

<b>Zeitschrift:</b>	Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société
<b>Herausgeber:</b>	Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
<b>Band:</b>	34 (1981)
<b>Artikel:</b>	Relation possible entre les alignements de planètes, l'activité solaire, le climat et l'épidémie de la peste noire au Moyen-Âge
<b>Autor:</b>	Junod, Bernard
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-740072">https://doi.org/10.5169/seals-740072</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 10.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# RELATION POSSIBLE ENTRE LES ALIGNEMENTS DE PLANÈTES, L'ACTIVITÉ SOLAIRE, LE CLIMAT ET L'ÉPIDÉMIE DE LA PESTE NOIRE AU MOYEN-ÂGE

PAR

**Bernard JUNOD<sup>1</sup>**

Le germe responsable de la peste a été découvert par le Dr A. Yersin à Hong-Kong en 1894. La contamination de la peste bubonique est transmise par une puce qui inocule la maladie par piqûre. Une certaine espèce de puces vit sur les rats sauvages et sur les rats commensaux de l'homme. Celle qui vit sur ces derniers peut, à défaut de rat, piquer l'homme.

La puce a besoin de conditions de température et d'humidité très strictes qui sont respectivement 15° à 20° et 90% à 95%. Le froid limite son activité et la chaleur arrête sa reproduction.

La provenance de la peste reste imprécise. Plusieurs auteurs pensent qu'elle a pris naissance en Chine, d'autres prétendent qu'elle est venue d'Abyssinie.

J'ai retenu les dates de fortes poussées de la peste en Europe et dans les pays méditerranéens depuis l'épidémie catastrophique de 1347-1348 jusqu'en 1842, date de sa disparition en Occident :

1347-1348  
1361  
1374  
1382  
1400  
1412  
1439  
1450  
1456  
1478  
1482

---

<sup>1</sup> Observatoire — CH-1290 Sauverny.

1519-1523
1531 (France)
1545
1564
1586
1599
1629-1636
1665
1785
1798
1818-1819
1831
1840

Un intervalle *moyen* de 11-12 ans séparant les poussées de peste, on peut d'abord se demander s'il existe un rapport entre cet intervalle et le cycle des taches solaires. La découverte des taches solaires remonte à 1609 et leur observation précise à 1749. Mais les calculs effectués par J. R. HILL (Nature, vol. 266, mars 1977) lui ont permis d'établir un diagramme sur lequel figure le nombre de taches solaires par cycle depuis l'an 1000 jusqu'à l'an 2000. Ce nombre est minimum en 1346-1347, date de la forte poussée de la peste noire. Il est maximum en 1521-1523, autre date de l'apparition de cette maladie. Si l'on examine les intervalles de temps qui s'écoulent entre deux maxima ou entre deux minima de l'activité solaire et entre deux apparitions de la peste, on n'obtient aucune corrélation valable. En revanche, nous pouvons trouver un certain nombre de faits qui montrent des liaisons assez étroites entre l'importance des épidémies et le climat.

Selon l'historien suédois G. Utterström, il y aurait eu refroidissement du climat aux XIV<sup>e</sup> et XV<sup>e</sup> siècles. Pour étayer cette affirmation, il signale que la culture des céréales, entre 1300 et 1350, cède le pas à la pêche en Irlande, la viticulture anglaise recule au XIV<sup>e</sup> siècle après avoir atteint un maximum au XIII<sup>e</sup> siècle. Le vignoble allemand a lui aussi reculé pendant cette période, mais pas dans les mêmes proportions. Il s'agit là de faits provenant d'une évolution climatique et non, comme on le croyait, d'une interprétation économique. La chronologie glaciaire parle en faveur de l'interprétation climatique. En Islande, l'avance des glaciers commence vers 1200, se poursuit aux XIV<sup>e</sup>, XV<sup>e</sup>, XVI<sup>e</sup> siècles et atteint son maximum, comme nous le verrons plus loin, aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles. Cette avance serait confirmée par la ruine des colonies normandes au Groenland au XIV<sup>e</sup> siècle.

Des faits tels que ceux mentionnés ci-dessus ne doivent pas toujours être attribués aux modifications du climat. La prudence s'impose. D'après E. Le Roy Ladurie, la relative décadence de l'Espagne à l'époque de la Renaissance ne serait pas due à une baisse de l'hygrométrie, mais à sa structure sociale.

Demandons à la dendroclimatologie si elle peut nous être de quelque utilité. On sait que chaque anneau représente la croissance annuelle de l'arbre. Chaque anneau pris à part a sa valeur climatologique:

anneau large représente une année favorable,  
anneau mince représente une année défavorable.

L'étude en est délicate, en effet la croissance dépend des températures et des précipitations. Elle varie d'une région à l'autre. Par exemple, les courbes établies permettent de déceler dans le sud-ouest des Etats-Unis des périodes de sécheresse et des périodes d'humidité. Selon E. Schulmann, le XIII<sup>e</sup> siècle fut très sec alors qu'à partir de 1300 et pendant un siècle se succédèrent des années pluvieuses dans cette région. Mais on ne peut pas demander aux couches de croissance des arbres des renseignements sur une loi universelle d'évolution cyclique du climat. Il faudrait les étudier pour chaque grand ensemble régional. On a aussi essayé, sans résultat, de mettre en corrélation la croissance des arbres et le cycle undécennal du Soleil. Malgré quelques résultats concordants (par exemple par le sapin d'Ecosse en Angleterre et en Norvège) nous ne possédons pas encore, selon E. Le Roy Ladurie, d'explication satisfaisante. Même les datations au C 14 sont trop approximatives (à un siècle près) pour notre propos.

En revanche la méthode phénologique donne des résultats positifs. Si nous possédons peu de documents sur les dates de fructification des végétaux, la date des vendanges est souvent mentionnée dans bien des registres (police, cures, etc.) de nos régions. Admettons le principe suivant:

des vendanges précoces correspondent à une année chaude,  
des vendanges tardives correspondent à une année froide et pluvieuse.

Ce sont les moyennes établies par le même auteur qui permettent de l'affirmer. En effet, il y a concordance entre les dates des vendanges (de la Forêt Noire au Languedoc) et les températures.

Je n'ai pas mis la main sur des données éventuelles du XIV<sup>e</sup> siècle, mais pour les siècles suivants, si nous reprenons les dates de fortes poussées de peste mentionnées plus haut, nous constatons que pour les années:

1449	les vendanges sont tardives
1450	id.
1519	id.
1586	les vendanges ont lieu à une date moyenne
1599	les vendanges sont plutôt précoces
1604	les vendanges ont lieu à une date normale
1625	les vendanges sont plutôt tardives
1626	id.
1636	les vendanges ont lieu à une date normale

1665	id.
1785	les vendanges sont tardives
1798/99	id.
1818/19	id.
1831	id.

Ce sont là des appréciations établies d'après les dates des vendanges méridionales en prenant le 20 septembre comme date moyenne. Si j'avais fixé la date moyenne au 15 septembre, toutes ces vendanges auraient été tardives. Ces comparaisons confirment bien que la peste se répand pendant les années pluvieuses. En juillet 1675, Madame de Sévigné n'écrivait-elle pas à sa fille que la bise soufflait, qu'il régnait un froid étrange et se demandait « si le procédé du Soleil et des saisons était changé ». Le temps était sec puisque la bise soufflait, les vendanges furent tardives et on parle peu de peste en 1675. La France a connu des étés froids et humides entre 1639 et 1643, période de rémission de la peste. Entre 1646 et 1650, ce sont des printemps humides et glacés et des étés orageux qui sont responsables d'une nouvelle vague de peste, moins forte que les précédentes.

Pendant les années chaudes :

1635-1639
1680-1686
1704-1710
1718-1719
1726-1728
1757-1762
1778-1785

on ne signale que très peu de cas de peste. Les vendanges furent particulièrement précoces en 1684, 1686 et 1718.

Les inondations favorisent l'épidémie :

1425	à Toulouse
1426	à Metz
1383 et 1649	à Séville
1399	à Paris
1426	en Pologne, etc.

Les hivers doux et humides arrêtent rarement la peste alors que c'est le cas lorsque les hivers sont froids et secs.

Il existe un lien évident entre la guerre et la peste, mais ce fléau, par sa violence, peut obliger les troupes à interrompre le combat.

