



# Sur l'histoire du climat en France depuis le XIV<sup>e</sup> siècle

Emmanuel Le Roy Ladurie, Daniel Rousseau,  
Jean-Pierre Javelle

météo  
et climat Société  
météorologique  
de France

# SOMMAIRE

## **S**ur l'histoire du climat en France

Emmanuel Le Roy Ladurie, Jean-Pierre Javelle et Daniel Rousseau

Introduction. . . . .	<b>2</b>
le XIV <sup>e</sup> siècle . . . . .	<b>3</b>
le XV <sup>e</sup> siècle . . . . .	<b>6</b>
le XVI <sup>e</sup> siècle. . . . .	<b>9</b>
le XVII <sup>e</sup> siècle . . . . .	<b>12</b>
le XVIII <sup>e</sup> siècle . . . . .	<b>16</b>
le XIX <sup>e</sup> siècle. . . . .	<b>20</b>

<b>I</b> mpact du climat sur la mortalité en France, de 1680 à l'époque actuelle . . . . .	<b>25</b>
---	-----------

Emmanuel Le Roy Ladurie et Daniel Rousseau

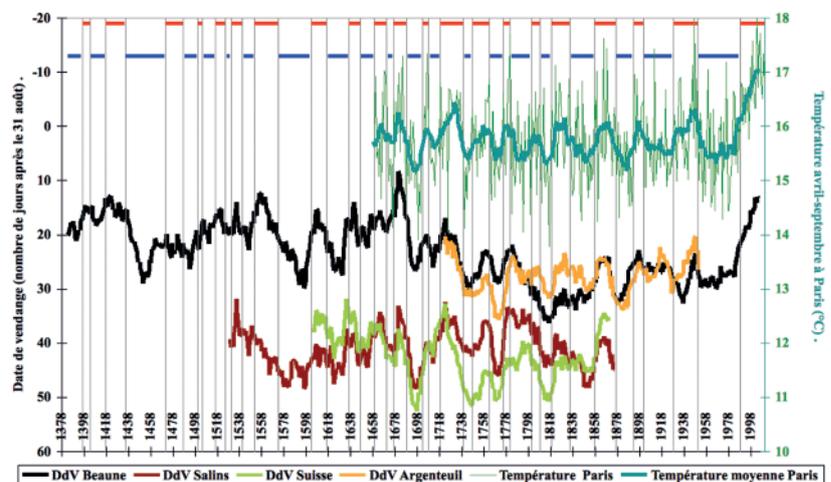
# Sur l'histoire du climat en France : introduction

Nous avons entrepris de publier une série de brefs articles sur l'histoire des fluctuations du climat entre les xiv<sup>e</sup> et xix<sup>e</sup> siècles, à raison d'un article par siècle. Nous nous concentrerons sur la France, en abordant l'impact de ces fluctuations sur la société et sur certains événements historiques. Le début de cette série coïncide presque exactement avec le commencement de ce que l'on appelle le petit âge glaciaire, marqué par une succession d'avancées des glaciers alpins. Il correspond aussi à une époque où les sources documentaires, directes ou indirectes, sur le climat et ses conséquences deviennent plus nombreuses.

Nous signalerons des événements météorologiques significatifs par leur ampleur et leurs conséquences humaines et nous mettrons en évidence, quand c'est possible, les fluctuations climatiques pluridécennales.

À l'aide d'exemples et d'illustrations, nous évoquerons différentes méthodes mises en œuvre par les historiens et par certains météorologistes pour reconstituer les climats passés, en particulier avant l'existence des séries de mesures météorologiques quantitatives. Celles-ci n'apparaissent qu'après l'invention du baromètre et du thermomètre au xvii<sup>e</sup> siècle et ne deviennent relativement nombreuses qu'à partir de la seconde moitié du xix<sup>e</sup> siècle.

Les lecteurs désireux d'en savoir plus pourront se reporter aux références citées en bibliographie des articles et, de façon plus générale, aux ouvrages d'Emmanuel Le Roy Ladurie : *Histoire humaine et comparée du climat* en trois tomes et *Les fluctuations du climat de l'an mil à aujourd'hui*, en collaboration avec D. Rousseau et A. Vasak.



Les premières mesures de température en France datent de 1658. Afin de reconstituer une chronique du climat pour des époques plus anciennes, d'autres quantités, liées aux aléas du climat, sont utilisables. C'est ainsi que les dates de vendanges, qui ont été relevées et conservées de façon quasi continue (en Bourgogne en particulier depuis la fin du xiv<sup>e</sup> siècle), sont particulièrement utiles car elles sont bien corrélées aux températures d'avril à septembre. La figure donne les températures annuelles d'avril à septembre depuis 1658 et leur moyenne sur 11 ans, ce qui met bien en évidence des successions de séquences d'années chaudes (indiquées en rouge en haut de la figure) et d'années fraîches (en bleu). Les moyennes sur 11 ans des dates de vendanges à Beaune, Salins, sur le plateau suisse et à Argenteuil fluctuent généralement en concordance avec les températures. Avant 1658, les moyennes sur 11 ans des seules dates de vendanges disponibles permettent l'identification de séquences d'années à vendanges précoces (chaudes) et de séquence d'années à vendanges tardives (fraîches).

D'après Rousseau D., 2014. Fluctuations des dates de vendanges bourguignonnes et fluctuations des températures d'avril à septembre de 1378 à 2010. *Compte rendu du xxvii<sup>e</sup> colloque de l'Association internationale de climatologie*, 2-5 juillet 2014, Dijon, France.

## Bibliographie

- Le Roy Ladurie E., 2004. *Histoire humaine et comparée du climat. Tome 1. Canicules et glaciers xiii<sup>e</sup>-xviii<sup>e</sup> siècles*. Fayard, Paris, 746 p.
- Le Roy Ladurie E., 2006. *Histoire humaine et comparée du climat. Tome 2. Disettes et révolutions 1740-1860*. Fayard, Paris, 616 p.
- Le Roy Ladurie E., 2009. *Histoire humaine et comparée du climat. Tome 3. Le réchauffement de 1860 à nos jours*. Avec le concours de G. Séchet. Fayard, Paris, 462 p.
- Le Roy Ladurie E., Rousseau D., Vasak A., 2011. *Les fluctuations du climat de l'an mil à aujourd'hui*. Fayard, Paris, 324 p.

# Sur l'histoire du climat en France : le XIV<sup>e</sup> siècle

Emmanuel Le Roy Ladurie<sup>1</sup>, Jean-Pierre Javelle, Daniel Rousseau<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Collège de France,  
11 place Marcelin Berthelot, 75231 Paris Cedex 05

<sup>2</sup> Conseil supérieur de la Météorologie, Toulouse

La notion de petit âge glaciaire (PAG) est un peu exagérée quant au vocabulaire par comparaison avec les grands âges glaciaires qui projetaient les glaciers alpins jusque dans la vallée du Rhône au sud de l'actuelle ville de Lyon. Mais elle est généralement retenue par les climatologues et il nous est commode de l'utiliser. Le PAG s'étend, non sans fluctuations internes, de 1300 à 1855 environ avec une avancée des glaciers alpins consécutive à un temps plus frais, notamment en Suisse pour ceux de Gorner et d'Aletsch (figure 1).

