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: 21.11.2025

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 1

Le germe responsable de la peste a été découvert par le D^r 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:

¹ Observatoire — CH-1290 Sauverny.

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 xive et xve 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 xive siècle après avoir atteint un maximum au xiiie 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 xive, xve, xvie siècles et atteint son maximum, comme nous le verrons plus loin, aux xviie et xviiie siècles. Cette avance serait confirmée par la ruine des colonies normandes au Groenland au xive 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 climatologistes 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 kilo-
	mètre 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 plainpied? 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 xixe siècle ou du début du xxe siècle. H. Kinzl qui a examiné 67 glaciers pense que 23 ont eu leur maximum récent le plus prononcé au xviie 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:

Mercure	Vénus	Terre	Mars	Jupiter	Saturne
0.3604	1.5674	1.00	0.0465	11.7634	1.0428

La force exercée par chaque planète sur la Terre, lorsque la distance Terreplanète 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:

Mercure Vénus Mars Jupiter Saturne
$$-0.1438 K -10.71 K 0.3938 K 18.0276 K 1.301 K$$

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

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.

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

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

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

elon 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 18º			
JU 15 nov. 1407) MA 30 nov. 1407			
ME 1 oct. 1409)		1408 (disparition presque	
SA 8 oct. 1409		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			
JU 19 nov. 1419)			Min. probable 1418
ME 22 nov. 1419	1420		
ME 8 juin 1422)	1420		
VE 20 juin 1422 \		1423	
SA 13 avril 1424 ME 25 avril 1424			
JU 24 avril 1425)	1425 f		Max. probable 1425
SA 25 avril 1425	1423 1		nax. producte 1425
JU 2 juillet 1427	1427 f	J.	
ME 9 juillet 1427			
VE 20 juin 1430 SA 24 juin 1430			
10000 PC 1000 - 10000 PC 10000		1432	
MA 19 août 1435) SA 25 août 1435)			Min. probable 1435
JU 1 juin 1438)	1438		
VE 18 juin 1438	1436	U	
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 (disparition totale)	
MA 25 mars 1446)			Maximum 1446
ME 26 février 1447			
JU 3 mars 1447)	,		
	L		

Peste en Europe selon J.N. Biraben <u>Epoques des poussées</u> <u>Epoques des rémissions</u> Activité solaire selon A.L. Tchijevsky jusqu'en 1605 et selon M. Waldmeier depuis 1610

			r = raible:		
VE	23 janvier	1448)			
SA	4 février	1448			
1			1450 F		
VE	4 avril	1451			
ME	14 avril	1451)		
ME	25 mars	1452			
SA	26 mars	1452 \		1453-1454	
ME	16 janvier	1456)		1,00 2101	
VE	20 janvier	1456	1456 5		
SA	14 mai	1456)	1456 F		
ME	15 mai	1456			
ME	30 déc.	1456			
MA	31 déc.	1456			l l
JU	5 janvier	1457			
VE	22 août				
ME	29 août	1457			
				the Markhart Mathematical epitical	
JU	8 mars	1459)		1459-1461 (dispa- rition presque totale)	
ME	18 mars	1459		rresque totale)	
ME	28 oct.	1460			
VE	4 nov.	1460)			Wasters 1471
JU	10 juin	1462)			Maximum 1461
VE	10 juin	1462 \			
SA	19 août	1464 \			*
JU	21 août	1464 }	1464 F		
ME	22 août	1464	7 22 2		
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	1472 6	1469-1471	
JU	16 juin	1474)	1472 f		Max. probable 1472
ME	20 juin	1474			
ME	11 janvier	1476			
SA	16 janvier)			
	-			1477	
ME	l avril	1478	1478 F		Min. probable 1478
MA	3 avril	1478			
SA	23 février	}		NE VERSE WARREN	
ME	13 mars	1479)		1479-1480	
JU	15 mars	1483)	1482 F		
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 JU	8 mai 18 mai	1485 /			
VE	4 juin	1486			
JU	21 juin	1486)		1487-1491	Min. probable 1487
ME	9 février				Maximum 1490
JU	17 février	1494)			