La peste entraîne souvent la famine, soit en raréfiant la main-d'œuvre (les récoltes ne se font plus) soit par les mesures d'isolement et d'interdiction de circuler. Ensuite la famine, par les déplacements des affamés, contribue à l'expansion de la maladie.

Les glaciers nous renseignent, non pas toujours avec certitude, sur les modifications du climat. Les climatologues ont amassé des quantités de textes et de documents grâce auxquels on a pu reconstituer les phases de crue et de décrue sur d'assez longues périodes. Il est un glacier sur lequel plusieurs auteurs ont fixé leur attention et qui présente une particularité: le glacier de Fernau dans le Tyrol. Ses moraines maximales s'achèvent dans la tourbière ou marais de Bunte Moor. Les couches de tourbe correspondent à des minima glaciaires. Lorsque le glacier se retire, la tourbière produit de la tourbe. Ces couches de tourbe alternent avec des couches de sables. Ces sables morainiques proviennent de l'avance glaciaire. Les datations sont établies par des méthodes géomorphologiques, par le C 14 et par la vitesse d'accroissement de la tourbe. Parmi les épisodes glaciaires, retenons ceux qui nous intéressent:

- a) retrait qui correspond à l'époque romaine, ensuite maximum entre 400 et 750 de notre ère.
- b) poussée de 1200 environ jusqu'en 1300-1350
- c) maximum de 1550 à 1850.

Grâce à la stratigraphie de cette tourbière, le maximum de 1550-1850 a été confirmé. Il est représenté par une couche sableuse qui elle-même se trouve entre deux strates de tourbe. La strate inférieure représente la décrue médiévale et la supérieure la déglaciation contemporaine qui dure encore.

Examinons l'histoire de quelques glaciers pendant le « petit âge glaciaire » (1590-1850). Nous possédons des données précises significatives:

1589	le glacier d'Allalin barre la vallée de Saas
1595	le glacier de Giétroz s'écroule dans le Thalweg de la Dranse
1594-1598	le glacier de Ruitor sur le versant italien des Alpes est d'un kilomètre en avant de sa position actuelle.

Dès 1600, la crue des glaciers chamoniards est catastrophique. On retrouve le même phénomène dans les Alpes suisses. En 1600, à Grindelwald, le glacier s'est tellement avancé qu'on a dû évacuer la population. Au Tyrol, l'avance du glacier de Vernagt est très forte à partir de 1599. En 1600 la digue de glace se rompt, provoque une catastrophe et le glacier recommence à croître. A Chamonix, entre 1628 et 1630, une nouvelle catastrophe se produit, il en est de même au glacier de Ruitor. L'Allalin descend constamment et cause de gros ravages en 1620, 1626, 1629, 1630 et 1633. Ce sont des années où le blé ne mûrit pas et où les vendanges sont tardives.

Entre 1664 et 1680, les glaciers chamoniards ont marqué une nouvelle avance. 1599, 1604, 1625, 1630, 1636 et 1665 sont des années de poussées de peste. On note des avances des glaciers norvégiens de 1695 à 1720 et des avances encore plus fortes vers 1740-1750. Autour de ces années, tous les glaciers de l'hémisphère Nord semblent être en crue.

H.-B. de Saussure se rend pour la première fois en 1760 dans la vallée de Chamonix, il y retourne plusieurs fois plus tard. Ses récits attestent la poussée continue des glaciers. Ne trouvait-il pas normal d'avoir la Mer de glace de plain-pied? Plusieurs glaciers sont en légère décrue aux environs de 1800. Les glaciers norvégiens progressent (1807-1812) jusqu'à leurs limites de 1740-1750. En Alaska, une carte russe montre que des glaciers sont nettement en avance de leurs positions de 1958. Dans nos alpes, on assiste à une nouvelle poussée entre 1818 et 1825. En 1830, les glaciers dauphinois ont des dimensions très supérieures à celles de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle ou du début du XX<sup>e</sup> siècle. H. Kinzl qui a examiné 67 glaciers pense que 23 ont eu leur maximum récent le plus prononcé au XVII<sup>e</sup> siècle, vers 1600-1610, ou vers 1643-1644 (Le Roy Ladurie ajoute l'année 1680), 19 vers 1820 et le reste vers 1850. Après 1820-1825 cette vague de maxima tombe quelque peu, mais la poussée générale persiste pour atteindre des situations maximales de 1845 à 1858. Après cette date, c'est le recul constant et régulier. L'ère de la peste en Occident se termine en 1842.

Prenant pour référence le tableau publié par J. N. Biraben sur la peste en Europe et dans les pays méditerranéens, on remarque que la peste noire de 1348 se développe entre une période de glaciation et une période de retrait des glaciers. Si de 1350 à 1550 environ il y a de fortes poussées de peste, ces poussées sont encore plus fortes pendant la période de crue de 1550 à 1850 environ. La peste disparaît après 1840. Certains glaciers ont pourtant avancé pendant une année ou plus en période de retrait et inversement, des glaciers ont reculé une fois ou l'autre pendant un âge glaciaire.

Grâce à la phénologie et à la glaciologie, on a pu constater des corrélations entre les épidémies de peste et le climat.

Revenons à l'astronomie. Sur les conseils du professeur M. Golay, seules seront prises en considération les planètes visibles à l'œil nu (Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne) lorsqu'elles sont situées d'un même côté du Soleil dans un cône dont le sommet se trouve sur le Soleil et dont l'angle d'ouverture ne dépasse pas 15°.

La force d'attraction exercée par chacune de ces planètes sur le Soleil comparativement à celle exercée par la Terre est donnée par:

$$\frac{\frac{K M_{\odot} m_p}{r_p^2}}{\frac{K M_{\odot} m_t}{r_t^2}} = \frac{m_p}{r_p^2}$$

En prenant pour unités de masse et de distance, la masse de la Terre et l'unité astronomique, nous obtenons:

<i>Mercure</i>	<i>Vénus</i>	<i>Terre</i>	<i>Mars</i>	<i>Jupiter</i>	<i>Saturne</i>
0.3604	1.5674	1.00	0.0465	11.7634	1.0428

La force exercée par chaque planète sur la Terre, lorsque la distance Terre-planète est la plus courte, c'est-à-dire lorsque les planètes inférieures sont en conjonction inférieure et les planètes supérieures en opposition s'exprime par:

$$\pm \frac{K M_t m_p}{(1 - r_p)^2}$$

soit:

<i>Mercure</i>	<i>Vénus</i>	<i>Mars</i>	<i>Jupiter</i>	<i>Saturne</i>
-0.1438 <i>K</i>	-10.71 <i>K</i>	0.3938 <i>K</i>	18.0276 <i>K</i>	1.301 <i>K</i>

$$\left( \text{avec } M_t = 1, K = \frac{4}{332569} (UA)^3 M_t^{-1} \text{ Année}^{-2} \right)$$

Dans les deux cas, ce sont les planètes Vénus et Jupiter qui ont la plus grande influence.

Voici le tableau des dates des alignements selon les normes indiquées ci-dessus de 1345 à 1846, des époques des poussées de peste, des maxima et minima des taches solaires à proximité de ces dates. J'ai eu recours aux longitudes écliptiques géocentriques calculées par W. D. Stahlmann et O. Gingerich de l'an -2500 à l'an 2000. Ce sont les mouvements rétrogrades des planètes qui m'ont permis de déterminer à plus ou moins 3 jours les dates de ces alignements.

## 342 RELATION POSSIBLE ENTRE LES ALIGNEMENTS DE PLANÈTES, L'ACTIVITÉ SOLAIRE,

Dates des alignements des planètes visibles à l'oeil nu situées d'un même côté du Soleil dans un cône d'ouverture de 15° et dont le sommet se trouve sur le Soleil.

