaxe solaire aurait été égale à $\delta/2$ et l'Unité Astronomique calculée comme sur la figure 1:

$$\overline{ST} = \frac{R_T}{\alpha} = \frac{R_T}{\frac{\delta}{2}} = \frac{R_T}{6.79\ 10^{-5}} = 14\,733\ R_T = 7\,367\ D_T$$

Le résultat (α = **14"**) obtenu par Jeremiah Horrocks un an avant sa mort et grâce à sa méthode est encore loin de la réalité ($\alpha = 8.79''$), mais au moins s'inscrit-il dans la constante diminution de la supposée valeur de la parallaxe solaire. Et alors que l'utilisation du transit de Vénus comme moyen de mesure de l'UA vient tout juste d'être perçue par ce jeune homme, déjà, depuis 5 ans, est né quelque part en Angleterre celui qui esquissera les bases de la meilleure approche de l'aspect géométrique des passages de Vénus, lançant avant sa mort un appel international afin d'encourager la poursuite de la quête de la parallaxe solaire. Cette personne-ci est EDMOND HALLEY…

La planète rouge

Durant cet été 2003, Mars n'a laissé personne indifférent: elle passait plus près de la Terre qu'elle ne l'avait fait depuis 73 000 ans! Bien que cette situation soit exceptionnelle, Mars nous rend quand même visite tout les deux ans environ, à des distances plus ou moins grandes. Ces moments où une planète supérieure passe sur son orbite au plus proche de la Terre sont appelés oppositions, de la même façon qu'on parle de «conjonctions inférieures» pour les planètes intérieures (Cf. chapitre «Des Transits»).

Avant de passer à la dernière méthode de HALLEY évoquée ci-dessus, voyons encore comment en 1672 les célèbres astronomes RICHER (1630-1696), PICARD (1620-1682) et CASSINI I[er] (1625-1712) réussirent à calculer la parallaxe de notre étoile grâce à Mars.

A l'instar d'un transit de Vénus, une opposition de Mars exige que trois corps soient alignés. Par contre, l'ordre est cette fois différent: Mars – Terre – Soleil. Nous savons donc qu'à ce moment l'égalité suivante est vraie

$$\overline{S_{oleil}M_{ars}} = \overline{ST_{erre}} + \overline{TM}$$

Ce qui nous fait une première équation à trois inconnues.


Les Twin Peaks de Mars vue par Mars Pathfinder (1997).

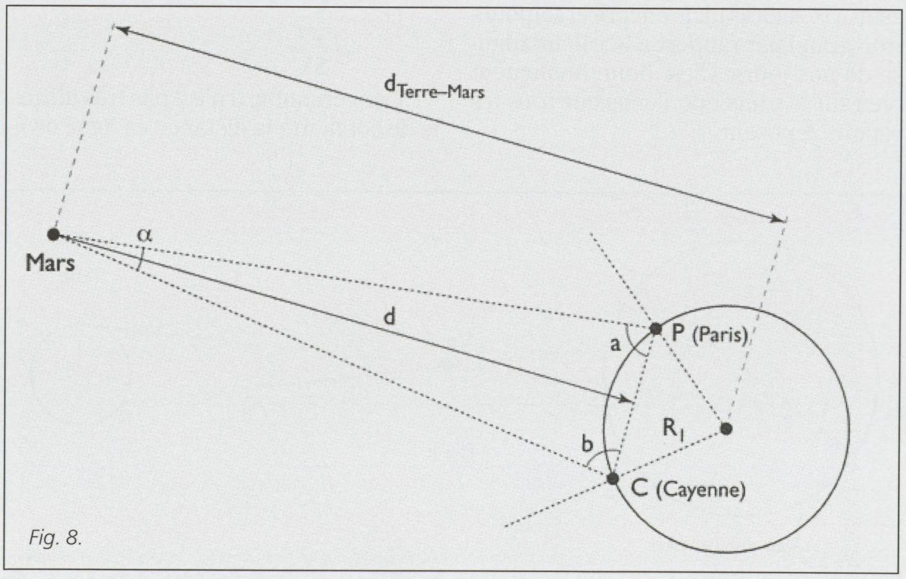

Fig. 8.

