

Exposé relatif au prochain passage de Vénus sur le disque du soleil

Autor(en): **Rapin, M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **13 (1874-1875)**

Heft 72

PDF erstellt am: **23.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-258091>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

EXPOSÉ RELATIF AU
prochain passage de Vénus sur le disque du Soleil

LE 9 DÉCEMBRE 1874

par

M. Rapin, pasteur.

On raconte que le philosophe Anaxagore, interrogé par un de ses disciples sur la grandeur du soleil, lui répondit que cet astre pouvait bien être grand comme le Péloponnèse. Une telle réponse était-elle sérieuse ou pas ? C'est ce qu'il serait difficile de dire ; mais en tout cas, c'était placer l'astre qui éclaire le monde tout entier à une distance singulièrement faible de notre terre. Entre cette simple appréciation, sans base connue et les connaissances actuelles, il y a tout un monde de recherches, d'observations, de calculs, de travaux de toute espèce ; et cependant nous ne sommes pas encore au bout ; l'incertitude qui reste, à l'heure qu'il est, sur la distance absolue moyenne qui nous sépare de notre grand luminaire est d'environ $\frac{1}{150}$ de cette distance.

C'est dans le but et dans l'espérance fondée de réduire de beaucoup les limites de cette incertitude que de nombreuses expéditions [d'astronomes et d'artistes de divers genres se préparent à se rendre vers la fin de l'année

dans les diverses contrées de l'Asie orientale et dans les îles de la mer du Sud, pour y observer le prochain passage de la planète Vénus sur le disque du soleil ; car l'observation de ce phénomène, assez rare, est une des meilleures méthodes que l'on aît pour arriver à une détermination précise de la distance solaire.

Nous ne ferons pas à nos lecteurs l'injure de vouloir justifier à leurs yeux les sacrifices considérables qui se font actuellement en vue de préciser davantage cet élément de nos connaissances astronomiques ; la science ne s'acquiert pas à d'autres conditions. Qu'il nous soit permis seulement de présenter quelques considérations à ce sujet. Il n'y a sans doute pas ici l'étoffe d'une de ces découvertes capables de changer la face de l'astronomie, telles que furent celles de Galilée, de Kepler et de Newton ; ce qui importe en pareille matière, ce sont moins les grandeurs absolues des distances que les relations de ces distances entre elles ; les savants illustres que nous venons de citer avaient tous des vues plus ou moins inexactes sur le nombre de lieues qui nous séparent du soleil, ce qui n'a pas empêché la science de faire d'admirables progrès sous l'impulsion qu'ils lui ont donnée et par suite de leurs travaux. Mais ces progrès n'eussent jamais été accomplis si l'on se fût contenté du chemin considérable qui venait d'être fait, sans ce souci d'aller plus loin. Rien d'ailleurs ne peut nous être indifférent, de ce qui se rapporte à un astre dont nous recevons chaleur, lumière et vie, et qui exerce une influence si considérable et si variée sur notre globe tout entier. Et puis, sans parler du sentiment pénible que produit en nous l'ignorance de ce que nous

pourrions apprendre au prix de quelque travail ou de quelques sacrifices, il y a toujours avantage réel à se mettre au clair quand on le peut. Il ne serait peut-être pas difficile de citer plusieurs cas où il eût été fort utile de posséder une connaissance précise des dimensions de notre globe ⁽¹⁾, et ne pourra-t-il pas en être de même par la suite relativement à la distance qui nous occupe ? Enfin quand on considère que cette distance du soleil à la terre sert d'unité pour toutes les distances planétaires et sidérales et qu'une multitude d'éléments divers, de facteurs entrant dans des quantités composées, continuellement employées dans les calculs, dépendent, quant à leur grandeur, de cette distance, et subissent le contre-coup de toutes les modifications qu'on peut reconnaître nécessaire d'y apporter, on comprend qu'un élément qui se retrouve partout mérite d'être étudié et déterminé avec tout le soin possible.