Peste en Europe selon J.N. Biraben  
Epoques des poussées Epoques des rémissions  
F = fortes  
f = faibles

Activité solaire selon A.L. Tchijevsky jusqu'en 1605 et selon M. Waldmeier depuis 1610

SA 28 juin	1342			
ME 29 juin	1342			
VE 16 juillet	1342			
SA 3 août	1345			
JU 8 août	1345			
ME 1 sept.	1345			
VE 25 sept.	1345			
SA 15 août	1346	1346-1347 f		
ME 15 août	1346	1348-1350 F		Min. probable 1348
JU 29 mars	1353		1354-1358	Max. 1353
ME 1 avril	1353		(disparition totale)	
SA 10 fév.	1360			Min. probable 1359
VE 19 fév.	1360			
JU 29 nov.	1360			
MA 6 déc.	1360			
SA 21 fév.	1361	1361-1363		
ME 6 mars	1361			
JU 3 avril	1365			Max. 1365
SA 13 avril	1365			
SA 25 avril	1366			
JU 4 mai	1366		1368	
ME 24 sept.	1370			
JU 25 sept.	1370			
VE 1 déc.	1372			Max. 1372
JU 4 déc.	1372	1374 F		
VE 6 juillet	1374			
ME 16 juillet	1374			
SA 29 juillet	1374			
SA 4 sept.	1377			
VE 15 sept.	1377			
ME 17 sept.	1377			
MA 28 déc.	1377			
ME 31 déc.	1377			
SA 28 oct.	1381		1378-1379	
ME 28 oct.	1381	1383 F		Max. 1383
JU 8 déc.	1384			
SA 8 déc.	1384			
JU 13 mai	1390	1388-1389 f	1385-1386 (disparition presque totale)	Min. probable 1388
ME 20 mai	1390			
ME 22 mars	1393		1392-1393	
SA 25 mars	1393			
JU 28 août	1393			
VE 10 sept.	1393			
SA 19 avril	1395			
VE 20 avril	1395			
SA 12 mai	1397			
ME 12 mai	1397			
JU 16 mars	1400	1400 F		
ME 16 mars	1400			
SA 23 juillet	1403			Max. probable 1402
MA 31 juillet	1403			

Dates des alignements des planètes visibles à l'oeil nu situées d'un même côté du Soleil dans un cône d'ouverture de 15° et dont le sommet se trouve sur le Soleil.

Peste en Europe selon  
J.N. Biraben  
Epoques des poussées    Epoques des rémissions  
F = fortes  
f = faibles

Activité solaire selon  
A.L. Tchijevsky jusqu'en  
1605 et selon M. Waldmeier  
depuis 1610

JU 27 juillet 1404 {			
SA 5 août . 1404 {			
SA* 17 août 1405 {			
JU* 3 sept. 1405 {			
*distantes de 18°			
JU 15 nov. 1407 {			
MA 30 nov. 1407 {			
ME 1 oct. 1409 {			1408 (disparition presque totale)
SA 8 oct. 1409 {			
MA 6 janvier 1410 {			
JU 18 janvier 1410 {			
VE 16 avril 1411 {			
ME 24 avril 1411 {			
VE 19 nov. 1412 {			
SA 19 nov. 1412 {	1412 f		
ME 29 nov. 1412 {			
VE 24 juin 1414 {			
ME 6 juillet 1414 {			
ME 24 janvier 1416 {			
VE 1 février 1416 {			
ME 8 janvier 1417 {		1417	
SA 13 janvier 1417 {			
VE 4 sept. 1417 {			
ME 6 sept. 1417 {			
JU 6 sept. 1417 {			Min. probable 1418
JU 19 nov. 1419 {			
ME 22 nov. 1419 {	1420		
ME 8 juin 1422 {			
VE 20 juin 1422 {			
SA 13 avril 1424 {		1423	
ME 25 avril 1424 {			
JU 24 avril 1425 {	1425 f		Max. probable 1425
SA 25 avril 1425 {			
JU 2 juillet 1427 {	1427 f		
ME 9 juillet 1427 {			
VE 20 juin 1430 {			
SA 24 juin 1430 {			
MA 19 août 1435 {			Min. probable 1435
SA 25 août 1435 {			
JU 1 juin 1438 {			
VE 18 juin 1438 {	1438		
SA 30 oct. 1440 {			
ME 1 nov. 1440 {			
JU 29 nov. 1443 {			
SA 11 déc. 1443 {			
SA 24 déc. 1444 {			
JU 31 déc. 1444 {			
ME 10 mars 1446 {			
MA 25 mars 1446 {			
ME 26 février 1447 {			
JU 3 mars 1447 {			Maximum 1446

1445  
(disparition totale)

344 RELATION POSSIBLE ENTRE LES ALIGNEMENTS DE PLANÈTES, L'ACTIVITÉ SOLAIRE,

Dates des alignements des planètes visibles à l'oeil nu situées d'un même côté du Soleil dans un cône d'ouverture de  $15^\circ$  et dont le sommet se trouve sur le Soleil.

Peste en Europe selon  
J.N. Biraben  
Epoques des poussées    Epoques des rémissions  
F = fortes  
f = faibles

Activité solaire selon  
A.L. Tchijevsky jusqu'en  
1605 et selon M. Waldmeier  
depuis 1610

VE 23 janvier 1448 {			
SA 4 février 1448 {	1450 F		
VE 4 avril 1451 {			
ME 14 avril 1451 {			
ME 25 mars 1452 {			
SA 26 mars 1452 {			
ME 16 janvier 1456 {		1453-1454	
VE 20 janvier 1456 {	1456 F		
SA 14 mai 1456 {			
ME 15 mai 1456 {			
ME 30 déc. 1456 {			
MA 31 déc. 1456 {			
JU 5 janvier 1457 {			
VE 22 août 1457 {			
ME 29 août 1457 {			
JU 8 mars 1459 {		1459-1461 (disparition presque totale)	
ME 18 mars 1459 {			
ME 28 oct. 1460 {			
VE 4 nov. 1460 {			
JU 10 juin 1462 {			Maximum 1461
VE 10 juin 1462 {			
SA 19 août 1464 {	1464 F		
JU 21 août 1464 {			
ME 22 août 1464 {			
VE 19 août 1465 {			Min. probable 1465
SA 31 août 1465 {			
JU 4 nov. 1466 {			
ME 6 nov. 1466 {			
ME 5 oct. 1468 {			
SA 9 oct. 1468 {			
SA 24 oct. 1469 {		1469-1471	
MA 5 nov. 1469 {			
JU 16 juin 1474 {	1472 f		Max. probable 1472
ME 20 juin 1474 {			
ME 11 janvier 1476 {			
SA 16 janvier 1476 {			
ME 1 avril 1478 {	1478 F	1477	Min. probable 1478
MA 3 avril 1478 {			
SA 23 février 1479 {			
ME 13 mars 1479 {		1479-1480	
JU 15 mars 1483 {	1482 F		
VE 26 mars 1483 {			
ME 12 avril 1484 {			
JU 15 avril 1484 {			
SA 26 avril 1484 {			
MA 15 oct. 1484 {			
VE 27 oct. 1484 {			
SA 8 mai 1485 {			
JU 18 mai 1485 {			
VE 4 juin 1486 {			
JU 21 juin 1486 {			
ME 9 février 1494 {		1487-1491	Min. probable 1487
JU 17 février 1494 {			Maximum 1490

Dates des alignements des planètes visibles à l'oeil nu situées d'un même côté du Soleil dans un cône d'ouverture de 15° et dont le sommet se trouve sur le Soleil.

Peste en Europe selon  
J.N. Biraben  
Epoques des poussées    Epoques des rémissions  
F = fortes  
f = faibles

Activité solaire selon  
A.L. Tchijevsky jusqu'en  
1605 et selon M. Waldmeier  
depuis 1610

VE 3 juin 1494			
ME 14 juin 1494	1494 f		
ME 6 janvier 1496			
VE 9 janvier 1496		1498 f	
SA 1 nov. 1499			
ME 5 nov. 1499			
ME 18 oct. 1500			Max. probable 1500
VE 22 oct. 1500			
MA 15 nov. 1501			
SA 28 nov. 1501	1502		
ME 15 déc. 1503			
JU 22 déc. 1503			
MA 26 déc. 1503			
SA 26 déc. 1503			
VE 6 janvier 1504		1504 f	
SA 8 janvier 1505			
JU 22 janvier 1505			
SA 22 janvier 1506			
MA 29 janvier 1506	1506		
JU 21 février 1506			
VE 20 mars 1507			Min. probable 1507
JU 25 mars 1507			
SA 18 février 1508			
MA 2 mars 1508			
MA 12 avril 1510	1509		
ME 18 avril 1510			
SA 29 mars 1511			
ME 30 mars 1511	1510-1521		Maximum 1511
JU 20 oct. 1513			
ME 21 oct. 1513			
SA 16 mai 1515			
ME 20 mai 1515			
VE 17 oct. 1516			
MA 27 oct. 1516			
SA 3 juillet 1519			
ME 11 juillet 1519			Maximum 1520
MA 14 janvier 1521			
ME 28 janvier 1521			
ME 31 mai 1521			
JU 1 juin 1521			
SA 26 juillet 1521			
VE 3 août 1521	1522 F		
JU 11 août 1523			
SA 19 août 1523			
SA 2 sept. 1524			
JU 17 sept. 1524			
ME 8 oct. 1527			
SA 11 oct. 1527			Maximum 1527
VE 29 déc. 1527			
JU 1 janvier 1528			
MA 20 juillet 1529			
VE 1 août 1529			

346 RELATION POSSIBLE ENTRE LES ALIGNEMENTS DE PLANÈTES, L'ACTIVITÉ SOLAIRE,

Dates des alignements des planètes visibles à l'oeil nu situées d'un même côté du Soleil dans un cône d'ouverture de  $15^\circ$  et dont le sommet se trouve sur le Soleil.