Peste en Europe selon J.N. Biraben Epoques des poussées Epoques des rémissions Epoques des rémissions Activité solaire selon A.L. Tchijevsky jusqu'en 1605 et selon M. Waldmeier depuis 1610

fortesfaibles

			·		
VE	3 juin	1494	1494 f		
ME	14 juin	1494)			
ME VE	6 janvier 9 janvier	1496) 1496)		1408 £	
SA	1 nov.	1499)		1498 f	
ME	5 nov.	1499			
ME	18 oct.	1500			Max. probable 1500
VE	22 oct.	1500)			
MA	15 nov. 28 nov.	1501			
SA	15 déc.	1501)	1502		
ME JU	13 dec. 22 déc.	1503			
MA	26 déc.	1503			
SA	26 déc.	1503		conscionation . The	
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 MA	18 février 2 mars	1508			
				1509	
MA ME	12 avril 18 avril	1510			
SA ME	29 mars 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				Maximum 1520
MA	14 janvier				
ME	28 janvier	1521 (
ME	31 mai	1521 }			
JU	l juin	1521			
SA	26 juillet)			
VE	3 août	1521	1522 F		
JU	11 août	1523 }			
SA	19 août	1523 \	*		
SA	2 sept.	1524			
JU	17 sept.	1524 \$			
ME SA	8 oct. 11 oct.	1527			Maximum 1527
VE JU	29 déc. 1 janvier	1527)			
MA VE	20 juillet 1 août	1529			
"		/			
					

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

ME JU	25 mars	1531			
	2 avril	1531)		1534	Min. probable 1532
ME SA	<pre>14 janvier 16 janvier</pre>	1535			
VE	27 déc.	1535			-
ME	30 déc.	1535			
MA ME	3 janvier 27 février		1537 f	1538	
VE	10 mars	1539		1538	9 800
MA	11 mars	1540			
SA	22 mars	1540			
SA MA	16 avril 22 avril	1542			
МЕ	5 mai	1542			9
JU	7 avril	1543			Min. probable 1543
ME SA	16 avril 28 avril	1543 } 1543 }			
JU	8 mai	1544			* 2
SA	10 mai	1544 \$			
ME VE	<pre>16 juillet 27 juillet</pre>	1545)	1545 F		5 S. T.
ME	7 juin	1547			1
SA	15 juin	1547 \$			5 t × × ×
JU VE	28 sept. 8 oct.	1548			
JU	7 déc.	1550)		1550-1553	
MA	20 déc.	1550		1330-1333	×
ME	27 juillet	7			Maximum 1551
SA	2 août 22 déc.	1551			
JU JU	10 janvier	· ·			V = 8 × 11 = 1
MA	31 janvier				* 7
JU	8 février				
MA VE	25 février 5 mars	1555			Min. probable 1555
VE		1556)	_		
SA	5 oct.	1556			a armigan lan ing Santa ang Kalab
ME MA	31 mars	1557	1557 f		
MA ME	5 avril 19 juillet	1557)			
JU	21 juillet	1558			in a file a
SA	1 nov.	1558 }) I	9 48 4 48 48
ME	7 nov.	1558)			
JU ME	2 oct. 4 oct.	1560		1560-1561	Maximum 1560
VE	22 juillet				117 A - A - 11
MA	10 août	1561			Andrew Value of Market St.
JU ME	13 déc. 18 déc.	1562 1562			111 - 111 - 11
SA	27 déc.	1562			The street to
SA	10 janvier	1564	1564 F	1	the service of the
JU	14 janvier	1564)			fare to the As

Peste en Europe selon J.N. Biraben <u>Epoques des poussées</u> <u>Epoques des rémissions</u>