Afin de donner un point de départ à notre exposé et de faciliter au lecteur la comparaison des évaluations diverses de la distance solaire, nous prenons un chiffre provisoire et nous choisissons celui de 24068 rayons terrestres qui correspond à la parallaxe trouvée par Encke en 1824 et conservée dans la *Connaissance des temps* jusqu'en 1868.

En considérant d'un coup-d'œil rapide la marche des idées sur le sujet qui nous occupe, depuis les temps les plus anciens jusqu'à nos jours, nous trouvons d'abord de

(1) On sait, par exemple, que ce qui empêcha pendant quelques années Newton de vérifier son calcul relatif à la grande découverte de l'attraction, ce fut le manque de données suffisamment exactes sur la grandeur absolue de la terre.

simples appréciations privées de tout caractère scientifique ; celle par exemple que nous avons citée en commençant. Aristarque de Samos, le premier, vers l'an 280 avant l'ère chrétienne, essaya de conclure la distance du soleil de la mesure de l'angle que forment entre elles les deux lignes visuelles menées au soleil et à la lune alors que celle-ci est en quartier.

Plusieurs circonstances faciles à imaginer, s'opposaient à ce que cette méthode, juste en théorie, pût fournir, surtout avec les instruments d'alors, un résultat suffisamment précis. Cependant, après dix-neuf siècles, pendant tout le cours desquels on s'en tint à l'évaluation du philosophe grec, on reprit momentanément sa méthode, mais avec des instruments meilleurs et l'on ne tarda pas à tripler, puis à décupler le chiffre de 1200 rayons terrestres auquel il était arrivé ; Kepler trouva 3500 rayons ; Wendelin, au moyen du télescope, 14,000. Les observations de la parallaxe de Mars, faites au dix-septième siècle, par Richer à Cayenne et par Cassini et d'autres à Paris, conduisirent au chiffre d'environ 21 mille rayons. Les résultats de l'observation du passage de Vénus sur le soleil en 1769 furent encore une élévation de ce chiffre qui atteignit son apogée (24,000 rayons) en 1824, par suite du travail critique accompli par l'astronome Encke sur les résultats que nous venons de mentionner.

Dès lors il s'est écoulé trente à quarante ans, au bout desquels les matériaux qui avaient servi au travail de Encke furent, de la part d'un autre savant, l'objet d'une nouvelle révision qui conduisit à une légère augmentation de la parallaxe admise et par conséquent à une diminution proportionnelle ou à peu près de la distance solaire. Depuis 1869, la *Connaissance des Temps* inscrit dans ses

colonnes comme parallaxe ⁽¹⁾ horizontale équatoriale moyenne du soleil, le chiffre de 8''86 trouvé par Powalki et auquel correspond une distance de 23280 rayons terrestres équatoriaux. M. Leverrier donne un chiffre encore un peu plus élevé (8''95), inférieur pourtant encore à celui (8''957) qui résulte des travaux de Foucault sur la vitesse de la lumière. Le chiffre le plus élevé de tous est celui de Winnecke, 8''964.

Voilà où nous en sommes maintenant. Si l'on adopte pour limites des nombres possibles 8''86 et 8''93, afin de tenir compte aussi de la parallaxe de Hansen (8''916), on a une incertitude de 0'',05 soit $\frac{1}{178}$ de la quantité elle-même, soit pour la distance 131 à 132 rayons terrestres. Dans les limites de 8''80 à 9'', l'incertitude de $\frac{1}{100}$ de seconde d'arc sur la parallaxe emporte une incertitude d'environ 26 rayons terrestres ou 35 à 40 mille lieues pour la distance.

L'observation du prochain passage, préparée de longue main, accompagnée de tout ce qui peut en assurer le succès, tranchera sans doute la question et permettra peut-être de dépasser l'espérance exprimée par feu M. Delaunay, qu'on pourrait alors connaître à $\frac{1}{300}$ près la distance cherchée.

