

Les fluctuations climatiques et leurs effets






L'évolution du climat en
Europe du Moyen Age au
XIXe siècle

Sources d'informations sur les changements climatiques passés

DONNEES ESSENTIELLEMENT CLIMATIQUES	
DESCRIPTION DU TEMPS	MESURES INSTRUMENTALES
Événements extrêmes	Pression atmosphérique
Caractère général du temps	Température
Indications journalières	Précipitations
DONNEES INDIRECTES	
DONNEES PHYSIQUES	DONNEES BIOLOGIQUES
Niveaux des lacs et rivières	Dates de floraison et de maturation des plantes
Gel des cours d'eau	Production et teneur en sucre du moût
Chutes de neige et manteau neigeux	Dates des moissons et des vendanges

Sources d'informations sur les changements climatiques passés

1 Les sources spécifiques¹ de l'historien du climat

Dendrochronologie 	Étude de la croissance des arbres	Le nombre et l'épaisseur des anneaux des arbres renseignent sur la chaleur ou la fraîcheur.
Météorologie 	Étude des séries de mesures de températures, de précipitations ou de pression	Les premières mesures se développent au XVIII ^e siècle après la révolution scientifique du XVII ^e siècle (invention du baromètre et du thermomètre). Elles permettent d'analyser précisément les variations saisonnières et l'intensité des événements extrêmes.
Phénologie 	Étude des dates de maturité des plantes	Par exemple les dates des vendanges renseignent sur le climat du printemps et de l'été car elles dépendent des températures et des précipitations.
Palynologie 	Étude des pollens fossilisés	L'étude des pollens donne des indications sur les milieux climatiques et leurs mutations.
Glaciologie 	Étude des glaciers	Les poussées et reculs glaciaires sont de bons indicateurs des changements de températures sur le long terme.

1. Ne sont pas retenus ici les témoignages ou les récits.

Source : Emmanuel Le Roy Ladurie, *Abrégé d'histoire du climat du Moyen Âge à nos jours*, Fayard, 2007.

Doc - Fluctuations climatiques et perceptions par les populations

E. Le Roy Ladurie, Histoire du climat depuis l'an mil, vol 2, pp 13-14

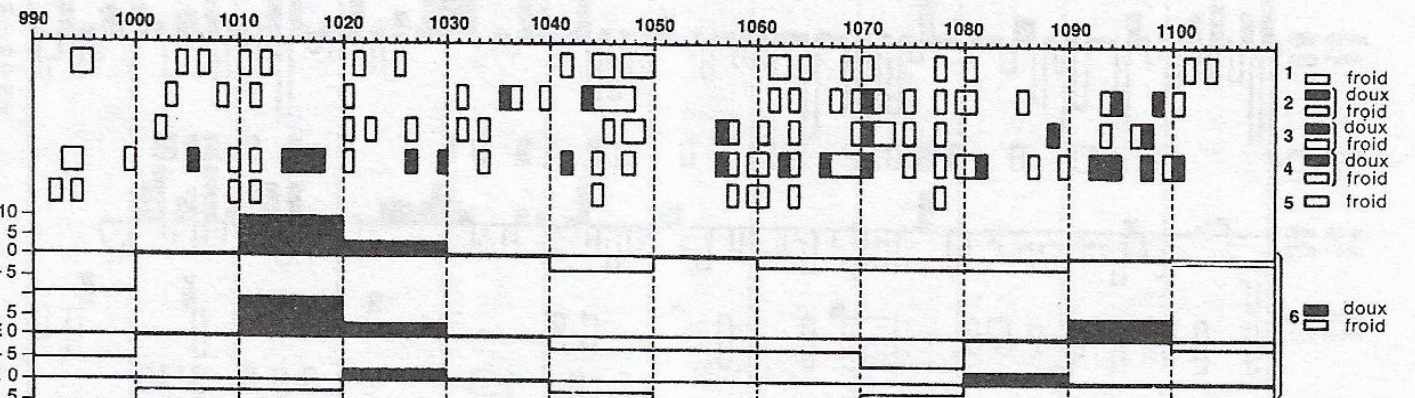
Les contemporains, entre 1500 et 1600, ont-ils conscience de cette fluctuation séculaire, de cette aggravation hivernale qui s'affirme dans la seconde moitié du XVI^e siècle ? Comme telle, et directement, non. Le trend, le mouvement de longue durée du climat est trop lent, trop minime, trop masqué par les oscillations plus brèves et de forte amplitude, trop peu perceptible enfin en cinquante années de vie consciente, pour que les témoins directs soient capables d'en élaborer eux-mêmes la synthèse, C'est l'historien, et lui seul, qui peut faire toute la lumière, par le recoupement et par la collection des témoignages.

Indirectement, pourtant, les gens du XVI^e siècle finissant semblent avoir pris connaissance de certains effets du refroidissement hivernal. Lucien Febvre cite le cas du petit moulin de Verrières-de-Joux (Jura) : celui-ci a probablement été construit lors de la fièvre des moulins qui a saisi, vers 1500-1530, les villageois dynamiques de la Franche-Comté. Or, en juin 1587, ses possesseurs cherchent à se défaire de leur bien, car l'installation, « *tant à cause du petit bief et peu d'eau servant audit moulin que pour les grandes gellées* », ne parvient pas à fonctionner régulièrement. Ils cessent donc d'affermier le moulin de trois ans en trois ans ; et ils le remettent pour vingt-neuf ans à un tenancier. Autant dire qu'ils s'en débarrassent.