Pour Christian Pfister, la période 1303-1328 marque le début d'un rafraîchissement par rapport à ce que fut le petit optimum climatique du IX<sup>e</sup> au XIII<sup>e</sup> siècle (Pfister *et al.*, 1996). Les indices hivernaux proposés par cet auteur (figure 2) sont presque tous négatifs pour le XIV<sup>e</sup> siècle, notamment pendant son premier quart. On notera en particulier les hivers très rudes de 1306 et de 1323.

Le PAG se signale dès l'abord par des situations dépressionnaires au

## Résumé

Cet article présente brièvement les fluctuations du climat en France au XIV<sup>e</sup> siècle, considéré comme le début du petit âge glaciaire, et aborde leur impact sur la société et sur certains événements historiques.

## Abstract

About history of climate, France, 14<sup>th</sup> century

This paper briefly presents the climatic fluctuations in France during the 14<sup>th</sup> century, considered as the beginning of the Little Ice Age, and their impact on society and some historical events.

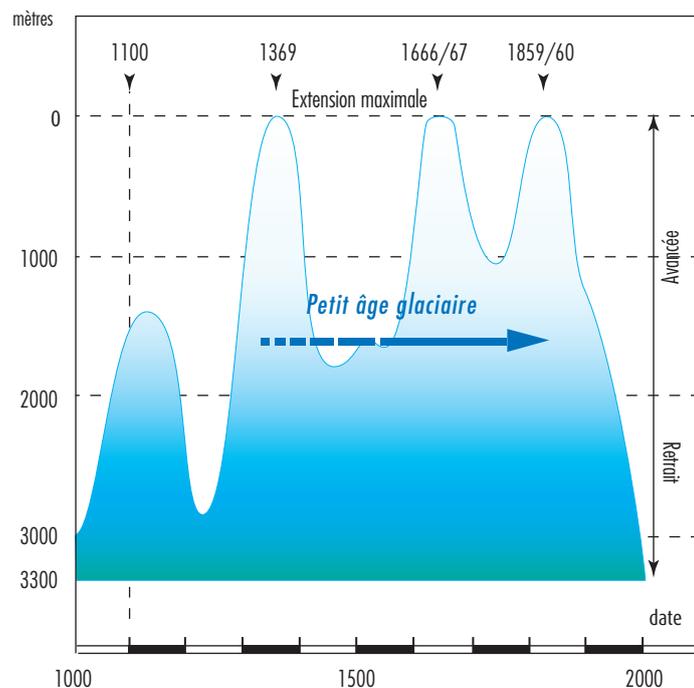


Figure 1. Évolution de l'extension du glacier d'Aletsch (Suisse) au cours du dernier millénaire d'après Holzhauser *et al.* (2005). La position de la langue terminale est estimée par un ensemble de méthodes glaciologiques, historiques et archéologiques : observations directes depuis 120 ans, sources historiques (cartes, photographies, peintures, chroniques, études scientifiques) pour remonter jusqu'à environ 1550, techniques dendrochronologiques et analyses de traces d'occupation humaine (fondations, chemins, etc.) pour remonter jusqu'au Moyen Âge.

printemps et en été, notamment une période humide de 1314 à 1322, mais surtout marquée par de grands abats d'eau de 1314 à 1316 avec des moissons très endommagées, une désastreuse récolte de 1315 responsable d'une famine en Europe occidentale et centrale (Jordan, 1996 ; Le Roy Ladurie, 2004). Les historiens y voient volontiers la fin du beau Moyen Âge roman puis gothique (XI<sup>e</sup>-XIII<sup>e</sup> siècles) : la ferveur religieuse – processions, prières en vue d'obtenir de bonnes récoltes – se déploie très largement jusqu'au retour du beau temps et de l'abondance frumentaire.

Les pluies trop abondantes reviendront pendant la décennie 1340-1349. L'indice pluviométrique très fort de cette décennie, compilé par Pierre Alexandre (1987), retrouve son niveau très élevé des années 1310-1319. En raison de ce temps dépressionnaire qui limite l'ablation des glaces et peut-être aussi à cause d'hivers neigeux, le glacier d'Aletsch avance et passe par un maximum de longueur et d'épaisseur autour de 1370. Même remarque pour le glacier de Gorner dont la crue s'étale de 1350 à 1375. Ces phénomènes s'accompagnent en 1342 d'inondations en France, Toscane, Bohême, et en 1343 de déluges en Bavière, Alsace, Suisse, Italie du Nord, Autriche. Suite aux mauvaises moissons de 1342-1343, les prix du blé triplent durant ces deux années (Mestayer, 1963). Ils retomberont à leur valeur habituelle en 1344 (figure 3). Les vendanges rhénanes sont très éprouvées par des gelées en septembre 1343. Nouvel épisode supra-annuel et gélif dans la moitié nord de la France en 1345-1346-1347. La peste noire de 1347-1348 est atroce mais n'a pas d'origine climatique. Aletsch et Gorner sont en progrès à partir de 1350 (Holzhauser, 1985). Une fois de plus, c'est le défaut d'ablation qu'il faut mettre en cause. Les maxima glaciaires intègrent les fraîcheurs de 1342-1347 et de 1349 à 1370. Après 1380, un certain nombre d'étés chauds reviennent en force. Par delà la peste de 1348, on note les petits coups de chaleur des années 1351 et 1360. Une crise de subsistance avec triplement des prix du froment intervient en 1351-1352. Pour une fois, les pluies et le froid ne sont pas en cause, mais c'est un coup de chaleur et de sécheresse, une manière d'échaudage, qui a affecté les moissons de 1351. De 1358 à 1360, le déficit des récoltes induit une très forte hausse des prix agricoles. Les causes tiennent à la

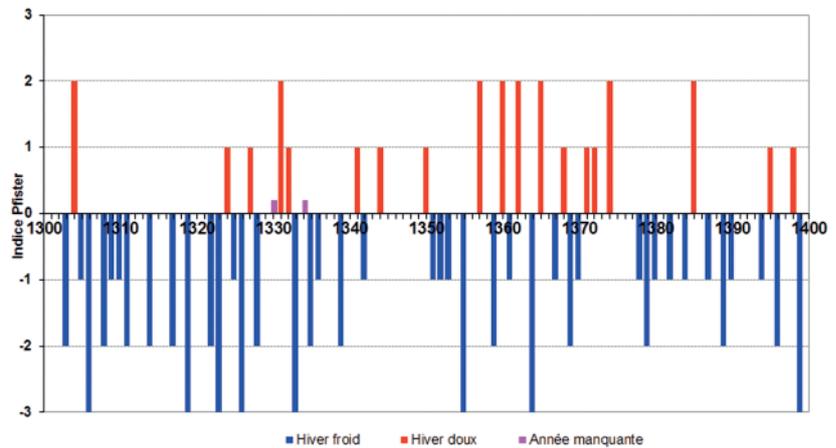


Figure 2. Indice de rigueur des hivers au XIV<sup>e</sup> siècle pour une zone géographique s'étendant sur l'Europe centrale, l'Europe occidentale et le nord de l'Italie (d'après Pfister et al., 1996). L'indice peut prendre sept valeurs entre -3 (hiver très froid) et +3 (hiver très doux). Il est établi à partir de sources documentaires (annales, chroniques locales et textes officiels). L'hiver est défini suivant les conventions climatologiques habituelles : l'hiver de l'année N regroupe décembre N - 1, janvier N et février N.

chaleur et à la sécheresse du mois d'août 1360 et, incidemment, on signale une gelée de printemps sur les vignes en mai 1360. Ces néfastes coups d'échaudage, ou sécheresses, se rencontrent en 1351, 1360 et 1361 (Alexandre, 1987).