La distance Terre-Mars a pu être calculée par CASSINI et RICHER grâce à la méthode géométrique de la figure 8. Les deux astronomes, respectivement à Paris et à Cayenne, calculèrent les angles a et b par rapport à Mars au même moment. De cette mesure, on déduit facilement l'angle α:

$$\alpha = 180° - a - b$$

Ils pouvaient également connaître la distance P-C grâce aux informations latitudinales et longitudinales des deux villes. Ainsi d peut être calculée par une seule opération trigonométrique:

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{\overline{PC}}{2\,d}$$

Qui peut être simplifié de la façon suivante, sachant que, comme avec la figure 1, la tangente d'α peut être confondue avec sa valeur en radians:

$$d = \frac{\overline{PC}}{\alpha}$$

De plus, considérant la taille du rayon de la Terre devant la distance P-C, on peut considérer que $d_{Terre\text{-}Mars}$ vaut

$$TM \cong d + R_T$$

Reprenons notre première équation dont on connaît maintenant le dernier termeet combinons-la avec la 3e loi de KEPLER:

$$(1)\quad \overline{SM} = \overline{ST} + \overline{TM}$$

$$(2)\quad \frac{T_T^{\,2}}{\overline{ST}^3} = \frac{T_M^{\,2}}{\overline{SM}^3}$$

Ainsi, et à nouveau grâce à KEPLER, on se retrouve dans une situation simple de 2 équations à 2 inconnues, où T_T et T_M sont bien sûr les périodes orbitales de la Terre et de Mars, déjà très bien connues au XVIIe siècle.

On notera que les trois astronomes trouvèrent une parallaxe solaire de **α = 9.5"**, ce qui est déjà bien mieux que JEREMIAH HORROCKS mais encore et toujours trop grand par rapport à la valeur admise de nos jours. C'est donc finalement bien sur le transit de Vénus que tous les espoirs reposent.

L'appel de Halley

EDMOND HALLEY est surtout connu pour sa grande étude du mouvement des comètes, donnant d'ailleurs son nom à la plus célèbre d'entre elles. Mais cet astronome anglais joua aussi un grand rôle dans la publication des écrits de Newton, qui allaient révolutionner la science, et bien sûr dans son étude sur les transits de Vénus et sur le calcul de la parallaxe solaire.

La méthode de Halley, notamment parce qu'elle fait intervenir plus d'un observateur et donc des comparaisons de mesures est, dans son intégrité, beaucoup trop complexe à présenter ici. On peut cependant se pencher sur une des nombreuses méthodes très simplifiées qui mettent néanmoins bien en évidence le principe imaginé par l'astronome tout en donnant de bons résultats. Pour des calculs plus sophistiqués, voir le complément informatique de ce travail. (voir fig. 9)

De la même façon que précédemment, on peut affirmer que la distance Terre-Soleil vaut ici environ

$$D = \frac{x}{a}$$

On a de plus les relations suivantes (les angles étant en radians):

$$x = \overline{VT}\delta \quad \text{et} \quad \overline{A'B'} = \overline{SV}\delta$$

$$\Downarrow$$

$$\alpha = \frac{x}{D} = \frac{\overline{VT}\delta}{D} \quad \text{et} \quad \beta = \frac{\overline{A'B'}}{D} = \frac{\overline{SV}\delta}{D}$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{\overline{VT}}{\overline{SV}} \quad \text{et} \quad \alpha = \beta\,\frac{\overline{VT}}{\overline{SV}}$$