HIVERS

A. TEMPERATURES

FRANCE - ALLEMAGNE - ITALIE
EUROPE OCCIDENTALE
REGION DE LA MER DU NORD
EUROPE CENTRALE
RUSSIE

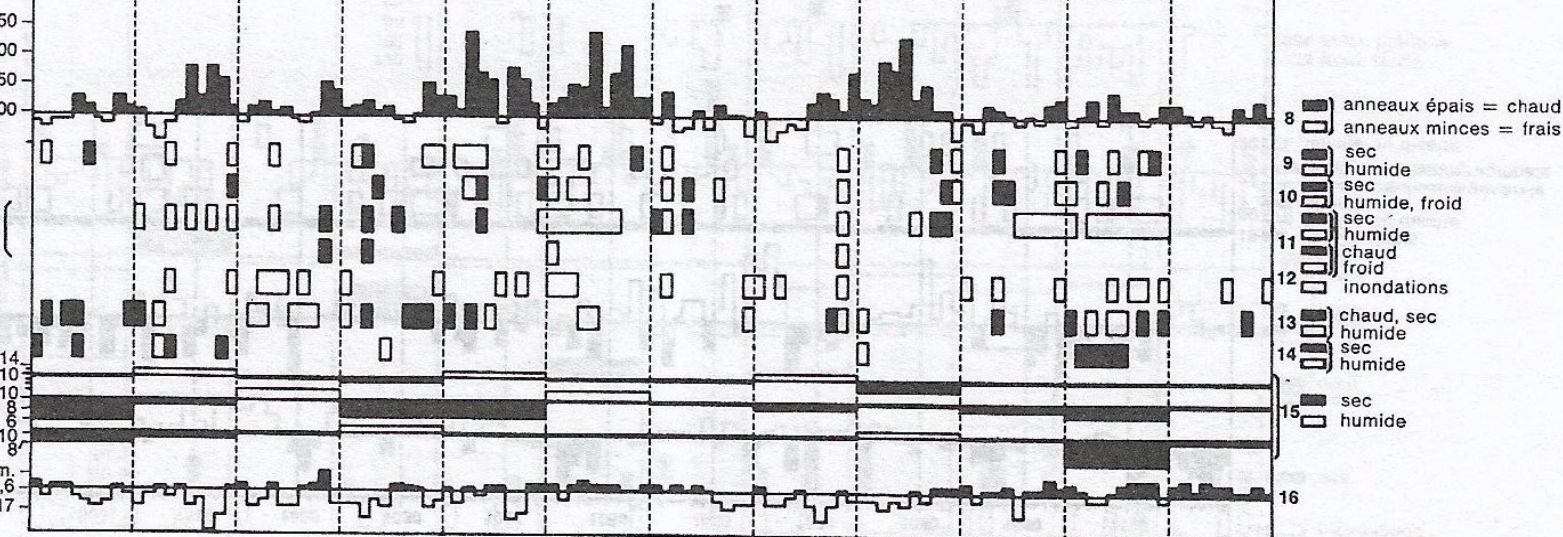


B. PRECIPITATIONS

REGION DE LA MER DU NORD

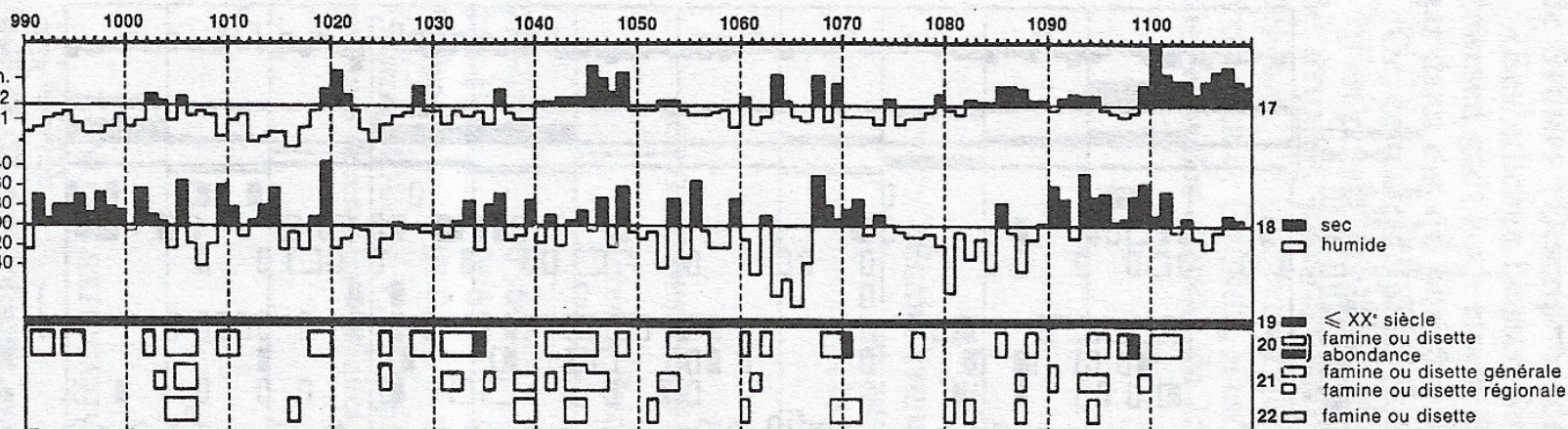
ETES

ALASKA
Anneaux des arbres - Indices
FRANCE - ALLEMAGNE - ITALIE
EUROPE OCCIDENTALE
REGION DE LA MER DU NORD
EUROPE OCCIDENTALE
EUROPE CENTRALE
RUSSIE
50° LAT. NORD
Hypothèses décennales
de tendances
Indices d'humidité



**INFORMATIONS
GENERALES**

EGYPTE
Crues du Nil (Etiages)
ETATS-UNIS (SUD-OUEST)
Anneaux des arbres - Indices
GLACIERS ALPINS
FRANCE - ALLEMAGNE - ITALIE
EUROPE OCCIDENTALE
REGION DE LA MER DU NORD



(Midi, Centre et Nord)
Ecart, en jours, à la moyenne des années 1599-1791.