L'allongement des glaciers obéit à des phénomènes très différents à savoir les hivers très froids de 1355 et surtout l'hiver glacial de 1364, ce dernier étant l'un des sept hivers les plus rigoureux du PAG (van Engelen et al., 2001). On décompte selon les cas quinze à

vingt semaines de gel, avec gel des grands fleuves Rhin, Loire, Rhône. Le glacier de Gorner opère une nouvelle progression avec des étés frais presque une année sur deux de 1356 à 1378. On note un doublement voire un triplement des prix du blé en 1369-1370. Le printemps 1370 très sec est suivi d'un épisode froid et de pluies abondantes ; les céréales subissent donc de multiples facteurs météorologiques agressifs. Tout ceci se produit dans un contexte de dépopulation post-pesteuse qui n'a pas grand-chose à voir avec le climat mais qui doit

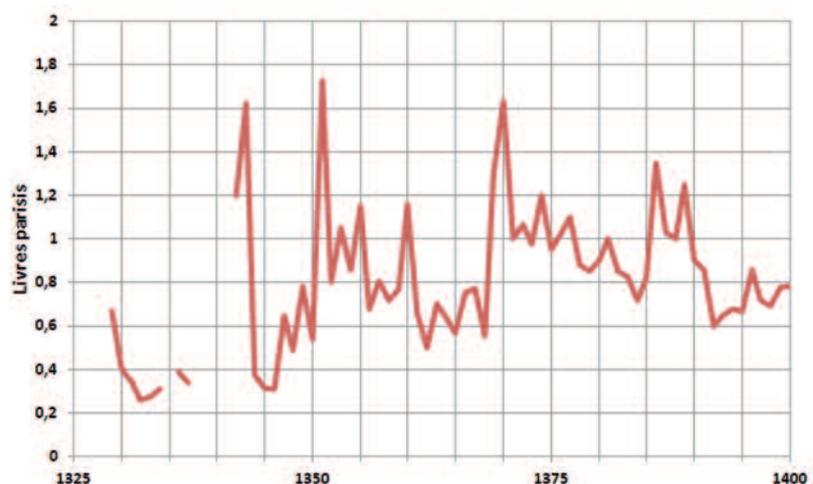


Figure 3. Prix du blé à Douai de 1329 à 1500 d'après Mestayer (1963). Douai, ville située au cœur d'une riche région agricole a été un centre important de commerce des céréales à partir du Moyen Âge. Les prix du blé et de l'avoine étaient relevés le 1<sup>er</sup> octobre, date à laquelle la récolte de l'année arrivait sur le marché. Ils reflétaient donc bien l'abondance des récoltes. Les prix sont exprimés en livres parisis par rasière (unité de mesure de volume).

## Le grand hiver de 1364

L'hiver glacial de 1364 est remarquable par sa longueur et son intensité. Le très riche catalogue critique des événements météorologiques en Europe de 1000 à 1425, établi par Pierre Alexandre (1987), relève des indications convergentes tirées de plusieurs sources narratives ou documents (registres de comptes, de délibérations communales, etc.) dont on trouvera ci-dessous quelques exemples (dates corrigées selon le calendrier grégorien).

*Chronique de l'hôtel de ville de Montpellier (1330-1412)* : grand gel continu du 8 décembre 1363 au 15 mars 1364, entrecoupé par d'abondantes chutes de neige à trois reprises ; gel du Rhône ; eaux gelées entre Sète et Mèze ; vignes, oliviers, figuiers et autres arbres détruits par le gel.

*Chronik de Jacques de Koenigshofen (1346-1420)*, chanoine de Saint-Thomas de Strasbourg : hiver long et rude ; grand gel continu du 29 décembre 1363 au 20 mars 1364 ; gel du Rhin jusqu'en mars ; gel de la Brüsche à trois reprises, notamment le 1<sup>er</sup> mars 1364 ; les cigognes qui d'habitude reviennent vers le 1<sup>er</sup> mars ne reviennent qu'à partir du 20 mars ; arbres et vignes gelés en hiver ; cherté du bois à Strasbourg en hiver.

*Chronique rouennaise (1363-1423)* : grand gel à partir du 25 décembre 1363 ; gel de la Seine du 4 janvier 1364 au 15 février 1364 ; ensuite dégel très lent, sans pluie, jusqu'au 20 mars 1364 ; pas d'inondation lors du dégel.

supporter de surcroît les mortalités dues au complexe mauvais climat-mauvaises récoltes.

La famine franco-italienne de 1374-1375 dérive des sécheresses d'hiver de 1374 ; ce contexte sec fait place ensuite à des pluies torrentielles d'avril à juin 1374, néfastes pour les récoltes. De ces mauvaises récoltes à la révolte antipapale de 1375 il n'y a qu'un pas. L'année 1374 est donc traumatique notamment dans le Midi de la France. Les prix frumentaires augmentent

d'environ 30 %. Ces pluviosités post-sécheresse de 1374 provoquent l'inondation de la Seine et on relève de fortes pluies automnales en Languedoc. L'an 1374 apporte son lot de grandes inondations rhénanes en janvier-février. Cette détestable année atteint même, outre la France et l'Italie, l'Angleterre. Les inondations et autres accidents de la traumatique année 1374 attirent très fortement l'attention des compilateurs d'intempéries (Weikinn, 1958). À Toulouse, le biennat 1374-1375 ouvre

une série d'années noires avec une vraie famine qui est donc plus accusée dans le Midi que dans la France du Nord. La pointe majeure des prix du blé à Toulouse dans ce contexte n'a pas d'équivalent pendant toute une longue période (Wolff, 1954). On peut parler d'un épisode méridional au sens large puisque l'Aquitaine est frappée mais aussi l'Italie du Nord. La cherté des céréales secondaires est bien plus forte que celle du froment avec une hausse de 500 % du prix du millet. La trajectoire des dépressions est devenue nettement plus méridionale qu'à l'ordinaire.

Bien sûr, la peste de 1348 marque une rupture : à une France surpeuplée succède une France dorénavant dépeuplée par les pestes et par les guerres. Mais les crises de subsistance qui étaient nombreuses avant 1348 le demeurent, quoique peut-être à un moindre degré, dans une France dépeuplée mais qui reste pauvre et malheureuse du fait des conflits guerriers. La dépopulation ne provoquera enfin l'élévation du niveau de vie populaire que progressivement à partir du deuxième tiers du xv<sup>e</sup> siècle.

Au cours des vingt dernières années du siècle, la sécheresse du printemps et de l'été 1384 à Paris et l'hiver très froid de 1399 n'ont aucune incidence sur les prix agricoles. L'une des raisons est que la population ayant assez fortement diminué par suite des pestes et des guerres, la conjoncture du blé devient moins sensible.