Peste en Europe selon  
J.N. Biraben  
Epoques des poussées    Epoques des rémissions  
F = fortes  
f = faibles

Activité solaire selon  
A.L. Tchijevsky jusqu'en  
1605 et selon M. Waldmeier  
depuis 1610

ME	25 mars	1531 {		
JU	2 avril	1531 }		
ME	14 janvier	1535 {		
SA	16 janvier	1535 }		
VE	27 déc.	1535 {		
ME	30 déc.	1535 }		
MA	3 janvier	1536 {		
ME	27 février	1539 {	1534	Min. probable 1532
VE	10 mars	1539 }		
MA	11 mars	1540 {		
SA	22 mars	1540 }		
SA	16 avril	1542 {		
MA	22 avril	1542 }		
ME	5 mai	1542 {		
JU	7 avril	1543 {		
ME	16 avril	1543 }		
SA	28 avril	1543 {		
JU	8 mai	1544 {		
SA	10 mai	1544 }		
ME	16 juillet	1545 {	1537 f	
VE	27 juillet	1545 }		
ME	7 juin	1547 {		
SA	15 juin	1547 }		
JU	28 sept.	1548 {		
VE	8 oct.	1548 }		
JU	7 déc.	1550 {		
MA	20 déc.	1550 }	1550-1553	
ME	27 juillet	1551 {		
SA	2 août	1551 }		Maximum 1551
VE	22 déc.	1551 {		
JU	10 janvier	1552 }		
MA	31 janvier	1553 {		
JU	8 février	1553 }		
MA	25 février	1555 {		
VE	5 mars	1555 }		
VE	5 oct.	1556 {		
SA	5 oct.	1556 }		
ME	31 mars	1557 {	1557 f	
MA	5 avril	1557 }		
ME	19 juillet	1558 {		
JU	21 juillet	1558 }		
SA	1 nov.	1558 {		
ME	7 nov.	1558 }		
JU	2 oct.	1560 {		
ME	4 oct.	1560 }	1560-1561	Maximum 1560
VE	22 juillet	1561 {		
MA	10 août	1561 }		
JU	13 déc.	1562 {		
ME	18 déc.	1562 }		
SA	27 déc.	1562 {		
SA	10 janvier	1564 {	1564 F	
JU	14 janvier	1564 }		

Dates des alignements des planètes visibles à l'oeil nu situées d'un même côté du Soleil dans un cône d'ouverture de 15° et dont le sommet se trouve sur le Soleil.

Peste en Europe selon  
J.N. Biraben  
Epoques des poussées    Epoques des rémissions  
F = fortes  
f = faibles

Activité solaire selon  
A.L. Tchijevsky jusqu'en  
1605 et selon M. Waldmeier  
depuis 1610

MA 11 janvier 1568		1567-1569	
ME 13 janvier 1568			
ME 12 mai 1568			
JU 15 mai 1568			
SA 29 mars 1570			
ME 2 avril 1570			
VE 30 sept. 1572			Maximum 1572
JU 8 oct. 1572			
MA 3 mai 1574			
VE 9 mai 1574			
SA 17 mai 1574			
VE 15 déc. 1575			
ME 22 déc. 1575			
SA 21 juin 1577			
ME 18 juillet 1577			
SA 2 juillet 1578			
ME 13 juillet 1578			
ME 18 février 1579			
VE 26 février 1579			
VE 28 sept. 1580		1580 F	
ME 1 oct. 1580			Maximum 1581
SA 13 sept. 1583			
JU 16 sept. 1583		1583	
ME 20 oct. 1586			
MA 21 oct. 1586		1586 F	
VE 6 mars 1587			
MA 16 mars 1587			
JU 3 avril 1590			Maximum 1588-1591
ME 8 avril 1590			
JU 10 juillet 1593		1592 f	
VE 23 juillet 1593			
SA 28 janvier 1594			
ME 28 janvier 1594			
SA 11 février 1595			1595
VE 3 mars 1595			
JU 3 déc. 1597			
MA 23 déc. 1597			
ME 12 mars 1598			
SA 21 mars 1598			
MA 28 janvier 1600		1599 F	
JU 5 février 1600			
ME 5 février 1600			
ME 30 avril 1602			1600-1601
SA 9 mai 1602			
JU 9 mai 1603			
SA 22 mai 1603			
SA 2 juin 1604			
JU 9 juin 1604		1604 F	
ME 10 juillet 1605			Maximum 1605
JU 15 juillet 1605			

348 RELATION POSSIBLE ENTRE LES ALIGNEMENTS DE PLANÈTES, L'ACTIVITÉ SOLAIRE

Dates des alignements des planètes visibles à l'oeil nu situées d'un même côté du Soleil dans un cône d'ouverture de 15° et dont le sommet se trouve sur le Soleil.

Peste en Europe selon  
J.N. Biraben  
Epoques des poussées    Epoques des rémissions  
F = fortes  
f = faibles

Activité solaire selon  
A.L. Tchijevsky jusqu'en  
1605 et selon M. Waldmeier  
depuis 1610

VE	10 mai	1606			
MA	26 mai	1606			
ME	21 juin	1606			
SA	25 juin	1606			
JU	27 sept.	1607			
ME	30 sept.	1607			
SA	19 juillet	1608			
MA	3 août	1608			
VE	18 juillet	1609			
SA	31 juillet	1609			
ME	9 août	1610			Minimum 1610-1611
SA	13 août	1610			
VE	26 février	1611			
ME	15 mars	1611			
SA	7 sept.	1612			
VE	28 sept.	1612			
ME	7 janvier	1615	1614-1616 (disparition presque totale)		Maximum 1615
MA	15 janvier	1615			
VE	16 juillet	1617			
JU	19 juillet	1617			
SA	13 nov.	1617			
ME	21 nov.	1617			
ME	18 février	1619			Minimum 1619
VE	24 février	1619			
MA	5 mai	1621			
ME	14 mai	1621			
ME	24 avril	1622			
VE	5 mai	1622			
JU	14 janvier	1623			
SA	21 janvier	1623			
SA	4 février	1624			
JU	15 février	1624			
ME	10 juillet	1625	1625 F		
VE	14 juillet	1625			Maximum 1626
JU	17 mai	1627		1627	
ME	26 mai	1627			
SA	9 avril	1629			
ME	15 avril	1629			
SA	22 avril	1630			
VE	3 mai	1630	1630 F		
SA	28 mai	1633			
ME	6 juin	1633			
ME	8 avril	1634			Minimum 1634
MA	17 avril	1634			
JU	18 mars	1637	1636 F		
ME	21 mars	1637			
JU	20 avril	1638			
VE	30 avril	1638			
SA	19 août	1640			Maximum 1639
MA	22 août	1640			

Dates des alignements des planètes visibles à l'oeil nu situées d'un même côté du Soleil dans un cône d'ouverture de 15° et dont le sommet se trouve sur le Soleil.