	Année	Sud	Nord	Moyenne nationale	Année	Sud	Nord	Moyenne nationale	Année	Sud	Nord	Moyenne nationale	Année	Sud	Nord	Moyenne nationale
Moyenne nationale	1609	- 5	- 4	- 4,5	1657	- 5	- 10	- 7,5	1705	+ 3	+ 6	+ 4,5	1749	+ 7	+ 2	+ 4,5
	1610	- 8	- 19	- 13,5	1658	- 1	+ 3	+ 1	1706	- 11	- 11	- 11	1750	- 1	+ 1	0
	1611	- 11	- 14	- 12,5	1659	- 13	- 9	- 11	1707	+ 3	+ 1	+ 2	1751	+ 4	+ 11	+ 7,5
	1612	- 6	+ 1	- 2,5	1660	- 11	- 15	- 13	1708	+ 1	- 1	0	1752	+ 1	+ 8	+ 4,5
	1613	- 5	- 6	- 5,5	1661	- 8	- 11	- 9,5	1709	+ 2	+ 1	+ 1,5	1753	- 2	- 4	- 3
	1614	- 2	+ 7	+ 2,5	1662	- 6	0	- 3	1710	- 5	0	- 2,5	1754	+ 3	+ 6	+ 4,5
	1615	- 9	- 13	- 11	1663	+ 3	0	+ 1,5	1711	0	+ 5	+ 2,5	1755	0	- 4	- 2
	1616	- 11	- 25	- 18	1664	- 5	- 5	- 5	1712	0	+ 1	+ 0,5	1756	+ 6	+ 10	+ 8
	1617	- 5	+ 4	- 0,5	1665	- 4	- 8	- 6	1713	+ 9	+ 12	+ 10,5	1757	+ 2	- 1	+ 0,5
	1618	+ 2	+ 6	+ 4	1666	- 7	- 9	- 8	1714	+ 7	+ 6	+ 6,5	1758	+ 7	0	+ 3,5
Nord	1619	- 10	- 9	- 9,5	1667	+ 3	+ 1	+ 2	1715	- 3	+ 4	+ 0,5	1759	- 1	- 5	- 3
	1620	- 6	0	- 3	1668	- 6	- 10	- 8	1716	+ 5	+ 11	+ 8	1760	- 1	- 8	- 4,5
	1621	+ 7	+ 16	+ 11,5	1669	- 8	- 11	- 9,5	1717	+ 2	+ 2	+ 2	1761	+ 1	- 8	- 3,5
	1622	- 9	- 3	- 6	1670	- 8	- 4	- 6	1718	- 11	- 17	- 14	1762	- 2	- 11	- 6,5
	1623	- 7	- 7	- 7	1671	- 7	- 9	- 8	1719	- 9	- 12	- 10,5	1763	+ 1	+ 7	+ 4
	1624	- 11	- 12	- 11,5	1672	- 2	+ 1	- 0,5	1720	+ 6	+ 3	+ 4,5	1764	- 1	- 5	- 3
	1625	- 5	+ 3	- 1	1673	+ 8	+ 10	+ 9	1721	+ 9	+ 7	+ 8	1765	+ 3	+ 1	+ 2
	1626	- 5	- 3	- 4	1674	- 2	0	- 1	1722	0	0	0	1766	+ 2	+ 2	+ 2
	1627	+ 10	+ 12	+ 11	1675	+ 19	+ 19	+ 19	1723	- 1	- 6	- 3,5	1767	+ 2	+ 8	+ 5
	1628	+ 8	+ 15	+ 11,5	1676	- 3	- 16	- 9,5	1724	- 11	- 7	- 9	1768	+ 2	+ 3	+ 2,5
Année	1629	+ 5	- 14	- 4,5	1677	- 2	0	- 1	1725	+ 9	+ 17	+ 13	1769	+ 6	+ 3	+ 4,5
	1630	- 6	- 11	- 8,5	1678	+ 2	- 8	- 3	1726	- 3	- 14	- 8,5	1770	+ 11	+ 14	+ 12,5
	1631	- 9	- 9	- 9	1679	0	- 4	- 2	1727	- 9	- 7	- 8	1771	+ 5	+ 2	+ 3,5
	1632	+ 2	+ 6	+ 4	1680	- 4	- 10	- 7	1728	- 11	- 6	- 8,5	1772	- 2	0	- 1
	1633	+ 3	0	+ 1,5	1681	- 5	- 8	- 6,5	1729	+ 3	+ 2	+ 2,5	1773	+ 9	+ 9	+ 9
	1634	- 4	- 4	- 4	1682	0	+ 7	+ 3,5	1730	+ 1	+ 6	+ 3,5	1774	+ 3	0	+ 1,5
	1635	- 8	- 4	- 6	1683	- 3	- 6	- 4,5	1731	+ 4	0	+ 2	1775	+ 2	+ 2	+ 2
	1636	- 10	- 4	- 7	1684	- 4	- 17	- 10,5	1732	+ 6	+ 1	+ 3,5	1776	+ 2	+ 5	+ 3,5
	1637	- 14	- 22	- 18	1685	- 6	- 5	- 5,5	1733	+ 1	+ 1	+ 1	1777	+ 4	+ 8	+ 6
	1638	- 8	- 21	- 14,5	1686	- 6	- 17	- 11,5	1734	- 13	- 6	- 9,5	1778	- 4	- 3	- 3,5
Moyenne nationale	1639	- 8	- 8	- 8	1687	+ 3	0	+ 1,5	1735	+ 7	+ 8	+ 7,5	1779	+ 1	- 5	- 2
	1640	- 2	- 3	- 2,5	1688	+ 8	- 1	+ 3,5	1736	- 2	- 4	- 3	1780	0	- 6	- 3
	1641	- 1	+ 1	0	1689	+ 1	+ 3	+ 2	1737	- 2	- 5	- 3,5	1781	- 3	- 15	- 9
	1642	+ 6	+ 4	+ 5	1690	+ 5	+ 1	+ 3	1738	+ 4	+ 1	+ 2,5	1782	+ 4	+ 4	+ 4
	1643	- 5	+ 4	- 0,5	1691	- 3	- 5	- 4	1739	- 1	0	- 0,5	1783	+ 1	- 8	- 3,5
	1644	- 7	- 14	- 10,5	1692	+ 3	+ 15	+ 9	1740	+ 13	+ 17	+ 15	1784	- 4	- 9	- 6,5
	1645	- 11	- 14	- 12,5	1693	+ 9	- 1	+ 4	1741	- 9	+ 1	- 4	1785	+ 4	+ 3	+ 3,5
	1646	- 9	- 3	- 6	1694	+ 2	- 4	- 1	1742	+ 3	+ 9	+ 6	1786	+ 1	+ 2	+ 1,5
	1647	- 6	- 3	- 4,5	1695	+ 9	+ 9	+ 9	1743	+ 10	+ 6	+ 8	1787	+ 9	+ 7	+ 8
	1648	+ 1	+ 2	+ 1,5	1696	0	0	0	1744	+ 6	+ 5	+ 5,5	1788	- 5	- 12	- 8,5
Année	1649	+ 4	+ 8	+ 6	1697	0	0	0	1745	- 1	+ 6	+ 2,5	1789	+ 6	+ 7	+ 6,5
	1650	- 3	+ 3	0	1698	+ 13	+ 17	+ 15	1746	+ 8	0	+ 4	1790	+ 1	0	+ 0,5
	1651	- 12	- 8	- 10	1699	+ 1	- 1	0	1747	+ 3	+ 4	+ 3,5	1791	- 4	- 6	- 5
	1652	0	- 5	- 2,5	1700	+ 6	+ 10	+ 8	1748	+ 3	+ 2	+ 2,5				
	1653	- 11	- 9	- 10	1701	+ 11	+ 3	+ 7								
	1654	- 2	+ 5	+ 1,5	1702	+ 4	+ 3	+ 3,5								
	1655	- 6	- 8	- 7	1703	0	+ 6	+ 3								
	1656	- 6	- 3	- 4,5	1704	- 6	- 8	- 7								

Les grandes variations du climat en Europe

« Les années 900 à 1300 se caractérisent par ce que les glaciologues et les historiens appellent le "petit optimum médiéval", que les scientifiques qualifient d'"anomalie climatique médiévale". Il s'agit d'une période un tout petit peu plus douce. [...] On imagine que cela a dû être favorable à l'agriculture, mais on entre là dans un domaine encore mal connu.

Au cours du XIV^e siècle, le climat se rafraîchit nettement. [...] Une autre famine, due elle aussi au froid et à la pluie, a lieu en 1375. C'est le premier acte du petit âge glaciaire, qui commence exactement en 1303 d'après l'historien suisse Christian Pfister. Même si une certaine variabilité subsiste, le XIV^e siècle est véritablement un siècle de poussée glaciaire, à l'origine, peut-être, de crises de subsistance très importantes crises d'étés froids, mais surtout d'étés pourris (c'est-à-dire dépressionnaires) : le rail des dépressions descend davantage vers le Sud. [...]

