

Relation possible entre les alignements de planètes, l'activité solaire, le climat et l'épidémie de la peste noire au Moyen-Âge

Autor(en): **Junod, Bernard**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société**

Band (Jahr): **34 (1981)**

PDF erstellt am: **24.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-740072>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

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

PAR

Bernard JUNOD¹

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

¹ 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^e et XV^e 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^e siècle après avoir atteint un maximum au XIII^e 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^e, XV^e, XVI^e siècles et atteint son maximum, comme nous le verrons plus loin, aux XVII^e et XVIII^e siècles. Cette avance serait confirmée par la ruine des colonies normandes au Groenland au XIV^e 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^e 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^e 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^e siècle ou du début du XX^e siècle. H. Kinzl qui a examiné 67 glaciers pense que 23 ont eu leur maximum récent le plus prononcé au XVII^e 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 K	-10.71 K	0.3938 K	18.0276 K	1.301 K

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

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 } 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)	Min. probable 1359
SA 10 fév. 1360 } VE 19 fév. 1360 }			
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 }		1578-1379	
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 } SA 8 oct. 1409 }		1408 (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 } SA 13 janvier 1417 }		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 } VE 20 juin 1422 }	1420		
SA 13 avril 1424 } ME 25 avril 1424 }		1423	
JU 24 avril 1425 } SA 25 avril 1425 }	1425 f		Max. probable 1425
JU 2 juillet 1427 } ME 9 juillet 1427 }	1427 f		
VE 20 juin 1430 } SA 24 juin 1430 }			
MA 19 août 1435 } SA 25 août 1435 }		1432	Min. probable 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 }		1445 (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)		1453-1454	
SA 26 mars 1452)			
ME 16 janvier 1456)			
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 (dispa- rition presque totale)	
ME 18 mars 1459)			
ME 28 oct. 1460)			Maximum 1461
VE 4 nov. 1460)			
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)		1469-1471	
MA 5 nov. 1469)	1472 f		Max. probable 1472
JU 16 juin 1474)			
ME 20 juin 1474)			
ME 11 janvier 1476)			
SA 16 janvier 1476)		1477	
ME 1 avril 1478)	1478 F		Min. probable 1478
MA 3 avril 1478)			
SA 23 février 1479)		1479-1480	
ME 13 mars 1479)			
JU 15 mars 1483)	1482 F		Max. probable 1483
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)		1487-1491	Min. probable 1487 Maximum 1490
ME 9 février 1494)			
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		1498 f
VE	9 janvier	1496		
SA	1 nov.	1499		Max. probable 1500
ME	5 nov.	1499		
ME	18 oct.	1500		1502
VE	22 oct.	1500		
MA	15 nov.	1501		1504 f
SA	28 nov.	1501		
ME	15 déc.	1503		1506
JU	22 déc.	1503		
MA	26 déc.	1503		Min. probable 1507
SA	26 déc.	1503		
VE	6 janvier	1504		1509
SA	8 janvier	1505		
JU	22 janvier	1505		Maximum 1511
SA	22 janvier	1506		
MA	29 janvier	1506		1510-1521
JU	21 février	1506		
VE	20 mars	1507		Maximum 1520
JU	25 mars	1507		
SA	18 février	1508		1522 F
MA	2 mars	1508		
MA	12 avril	1510		Maximum 1527
ME	18 avril	1510		
SA	29 mars	1511		1529
ME	30 mars	1511		
JU	20 oct.	1513		1528
ME	21 oct.	1513		
SA	16 mai	1515		1529
ME	20 mai	1515		
VE	17 oct.	1516		1529
MA	27 oct.	1516		
SA	3 juillet	1519		1529
ME	11 juillet	1519		
MA	14 janvier	1521		1529
ME	28 janvier	1521		
ME	31 mai	1521		1529
JU	1 juin	1521		
SA	26 juillet	1521		1529
VE	3 août	1521		
JU	11 août	1523		1529
SA	19 août	1523		
SA	2 sept.	1524		1529
JU	17 sept.	1524		
ME	8 oct.	1527		1529
SA	11 oct.	1527		
VE	29 déc.	1527		1529
JU	1 janvier	1528		
MA	20 juillet	1529		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 }		1534	Min. probable 1532
ME 14 janvier 1535 } SA 16 janvier 1535 }			
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