(1) La parallaxe solaire est l'angle sous lequel, du centre du soleil, on verrait le demi-diamètre de la terre; la parallaxe de la lune est pareillement l'angle sous-tendu à la lune par la même base du demi-diamètre équatorial de la terre. On comprend tout de suite qu'il y a un rapport immédiat entre l'angle sous-tendu par une grandeur appelée base et la distance où se trouve cette base; plus la distance est grande, plus l'angle est petit. Supposons deux télescopes dirigés de deux fenêtres d'une maison sur un ballon qui s'éloigne, plus la distance deviendra grande, plus l'inclinaison réciproque des deux lignes visuelles aboutissant au ballon s'affaiblira. .

Si le soleil n'était pas si éloigné, on pourrait en calculer la distance comme on le fait pour la lune, par la mesure directe de la parallaxe, c'est-à-dire, nous le répétons, de l'angle que forment entre elles deux lignes droites qui, partant de deux points terrestres qu'on prend aussi distants que possible l'un de l'autre, se rejoignent au centre de l'astre observé. Mais, pour le soleil, de telles lignes sont, à très peu près parallèles entre elles, et leur inclinaison réciproque est impossible à mesurer avec une précision suffisante. Il faut donc recourir à des méthodes indirectes.

Il y en a plusieurs ; mais, obligés de nous restreindre, nous n'entrerons dans aucun détail à ce sujet et nous le regrettons d'autant moins que nous pouvons, avec un grand avantage, adresser le lecteur désireux de s'instruire là-dessus à l'excellent travail inséré par M. Delaunay dans l'Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'année 1866, travail dans lequel ces méthodes sont exposées avec une remarquable clarté. Nous nous bornerons à mentionner l'observation faite par M. Leverrier dans les Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, année 1873, que la considération des inégalités causées par la terre dans les mouvements de Vénus et de Mars offre une méthode qui, avec le temps, doit égaler en précision ce qu'on peut attendre de la mesure de la parallaxe et ultérieurement surpasser cette mesure. M. Leverrier paraît disposé à croire que ce temps est arrivé, et que, dès maintenant, il est plus profitable de conclure la parallaxe de la masse de la terre que de faire l'inverse. « La mesure par les passages conserve, dit-il, tout son intérêt, à la condition d'une extrême exactitude, et pourvu que l'astronome puisse répondre de la valeur de la parallaxe à $\frac{1}{100}$ de seconde d'arc près, soit

$\frac{1}{900}$ du chiffre total. » Nous ajouterons que, comme le fait observer M. Radau (*Revue des Deux-mondes*, 15 janvier 1874), la concurrence et la rivalité des méthodes sont la vie de la science.

C'est donc à la méthode des passages que nous nous arrêterons ; et ici même nous serons aussi succinct que possible.

L'orbite de Vénus étant intérieure à celle de la terre, le cours de cette planète est plus rapide et cela dans une proportion telle, que la période moyenne au bout de laquelle les deux astres se rencontrent dans une même direction et d'un même côté du soleil est, à très peu près de 584 jours. Mais ces rencontres, appelées conjonctions inférieures, ont lieu successivement sur différents points des deux orbites, soit à différents degrés de longitude céleste. Il vaut la peine de rappeler dans quel ordre elles se suivent. Les trois premières forment un V sur l'une ou l'autre des deux orbites ; les deux suivantes arrivent en des points intermédiaires, de sorte que les cinq ensemble forment un pentagone presque régulier et qui est terminé au bout de huit ans moins deux jours. Les cinq suivantes forment un second pentagone dont chaque sommet se trouve placé à côté et tant soit peu en arrière de celui qui a été formé huit ans auparavant. Au bout de 243 ans, les espaces d'un sommet à l'autre sont remplis ; il y a sur l'orbite 152 points où ont eu lieu des conjonctions inférieures et la cent cinquante-troisième tombe à très peu près sur le point où avait eu lieu la première. Il y a eu en effet 243 ans depuis le passage du 6 décembre 1631 à celui qui arrivera le 9 décembre prochain. Les deux passages de 1761 et 1769 ont eu lieu au mois de juin de chacune