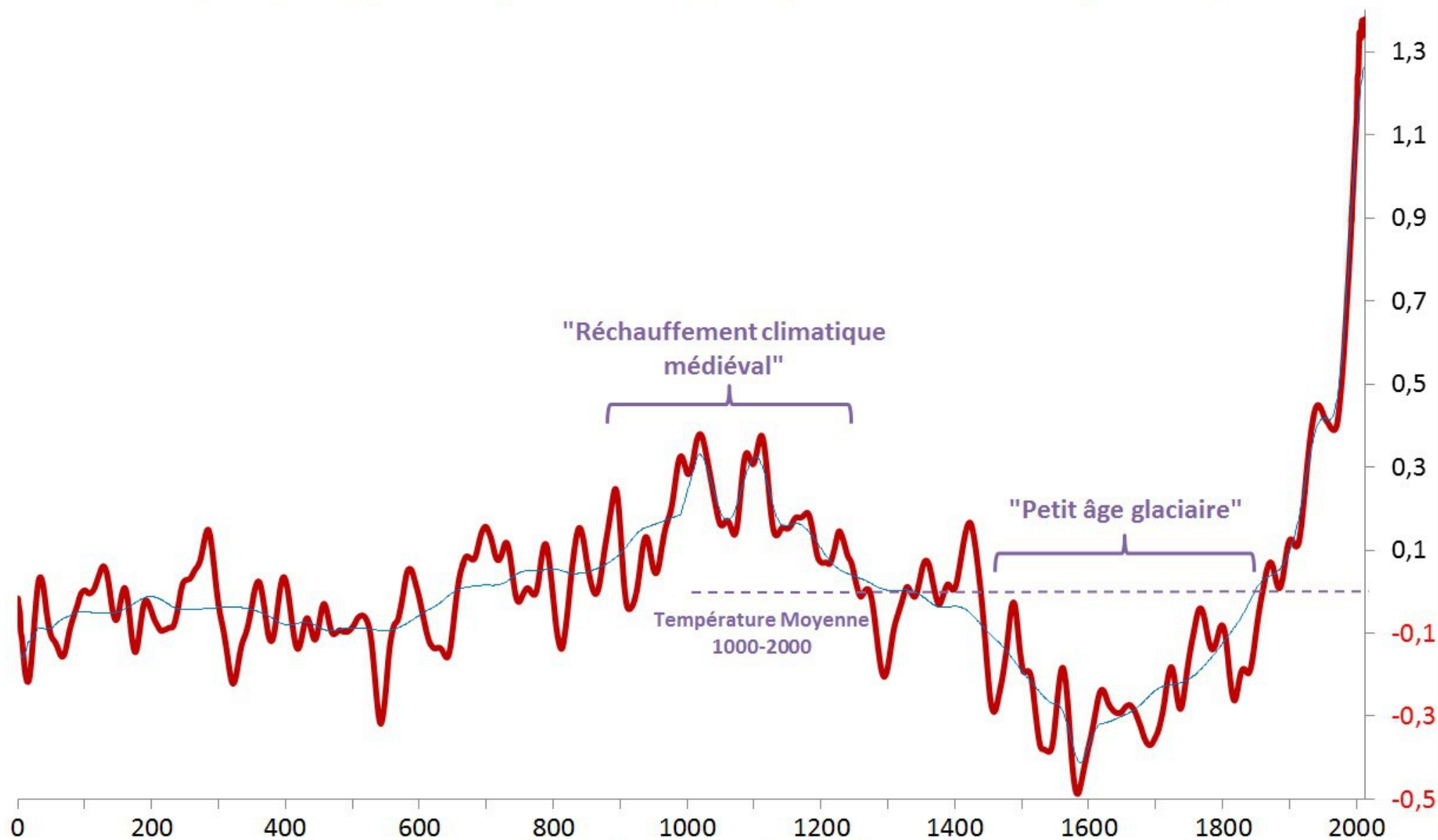
Le XVI^e siècle est globalement une période de climat favorable jusque vers 1560. À partir de 1560, en revanche, on observe un retour en force du Petit Age Glaciaire. Les glaciers redescendent ; la mer de Glace avance de 1 km à partir de 1570. Les années 1562 à 1587 et 1591 à 1597 sont marquées par des séries de vendanges tardives ; les étés sont globalement frais. [...]

Le Petit Age Glaciaire ne s'effacera qu'à partir de 1853, immédiatement après un maximum glaciaire (1852-1853) à Grindelwald selon Nussbaumer. De beaux étés se succèdent entre 1857 et 1859. »

Emmanuel Le Roy Ladurie. « Climat, le regard de l'historien »,
dans *Regards croisés sur l'économie*, n°6, 2009.

Évolution de la température de l'Hémisphère Nord depuis 2 000 ans

(écart par rapport à la moyenne 1000-2000, en°C) (Sources : Sonechkin et al. puis NASA)



© Olivier Berruyer, www.les-crises.fr

L'apport des carottes glaciaires

D'après les teneurs variables en isotopes d'oxygène O 18, mesurées au « sein » des glaces, il « est en effet possible d'explorer les conditions thermiques qui régnèrent jadis : dans le principe, la concentration d'O18 parmi les précipitations de pluie ou de neige qui seront conservées ensuite sous forme de glaces fossiles est principalement déterminée par la température qui sévit au moment où cette précipitation se condense en pluie ou en neige. « Une température en baisse au moment de la formation de pluie ou de neige amène à un déclin de la teneur en O18 dans cette pluie ou cette neige. » et vice versa.

E Le Roy Ladurie, *Histoire du climat...*, vol 2, p 47.

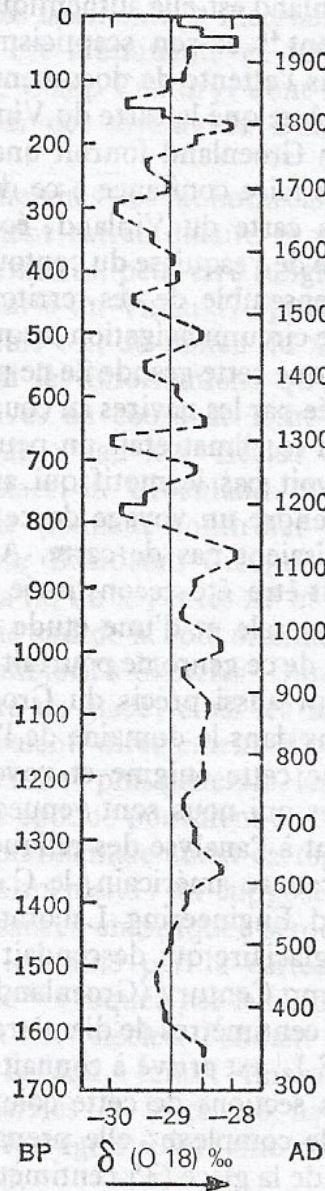


Fig. 33.