## Bibliographie

- Alexandre P., 1987. *Le climat en Europe au Moyen Âge. Contribution à l'histoire des variations climatiques de 1000 à 1425, d'après les sources narratives de l'Europe occidentale*. Éditions de l'École des hautes études en sciences sociales, Paris, 827 p.
- Holzhauser H., 1985. Neue Ergebnisse zur Gletscher- und Klimageschichte des Spätmittelalters und der Neuzeit. *Geographica Helvetica*, 40, 168-185.
- Holzhauser H., Magny M., Zumbühl H.J., 2005. Glacier and lake-level variations in west-central Europe over the last 3500 years. *The Holocene*, 15, 789-801.
- Jordan W.C., 1996. *The great famine. Northern Europe in the early fourteenth century*. Princeton University Press, Princeton, États-Unis, 328 p.
- Le Roy Ladurie E., 2004. *Histoire humaine et comparée du climat. Canicules et glaciers XIII<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> siècles*. Fayard, Paris, 746 p.
- Mestayer M., 1963. Prix du blé et l'avoine de 1329 à 1793. *Revue du Nord*, 45, 157-176.
- Pfister C., Schwarz-Zanetti G., Wegmann W., 1996. Winter severity in Europe: the fourteenth century. *Clim. Change*, 34, 91-108.
- van Engelen A.F.V., Buisman J., F. IJnsen, 2001. A millenium of weather, winds and water in the Low Countries. In: Jones P.D., A.E.J. Ogilvie, T.D. Davies et K.R. Briffa : *History and climate : Memories of the Future ?* Kluwer Academic, New York, 101-124.
- Weikinn C., 1958. *Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitwend bis zum Jahre 1850*. Akademie, Berlin.
- Wolff P., 1954. *Commerces et marchands de Toulouse (1350-1450)*. Plon, Paris, 711 p.

# Sur l'histoire du climat en France : le xv<sup>e</sup> siècle

Emmanuel Le Roy Ladurie<sup>1</sup>, Jean-Pierre Javelle, Daniel Rousseau<sup>2</sup>

1 Collège de France, 11 place Marcelin Berthelot, 75231 Paris Cedex 05

2 Conseil supérieur de la météorologie, Toulouse

On dispose à partir du xv<sup>e</sup> siècle, et même de la fin du xiv<sup>e</sup>, de séries de dates de vendanges (figures 1 et 2). Ces données quantitatives constituent un bon indicateur des conditions météorologiques entre la formation des bourgeons et la fructification, ce qui correspond en moyenne à la période avril-septembre, même si des facteurs économiques et sociaux peuvent aussi influencer la fixation de la date des vendanges. Les séries vendémiologiques sont donc largement utilisées depuis les années 1960 pour reconstituer l'histoire du climat (Le Roy Ladurie, 1967), après le travail pionnier d'Alfred Angot (1883) prolongé par Marcel Garnier (1955).

Mais parlons des glaciers d'abord : depuis 1385, les glaciers alpins sont entrés en modeste récession. Pour Altesch et Gorner et vraisemblablement les autres glaciers alpins, après un maximum d'extension vers 1380, s'est imposé ce recul modéré mais qui n'est pas du tout comparable à l'immense recul amorcé à partir de 1855-1860 et surtout marqué depuis 1935. Vers 1455, le glacier d'Aletsch est plus court qu'il ne l'est en 1920 alors que le recul glaciaire du xx<sup>e</sup> siècle est déjà nettement amorcé ; néanmoins il demeure nettement plus long qu'il ne l'est de nos jours dans ses dimensions très rétrécies. En d'autres termes, il

s'agit d'une position médiane entre le petit âge glaciaire en majesté de 1850 et l'appareil actuel, extrêmement réduit vers l'aval. Aletsch conserve au *Quattrocento* des positions respectables mais qui ont cessé provisoirement d'être maximales et qui ne le redeviendront qu'à partir des années 1570 et surtout 1590-1610 (Le Roy Ladurie, 2005).

À l'échelle d'un an ou tout au plus de deux ou trois ans, on note évidemment des millésimes remarquables du point de vue des subsistances. Comme dans nos précédents développements, ils aboutissent essentiellement à des moissons diminuées porteuses de famines, en particulier pendant les époques de guerres très intenses, ou parfois génératrices d'une certaine abondance frumentaire du reste très relative.

## Guerres, climat, épidémies et famines

Évoquons d'abord la première moitié du xv<sup>e</sup> siècle, très fortement marquée par la seconde portion de la guerre de Cent Ans qui se termine vers 1450 et définitivement en 1453, date de l'évacuation de Bordeaux, dernier point d'appui de la domination

## Résumé

Cet article présente brièvement les fluctuations du climat en France au xv<sup>e</sup> siècle et aborde leur impact sur la société et sur certains événements historiques.

## Abstract

About history of climate, France, 15<sup>th</sup> century

This paper briefly presents the climatic fluctuations in France during the 15<sup>th</sup> century and their impact on the society and on some historical events.

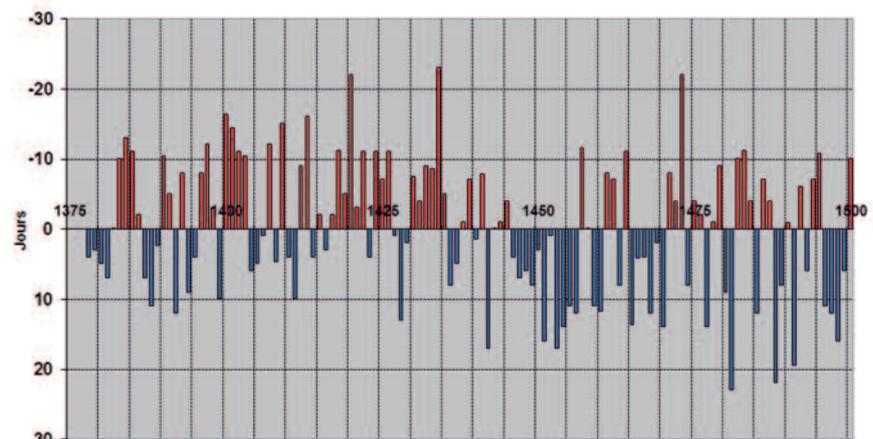


Figure 1. Dates de vendange à Beaune de 1378 à 1500 (écart au 20 septembre, valeur moyenne de la date de vendange). D'après Labbé et Gaveau (2013).

anglaise dans le sud-ouest de la France actuelle. On peut d'abord mentionner le grand hiver de 1408, indice 9 de maximum du froid dans la grande série de van Engelen *et al.* (2001), avec des conséquences sur les vergers et les cultures : destructions partielles d'arbres fruitiers, de vignes et doublement du prix des céréales sur le marché de Douai représentatif du nord du Bassin parisien (Mestayer, 1963). C'est dans la deuxième moitié du mois de novembre 1407 que sont apparues les rigueurs qui vont s'instaurer durant l'hiver 1408. Le sud de la France a été semble-t-il épargné. La cherté des céréales, qui n'est pas catastrophique du reste, viendrait d'une raréfaction de celles-ci du fait vraisemblablement de cet hiver assez rude et d'une fin d'été 1408 pluvieuse néfaste à la bonne maturation des grains dans les gerbes dressées sur les champs. La guerre a pu jouer un rôle en raison de l'incursion des troupes du duc de Bourgogne, en particulier lors de la bataille d'Othée près de Liège.