Peste en Europe selon  
J.N. Biraben  
Epoques des poussées    Epoques des rémissions  
F = fortes  
f = faibles

Activité solaire selon  
A.L. Tchijevsky jusqu'en  
1605 et selon M. Waldmeier  
depuis 1610

JU	5 sept.	1642		1642-1643 (disparition presque totale)	
SA	14 sept.	1642			
SA	28 sept.	1643			
JU	12 oct.	1643			
SA	24 oct.	1645	1645		Minimum 1645
ME	25 oct.	1645			
ME	22 janvier	1647			
MA	23 janvier	1647			
JU	23 janvier	1647			
SA	20 nov.	1647			
VE	3 déc.	1647			Maximum 1649
ME	21 juin	1652	1651-1655		
JU	29 juin	1652			
JU	10 sept.	1654			
ME	14 sept.	1654			Minimum 1655
JU	22 nov.	1656			
ME	27 nov.	1656	1656 F		
ME	16 mars	1657			
SA	22 mars	1657			
JU	27 janvier	1659		1658-1663 (disparition totale)	
ME	9 février	1659			
VE	11 février	1659			Maximum 1660
ME	4 mai	1661			
SA	10 mai	1661			
VE	24 avril	1662			
JU	29 avril	1662			
JU	31 mai	1663			
SA	4 juin	1663			
ME	22 nov.	1663			
VE	28 nov.	1663			
ME	25 juin	1665			
SA	26 juin	1665	1665-1666 F		
VE	2 juillet	1665			Minimum 1666
ME	25 avril	1668			
MA	27 avril	1668			
ME	13 août	1669			
SA	14 août	1669			
MA	8 sept.	1672	1670-1674		
SA	21 sept.	1672			
JU	3 mai	1674			
ME	7 mai	1674			Maximum 1675
MA	30 janvier	1679			
ME	5 février	1679	1679 f		Minimum 1679
ME	3 janvier	1681			
SA	8 janvier	1681			
VE	5 février	1683			
JU	5 février	1683			
SA	5 février	1683			
SA	19 février	1684		1683-1703 (disparition presque totale)	
ME	4 mars	1684			
JU	7 mars	1684			Maximum 1685

350 RELATION POSSIBLE ENTRE LES ALIGNEMENTS DE PLANÈTES, L'ACTIVITÉ SOLAIRE,

Dates des alignements des planètes visibles à l'oeil nu situées d'un même côté du Soleil dans un cône d'ouverture de 15° et dont le sommet se trouve sur le Soleil.			Peste en Europe selon J.N. Biraben	Activité solaire selon A.L. Tchijevsky jusqu'en 1605 et selon M. Waldmeier depuis 1610
	Epoques des poussées	Epoques des rémissions	F = fortes f = faibles	
VE	17 avril 1686			
JU	8 mai 1686			
SA	10 avril 1688			
ME	19 avril 1688			
ME	26 octobre 1691			
JU	2 nov. 1691			Minimum 1689
ME	5 janvier 1694			
JU	9 janvier 1694			Maximum 1693
MA	17 janvier 1694			
VE	31 janvier 1699			
ME	1 février 1699			Minimum 1698
MA	9 mai 1700			
ME	13 mai 1700			
VE	2 sept. 1700			
SA	3 sept. 1700			
JU	26 août 1701			
ME	28 août 1701			
ME	5 avril 1702			
VE	13 avril 1702			
SA	29 sept. 1702			
JU	2 oct. 1702			
JU	8 nov. 1703			
ME	14 nov. 1703			
VE	16 nov. 1703			
SA	25 oct. 1704			
ME	28 oct. 1704			
ME	15 juin 1705			
VE	21 juin 1705			Maximum 1705 (58)
SA	22 nov. 1706			
MA	24 nov. 1706			
ME	21 août 1708			
VE	29 août 1708			
SA	19 déc. 1709			
MA	4 janvier 1710	1710		
SA	31 janvier 1712			
ME	5 février 1712			Minimum 1712 (0)
SA	4 mars 1716			
ME	10 mars 1716			
VE	9 avril 1718			
SA	19 avril 1718			Maximum 1717 (63)
ME	8 mai 1720			
SA	12 mai 1720			
ME	18 avril 1721			
JU	21 avril 1721	1721		
JU	22 mai 1722			
SA	6 juin 1722			
SA	18 juin 1723			
JU	25 juin 1723			1723-1769
SA	28 juin 1724			Minimum 1723 (11)
ME	28 juin 1724			

Dates des alignements des planètes visibles à l'œil nu situées d'un même côté du Soleil dans un cône d'ouverture de 15° et dont le sommet se trouve sur le Soleil.

Peste en Europe selon  
J.N. Biraben  
Epoques des poussées    Epoques des rémissions  
F = fortes  
f = faibles

Activité solaire selon  
A.L. Tchijevsky jusqu'en  
1605 et selon M. Waldmeier  
depuis 1610

REMARQUE :				
18 mars	1725:			
$\lambda_{ME} = \lambda_{VE} \approx \lambda_{MA} \approx \lambda_{JU}$				
mouvement direct				
ME	21 janvier 1726			
MA	26 janvier 1726			
VE	9 nov. 1727			Maximum 1727 (122)
JU	18 nov. 1727			
ME	17 février 1731			
JU	23 février 1731			
VE	6 nov. 1735			Minimum 1733 (5)
SA	16 nov. 1735		1723-1769	
MA	5 déc. 1738			
SA	28 déc. 1738			Maximum 1738 (111)
VE	19 janvier 1739			
ME	24 janvier 1739			
ME	8 janvier 1740			
SA	11 janvier 1740			
ME	22 déc. 1740			
JU	27 déc. 1740			
MA	11 janvier 1741			
SA	24 janvier 1741			
JU	27 janvier 1742			
SA	7 février 1742			
MA	16 février 1743			
SA	21 février 1743			
JU	27 février 1743			
VE	3 nov. 1743			
ME	5 nov. 1743			
SA	18 mars 1745			Minimum 1745
MA	20 mars 1745			
VE	10 juin 1745		1723-1769	
ME	3 juin 1745			
SA	14 avril 1747			
ME	24 avril 1747			
MA	1 mai 1747			
JU	9 août 1748			
ME	12 août 1748			
VE	19 août 1748			
VE	7 juin 1753			Maximum 1750 (83)
SA	24 juin 1753			
MA	2 février 1758			
ME	5 février 1758			
JU	5 juin 1758			
ME	7 juin 1758			
JU	20 sept. 1761			
SA	30 sept. 1761		1723-1769	Maximum 1761 (86)
SA	14 oct. 1762			
JU	28 oct. 1762			
SA	28 oct. 1763			
ME	1 nov. 1763			
ME	31 mars 1768			Minimum 1766 (11)
JU	6 avril 1768			

Dates des alignements des planètes visibles à l'oeil nu situées d'un même côté du Soleil dans un cône d'ouverture de 15° et dont le sommet se trouve sur le Soleil.

Peste en Europe selon  
J.N. Biraben  
Epoques des poussées    Epoques des rémissions  
F = fortes  
f = faibles

Activité solaire selon  
A.L. Tchijevsky jusqu'en  
1605 et selon M. Waldmeier  
depuis 1610

VE	9 janvier	1771				Maximum 1769 (116)
SA	1 février	1771	1770-1771			
ME	8 février	1771				
VE	12 août	1772				
JU	20 août	1772		1772		
SA	14 mars	1774				
VE	23 mars	1774				
MA	23 février	1775				
SA	26 mars	1775				Minimum 1775 (7)
ME	24 mars	1775				
ME	12 mai	1779				Maximum 1778 (159)
MA	13 mai	1779				
SA	15 mai	1779				
ME	16 mars	1782				
VE	20 mars	1782				
JU	15 juin	1782				
SA	19 juin	1782				
SA	1 juillet	1783				
JU	20 juillet	1783				
MA	1 oct.	1783				
VE	23 oct.	1783				
ME	27 oct.	1783				
ME	23 mai	1785				Minimum 1784 (10)
VE	29 mai	1785				
ME	24 sept.	1785				
JU	1 oct.	1785				
SA	18 août	1787				
ME	22 août	1787				
ME	8 déc.	1787				
JU	13 déc.	1787				
ME	2 août	1788				Maximum 1788 (141)
VE	7 août	1788				
MA	10 février	1790				
JU	14 février	1790				
JU	17 mai	1793				
VE	26 mai	1793				
JU	24 juillet	1795				
ME	25 juillet	1795				
ME	12 janvier	1799				Minimum 1798 (3)
SA	13 janvier	1799				
JU	19 février	1802				
SA	24 février	1802				
MA	24 déc.	1802				
VE	1 janvier	1803				
SA	9 mars	1803				
JU	22 mars	1803				
ME	19 mai	1805				Maximum 1805 (49)
JU	22 mai	1805				
SA	22 mai	1809				
VE	23 mai	1809				
MA	26 mai	1811				Minimum 1810 (0)
ME	31 mai	1811				
SA	15 juin	1811				

Dates des alignements des planètes visibles à l'oeil nu situées d'un même côté du Soleil dans un cône d'ouverture de 15° et dont le sommet se trouve sur le Soleil.