En injectant la dernière équation dans la toute première, on obtient finalement:

$$D = \frac{x}{\beta\,\frac{\overline{VT}}{\overline{SV}}}$$

Concernant x, il n'est pas très difficile de connaître la distance en ligne droite entre deux villes. Quant au rapport VT sur SV, nous l'avons facilement grâce à KEPLER. Concrètement, cela donne

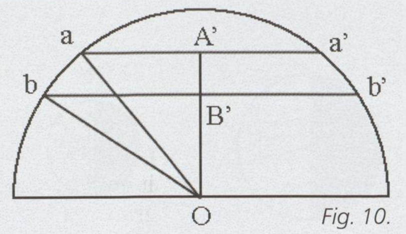

Fig. 10.

$$\overline{SV} = \overline{ST}\left(\frac{224.7}{365.3}\right)^{\frac{2}{3}} = 0.723$$

et

$$\overline{VT} = 1 - \overline{SV} = 0.277$$

$$\frac{\overline{VT}}{\overline{SV}} = 0.383$$

Il ne reste donc plus que le calcul de β.

On sait que le diamètre du Soleil est de 32' d'arc. De plus, compte tenu de sa position dans le ciel et de la vitesse angulaire apparente de Vénus, on sait que cette dernière parcourt l'équivalant du diamètre du Soleil en un temps maximum. Si les deux observateurs mesurent correctement les temps d'entrées et sorties de la planète dans le disque solaire, il est alors possible de convertir les durées de passage perçues par chaque observateur en distances angulaires.

En admettant que le premier observateur chronomètre une durée t_1 et que l'autre obtienne une durée t_2, alors les distances angulaires parcourues par Vénus sur le disque solaire seront données par

$$aa' = 32'\,\frac{t_1}{t_{max}} \quad \text{et} \quad bb' = 32'\,\frac{t_2}{t_{max}}$$

A la lumière de ces informations, il est possible de calculer la distance angulaire entre A' et B', soit l'angle β. Pour ce faire, il faut soustraire OB' à OA', distances que l'on connaît grâce à l'application de la règle de Pythagore aux triangles aA'O et bB'O:

$$OA' = \sqrt{aO^2 - \left(\frac{aa'}{2}\right)^2} \quad \text{et} \quad OB' = \sqrt{bO^2 - \left(\frac{bb'}{2}\right)^2}$$

$$\Downarrow$$

$$\beta = \overline{A'B'} = OA' - OB' = \sqrt{aO^2 - \left(\frac{aa'}{2}\right)^2} - \sqrt{bO^2 - \left(\frac{bb'}{2}\right)^2}$$

D'une façon générale, on peut donc utiliser la formule suivante, qui permet d'éviter tout calcul intermédiaire:

$$\overline{ST} = \frac{X\left(\left(\frac{T_V}{T_T}\right)^{-\frac{2}{3}} - 1\right)^{-1}}{\sqrt{°R_S^{\,2} - \left(\frac{°D_S\frac{t_1}{t_{max}}}{2}\right)^2} - \sqrt{°R_S^{\,2} - \left(\frac{°D_S\frac{t_2}{t_{max}}}{2}\right)^2}}$$