De 1417 à 1435, interviennent une série d'étés un peu plus tièdes. L'année 1420 est particulièrement dure du point de vue

des conflits militaires et des guerres civiles, alors que règnent encore sur la France fort éprouvée à l'époque le roi fou Charles VI et la reine Isabeau de Bavière dont la mauvaise réputation n'est plus à faire. L'été 1420 est très chaud, avec des vendanges très précoces, en avance d'un mois sur leurs dates usuelles. Il figure dans la liste des étés brûlants (indice 9, maximal) signalés par van Engelen, qui sont au nombre de neuf pendant le petit âge glaciaire entre 1326 et 1846 (1326, 1420, 1422, 1473, 1540, 1556, 1781, 1783 et 1846) et de trois pendant la phase de réchauffement contemporain jusqu'en

2000 (1859, 1868 et 2000). L'impact de cette canicule se traduit par un doublement du prix des céréales dans la France du Nord tandis qu'à Toulouse une très forte inflation des prix céréalières se fait sentir, due à une mauvaise récolte régionale et peut-être à des phénomènes monétaires. Sur le marché de la ville rose, les prix du carton de froment passent de 13 sous en 1419 à 26 en 1420 et à 56 en 1421. Le grand historien toulousain Philippe Wolff a insisté sur l'impact de cette très sévère crise de subsistance sur la morbidité et la mortalité (Wolff, 1954).

## Chaleur et sécheresse de l'année 1420

Le printemps et l'été 1420 sont marqués par la chaleur et la sécheresse. Quelques exemples d'observations contenues dans des sources narratives et d'autres documents, recueillies par Pierre Alexandre (1987) ; les dates sont corrigées selon le calendrier grégorien.

*Journal d'un bourgeois de Paris* (œuvre d'un clerc parisien, chanoine de Notre-Dame, 1410-1426)

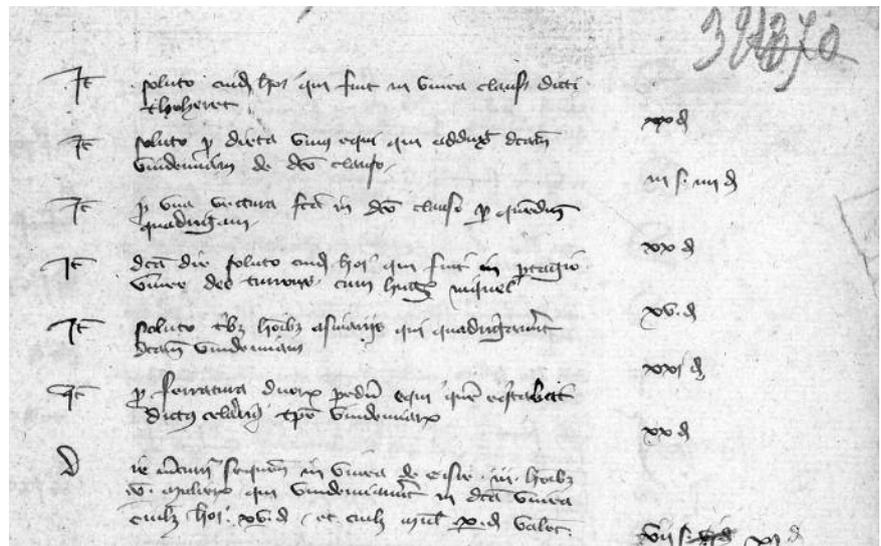
Floraison précoce des roses, du 16 avril au 24 mai ; cerises mûres au mois de mai ; blés mûrs à la fin du mois de mai « comme à la Saint-Jean » (24 juin) ; vendanges à partir de la mi-août.

*Chronique de Metz* (1333-1407)

Temps beau et chaud au printemps. Muguet fleuri le 10 avril. Maturation précoce des fruits ; fraises mûres à Metz le 19 avril ; cerises mûres à Metz le 9 mai ; fèves et pois mûrs le 10 mai ; seigle nouveau le 15 mai ; verjus nouveau le 19 mai ; raisins presque mûrs à Metz le 1<sup>er</sup> juillet ; vin nouveau à Metz le 31 juillet.

*Documents d'Albi* (1345-1420)

Les mois de mars, avril et mai sont très secs ; aucune pluie en mai, sauf à deux reprises. Maturation précoce des fruits à Albi ; cerises mûres à Albi le 16 avril ; récolte de seigle à partir du 25 mai. Vent d'Autan continu pendant deux mois et demi, dévastant les vignes et détruisant les récoltes.



Transcription	
Item	soluto cuidam homino qui fuit in vinea clausi dicti Thoheret 20 denarii (d.)
Item	soluto pro dieta unius equi qui adduxit dictam vindemiam de dicto clauso 3 solidi (s.) 4 d.
Item	pro una vectura facta in dicto clauso per quemdam quadrigam 20 d.
Item	dicta die soluto cuidam homino qui fuit in partagio vinee des Turons cum Hugues Niquel 20d.
Item	soluto tribus hominibus asinariis qui quadrigaverunt dictam vindemiam 15 d.
Item	pro ferratura duorum pedum equi que equitabatur dictus celerarius tempore vindemiarum 20 d.
Die	mercurii sequentem in vinea de Cisie 3 hominibus, 5 mulieribus qui vindemiaverunt in dicta vinea, cuilibet homino 15 d. et cuilibet mulieri 10 d., valent 7 s. 11 d.
Traduction	
Item	payé à un homme qui fut dans la vigne du clos dudit Thoheret 20 deniers (d.)
Item	payé pour la nourriture d'un cheval qui apporta ladite vendange dudit clos 3 sols (s.) 4 d.
Item	pour une charretée faite dans le clos par un charretier 20 d.
Item	le même jour, payé à un homme qui fut au partage de la vigne des Teurons avec Hugues Niquel 20 d.
Item	payé à trois âniers qui transportèrent ladite vendange 15 d.
Item	pour le ferrage de deux sabots d'un cheval que montait le cellérier à ce moment 20 d.
Le jour suivant	mercredi, pour trois hommes et cinq femmes qui vendangèrent dans la vigne de Cisie, à chaque homme 15 d. et à chaque femme 10 d., valent 7 s. 11 d.

Figure 2. Extrait de la page correspondant aux travaux de vendange du 30 septembre au 2 octobre 1399 dans le livre de comptes tenu, en latin, par le cellérier de la collégiale Notre-Dame de Beaune. Les chanoines possédaient un grand nombre de parcelles de vignes sur le territoire de la commune. Les livres de comptes de la collégiale ont été utilisés par Labbé et Gaveau (2013) pour reconstituer les dates de vendanges à Beaune aux xiv<sup>e</sup> et xv<sup>e</sup> siècles, en retenant la date de la première parcelle vendangée. (Archives départementales de la Côte-d'Or / G2918, ©CG21/F. Petot/2014)

L'hiver 1432 est très rude, van Engelen lui attribuant l'indice 8 sur une échelle qui va jusqu'à 9. Il est suivi, jusqu'en juillet, par une période fraîche et très pluvieuse qui fait figure d'exception dans la séquence d'étés chauds qui va de 1417 à 1435 et qui débouche sur une mauvaise moisson. À Paris et à Douai, les prix du blé s'envolent en fin d'année 1432 et durant la première moitié de 1433 (figure 2), provoquant une disette. La France du Sud (Toulouse et Languedoc) est logée à la même enseigne, ainsi que l'Europe du Centre et du Nord-Ouest (Allemagne, Belgique, Angleterre). Un mois d'août chaud et sec explique la relative précocité de la vendange dijonnaise qui débute le 18 septembre 1432.