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

,			f = faible	·	
MA	11 janvier	1568)		1567-1569	
ME	13 janvier	1568			
ME	12 mai	1568)			
JU	16 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 ME	21 juin 18 juillet	1577			
SA ME	2 juillet 13 juillet	1578			
ME VE	18 février 26 février	1579			
VE ME	28 sept. 1 oct.	1580	1580 F		
					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		1500 1501	Maximum 1588-1591
JU	3 avril	1590		1589-1591	
ME	8 avril	1590)	1592 f		
JU	10 juillet	1593			
VE	23 juillet				
SA	28 janvier	1594			
ME		1594)		202	
SA VE	<pre>11 février 3 mars</pre>	1595		1595	
JU MA	3 déc. 23 déc.	1597			
1					
ME SA	12 mars 21 mars	1598			
MA	21 mars 28 janvier	1600	1599 F		
JU	5 février	1600 }			
ME	5 février	1600		1600 1601	
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	1004 F		
ME	10 juillet	1605)			Maximum 1605
JU	15 juillet	1605			
1				,	
		1			

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

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

			r = raibles	2		
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)				
SA	13 août	1610			Minimum 1610-1611	
VE	26 février	1611				
ME	15 mars	1611)				
SA	7 sept.	1612)				
VE	28 sept.	1612 (1014-1015	W 1/35	
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)			П	
		1617				
ME	21 nov.					
ME	18 février	1619)			Minimum 1619	
VE	24 février					
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				
			1625 5			
ME VE	<pre>10 juillet 14 juillet</pre>	1625	1625 F			
3			0 =	1422	Maximum 1626	
JU	17 mai	1627		1627		
ME	26 mai	1627				
SA	9 avril	1629)			İ	
ME	15 avril	1629				
SA	22 avril	1630)	1		1	
VE	3 mai	1630	1630 F			
SA	28 mai	1633)		or sequence	1	
ME	6 juin	1633		1633		
		1634)				
ME MA	8 avril 17 avril	1634			Minimum 1634	
MA			1636 F		-	
JU	18 mars	1637	-255			
ME	21 mars	1637)				
JU	20 avril	1638				
VE	30 avril	1638 \			Maximum 1639	
SA	19 août	1640)			Maximum 1035	
MA	22 août	1640				
				L	1	

Peste en Europe selon J.N. Biraben <u>Epoques des poussées</u> <u>Epoques des rémissions</u> Activité solaire selon A.L. Tchijevsky jusqu'en 1605 et selon M. Waldmeier depuis 1610

			f = faibles		
JU	5 sept.	1642)		1642-1643	
SA	14 sept.	1642 \$		(disparition presque totale)	
SA	28 sept.	1643)			
JU	12 oct.	1643 (
SA	24 oct.	1645)	1645		Minimum 1645
ME	25 oct.	1645			FITTING TO45
ME	22 janvier	1647			
MA	23 janvier	1647			
JU	23 janvier	1647			
SA	20 nov.	1647			
VE	3 déc.	1647		1651-1655	Maximum 1649
ME	21 juin	1652		1031 1033	
JU	29 juin	1652 \			
JU	10 sept.	1654			
ME	14 sept.	1654)	1		Minimum 1655
JU ME	22 nov.	1656	1656 F		
ME	27 nov.	1656			
ME SA	16 mars 22 mars	1657			*
				1658-1663	
JU ME	27 janvier 9 février	1659		(disparition totale)	
VE VE	11 février				Maximum 1660
ME	4 mai	1661)			Max Tillulii 1000
SA	10 mai	1661			
VE	24 avril	1662)			
JU	29 avril	1662			
JU	31 mai	1663)			5
SA	4 juin	1663			
ME	22 nov.	1663)			
VE	28 nov.	1663			
ME	25 juin	1665			
SA	26 juin	1665	1665-1666 F		
VE	2 juillet	1665			Minimum 1666
ME	25 avril	1668			
MA	27 avril	1668			
ME	13 août	1669			
SA	14 août	1669		1670-1674	
MA	8 sept.	1672		20/0 20/4	
SA	21 sept.	1672			
JU	3 mai	1674			W
ME	7 mai	1674)			Maximum 1675
MA	30 janvier	1679	1679 f		Minimum 1679
ME	5 février	1679)	10/9 1		
ME	3 janvier	1681			
SA VE	8 janvier 5 février	1681)			
JU	5 février	1683			
SA	5 février	1683			
SA	19 février	1684)		1683-1703	
ME	4 mars	1684))		(disparition presque	
JU	7 mars	1684		totale)	Maximum 1685