Peste en Europe selon  
J.N. Biraben  
Epoques des poussées Epoques des rémissions  
F = fortes  
f = faibles

Activité solaire selon  
A.L. Tchijevsky jusqu'en  
1605 et selon M. Waldmeier  
depuis 1610

JU 22 février 1814 {			
VE 12 mars 1814 {			
VE 14 oct. 1815 {			
MA 16 oct. 1815 {			
VE 21 mai 1817 {			Maximum 1816 (48)
JU 27 mai 1817 {			
SA 15 oct. 1821 {			
JU 16 oct. 1821 {			
MA 19 février 1822 {			
ME 8 mars 1822 {			
VE 10 mars 1822 {			
SA 30 oct. 1822 {			
ME 5 nov. 1822 {			
ME 14 mai 1825 {			Minimum 1823 (0)
VE 19 mai 1825 {			
SA 24 déc. 1826 {			
VE 25 déc. 1826 {			
JU 30 mars 1827 {			
ME 6 avril 1827 {			
ME 24 juillet 1828 {			
VE 28 juillet 1828 {			
ME 8 sept. 1832 {			Maximum 1830 (72)
JU 16 sept. 1832 {			Minimum 1833 (7)
ME 24 nov. 1834 {			
JU 28 nov. 1834 {			
VE 23 déc. 1834 {			
MA 2 janvier 1835 {			
JU 2 février 1837 {			Maximum 1837 (147)
MA 5 février 1837 {			
ME 5 février 1837 {			
JU 3 mars 1838 {			
VE 6 mars 1838 {			
ME 17 mai 1838 {			
SA 18 mai 1838 {			
MA 12 mars 1839 {			
JU 4 avril 1839 {			
JU 6 juin 1841 {			
SA 22 juin 1841 {			
SA 3 juillet 1842 {			
ME 8 juillet 1842 {			
JU 10 juillet 1842 {			
VE 22 juillet 1844 {			Minimum 1843 (10)
SA 26 juillet 1844 {			
SA 7 août 1845 {			
MA 19 août 1845 {			
SA 20 août 1846 {			
ME 25 août 1846 {			Maximum 1848 (132)

Ce sont les dates du calendrier julien jusqu'au 24 octobre 1582 et les dates du calendrier grégorien depuis le 3 novembre 1582.

## GROUPEMENTS DE PLANÈTES ET ACTIVITÉ SOLAIRE

Les orbites des planètes étant peu inclinées les unes sur les autres, leurs latitudes écliptiques se trouvent toujours à l'intérieur du cône d'ouverture de  $15^\circ$  dont le sommet se trouve sur le Soleil.

Dans le tableau précédent, les dates des alignements calculées de 1342 à 1846, la Terre y figure toujours, bien qu'elle ne soit pas mentionnée. Les dates comparées à celles des minima et des maxima de l'activité solaire nous montrent sans ambiguïté qu'il n'existe pas de relation directe entre ces phénomènes. Même lorsque les planètes (Vénus, Terre et Jupiter auxquelles on peut joindre Mercure) qui ont la plus grande influence sur l'effet de marée à la surface du Soleil, sont alignées, celui-ci présente soit son activité maximale, soit son activité minimale ou encore entre un minimum et un maximum. Exemples:

*Maxima de l'activité solaire*

1615	
1626	
1649	

*Alignements*

1617 (Vénus-Jupiter)
{ 1625 (Mercure-Vénus)
1627 (Jupiter-Mercure)
aucun alignement de 1647 à 1652

*Minima de l'activité solaire*

1619	
1666	
1723	
1775	

1619 (Mercure-Vénus)
aucun alignement de 1665 à 1668
1723 (Jupiter-Saturne)
1775 (Mercure-Mars-Saturne)

L'alignement de Mercure-Vénus-Mars-Jupiter de 1725 a lieu entre un minimum et un maximum.

Nous pouvons faire la même remarque lorsque les planètes sont alignées tout en étant situées de part et d'autre du Soleil. On sait que l'effet de marée sur le Soleil, dû aux planètes est sensiblement le même si les planètes sont alignées d'un même côté ou des deux côtés du Soleil. Exemples:

*Maxima de l'activité solaire*

1615	
1649	

*Alignements*

1615 (Vénus-Jupiter)
pas d'alignement important

*Minima de l'activité solaire*

1610	
1634	

1610 (Vénus-Jupiter)
pas d'alignement important

Parmi les causes mécaniques agissant sur le Soleil, il faut retenir: le mouvement du Soleil autour du centre de gravité du système solaire, l'accélération de ce mouvement et les marées.

On a souvent rapproché la période du cycle solaire de la période sidérale (11,86 ans) de Jupiter. Selon M. Waldmeier la durée du cycle undécennal est de 11,06 ans. Mais il s'agit là d'une *moyenne*. La différence entre les valeurs individuelles et la moyenne sont trop importantes pour qu'un rapprochement soit acceptable. D'autre part, les maxima et les minima de ces cycles sont inégaux, ils croissent ou décroissent. En effet, les nombres relatifs lors des minima varient de 0 à 11,4 et ceux des maxima présentent des différences allant de 45,8 à 190,2.

Paul D. Jose étudie le mouvement du Soleil, à partir des coordonnées des planètes extérieures, autour du centre de gravité du système solaire. Il obtient une période de 178,77 ans (1833-2013) en utilisant les paramètres suivants:

$R$  : distance du Soleil au centre de masse

$V = \frac{dR}{dt}$  : vitesse du Soleil

$\rho$  : rayon de courbure de l'orbite du Soleil

$L$  : moment angulaire du Soleil autour du centre de masse

$P$  : moment angulaire du Soleil autour du centre instantané de courbure

$\frac{dL}{dt}$  et  $\frac{dP}{dt}$

Il existe plusieurs périodes se rapprochant de celle calculée par P. D. Jose:

- 1) la période « Synodique » de Jupiter-Saturne étant de 19,86 ans, 9 « périodes synodiques » = 178,74 ans
- 2) la période synodique Uranus-Neptune est de 171,4 ans
- 3) la Terre, Mars, Jupiter et Saturne se retrouvent à peu près alignés d'un même côté du Soleil tous les 178 ans environ
- 4) Mercure, Vénus, la Terre et Mars: tous les 160 ans environ.

Si les calculs ne laissent aucun doute sur la période de rotation du Soleil soit 178,77 ans autour du centre de masse du système solaire, on ne peut affirmer que ce mouvement et les alignements ci-dessus jouent un rôle dans l'activité solaire. Le déplacement du Soleil atteint une distance maximale à peu près égale à son diamètre, ce qui est faible comparativement aux distances Soleil — planètes. D'ailleurs les maxima et les minima de l'activité solaire ont lieu aussi bien lorsque la distance  $R$  est grande que lorsqu'elle est petite. Voici quelques exemples:

Dates	<i>R</i>	Activité minimale ou maximale	Nombre de Wolf
1666	$10 \cdot 10^{-3} \text{ UA}$	min.	—
1712	$2 \cdot 10^{-3}$	min.	0
1750	$4 \cdot 10^{-3}$	max.	83,40
1770	$5 \cdot 10^{-3}$	max.	106,1
1775	$5 \cdot 10^{-3}$	min.	7

Ces valeurs ne sont donc pas exceptionnelles.

Entre les minima de l'activité solaire de 1784,7 et de 1610,8 il s'écoule 173,9 ans.

Entre les minima de l'activité solaire de 1878,9 et de 1698 il s'écoule 180,9 ans, soit une différence de 7 ans.

Entre les maxima de l'activité solaire de 1778,1 et de 1615,5 il s'écoule 172,6 ans.

Entre les maxima de l'activité solaire de 1907 et de 1727,5 il s'écoule 179,5 ans, soit une différence de 6,9 ans.

Ces différences ne parlent pas en faveur d'une parfaite coïncidence entre l'activité solaire et le mouvement du Soleil. En revanche, les diagrammes établis par P. D. Jose pour les périodes 1750-1785 et 1928-1963 concordent assez bien. Ce sont les seules périodes comparables puisque nous ne possédons pas de données précises antérieurement à 1750.