Dans le Bassin parisien et en Normandie, la désastreuse famine de 1438-1439 fait suite à un printemps et un début d'été froids et humides, responsables d'une mauvaise récolte qu'aggravent encore les malheurs des dernières décennies de la guerre de Cent Ans. À Paris, le prix du setier de froment passe de 1,68 livre en 1436 à 5,95 en 1438, avant de redescendre à un prix compris entre 1 et 2 pour les années 1440 à 1445 (figure 2). L'Angleterre, l'Allemagne et les Pays-Bas connaissent aussi une mauvaise récolte frumentaire. C'est une période catastrophique à cause des disettes. Les fléaux principaux sont la peste, devenue quasi annuelle, et la guerre contre l'Angleterre. La situation est telle que les pillards anglais, après avoir tout détruit sur leur passage, meurent de faim.

## Une France apaisée mais qui subit encore des crises de subsistance

La seconde moitié du xv<sup>e</sup> siècle est une période, relativement pacifique, de reconstruction après la guerre de Cent Ans. Quelques groupes de beaux étés chauds, avec des vendanges précoces et de bonnes moissons qui favorisent des prix bas de céréales, contribuent à la renaissance économique. C'est le cas en 1457-1458, 1461-1462, 1464, 1471-1473 et enfin 1494-1495. Plusieurs séquences d'étés frais n'ont pas de conséquences bien gênantes sur le ravitaillement céréalier, en particulier 1453-1456, 1465-1468, 1474, 1477, 1485, 1488-1491 et 1496-1498.

Néanmoins, en 1481-1482, la France connaît une grave famine qui concerne aussi l'Allemagne et la Suisse. C'est le

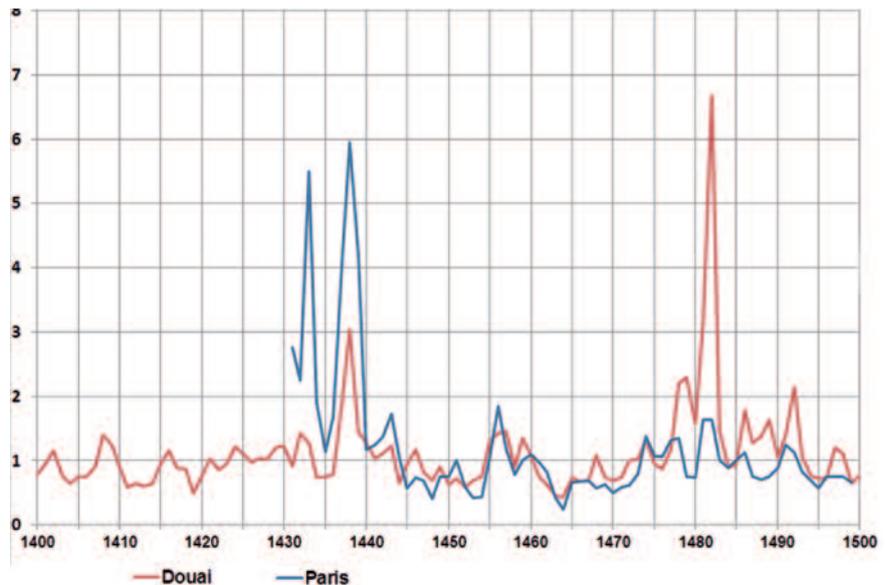


Figure 3. Variations du prix du froment à Paris et à Douai au XV<sup>e</sup> siècle. À Paris, le prix du setier de froment est exprimé en livres tournois : de 1431 à 1478, moyenne pour l'année civile, de 1479 à 1499, prix à la Saint-Martin (d'après Baulant, 1968). À Douai, le prix de la rasière de froment est exprimé en livres parisis (d'après Mestayer, 1963). Le setier et la rasière sont des mesures de volume. À partir de 1479, les prix parisiens sont reconstitués à partir de documents lacunaires et incertains, ce qui peut expliquer l'absence de pointe en 1481-1482.

résultat d'une des pires configurations pour les récoltes de céréales : fortes pluies pendant l'été 1480 provoquant de terribles inondations du Rhin et de la Moselle (Champion, 1858), hiver 1481 glacial suivi d'un printemps et d'un été pourris. En Bourgogne, les dates de vendanges sont très tardives : à Beaune, elles s'établissent au 4 octobre en 1481. À Douai, le prix de la rasière de blé passe de 1,7 livre en 1480 à 3,2 en 1481 et atteint 6,7 livres en 1482, valeur record pour le xv<sup>e</sup> siècle, accentuée par les guerres qui ont suivi la mort du duc de Bourgogne, Charles le Téméraire, en 1477. Face au désastre de la famine, Louis XI ne reste pas inactif. Mais sa politique est bizarrement contradictoire. D'une part, il introduit en janvier 1482 la libre circulation des grains, peut-être en vue d'importations, mais surtout il interdit le stockage des céréales et l'exportation. On est en plein dans la politique dirigiste qu'on appellera mercantiliste de la monarchie française et qu'on retrouvera à partir de Colbert jusqu'au xix<sup>e</sup> siècle.

## Remerciements

Nous remercions Thomas Labbé qui nous a fourni la transcription et la traduction de la page du livre de comptes de la collégiale Notre-Dame de Beaune, et les archives départementales de la Côte-d'Or pour la reproduction de ce document.

## Bibliographie

- Alexandre P., 1987. *Le climat en Europe au Moyen Âge. Contribution à l'histoire des variations climatiques de 1000 à 1425, d'après les sources narratives de l'Europe occidentale*. Éditions de l'École des hautes études en sciences sociales, Paris, 827 p.
- Angot A., 1883. Étude sur les vendanges en France. *Annales du Bureau Central Météorologique*, B29-B120.
- Baulant M., 1968. Le prix des grains à Paris de 1431 à 1788. *Annales, Économies, Sociétés, Civilisations*, 23, 520-540.
- Champion M., 1858. *Les inondations en France du v<sup>e</sup> siècle à nos jours*. Paris, 6 vol. (réédition Cemagref sur Cédérom, 2002).
- Garnier M., 1955. Contribution de la phénologie à l'étude des variations climatiques. *La Météorologie* 4<sup>e</sup> série, 40, 291-300.
- Labbé T., Gaveau F., 2013. Les dates de bans de vendanges à Beaune (1371-2010). Analyse et données d'une nouvelle série vendémiologique. *Revue historique*, 666, 333-368.
- Le Roy Ladurie E., 1967. *Histoire du climat depuis l'an mil*. Flammarion, Paris, 381 p.
- Le Roy Ladurie E., 2005. *Histoire humaine et comparée du climat. Canicules et glaciers XIII<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> siècles*. Fayard, Paris, 746 p.
- Mestayer M., 1963. Prix du blé et l'avoine de 1329 à 1793. *Revue du Nord*, 45, 178, 157-176.
- Van Engelen A.F.V., Buisman J., Ijnssen F., 2001. A millennium of weather, winds and water in the Low Countries. In Jones P.D., A.E.J. Ogilvie, T.D. Davies, K.R. Briffa: *History and climate : Memories of the Future?* Kluwer Academic, New York, 101-124.
- Wolff P., 1954. *Commerces et marchands de Toulouse (1350-1450)*. Plon, Paris, 711 p.