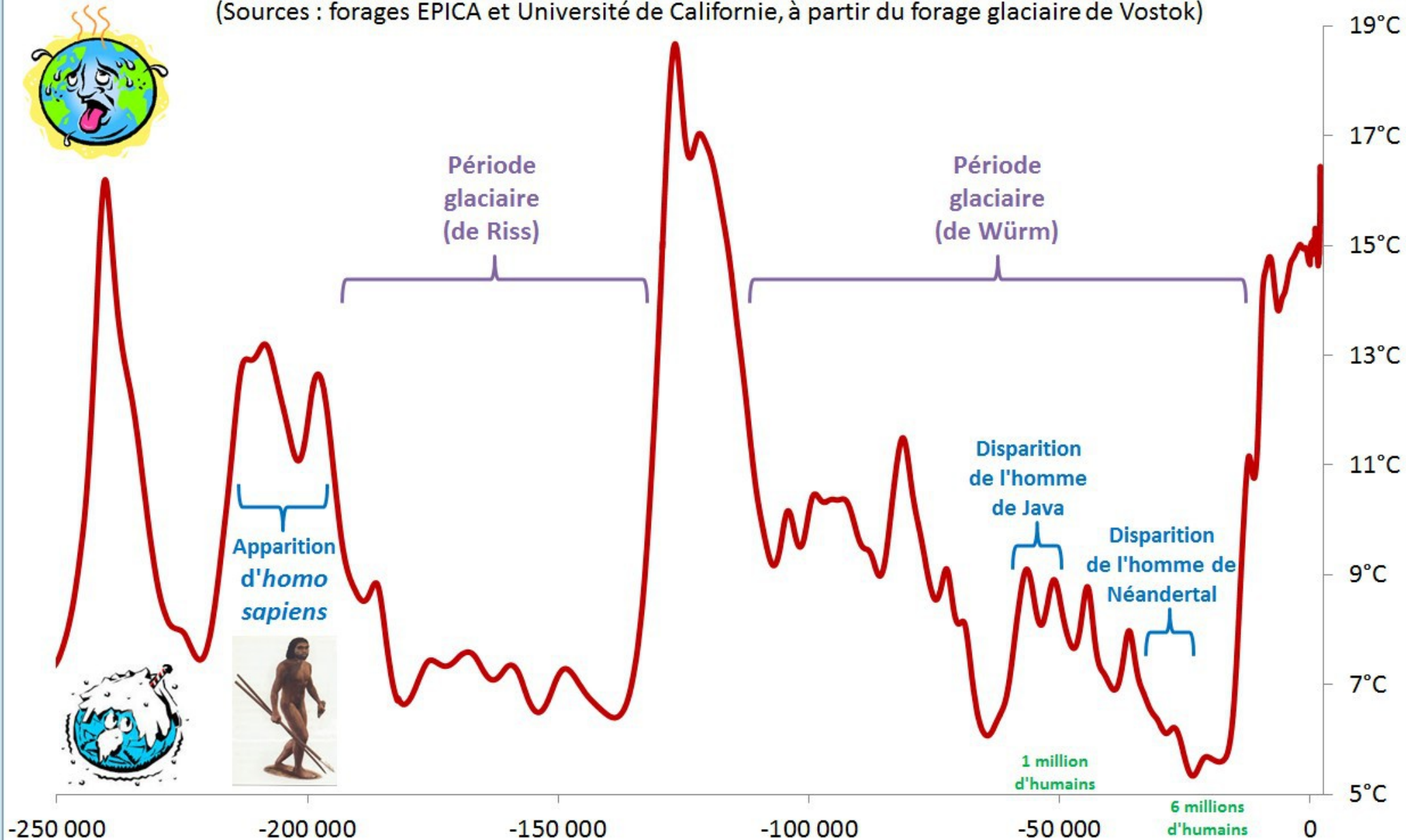
Variations du pourcentage d'O 18 dans les 470 mètres supérieurs de la carotte de glace de Camp Century, cette variation étant juxtaposée à l'âge approximatif des glaces. Le climat au Groenland paraît avoir été plus tiède avant 1130 de notre ère et plus froid après cette date.

(Source : DANSGAARD, etc., 1969, p. 378.)

BP : avant l'époque actuelle ; AD : après J.-C.

Évolution de la température de la planète depuis 250 000 ans

(Sources : forages EPICA et Université de Californie, à partir du forage glaciaire de Vostok)