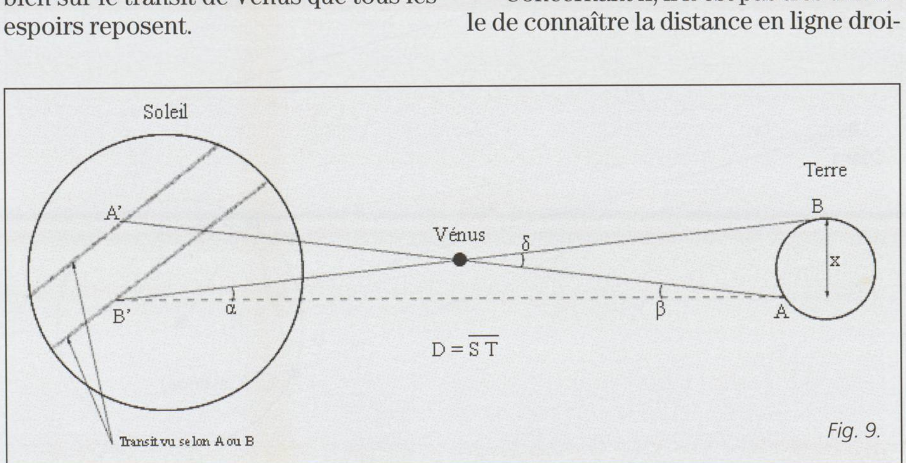

Fig. 9.

Démontrons cette méthode par un petit exemple. Le 3 juin 1769, le transit de Vénus fut observé entre autres en deux points terrestres: à Varda, en Finlande, et à Tahiti, en Afrique du sud (il ne s'agit pas de l'île homonyme). La longueur d'un tunnel qui irait en ligne droite d'un ville à l'autre serait d'environ 13 400 km. Notre première équation devient donc

$$D = \frac{13\,400}{\beta\ 0.383}$$

L'observateur se trouvant à Varda mesura une durée de 5h 53min 14s alors que depuis Tahiti, le passage devant le disque solaire ne dura que 5h 30min 4s. Le diamètre angulaire du Soleil (32') aurait été parcouru par Vénus en 8h. On peut avec ces informations calculer les distances angulaires aa' et bb':

$$aa' = 32' \frac{5.501\ h}{8\ h} \cong 22.00 \quad \text{et} \quad bb' = 32' \frac{5.887\ h}{8\ h} \cong 23.55$$

Ce qui permet de calculer l'angle β:

$$\beta = \sqrt{(16')^2 - (11')^2} - \sqrt{(16')^2 - (11.78')^2} = 0'.79, \text{ soit } 2.27\ 10^{-4}\text{rad}$$

Ce qui au final nous donne une Unité Astronomique équivalente à

$$D = \frac{13\,400}{2.27 \cdot 10^{-4} \cdot 0.383} = 154\,127\,512\ \text{km}$$

Ce qui a le mérite d'être assez proche de la réalité malgré les approximations. En effet, la Terre orbite autour du Soleil à une distance moyenne de 149 600 000 km, allant jusqu'à 152 100 000 km à son aphélie. Notre calcul correspond donc à une parallaxe solaire de α = **8.53"**, ce qui représente une erreur moyenne de 3%!

Récapitulatif

Voici un petit tableau récapitulatif des différentes valeurs de la parallaxe solaire, calculées depuis l'Antiquité jusqu'à nos jours. L'évolution de la valeur de l'UA, qui ne cessa de baisser, est flagrante. On notera que c'est bien un passage de Vénus qui fournit la meilleure estimation de l'Unité Astronomique à la fin du XIX^e siècle.

(à suivre)

DORAN DELUZ
Route de Frontenex 100
CH-1208 Genève

Auteur [année]	Valeur de l'UA /	Méthode	Valeur de la parallaxe
Anaximandre	~ 54 rayons terrestres		~ 1.06°
Aristarque de Samos	~ 300 rayons terrestres		~ 11.4′
Hipparque	2490 rayons terrestres		~ 1.4′
Ptolémée	1210 rayons terrestres		~ 2.8′
Copernic	1500 rayons terrestres		~ 2.4′
Kepler			≤ 1′
Horrocks		Transit de 1639	14″
Cassini Ier		Parallaxe de Mars	9.5″
		Transits de 1761 et 1769	*de 8.50″ à 8.88″*
[1835]		*Transits de 1761 et 1769*	*8.571″ ± 0.037″*
Gill [1881]		Parallaxe de Mars	8.78″
Newcomb [1890]		Transits de 1874 et 1882	8.79″
[1941]		Parallaxe de l'astéroïde Eros	8.790″
NASA [1990]		Mesure Radar	8.79415″