# Sur l'histoire du climat en France : le xvi<sup>e</sup> siècle

Emmanuel Le Roy Ladurie<sup>1</sup>, Jean-Pierre Javelle, Daniel Rousseau<sup>2</sup>

1 Collège de France, 11 place Marcelin Berthelot, 75231 Paris Cedex 05

2 Conseil supérieur de la Météorologie, Toulouse

**L**e xvi<sup>e</sup> siècle dans son entier est caractérisé par un contraste entre les soixante premières années, plus douces, avec une légère régression des glaciers alpins, et les quarante dernières années marquées par un rafraîchissement du climat français, suivi au bout de sept à dix ans par une progression spectaculaire des glaciers alpins.

En hiver, le rafraîchissement ainsi illustré pourrait être de l'ordre de 0,5 °C ou même moins, ce qui est suffisant étant donné l'extraordinaire sensibilité des glaciers. Les tiédeurs de la première moitié du xvi<sup>e</sup> siècle seraient spécialement notables lors des décennies 1520-1529 et 1550-1559. Par rapport à la période 1901-1960, les printemps seraient un peu plus frais en général pour le xvi<sup>e</sup> siècle dans son entier, surtout pour la décennie 1520-1529 et bien sûr à partir de 1560. Les étés des soixante premières années manifesteraient quelques tiédeurs surtout de 1500 à 1506, avec une décennie 1521-1529 rafraîchie, surtout pendant les années 1526-1529. On notera une fraîcheur des automnes de 1509 à 1520, puis une certaine tiédeur automnale jusqu'à la mi-temps des années 1560 (Pfister *et al.*, 1999).

## Résumé

Cet article présente brièvement les fluctuations du climat en France au xvi<sup>e</sup> siècle, qui est marqué par le contraste entre la tiédeur des soixante premières années et la fraîcheur des quarante dernières. Il aborde l'impact de ces fluctuations sur la société et sur certains événements historiques.

## Abstract

About history of climate, France, 16<sup>th</sup> century

This paper briefly presents the climatic fluctuations in France during the 16<sup>th</sup> century, characterized by a contrast between the first sixty mild years and the last forty cool years, and their impact on society and some historical events.

## Le beau xvi<sup>e</sup> siècle, vendanges et moissons

Au cours des soixante premières années du xvi<sup>e</sup> siècle, la Bourgogne connaît plusieurs séries de vendanges précoces (Rousseau, 2014), conséquences de printemps-étés chauds :

– 1500-1504 : l'année 1504 est même l'une des douze années les plus chaudes du dernier millénaire pour l'hémisphère Nord, d'après les données dendro-climatologiques (Briffa *et al.*, 2004) ;  
– 1516-1525 : la vendange du 4 septembre 1516 à Beaune est la plus précoce depuis la très chaude année 1473. À Paris, le prix du blé augmente fortement en 1516, 1521 et 1524-1525, à la suite de récoltes diminuées par échaudage ou

sécheresse prolongée. La sécheresse du printemps 1524 est responsable de la disette de 1524-1525, l'une des quatre grandes crises de subsistance des années 1520-1560 (Baulant et Meuvret, 1962) ;  
– 1530-1540 : la canicule estivale de 1540, avec des vins excellents, a été étudiée en détail par Pfister (1999) dans ses importantes réflexions historiques sur le climat. Les prix du blé à Paris et à Douai restent bas, résultats de belles moissons qui bénéficient du beau temps. En Europe centrale, chaleur et sécheresse sont extrêmes. On traverse à pied rivières et fleuves, en particulier le Rhin.

La canicule de l'été 1556 provoque une vendange très précoce en Bourgogne, le 6 août à Beaune, avec des vins de grande qualité. En revanche, à cause de la sécheresse, la moisson est médiocre. Cette sécheresse favorise des incendies de forêt jusqu'en Normandie, comme le signale dans son livre de raison le gentilhomme normand Gilles de Gouberville (1993). L'année 1559 est aussi une année chaude avec des vendanges et des moissons précoces, mais les prix du grain ne montent pas, signe d'absence d'échaudage.

Le beau xvi<sup>e</sup> siècle n'est pas exempt d'années, ou de séquences de plusieurs années, humides et fraîches, avec des conséquences fâcheuses. Ainsi, c'est probablement la persistance d'un temps doux et très pluvieux de l'automne 1520 jusqu'au printemps 1521 qui cause une mauvaise récolte de blé, avec un quasi-doublement du prix du setier de froment à Paris pendant l'année post-récolte<sup>1</sup> 1521-1522, et donc une disette, suivi d'un effondrement des prix à partir de juillet 1522 lors de l'arrivée sur le marché de l'excellente moisson de 1522.

À partir de 1526, une séquence fraîche et pluvieuse provoque une véritable crise météorologique qui se déclenche à partir de l'année post-récolte 1528-1529 et culmine en 1531-1532. À Paris, le prix du setier de froment grimpe de 1,51 livre

1. L'année post-récolte va du mois d'août de l'année de la moisson à juillet de l'année suivante.

tournois en 1526-1527 jusqu'à 4,67 livres tournois en 1531-1532, soit un triplement tout à fait remarquable. Dès avril 1529, le mécontentement social se fait sentir à Lyon avec la fameuse Grande Rebeyne (révolte), quand les stocks de grain commencent à s'épuiser au printemps (Gascon, 1971). Le mécontentement populaire est dirigé contre les spéculateurs qui constituent des stocks pour mieux profiter de la hausse des prix. En Auvergne, province spécialement pauvre, la crise de subsistance de 1529 est très marquée (Charbonnier, 1980). La hausse du prix du blé, qui concerne vraisemblablement tout l'Ouest-européen, dure jusqu'en 1530 et même au-delà. En Angleterre, les lois féroces d'Henry VIII contre les pauvres, les mendiants voués à être fouettés et mutilés, révèlent que le déficit céréalier est devenu sensible à tous et spécialement aux plus défavorisés.

## Nouvelle poussée glaciaire

Les années 1560-1600 sont passionnantes pour l'historien du climat puisque marquées par une intensification du petit âge glaciaire avec une avance générale des glaciers de Chamonix : mer de Glace, glacier des Bossons, glacier d'Argentière, glacier du Tour (figure 1). À partir des années 1590, le glacier des Bois, nom de la pointe terminale de la mer de Glace dans sa partie inférieure, culbute des maisons. Le glacier d'Argentière détruit lui aussi des habitats. On en vient même à craindre que la mer de Glace ne barre le cours de la rivière d'Arve, ce qui semble ne s'être jamais produit au cours des derniers millénaires (Le Roy Ladurie, 1967).