LA MER DE GLACE - CHAMONIX



2010



2010

/

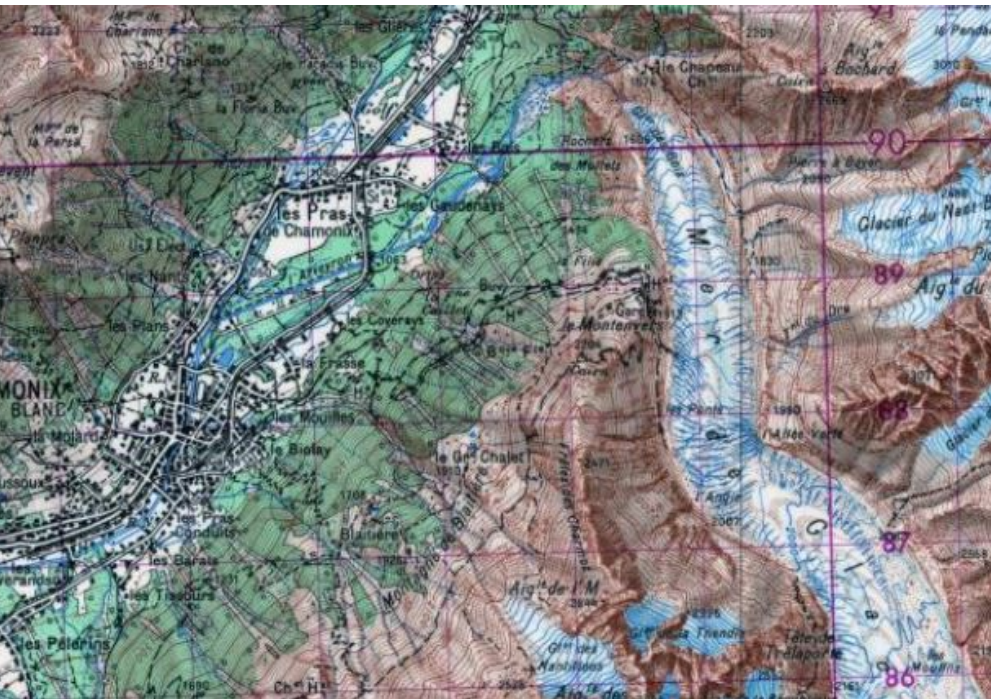
1950

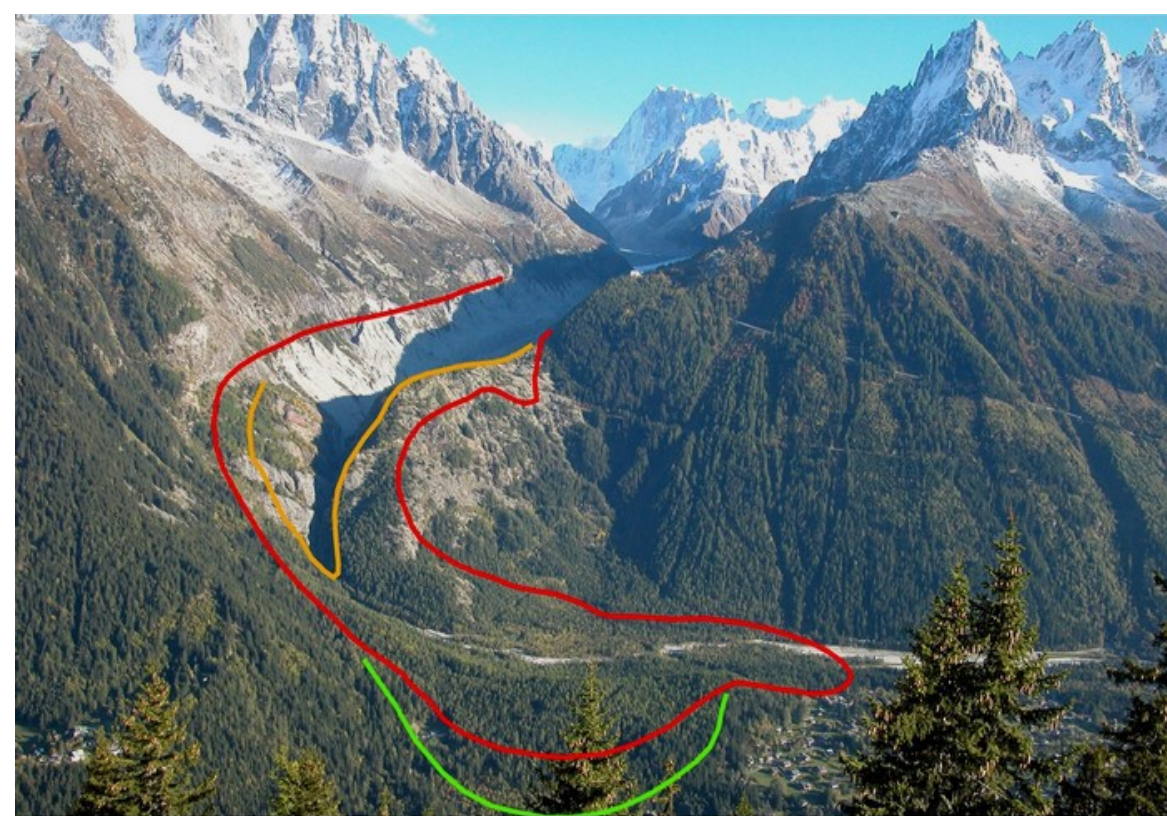


1960

/

1850





Extension de la mer de glace

Vert en 1644

Rouge en 1821

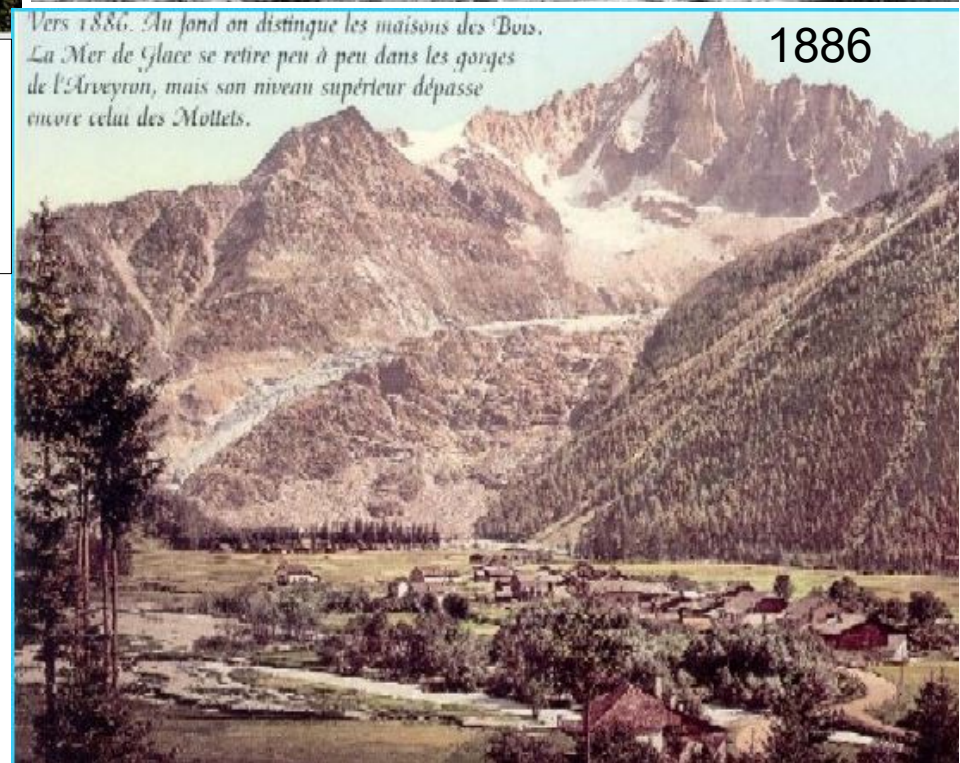
Orange en 1895

1850



*Vers 1886. Au fond on distingue les maisons des Bois.
La Mer de Glace se retire peu à peu dans les gorges
de l'Arveyron, mais son niveau supérieur dépasse
encore celui des Mottets.*

1886



Le refroidissement en Flandre, début XIVe siècle

L'année 1316, vers mai, la pénurie et la disette avaient augmenté et il y eut dans nos régions des intempéries et des désordres atmosphériques. [...] Et le peuple commença en bien des endroits à manger peu de pain, parce qu'il n'y en avait pas et beaucoup mélangeaient de comme ils le pouvaient des fèves, L'orge, [...] et tous les grains qu'ils réussissaient à se procurer et ils en faisaient du pain qu'ils mangeaient. En raison des intempéries et de la famine intense les corps commencèrent à s'affaiblir et les infirmités à se développer et il résulta une mortalité si forte qu'aucun être alors vivant n'en avait jamais vu de semblable ou n'en avait entendu parler .

Gilles, abbé de Saint-Martin de Tournai (1272-1352),
Chronique, in Textes et documents d'histoire du Moyen Âge.
XIVe-XVe s., SEDES, 1970.