de ces deux années et se répèteront en 2004 et 2012. Il ne peut y en avoir d'intermédiaires, puisque les seules conjonctions qui puissent donner lieu à des passages sur le disque du soleil sont celles qui ont lieu très près des nœuds, c'est-à-dire des deux points opposés où passe la ligne d'intersection des plans des deux orbites. Qu'il nous soit permis de remarquer en passant que les conjonctions inférieures de Vénus avec les planètes Mars et Jupiter présentent des modes différents de répartition des points où elles ont successivement lieu. Celles de Mars et de Vénus ont lieu tous les 334 jours, en moyenne, alternativement dans une partie, puis dans la partie opposée de l'orbite, qu'elles remplissent en 32 ans, pendant lesquels il y a 35 conjonctions inférieures. Celles de Jupiter et de Vénus se suivent constamment dans le même sens d'Orient en Occident ; pendant une révolution sidérale de Jupiter, les deux planètes se rencontrent 18 fois. Or, ceci n'est pas un pur objet de curiosité, mais un fait qui nous met sous les yeux le mode suivant lequel s'exerce l'attraction des planètes et les compensations de différents ordres qui s'établissent par suite des diverses répartitions des points de rencontre. Il est clair en effet que lorsqu'une même influence perturbatrice a son maximum d'intensité pendant une suite d'années dans la même partie ou sur des points directement opposés d'une orbite, elle produit un dérangement plus sensible que lorsqu'elle se répand dans le même temps sur les divers points du cours de la planète.

On comprend la rareté des passages quand on réfléchit au peu d'étendue de l'espace dans lequel ils peuvent avoir lieu avant et après les nœuds des orbites. Dès que celles-ci, en effet, se trouvent, par suite de leur inclinai-

son réciproque, écartées l'une de l'autre d'une quantité supérieure au demi-diamètre apparent du soleil, il ne peut plus y avoir de passage. Lorsqu'un de ceux-ci a eu lieu un peu en avant d'un des nœuds, il y en a ordinairement encore un, huit ans plus tard, un peu en arrière du même nœud, puis, 113 ans et demi après ce dernier, deux passages ont lieu autour du nœud opposé, et par conséquent dans la saison opposée; enfin, au bout de 113 ans et demi, depuis le second de ces deux passages, recommence le cycle de 243 ans.

Lors d'un passage, on voit la planète traverser le disque solaire de gauche à droite, sous forme d'un petit disque très noir, qui éclipse environ $\frac{1}{900}$ de la surface brillante du soleil.

Il en est ici comme de deux personnes qui, de deux points différents du rivage, observeraient les positions relatives de deux bateaux cheminant en sens contraire avec des vitesses et à des distances différentes. La durée d'un passage peut aller jusqu'à six, sept, et même huit heures, quand la corde parcourue se rapproche du centre. La durée du prochain passage sera de quatre heures et deux tiers. Le milieu de cette durée de temps tombant sur 4 heures et quart du matin, temps moyen de Paris, le passage ne sera pas visible dans nos contrées non plus que dans toute l'Europe occidentale. Mais nous pouvons conclure de cette indication quels seront les pays où on le verra tout entier. Ce seront évidemment les contrées placées à droite et à gauche du méridien qui aura midi à ce même instant du milieu du passage, et ce méridien est distant à l'est de celui de Paris de 7 heures trois quarts, soit environ 116° longit. est. Les pays favorisés seront donc

la Sibérie orientale, la Chine, les îles de la Sonde, l'Australie, etc.