R. Wood et K. Wood étudient l'accélération du Soleil et sa dérivée par rapport au temps (jerk). Les auteurs ont pris en considération les débuts des cycles 17 et 18 de l'activité solaire (1933-34 et 1944-45) et trouvent une similitude de la variation de l'accélération. L'accélération atteint  $1,4 \cdot 10^{-7}$  à  $2,9 \cdot 10^{-7} \text{ m/sec.}^2$  (Jupiter y contribuant pour les trois quarts) et un maximum tous les 11,86 ans qui est égal à la période sidérale de Jupiter. Le « jerk » varie de 0 à  $2,8 \cdot 10^{-14} \text{ m/sec.}^3$  et aurait une période de 11,08 ans. Cela ne prouve toutefois pas que cette période soit à rapprocher du cycle solaire, ce dernier pouvant varier, selon M. Waldmeier, de 8,2 à 17 ans. Les intervalles de temps étudiés sont trop courts. La période synodique de Vénus étant 1,6 ans, 7 périodes synodiques = 11,2 ans, celle de Jupiter de 1,09 ans  $10 \times 1,09 = 10,9$  ans, la période « synodique » Vénus-Jupiter est de 0,649 année donc  $17 \times 0,649 = 11,03$  années. Les différences entre ces quatre périodes deviennent trop importantes après un intervalle de plusieurs cycles solaires. Il est intéressant de noter que R. Wood et K. Wood ont établi que l'influence des planètes intérieures sur le « jerk » est égale à celle des planètes extérieures.

Parmi les perturbations causées par les planètes, il faut évidemment tenir compte des marées.

Utilisons la formule connue:

$$\frac{h}{R} = \frac{1}{2} \frac{m}{M} \left( \frac{R}{D} \right)^3 (3 \cos^2 \lambda - 1)$$

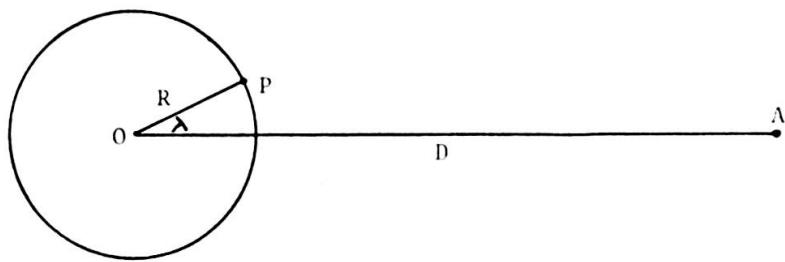


FIG. 1. — Effet de marée au point P.

$O$  est le centre du Soleil,  $P$  un point de sa surface,  $\overline{OA}$  la direction de la planète  $D$  sa distance,  $m$  sa masse,  $M$  et  $R$  la masse et le rayon du Soleil et  $\lambda$  l'angle  $\widehat{POA}$ . En posant  $\lambda = O$ ,  $h$  est l'amplitude maximale de la marée causée en  $P$  se trouvant alors sur  $\overline{OA}$ . La formule devient:

$$\frac{h}{R} = \frac{m}{M} \left( \frac{R}{D} \right)^3$$

M. TRELLIS a obtenu les valeurs suivantes de  $\frac{h}{R}$ :

Mercure	$2,918 \cdot 10^{-13}$
Vénus	$6,541 \cdot 10^{-13}$
Terre	$3,020 \cdot 10^{-13}$
Mars	$0,092 \cdot 10^{-13}$
Saturne	$0,329 \cdot 10^{-13}$
Uranus	$0,006 \cdot 10^{-13}$

soit un total de  $19,733 \cdot 10^{-13}$

d'où  $h$  maximum =  $19,733 \cdot 10^{-13} \cdot 6,96 \cdot 10^{11}$  mm = 1,37 mm

donc pour le cas où les planètes seraient rigoureusement alignées d'un même côté du Soleil.

Comparativement à la Terre = 1, ces résultats deviennent:

Mercure	0,97
Vénus	2,17
Terre	1
Mars	0,03
Jupiter	2,26
Saturne	0,11

C'est-à-dire, par exemple, que l'activité de Mercure est légèrement inférieure à celle de la Terre et celle de Vénus environ 2 fois plus grande que celle de la Terre.

Calculons également l'accélération maximale de la marée sur le Soleil due aux planètes en fonction de l'accélération de la pesanteur à la surface de la Terre. On utilise:

$$\frac{f}{g} = \frac{\frac{2 K M_p R_\odot}{D^3}}{\frac{K M_p}{R_p^2}}$$

$f$  = force perturbatrice due aux planètes

$k$  = constante de la gravitation universelle

$R_\odot$  = rayon du Soleil

$D$  = distance planète-Soleil (demi-grand axe de l'orbite)

$R_p$  = rayon de la planète

$M_p$  = masse de la planète

ce qui nous donne:

Mercure	$158 \cdot 10^{-13}$
Terre	$168 \cdot 10^{-13}$
Vénus	$358 \cdot 10^{-13}$
Mars	$5 \cdot 10^{-13}$
Jupiter	$375 \cdot 10^{-13}$
Saturne	$18 \cdot 10^{-13}$

soit une accélération totale de  $1082 \cdot 10^{-13} \cdot 981 \text{ cm/sec.}^2$

$$\cong 10^{-7} \text{ cm/sec.}^2$$

De nouveau, calculons ces valeurs comparativement à la Terre:

Mercure	0,94
Vénus	2,13
Terre	1
Mars	0,03
Jupiter	2,23
Saturne	0,11

Ces deux groupes de valeurs montrent que les planètes Jupiter, Vénus apportent la plus grande contribution à l'amplitude de la marée sur la surface du Soleil. Ensuite viennent la Terre, Mercure et Saturne. La contribution des autres planètes, y compris Mars, est négligeable. Celle de Mercure est presque égale à celle de la Terre. Selon E. K. Bigg, l'effet de la planète Mercure est deux fois plus grand lorsqu'elle se trouve à son périhélie et alignée avec Vénus, la Terre et Jupiter d'un même

côté du Soleil que lorsque ces dernières se trouvent de l'autre côté du Soleil. Il n'en donne pas la raison. L'orbite de Mercure étant assez excentrique et sa période sidérale de 88 jours étant courte, sa distance au Soleil passe de 0,308 *UA* au périhélie à 0,46 *UA* à l'aphélie en 44 jours et inversement. Il s'ensuit que l'amplitude de la marée et la force perturbatrice dues à Mercure peuvent varier chacune dans un rapport:

$$\left(\frac{0.467}{0.308}\right)^3 \cong 3,5$$

Mercure étant la planète la plus proche du Soleil, ses périodes « synodiques » avec les autres planètes sont courtes:

Mercure-Vénus :	145 jours
Mercure-Terre :	116 jours
Mercure-Mars :	101 jours
Mercure-Jupiter :	90 jours
Mercure-Saturne:	89 jours

ce qui signifie que les alignements de Mercure, non seulement avec ces planètes, mais avec toutes les planètes sont fréquents. Pour en tenir compte, j'ai établi sur une période de 50 ans les alignements répondant aux conditions précitées mais des deux côtés du Soleil, exception faite pour Mercure. La période 1600-1650 a été choisie puisqu'il s'agit de la première pour laquelle nous possédons des données plus précises sur l'activité solaire. Nous constatons alors que seulement pendant les années 1601, 1604, 1628, 1633, 1640 et 1641 il n'y a pas d'alignement. En revanche les planètes Vénus et Jupiter occupent les positions suivantes:

## 1601

Vénus	conjonction inférieure	juillet
Jupiter	opposition	mars
Jupiter	conjonction	septembre

## 1604

Vénus	conjonction inférieure	septembre-octobre
Jupiter	opposition	juin
Jupiter	conjonction	décembre

## 1628

Vénus	conjonction inférieure	septembre
Jupiter	opposition	juin
Jupiter	conjonction	déc. 1628-janv. 1629

*1633*

Vénus	conjonction inférieure	juillet
Jupiter	conjonction	mai
Jupiter	opposition	décembre

*1640*

Vénus	conjonction supérieure	septembre
Jupiter	opposition	juin

*1641*

Vénus	conjonction inférieure	juillet
Jupiter	conjonction	janvier
Jupiter	opposition	juillet-août

Mercure se trouve en moyenne 3 fois par année en conjonction supérieure et aussi 3 fois par année en conjonction inférieure.