Le cas de l'hiver 1709 en France

1 – présentation des docs

2 – caractéristiques de l'année 1709 qui en font une année terrible

3 – perception par les contemporains

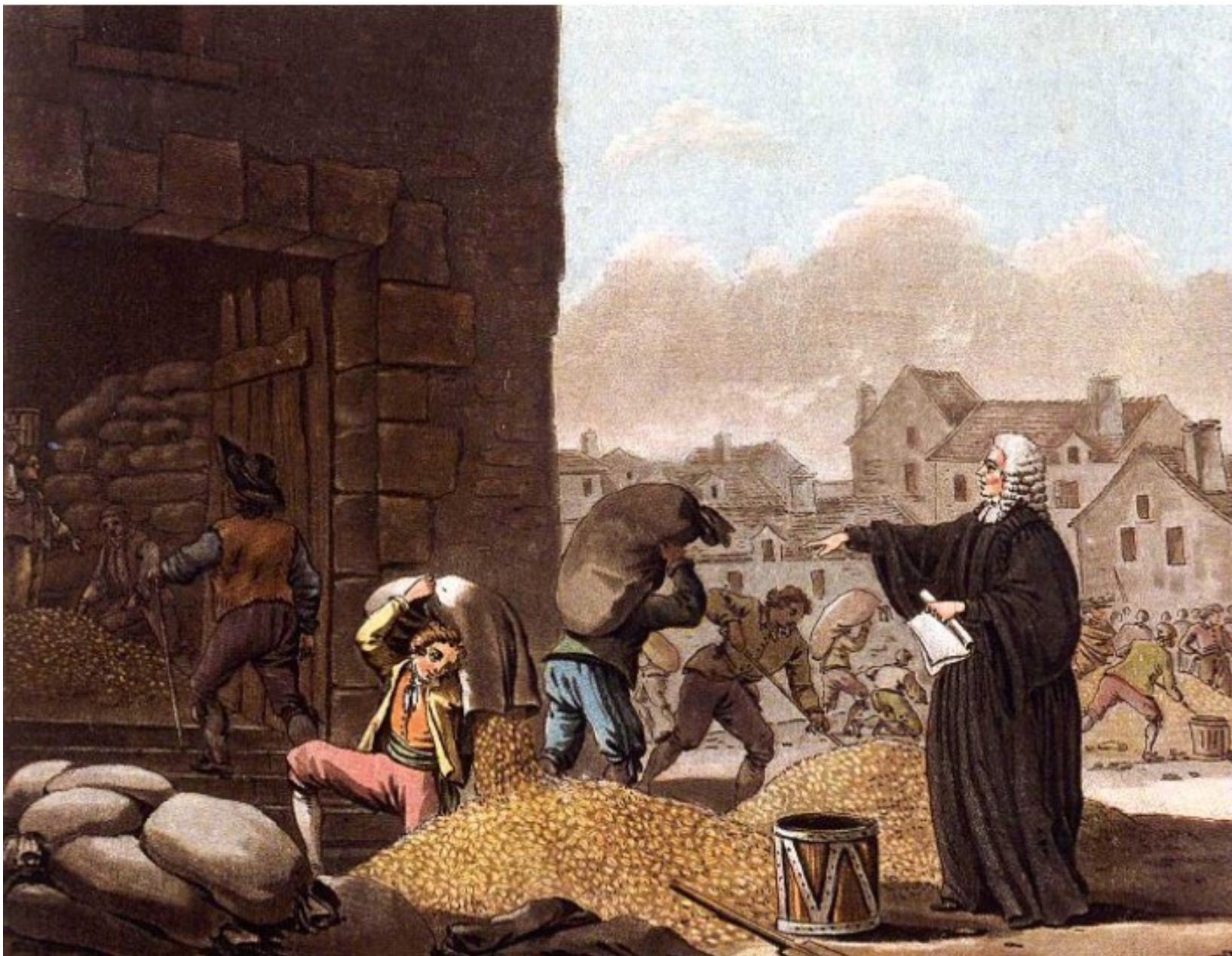
L'hiver 1709 en Languedoc

On n'a jamais vu de mémoire d'homme une année plus cruelle ni plus malheureuse que l'année 1709 ; il fit un froid si rigoureux à diverses reprises, qui dura du 10 ou 11 du mois d'octobre 1708 jusqu'au mois de février 1709, qu'il y eut plusieurs personnes qui moururent et surtout celles qui étaient avancées en âge ; toute la récolte du blé périt, et presque tous ceux qui avaient semé ressemèrent les terres qui n'en furent pas plus abondantes, parce que, comme j'ai déjà dit, le froid vint à plusieurs reprises ; la seconde récolte se vit autant incommodée du froid que la première [...] Et tout le peuple s'étant trouvé dans une grande disette (1) du blé, les menus grains [...] se vendirent à prix excessif .

La rigueur de la saison ne s'étendit pas seulement sur les blés mais encore sur toute sorte d'arbres : nos oliviers qui nous donnaient la meilleure rente(2) de l'année cessèrent et moururent jusqu'à la racine.

Jean-Henri Haguenot, Livre de raison, année 1709.

1. Manque. 2. Revenu



Quelle action ce document met-il en avant ?

« *Henri François d'Aguesseau sauve la France pendant la famine de 1709* », auteur inconnu, aquatinte du XVIII^e siècle. H.F. d'Aguesseau avocat général au parlement de Paris (1690), procureur général (1700), puis chancelier et garde des Sceaux (1717).

1 Témoignage d'un contemporain de l'hiver 1709 dans les Ardennes (France)

Les semences étaient bien germées [...] et à voir les blés aux environs de Noël, il y avait lieu d'espérer une récolte abondante en 1709 ; mais nos péchés ont tellement attiré sur nous la colère de Dieu, qu'il envoya l'ange évoqué dans l'Apocalypse, avec sa faux aiguë et tranchante pour moissonner cette
5 belle campagne, vendanger ces vignes et jardins, car le sixième janvier de l'année 1709, il y tomba si grande quantité d'eau la nuit que la surface de la terre était remplie d'eau, et à peine cette pluie cessa, que l'on commença à sentir cette faux aiguë, je veux dire un froid terrible, avec une si grande gelée, que toute la surface de la terre n'était qu'une glace ; la gelée prit au point
10 du jour, et avant midi on pouvait marcher sur certaine glace, et trois jours après on pouvait marcher sur celle de la rivière. [...] Ce fâcheux hiver dura jusqu'environ le 8 ou le 10 mars, moment où le verglas fut entièrement fondu. [...] Il y eut ordre du roi [Louis XIV] que chacun soit obligé de déclarer les grains qu'il possédait, au greffe de leur justice, sous peine de confiscation
15 desdits grains. Il envoya des commissaires pour faire visiter des greniers, pour fournir les grandes villes, afin d'éviter les séditions et révoltes qui commençaient déjà à paraître.

D'après la « Chronique de Jean Taté, de Château-Porcien », publiée par H. Jadart, 1889.



La terrible année 1709, Giuseppe Maria Mitelli, 1709, Londres, British Museum

L'année 1816

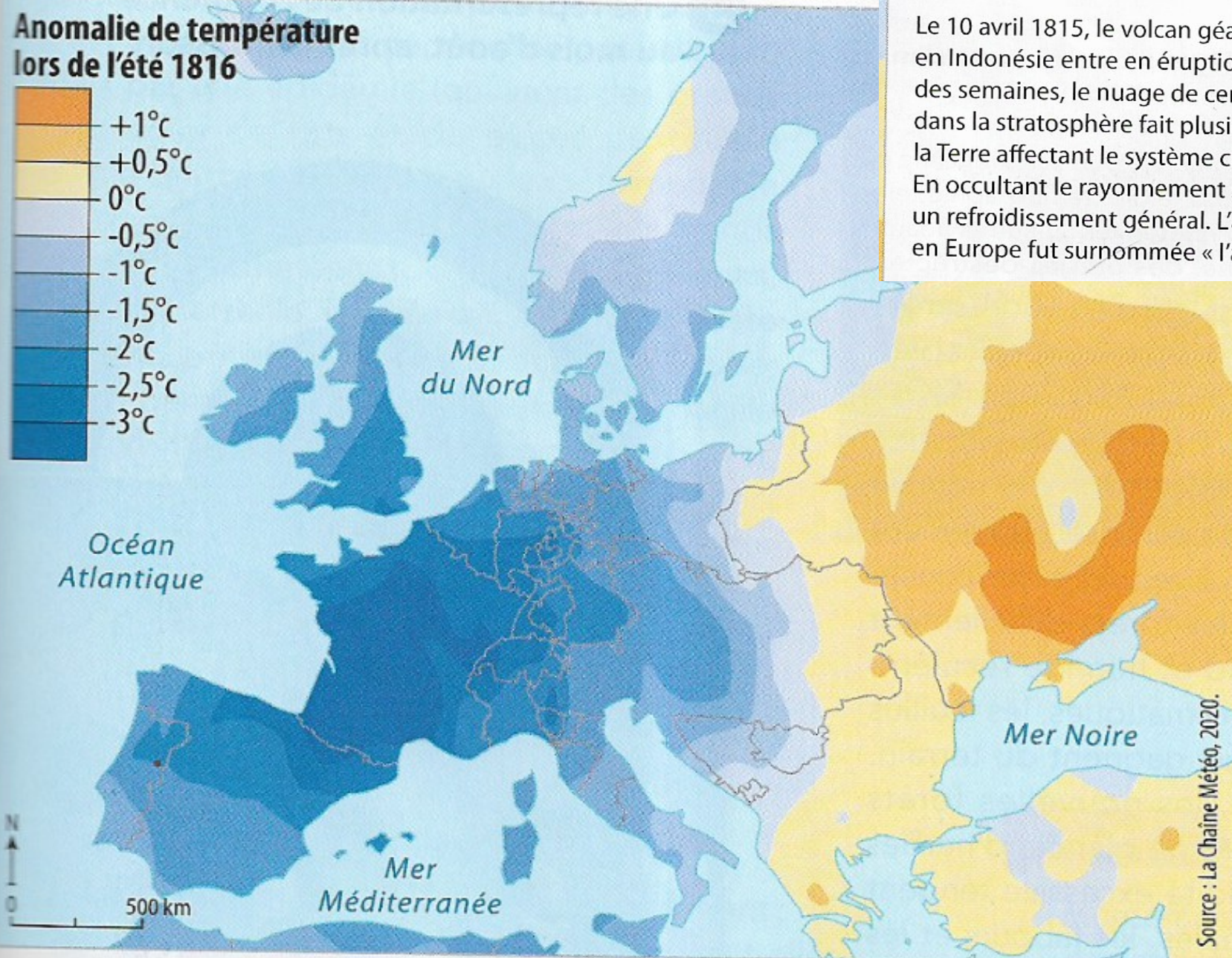
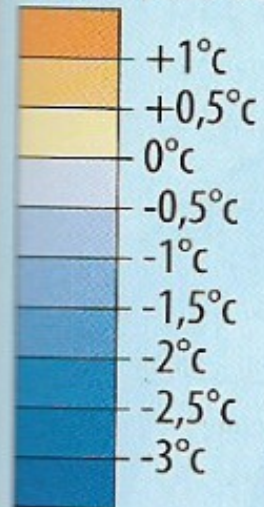
Les vendanges y furent les plus tardives qu'on ait jamais connues : elles prirent place en Novembre dans les Alpes, fin octobre ou novembre dans la France du Nord et du Centre ; le déficit thermique y fut très marqué dans tous les mois qui vont de mars à septembre. (...) Cette année là, les hautes pressions sahariennes atteignirent à peine le continent européen, sur lequel elles débordent normalement pendant la saison chaude.(...) toute l'Europe de 1816 passa l'été sous la pluie au coin du feu : c'est même à cette occasion que naquirent deux classiques de la littérature populaire : *Frankenstein* de Mary Shelley (qui n'a pas encore 19 ans) et le Vampire de Polidori.(...)

