

**Zeitschrift:** Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société  
**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève  
**Band:** 34 (1981)

**Artikel:** Relation possible entre les alignements de planètes, l'activité solaire, le climat et l'épidémie de la peste noire au Moyen-Âge  
**Autor:** Junod, Bernard  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-740072>

### **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 <sup>xiii</sup><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 <sup>xiv</sup><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>Mercur</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>Mercur</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.

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 } ME 15 août 1346 }	1346-1347 f 1348-1350 F		Min. probable 1348 Max. 1353
JU 29 mars 1353 } ME 1 avril 1353 }		1354-1358 (disparition totale)	
SA 10 fév. 1360 } VE 19 fév. 1360 }			Min. probable 1359
JU 29 nov. 1360 } MA 6 déc. 1360 }			
SA 21 fév. 1361 } ME 6 mars 1361 }	1361-1363		
JU 3 avril 1365 } SA 13 avril 1365 }			Max. 1365
SA 25 avril 1366 } JU 4 mai 1366 }			
ME 24 sept. 1370 } JU 25 sept. 1370 }		1368	
VE 1 déc. 1372 } JU 4 déc. 1372 }			Max. 1372
VE 6 juillet 1374 } ME 16 juillet 1374 } SA 29 juillet 1374 }	1374 F		
SA 4 sept. 1377 } VE 15 sept. 1377 } ME 17 sept. 1377 } MA 28 déc. 1377 } ME 31 déc. 1377 }			
SA 28 oct. 1381 } ME 28 oct. 1381 }		1378-1379	
JU 8 déc. 1384 } SA 8 déc. 1384 }	1383 F		Max. 1383
JU 13 mai 1390 } ME 20 mai 1390 }	1388-1389 f	1385-1386 (disparition presque totale)	Min. probable 1388
ME 22 mars 1393 } SA 25 mars 1393 }		1392-1393	
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 } ME 16 mars 1400 }	1400 F		Max. probable 1402
SA 23 juillet 1403 } 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	
SA 8 oct. 1409 }		(disparition presque totale)	
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 }			
ME 8 juin 1422 }	1420		
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 }		1432	
SA 25 août 1435 }			Min. probable 1435
JU 1 juin 1438 }	1438		
VE 18 juin 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 }		1445	
MA 25 mars 1446 }		(disparition totale)	Maximum 1446
ME 26 février 1447 }			
JU 3 mars 1447 }			

# 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° et dont le  
sommet se trouve sur le Soleil.

Peste en Europe selon  
J.N. Biraben  
Epoques des poussées Epoques des rémissions

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

F = fortes  
f = faibles

VE 23 janvier 1448 )			
SA 4 février 1448 )			
VE 4 avril 1451 )	1450 F		
ME 14 avril 1451 )			
ME 25 mars 1452 )			
SA 26 mars 1452 )			
ME 16 janvier 1456 )		1453-1454	
VE 20 janvier 1456 )			
SA 14 mai 1456 )	1456 F		
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 (dispa- rition presque totale)	
ME 18 mars 1459 )			
ME 28 oct. 1460 )			
VE 4 nov. 1460 )			Maximum 1461
JU 10 juin 1462 )			
VE 10 juin 1462 )			
SA 19 août 1464 )			
JU 21 août 1464 )	1464 F		
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 )			
MA 5 nov. 1469 )		1469-1471	
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 )			
JU 15 mars 1483 )	1482 F	1479-1480	
VE 26 mars 1483 )			Max. probable 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 Maximum 1490
JU 17 février 1494 )			

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 }	1494 f		
ME 14 juin 1494 }			
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 }			
ME 15 déc. 1503 }	1502		
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 }			Maximum 1527
SA 11 oct. 1527 }			
VE 29 déc. 1527 }			
JU 1 janvier 1528 }			
MA 20 juillet 1529 }			
VE 1 août 1529 }			



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

ME 25 mars 1531 } JU 2 avril 1531 }			
ME 14 janvier 1535 } SA 16 janvier 1535 }		1534	Min. probable 1532
VE 27 déc. 1535 } ME 30 déc. 1535 }			
MA 3 janvier 1536 }			
ME 27 février 1539 } VE 10 mars 1539 }	1537 f	1538	
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 }			Min. probable 1543
SA 28 avril 1543 }			
JU 8 mai 1544 } SA 10 mai 1544 }			
ME 16 juillet 1545 } VE 27 juillet 1545 }	1545 F		
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 }			Min. probable 1555
VE 5 oct. 1556 } SA 5 oct. 1556 }			
ME 31 mars 1557 } MA 5 avril 1557 }	1557 f		
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 } JU 14 janvier 1564 }	1564 F		