Les astronomes observateurs sont mis à même, par des calculs préparatoires tout à fait analogues à ceux qu'exige la prédiction des éclipses de soleil, de se représenter d'avance les diverses circonstances du passage, et de diriger leurs télescopes vers le point où la planète fera son entrée sur le disque solaire. Si, sur un cercle représentant le soleil, on trace un diamètre horizontal répondant à l'Ecliptique, le point d'entrée devra être placé à 49 degrés au-dessus de l'extrémité gauche de ce diamètre, et le point de sortie à 67 degrés au-dessus de son extrémité droite. La ligne unissant ces deux points sera la corde parcourue par la planète sur le soleil, pour un observateur qui serait placé au centre de la terre. Mais il ne faut pas oublier que le point nord du soleil ne se trouve placé dans le vertical passant par le centre de l'astre que lorsque celui-ci est au milieu de sa course diurne, tandis que, pour toutes les autres positions, il faut le chercher dans le grand cercle qui va du soleil au pôle.

Maintenant, si le soleil est assez éloigné pour que son lieu apparent dans le ciel soit extrêmement peu déplacé par des changements de position de l'observateur à la surface du globe, l'effet de ceux-ci n'est pourtant pas absolument insensible, mais il est beaucoup plus marqué pour Vénus, plus rapprochée de nous que le soleil. Il en résulte que l'observateur placé vers le nord verra la planète traverser le disque du soleil un peu plus bas que l'observateur placé vers le sud. L'observateur à l'ouest verra le soleil tant soit peu plus à l'est, et la planète passablement plus reculée dans cette même direction que l'observateur placé

à l'est au même moment. Les lignes visuelles des observateurs se croisent à la planète et arrivent sur le disque du soleil avec un écartement qui est comme la reproduction des distances terrestres entre les stations. Le mouvement de rotation de la terre introduit du reste ici un élément fort utile, puisque, par suite de ce mouvement, l'observateur à l'Ouest se trouve devenu au bout d'un certain temps observateur à l'Est.

Ce sont ces petites différences de position apparente de la planète sur le disque du soleil qui sont l'objet de l'observation dans les passages de Vénus, et qui, constituant des parallaxes, fournissent par là même des mesures de distance des astres observés, à la terre. Mais ces quantités à mesurer sont extrêmement faibles, malgré la grandeur relative de la parallaxe de Vénus ; ensuite, si nous pouvons figurer des cordes diverses sur le papier et en mesurer la distance avec un compas, rien de cela ne se voit à la surface du soleil ; et enfin un mouvement incessant modifie constamment les positions relatives des astres. Tout autant de causes de difficulté pour l'observation. Aussi peut-on bien croire qu'on ne fût jamais parvenu à obtenir des résultats suffisamment exacts, si l'illustre Halley n'eût, dès le 17^e siècle, engagé les astronomes, d'abord à employer l'observation des passages de Vénus à la détermination de la distance du soleil, et ensuite à substituer dans cette observation les mesures de temps aux mesures d'angles. Cette méthode présente un double avantage. Vénus passant assez près de la terre lors des conjonctions inférieures, fournit en effet une parallaxe relative deux fois et demi aussi grande que celle du soleil, et qui, pouvant être observée au commencement et à la fin du passage, donne un nombre quintuple

de celui que l'on cherche ; et puis le rapport qui existe entre le mouvement de la planète et celui du soleil est tel, que par la substitution mentionnée tout à l'heure, l'observateur se place dans la position avantageuse du naturaliste qui observe un petit objet au moyen du microscope. La différence de durée du passage pour Pékin et pour le centre de la terre est de 678 secondes de temps, et nous avons trouvé pour Pékin une parallaxe de 8",7, d'où il résulterait qu'ici une seconde de temps correspondrait à $\frac{1}{80}$ environ de seconde d'arc dans la parallaxe du soleil. Ainsi, mesurer les différences de durée du passage, relatives aux distances entre des stations différemment placées à la surface de la terre, rapprocher les différentes observations et conclure de là le rapport qu'il y a entre la grandeur du rayon terrestre et celle de la distance au soleil, tel est le fond de la méthode de Halley.