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

F = fortes
f = faibles

MA 11 janvier 1568 } ME 13 janvier 1568 }		1567-1569	
ME 12 mai 1568 } JU 15 mai 1568 }			
SA 29 mars 1570 } ME 2 avril 1570 }			
VE 30 sept. 1572 } JU 8 oct. 1572 }			Maximum 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 } ME 1 oct. 1580 }	1580 F		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 } ME 8 avril 1590 }		1589-1591	Maximum 1588-1591
JU 10 juillet 1593 } VE 23 juillet 1593 }	1592 f		
SA 28 janvier 1594 } ME 28 janvier 1594 }			
SA 11 février 1595 } VE 3 mars 1595 }		1595	
JU 3 déc. 1597 } MA 23 déc. 1597 }			
ME 12 mars 1598 } SA 21 mars 1598 }			
MA 28 janvier 1600 } JU 5 février 1600 } ME 5 février 1600 }	1599 F		
ME 30 avril 1602 } SA 9 mai 1602 }		1600-1601	
JU 9 mai 1603 } SA 22 mai 1603 }			
SA 2 juin 1604 } JU 9 juin 1604 }	1604 F		
ME 10 juillet 1605 } JU 15 juillet 1605 }			Maximum 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	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

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

F = fortes
f = faibles

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

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			
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			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	1710		
MA	4 janvier	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:			
$\lambda_{ME} = \lambda_{VE} \cong \lambda_{MA} \cong \lambda_{JU}$			
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 } SA 1 février 1771 } ME 8 février 1771 }	1770-1771	1772	Maximum 1769 (116)
VE 12 août 1772 } JU 20 août 1772 }			
SA 14 mars 1774 } VE 23 mars 1774 }		et disparition totale dès 1830 (dès 1842 dans les pays méditerranéens)	Minimum 1775 (7)
MA 23 février 1775 } 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 } VE 7 août 1788 }			Maximum 1788 (141)
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 } JU 22 mai 1805 }			Maximum 1805 (49)
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			Minimum 1823 (0)
ME	5 nov.	1822			
ME	14 mai	1825			
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 1835 (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			Maximum 1848 (132)
ME	25 août	1846			

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° 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 :

<i>Maxima de l'activité solaire</i>	<i>Alignements</i>
1615	1617 (Vénus-Jupiter)
1626	} 1625 (Mercure-Vénus) } 1627 (Jupiter-Mercure)
1649	
 <i>Minima de l'activité solaire</i>	
1619	1619 (Mercure-Vénus)
1666	aucun alignement de 1665 à 1668
1723	1723 (Jupiter-Saturne)
1775	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 :

<i>Maxima de l'activité solaire</i>	<i>Alignements</i>
1615	1615 (Vénus-Jupiter)
1649	pas d'alignement important
 <i>Minima de l'activité solaire</i>	
1610	1610 (Vénus-Jupiter)
1634	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

ρ : 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	$10 \cdot 10^{-3} UA$	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 $2,9 \cdot 10^{-7}$ 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 $2,8 \cdot 10^{-14}$ 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:

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

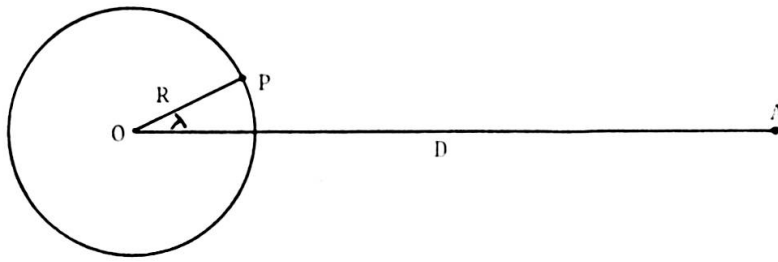


FIG. 1. — Effet de marée au point P.

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 λ l'angle \widehat{POA} . En posant $\lambda = 0$, h est l'amplitude maximale de la marée causée en P se trouvant alors sur OA . La formule devient:

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

M. TRELIS 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/sec².

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^e 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^e 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^e 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^e siècle. Au début du xvi^e 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^e 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^e siècle, la lutte préventive, bien que d'efficacité variable, a joué un rôle. Pendant les XIV^e, XV^e et XVI^e 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.
- 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.