Peste en Europe selon J.N. Biraben <u>Epoques des poussées</u> <u>Epoques des rémissions</u>

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

fortes faibles

			f = faibles		
VE	17 avril	1686)			
JU	8 mai	1686			
SA	10 avril	1688			
ME	19 avril	1688			Minimum 1689
ME JU	26 octobre 2 nov.	1691			
					Maximum 1693
ME JU	5 janvier 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. 8 nov.	1702)			^ =
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	e- + n n- /		
MA	24 nov.	1706			
ME	21 août	1708			
VE	29 août	1708)			
SA MA	19 déc. 4 janvier	1709			
SA	31 janvier		1710		
ME	5 février	1712			Minimum 1712 (0)
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 (us suserbilida		
JU	22 mai	1722			
SA	6 juin	1722 (
SA JU	18 juin 25 juin	1723		1723-1769	Minimum 1723 (11)
SA ME	28 juin 28 juin	1724			
	,	-1-1			
			L		L

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

		r		_
REMARQUE :				= 8
18 mars	1725:			
$\lambda_{ME} = \lambda_{VE} \cong \lambda_{MA}$	\ ^{≅ λ} JU			8 8
mouvement din	rect			
ME 21 janvier				
MA 26 janvier	>			
VE 9 nov.	1727)	91		
JU 18 nov.	1727			Maximum 1727 (122)
ME 17 février	1731)			
JU 23 février	1731			4
VE 6 nov.	1735)			Minimum 1733 (5)
SA 16 nov.	1735		1.22.1240	
MA 5 déc.	1738)		1723-1769	
SA 28 déc.	1738			Maximum 1738 (111)
				- * *
VE 19 janvier ME 24 janvier	1739			200
-				
ME 8 janvier SA 11 janvier	1740			
State of St	5000 5000 W			
ME 22 déc. JU 27 déc.	1740)			· ·
MA 11 janvier				
SA 24 janvier	1741			_
JU 27 janvier	1742)			
SA 7 février	1742			100
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)			MINIMUM 1743
MA 20 mars	1745			
VE 10 juin	1745)		1723-1769	"
ME 3 juin	1745			100 (200
SA 14 avril	1747)			=
ME 24 avril	1747			
MA 1 mai	1747			
JU 9 août	1748			
ME 12 août	1748			е.
VE 19 août	1748)			Maximum 1750 (83)
VE 7 juin	1753			
SA 24 juin	1753)			Minimum 1255 205
MA 2 février	7			Minimum 1755 (9)
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 \			Minimum 1766 (11)
ME 31 mars	1768			Minimum 1766 (11)
JU 6 avril	1768			

Peste en Europe selon
J.N. Biraben

Epoques des poussées
Epoques des rémissions
F = fortes

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

30mmet 3	e crouve sur	ic soleii.	f = faibles				
VE	0 ::-	1771)	I		Maximum	1769	(116)
VE SA	9 janvier 1 février	1771)	1770-1771				,
ME	8 février	1771					
1		1771)	l i				
VE	12 août	1772		1772			
JU	20 août	1772)		1772			
SA	14 mars	1774					
VE	23 mars	1774)		et disparition totale dès 1830			
MA	23 février	1775)		(dès 1842 dans les			
SA	26 mars	1775 ()		pays méditerranéens	Minimum	1775	(7)
ME	24 mars	1775					
ME	12 mai	1779)			Maximum	1778	(159)
MA	13 mai	1779 }					
SA	15 mai	1779					
			1				
ME	16 mars	1782					
VE	20 mars	1782 \$					
JU	15 juin	1782)					
SA	19 juin	1782)	l i				
SA	1 juillet	1783)					
JU	20 juillet	1783					
MA.	1 oct.	1783					
VE	23 oct.	1783 }					
ME	27 oct.	1783					
ME	23 mai	1785 /			Minimum	1784	(10)
VE	29 mai	1785					
ME	24 sept.	1785					
JU	l 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)					
- 30	17 mai	1/93					
VE	26 mai	1793)					
JU	24 juillet	1795					
ME	25 juillet	1795			Miniron	1700	(2)
ME	12 janvier	1799)			Minimum	1798	(3)
SA	13 janvier	1799					
JU	19 février						
SA	24 février	1802					
MA	24 déc.	1802					
VE	l 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 SA	31 mai	1811))					
SA	15 juin	1811 (
L							