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 }		1583	
JU 16 sept. 1583 }			
ME 20 oct. 1586 }	1586 F		
MA 21 oct. 1586 }			
VE 6 mars 1587 }			
MA 16 mars 1587 }			
JU 3 avril 1590 }		1589-1591	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 }	1604 F		
JU 9 juin 1604 }			
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	Maximum 1615
MA 15 janvier 1615 }		(disparition presque totale)	
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		Maximum 1626
VE 14 juillet 1625 }		1627	
JU 17 mai 1627 }			
ME 26 mai 1627 }			
SA 9 avril 1629 }			
ME 15 avril 1629 }			
SA 22 avril 1630 }	1630 F		
VE 3 mai 1630 }			
SA 28 mai 1633 }		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 }			Maximum 1639
SA 19 août 1640 }			
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	1645	1642-1643 (disparition presque totale)	Minimum 1645
SA	14 sept.	1642			
SA	28 sept.	1643			
JU	12 oct.	1643			
SA	24 oct.	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	1656 F	1651-1655	Maximum 1649
ME	21 juin	1652			
JU	29 juin	1652			
JU	10 sept.	1654			
ME	14 sept.	1654			
JU	22 nov.	1656			
ME	27 nov.	1656			
ME	16 mars	1657			
SA	22 mars	1657			
JU	27 janvier	1659			
ME	9 février	1659	1665-1666 F	1658-1663 (disparition totale)	Maximum 1660
VE	11 février	1659			
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	1679 f	1670-1674	Minimum 1666
SA	26 juin	1665			
VE	2 juillet	1665			
ME	25 avril	1668			
MA	27 avril	1668			
ME	13 août	1669			
SA	14 août	1669			
MA	8 sept.	1672			
SA	21 sept.	1672			
JU	3 mai	1674			
ME	7 mai	1674	1683-1703 (disparition presque totale)	Maximum 1675	
MA	30 janvier	1679			
ME	5 février	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			
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  
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	17 avril	1686			
JU	8 mai	1686			
SA	10 avril	1688			Minimum 1689
ME	19 avril	1688			
ME	26 octobre	1691			
JU	2 nov.	1691			
ME	5 janvier	1694			Maximum 1693
JU	9 janvier	1694			
MA	17 janvier	1694			
VE	31 janvier	1699			Minimum 1698
ME	1 février	1699			
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			Maximum 1705 (58)
VE	21 juin	1705			
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			Minimum 1712 (0)
ME	5 février	1712			
SA	4 mars	1716		1715-1717	
ME	10 mars	1716			
VE	9 avril	1718			Maximum 1717 (63)
SA	19 avril	1718			
ME	8 mai	1720			
SA	12 mai	1720			
ME	18 avril	1721	1721		
JU	21 avril	1721			
JU	22 mai	1722			
SA	6 juin	1722			
SA	18 juin	1723		1723-1769	Minimum 1723 (11)
JU	25 juin	1723			
SA	28 juin	1724			
ME	28 juin	1724			

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

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			Minimum 1733 (5)
VE 6 nov. 1735			
SA 16 nov. 1735			
MA 5 déc. 1738		1723-1769	Maximum 1738 (111)
SA 28 déc. 1738			
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			Minimum 1745
SA 18 mars 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			Maximum 1750 (83)
VE 7 juin 1753			
SA 24 juin 1753			Minimum 1755 (9)
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 }	1770-1771		Maximum 1769 (116)
SA 1 février 1771 }			
ME 8 février 1771 }			
VE 12 août 1772 }		1772	
JU 20 août 1772 }			
SA 14 mars 1774 }			
VE 23 mars 1774 }			
MA 23 février 1775 }		et disparition totale dès 1830 (dès 1842 dans les pays méditerranéens)	Minimum 1775 (7)
SA 26 mars 1775 }			
ME 24 mars 1775 }			Maximum 1778 (159)
ME 12 mai 1779 }			
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 }			Minimum 1784 (10)
ME 23 mai 1785 }			
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 }			Minimum 1798 (3)
ME 12 janvier 1799 }			
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 }			Minimum 1810 (0)
MA 26 mai 1811 }			
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			
ME	24 nov.	1834			Minimum 1833 (7)
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	$R$	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 :

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

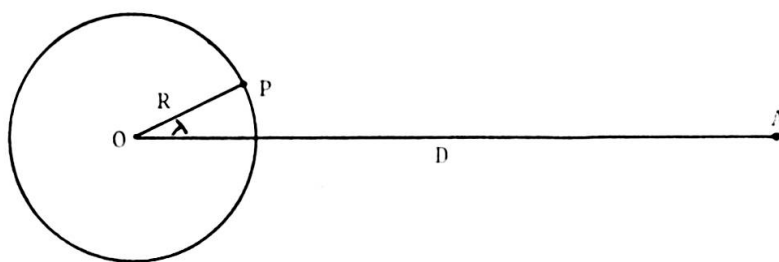


FIG. 1. — Effet de marée au point P.

$O$  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  $\lambda = 0$ ,  $h$  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 =  $19,733 \cdot 10^{-13} \cdot 6,96 \cdot 10^{11} \text{ mm} = 1,37 \text{ mm}$

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. Treillis, 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 décliné 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 tar- dives	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.
- TCHJEVSKY, 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.