Enfin, il faut considérer que ces petites différences de position sur le disque du soleil, créées par les différences de position des observateurs à la surface de la terre, ces reproductions sur le disque solaire des distances terrestres ne doivent pas être attribuées d'une manière absolue et exclusive à l'astre qui est le plus déplacé, mais à tous les deux et dans la proportion inverse de leur distance à la terre. C'est donc, non pas la parallaxe absolue de Vénus qu'on obtient par la mesure de ces petits déplacements apparents, mais la parallaxe relative de la planète, ou la différence entre cette parallaxe et celle du soleil. Or, il suffit de rapprocher de cette différence, le rapport des deux parallaxes ou rapport des distances du soleil et de Vénus à la terre, donné exactement et en tout temps par la troisième loi de Kepler, pour pouvoir conclure de là les parallaxes elles-mêmes, et par consé-

quent les distances, puisque connaissant la différence et le rapport de deux nombres, l'algèbre élémentaire nous donne le moyen de trouver les deux nombres eux-mêmes.

Halley s'était exagéré les avantages de sa découverte; les difficultés n'avaient point toutes disparu, comme on a pu en faire l'expérience lors du passage de 1769. Plusieurs des observateurs ont été embarrassés par un phénomène optique auquel on ne s'attendait point. La planète entrée en entier sur le disque du soleil semblait s'allonger un peu du côté du bord de cet astre et l'on ne pouvait bien saisir l'instant où les deux pointes brillantes venaient se rejoindre à gauche du petit disque obscur de Vénus. Mais on a tout lieu de croire que la cause de cette apparence embarrassante doit être cherchée dans l'imperfection des objectifs et de la mise à point des oculaires; les conditions des instruments actuels étant bien meilleures, et les observateurs étant avertis, on peut croire que cette difficulté ne se représentera pas. Il en naîtra peut-être d'autres; c'est le lot de toutes les recherches humaines. Mais de nouveaux et importants moyens d'exploration ont été mis à la portée des astronomes depuis l'époque du dernier passage, la photographie et la spectroscopie. Par la première de ces deux admirables inventions, la position de Vénus sera imprimée d'instant en instant sur une plaque sensible mue au moyen d'un mécanisme et pourvue de tout ce qui est nécessaire pour l'orientation ultérieure des images. Ici encore se présentent de nouvelles questions. Emploiera-t-on de grands instruments donnant d'emblée des images de grandes dimensions ou des instruments plus portatifs, mais exi-

geant l'amplification ultérieure des épreuves. On emploiera sans doute les deux méthodes. Et puis, comment éviter toute déformation des photographies dans la dessiccation ou dans tel autre des procédés mécaniques nécessaires ? On sent qu'il y a là plus d'une cause d'insuccès qui demande à être étudiée et prévenue. Enfin, le P. Secchi espère, ensuite de l'application qu'il a faite de la spectroscopie à l'observation d'une éclipse de soleil, qu'on pourra, par ce moyen, suivre le mouvement de la planète, sans cela invisible, un peu avant son premier contact avec le disque solaire, et utiliser ainsi les contacts extérieurs à peu près impossibles à observer jusqu'ici, puisque avec les instruments ordinaires on ne commence à apercevoir la planète que lorsqu'elle a déjà commencé à entamer le bord du disque solaire.

Nous voici donc bien préparés, et, en pensant à tous les instruments qui se construisent, nous pouvons dire armés de pied en cap pour marcher à la conquête, non pas d'un empire ou d'une province, mais seulement d'un petit coin de terrain de plus pour notre domaine scientifique, Aussi bien n'aiguise-t-on ni lances ni épées, mais on polit des verres ; on ne fond point de canons, on ne forge point de fusils, mais on fabrique des tubes de télescopes ; le feu du combat ne sera pas autre que le zèle des observateurs et la clarté brillante du soleil. Nous ne pouvons en conséquence que faire toutes sortes de vœux pour la réussite de toute l'œuvre, mais pas plus assurément que nous n'en faisons pour la paix du monde et la prospérité des peuples.

17 mars 1874.