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	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						
ME	8 mars	1822					
VE	10 mars	1822					
SA ME	30 oct. 5 nov.	1822					
					Minimum	1823	(0)
ME	14 mai	1825)					. ,
VE	19 mai	1825 \					
SA VE	24 déc. 25 déc.	1826					
JU	30 mars	1827					
ME	6 avril	1827 \					
ME	24 juillet	1828					
VE	28 juillet	1828 \				1070	(72)
ME	8 sept.	1832)			Maximum	1830	(72)
JU	16 sept.	1832 (Minimum	1833	(7)
ME	24 nov.	1834)				2000	(3.7
JU	28 nov.	1834 (
VE	23 déc.	1834)					
MA	2 janvier	1835					
JU	2 février	1837)			Maximum	1837	(147)
MA	5 février	1837			PlaxIllian	1037	(147)
ME	5 février	1837					
JU	3 mars	1838)					
VE	6 mars	1838		1			
ME	17 mai	1838)	1	1			
SA	18 mai	1838					
	12 mars	1839)		1			
MA JU	4 avril	1839		1			
JU	6 juin	1841)		İ			
SA	22 juin						
SA	3 juillet		1	l			
ME	8 juillet						
JU	10 juillet	200	- 1		Minimum	1843	(10)
VE	22 juillet)					
SA	26 juillet	1844)	l				
SA	7 août	1845					
	19 août	18.45	1	1			
MA	19 aout		1	1			
	20 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:

Maxima de l'activité solaire	Alignements
1615	1617 (Vénus-Jupiter)
1626	{ 1625 (Mercure-Vénus) 1627 (Jupiter-Mercure)
1649	aucun alignement de 1647 à 1652
Minima de l'activité solaire	
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:

Maxima de l'activité solaire	Alignements		
1615	1615 (Vénus-Jupiter)		
1649	pas d'alignement important		
Minima de l'activité solaire			
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	$10.10^{-3} UA$	min.	_
1712	2.10^{-3}	min.	0
1750	4.10^{-3}	max.	83,40
1770	5.10^{-3}	max.	106,1
1775	5.10^{-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:

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

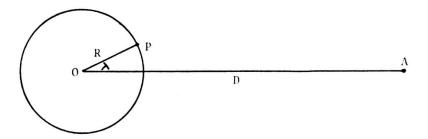


Fig. 1. — Effet de marée au point P.

O est le centre du Soleil, P un point de sa surface, 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 \overrightarrow{POA} . En posant $\lambda = O$, 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. Trellis a obtenu les valeurs suivantes de $\frac{h}{R}$:

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

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

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

Comparativement à la Terre = 1, ces résultats deviennent:

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

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

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

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

f = force perturbatrice due aux planètes

k =constante de la gravitation universelle

 R_{\odot} = rayon du Soleil

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

 R_p = rayon de la planète

 M_p = masse de la planète

ce qui nous donne:

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

soit une accélération totale de 1082 · 10⁻¹³ · 981 cm/sec.²

$$\simeq 10^{-7}$$
 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

conjonction inférieure	juillet
conjonction	mai
opposition	décembre
conjonction supérieure	septembre
opposition	juin
conjonction inférieure	juillet
Jupiter conjonction	
opposition	juillet-août
	conjonction opposition conjonction supérieure opposition conjonction inférieure conjonction

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 584 jours Vénus-Terre 334 jours Vénus-Mars 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 demigrands 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. Trellis, admettons, pour l'instant, que les planètes introduisent une modulation d'une activité ayant une origine essentiellement solaire.

Peste et activité solaire

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

En revanche, nous avons vu que le climat s'est refroidi pendant la première moitié du xive siècle. D'après le diagramme de J. R. Hill, les maxima de l'activité solaire ont décru pendant ce laps de temps. Au milieu de ce xive 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 xve 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 xve siècle. Au début du xvie 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 xvIIe 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)	activitérelativement 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 Earthquates, 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.