La disette s'est installée, car il a bien fallu vivre (ou mourir) de cette mauvaise récolte, pendant les 12 mois qui l'ont suivie, de l'été 1816 à l'été 1817.(...)Le temps froid et les pluies persistantes du printemps et de l'été 1816 ont successivement gêné la croissance et la maturation du blé, si gourmand de chaleur et de sécheresse ; puis ils ont fait verser les épis sur pied, et germer les grains en gerbe. D'où la disette et les troubles sociaux. (...) l'année 1816 : vendanges très tardives, printemps et été froid, pluvieux, grains pourris et détruits...

Emmanuel Le Roy Ladurie, *Histoire du climat depuis l'an Mil*, 1983, p 80

5 Des fluctuations climatiques expliquées par des phénomènes naturels

Anomalie de température lors de l'été 1816



Le 10 avril 1815, le volcan géant de Tambora en Indonésie entre en éruption. Pendant des semaines, le nuage de cendres envoyé dans la stratosphère fait plusieurs fois le tour de la Terre affectant le système climatique mondial. En occultant le rayonnement solaire, il entraîne un refroidissement général. L'année 1816 en Europe fut surnommée « l'année sans été ».

Comment les scientifiques expliquent les changements climatiques...

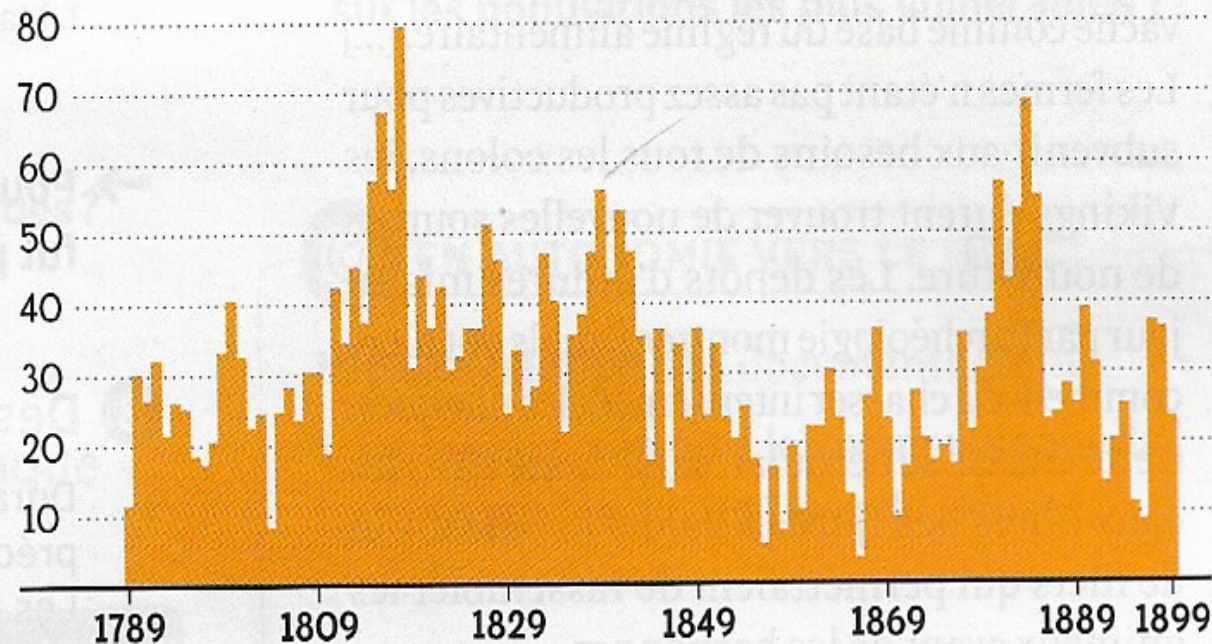
L'éclairement solaire varie [...] à long terme avec des périodes de faible valeur correspondant aux baisses d'activité du Soleil. La plus connue de ces phases de calme solaire a eu lieu entre 1645 et 1715. [...] L'impact climatique de ces fluctuations solaires est encore l'objet de beaucoup d'incertitude. Néanmoins, de nombreux chercheurs pensent que ces variations irrégulières sont en partie responsables des variations climatiques à l'échelle des derniers millénaires.

Le volcanisme fait aussi partie des causes externes ayant pesé sur la variabilité climatique de l' Holocène. Une éruption majeure peut propulser dans la haute atmosphère des gaz soufrés qui se transforment rapidement en aérosols sulfatés. Ces particules ont tendance à refroidir le climat en réfléchissant les rayons solaires. [...] Des fluctuations de la fréquence et de l'intensité des grandes éruptions volcaniques ont [...] eu lieu au cours du dernier millénaire, ce qui a donc pu contribuer aux faibles variations climatiques observées.

E. BARD, « Les variations climatiques du passé et de l'avenir », *Les sciences au service de l'homme*, 2007.

5 Les conséquences de deux éruptions du XIX^e siècle

Nombre de jours de tempête à Édimbourg par année



Source : Gillen D'Arcy Wood, L'Année sans été, La Découverte, 2016.

Les éruptions des volcans Tambora [1815] et Krakatoa [1883] provoquent des perturbations du climat.

→ Quelles conséquences peut-on observer sur le climat d'Édimbourg dans les années qui suivent les éruptions ?