Il est peut-être utile de connaître aussi les périodes « synodiques » de Vénus et de Jupiter avec les autres planètes :

Vénus-Mercure :	145 jours
Vénus-Terre :	584 jours
Vénus-Mars :	334 jours
Vénus-Jupiter :	237 jours
Vénus-Saturne :	229 jours
Jupiter-Mercure:	90 jours
Jupiter-Vénus :	237 jours
Jupiter-Terre :	399 jours
Jupiter-Mars :	816 jours
Jupiter-Saturne :	7 253 jours

Toutes ces périodes sont courtes à l'exception de celle de Jupiter-Saturne. Si on excepte la Terre, il va de soi qu'il existe de nombreux et fréquents alignements :

Mercure-Vénus-Soleil  
Mercure-Jupiter-Soleil  
Vénus-Jupiter-Soleil

planètes qui, comme nous venons de le voir, ont la plus grande influence perturbatrice sur le Soleil. Il se produit deux alignements, soit d'un côté, soit des deux côtés du Soleil par période synodique.

Les excentricités des orbites étant faibles, excepté celle de Mercure, les demi-grands axes ont été pris comme distances des planètes au Soleil.

M. Treillis a étudié l'aire tachée pendant sept cycles solaires de 1879 à 1954. Pour chaque jour, il a réparti les taches en « groupes » et conclut que l'aire tachée et les groupes quotidiens semblent être plus élevés lorsque la « marée » est haute. Cet auteur émet l'hypothèse que cela peut provenir soit de ce que les centres actifs ont une durée de vie plus importante, soit de ce qu'il en naît un plus grand nombre. Ce phénomène est considérable mais comment l'expliquer? Cela paraît difficile à partir, comme nous l'avons vu, d'une marée de 1 mm et d'une variation de la pesanteur de  $10^{-7}$  cm/sec<sup>2</sup>.

En se basant sur les travaux des différents auteurs cités, sur les dates des alignements de 1300 à 1850, sur ceux de 1600 à 1650, sur la non-concordance de nombreuses dates avec les cycles de l'activité solaire dont les maxima et les minima varient, il est téméraire d'établir des corrélations directes entre ces phénomènes.

Avec M. Trellis, admettons, pour l'instant, que les planètes introduisent une modulation d'une activité ayant une origine essentiellement solaire.

#### *Peste et activité solaire*

Les tableaux précédents relatifs aux alignements des planètes et aux poussées de peste et cette dernière conclusion ne permettent pas d'affirmer l'existence de liaisons directes entre les groupements de planètes et les épidémies de peste.

En revanche, nous avons vu que le climat s'est refroidi pendant la première moitié du XIV<sup>e</sup> siècle. D'après le diagramme de J. R. Hill, les maxima de l'activité solaire ont décrû pendant ce laps de temps. Au milieu de ce XIV<sup>e</sup> siècle, les conditions sont réalisées pour permettre le développement du virus de la peste.

En 1350, le maximum de l'activité solaire croît, en 1360 l'activité décroît d'abord pour augmenter jusqu'en 1385 et diminuer jusqu'en 1445 et osciller autour de 100 taches à la fin du XV<sup>e</sup> siècle. Les poussées de peste sont assez fortes de 1348 à 1400 avec une disparition presque totale en 1385-1386 et une rémission de 1392-1393. L'épidémie est plus faible (avec quelques courtes rémissions) de 1400 à 1456, année où elle atteint un maximum, forte en général pendant la seconde moitié du XV<sup>e</sup> siècle. Au début du XVI<sup>e</sup> siècle, les poussées, bien que deux soient fortes, sont moins nombreuses, les maxima de l'activité solaire sont plus élevés et retombent très bas au milieu du siècle pour augmenter jusqu'en 1600. Nous avons alors plusieurs fortes poussées jusqu'en 1604 avec de courtes périodes de rémission. Pendant les trois premiers quarts du XVII<sup>e</sup> siècle, l'activité solaire est relativement faible avec un minimum autour de 1650. Pendant cette époque, les épidémies de peste sont fortes, avec peu de périodes de rémission et une disparition presque totale de 1658 à 1663. Une forte poussée apparaît en 1665-1666, mais depuis cette date la peste est en forte régression. Les poussées sont faibles et les périodes de rémission voire de disparition sont beaucoup plus longues. On peut admettre que ce fléau a totalement disparu dans nos régions depuis 1842. Il est à noter que l'intensité de l'activité solaire s'est accrue de 1650 à 1727 et est restée d'un niveau assez élevé jusqu'en 1800.

Les maxima furent très bas de 1800 à 1840 environ et ne sont jamais retombés aussi bas jusqu'à nos jours.

Si les épidémies sont moins nombreuses et perdent de leur acuité à partir de la fin du XVII<sup>e</sup> siècle, la lutte préventive, bien que d'efficacité variable, a joué un rôle. Pendant les XIV<sup>e</sup>, XV<sup>e</sup> et XVI<sup>e</sup> siècles, on remarque une périodicité moyenne de 12 ans du retour de la peste. Il faut cependant se garder de rapprocher cette période de celle du cycle solaire moyen de 11 ans. Ces moyennes varient considérablement. (La peste apparaît aussi bien au voisinage des minima (ex. 1655, 1679) que des maxima (ex. 1383, 1604).)

Les corrélations citées plus haut ne sont pas des preuves et nous incitent à penser que les périodes pendant lesquelles les maxima de l'activité solaire régressent, le climat se refroidit et donne naissance à des conditions propices au développement du virus de la peste. (Voir tableau ci-joint.)

Bernard JUNOD

Dates	Poussées de peste	Climat	Maxima de l'activité solaire
1300-1348	fortes en 1348	refroidissement *	décroissent
1349-1400	faibles mais fréquentes fortes moins nombreuses	id. *	croissent jusqu'en 1358
1401-1456	faibles, quelques fortes surtout en 1456	vendanges à des dates normales	décroissent jusqu'en 1445
1457-1503	fortes	vendanges en général tardives	oscillent un peu au-dessous de la moyenne
1504-1557	faibles fortes moins nombreuses	hivers rudes et vendanges en général très tardives	assez élevés, décroissent vers 1550
1558-1604	plusieurs fortes poussées	id.	croissent jusqu'en 1590
1605-1666	fortes	vendanges tardives (sauf en 1636 et 1666)	activité relativement faible avec un minimum autour de 1650
1667-1727	faibles, longues périodes de rémission	plusieurs périodes chaudes	croissent
1728-1816	faibles et moins nombreuses	id.	activité assez élevée
depuis 1816	disparaissent à partir de 1842	réchauffement	id. (sauf aux environs de 1820)

\* Selon G. Utterström.

## BIBLIOGRAPHIE

- BIGG, E. K. — Influence of the planet Mercury on sunspots. *The Astronomical Journal*, Vol. 72, mai 1967.
- BIRABEN, J. N. — Les hommes et la peste en France et dans les pays méditerranéens.
- HILL, J. R. — Long term solar activity forecasting, *Nature*, Vol. 266, 10 mars 1977.
- JOSE, P. D. — Sun's motion and Sunspots, *The Astron. Journal*, Vol. 70, avril 1965.
- LE ROY LADURIE, E. — Histoire du climat depuis l'an 1000.
- MEEUS, J. — Planets, Sunspots and Earthquakes, *Mercury*, 72, juillet/août 1979.
- OKAL, E. and D. L. ANDERSON. — On the planetary theory of sunspots, *Nature*, Vol. 253, 13 février 1975.
- STAHLMANN, W. D. and O. GINGERICH. — Solar and planetary longitudes from -2500 to 2000.
- TCHIJEVSKY, A. L. — Les épidémies et les perturbations électromagnétiques du milieu extérieur.
- TRELLIS, M. — Marées d'origine solaire, *C.R.Acad. des Sciences*, Paris, 17 janvier 1966.
- Sur une relation possible entre l'aire des taches solaires et la position des planètes, *C.R.Acad. des Sciences*, Paris, 24 janvier 1966.
- Influence de la configuration du système solaire sur la naissance des centres d'activité, *C.R.Acad. des Sciences Paris*, 31 janvier 1966.
- WALDMEIER, M. — The sunspot-activity, 1610-1960.
- WOOD, R. M. and K. M. WOOD. — Solar motion and sunspot comparison, *Nature*, Vol. 208, octobre 1965.