Cette période rafraîchie connaît de fortes crises de subsistance dues simultanément aux météorologies défavorables du petit âge glaciaire, pluie et fraîcheur, et aux guerres de religion qui prennent un caractère désastreux de 1560 jusqu'à la pacification enfin obtenue par Henri IV en 1596. Parker (2013) a beaucoup insisté sur l'impact désastreux de la combinaison d'une météorologie négative et d'une guerre importante, soit par ravages directs de la guerre soit par fiscalité excessive. Pendant les guerres de religion de 1560 à 1596, on assiste à cinq crises de subsistance importantes de ce type. Aucune de ces crises ne s'explique par des phénomènes d'échaudage ou de sécheresse. C'est toujours le grand froid et l'excès de pluviosité qui s'attaquent aux moissons.

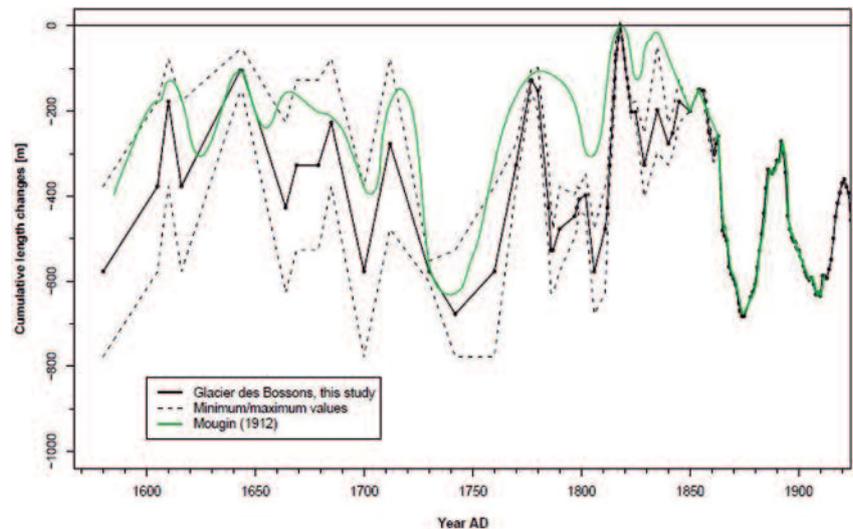


Figure 1. Fluctuations de la longueur du glacier des Bossons de 1580 à 2005 (Nussbaumer et Zumbühl, 2012). L'origine de l'axe des ordonnées correspond à la longueur maximale, observée en 1818. Les points noirs ont été établis à partir de sources historiques écrites, cartographiques ou iconographiques. La courbe continue noire a été tracée par interpolation entre ces points. Les courbes en traits pointillés correspondent aux incertitudes sur l'estimation. On constate une bonne cohérence d'ensemble avec la courbe verte, établie par Mougin dans son ouvrage précurseur sur l'histoire des glaciers dans les Alpes françaises (Mougin, 1912).

## L'avancée des glaciers à Chamonix

Un texte issu des archives de la Chambre des comptes de Savoie démontre qu'à partir de 1600 la vallée de Chamonix a subi une avancée catastrophique des glaciers, résultat des fraîcheurs des années 1590.

« Dès la réformation des tailles [c'est-à-dire dès 1600 (la réformation des tailles en Savoie a été opérée par l'édit du 1<sup>er</sup> mai 1600)] les glaciers rivière d'Arve et autres torrens ont ruyné et gasté cent nonante cinq journalx de terre en divers endroictz de la dicte parroesse [Chamonix] et particulièrement nonante journalx et douze maisons ruyn's au village du Chastelard auquel n'est resté que la douzième partie du terroir, le village des Bois à cause desd. Glassiers ; au village de la Rozière et Argentier sept maisons couvertes des susd. Glassiers, dont le ravaige continue et fait de jour à autre progrès... deux autres maisons ruynés au villaige de la Bonneville... à l'occasion desd. Ruynes la cense du disme est grandement diminuée ».

Cette archive est capitale car elle indique que, dans des hameaux anciens, des maisons ont été « recouvertes » par des glaciers en progression constante. Il ne s'agit donc pas seulement de dégâts provoqués par des chutes de glace. Par ailleurs, la diminution de la dime est significative de la disparition de champs cultivés dans des terroirs soumis à l'avancée du front glaciaire.

Texte des archives communales de Chamonix CC 1, pièce n° 19, texte du 2 mai 1605 publié par Letonnelier (1913) et reproduit par Le Roy Ladurie (1967).

La famine de 1562-1563 est causée par un hiver et un été très pluvieux, avec de grosses inondations dans les bassins de la Loire et de la Seine. On constate ensuite un doublement des prix du blé de 1565 à 1566 en raison du grand hiver de 1565, caractérisé par la valeur maximale 9 de l'indice défini par van Engelen *et al.* (2001), qui agit négativement sur la récolte de 1565 et sur l'année post-récolte. La révolte des Pays-Bas de 1566, première révolution de l'âge moderne, a des causes profondes, religieuses et politiques, mais elle est provoquée sur un mode événementiel par les troubles sociaux des années 1565-1566, suite à un plus que doublement du prix du blé dans la France du Nord et les Pays-Bas.

La crise de subsistance de 1573 est aussi provoquée par une forte augmentation des prix du blé à Paris, conséquence d'un hiver long et rigoureux suivi par un printemps et un été frais et humides, avec une vendange tardive en Bourgogne. Surtout, la remarquable crise agricole, urbaine, politique et religieuse de 1586-1588 est due à un presque triplement du prix du blé à Paris. Les années 1585, 1586 et 1587 constituent un trio d'années fraîches et humides, avec un hiver froid et d'importantes inondations de la Seine, de la Loire et du Rhône en 1586. Cette fois-ci, l'environnement idéo-logique n'est pas protestant comme en 1566 aux Pays-Bas mais hyper-catholique, dans l'esprit des ligueurs très contestataires. C'est le grand déclenchement des troubles de la Ligue, notamment parisiens, culminant en mai 1588 sur la base d'une conjoncture de violent

mécontentement populaire et bourgeois. L'intérêt idéologique et littéraire porté aux crises de subsistance s'affirme dans la dramaturgie de Shakespeare avec d'importantes allusions à ces phénomènes dans *Coriolan*.

Dans le contexte climatique froid et humide de la décennie 1590 (figure 2), la dernière crise de subsistance du siècle se produit en 1597. Le déficit de céréales est responsable d'une forte mortalité et d'un effondrement de la natalité. Les vendanges sont très tardives en

Bourgogne et, dans le pays de Bade, elles produisent des vins peu abondants et de mauvaise qualité (Müller, 1953).

À partir de 1599, les prix du blé baissent presque de moitié. C'est évidemment la fin des guerres de religion qu'il faut mettre en cause, avec la belle période d'Henri IV, mais les deux bons étés 1598 et 1599, l'un normal et l'autre chaud, y sont probablement pour quelque chose. La combinaison guerre-climat, avec en l'occurrence un retour à la paix, est à l'œuvre.

## Livres de raison et journaux, sources d'informations climatiques

Les livres de raison, registres de compte assortis de commentaires qui étaient tenus par les chefs de famille, et les journaux individuels peuvent contenir des informations météorologiques et phénologiques précieuses pour la reconstitution des climats passés.

Ainsi, les archives départementales de La Manche conservent un ensemble de manuscrits du livre de raison du gentilhomme normand Gilles de Gouberville (v. 1521-1578), qui couvrent les années 1549 à 1562. Gouberville fait état, par exemple, des dégâts provoqués dans le Cotentin par la chaleur et la sécheresse du printemps et de l'été 1556. Cet épisode, avec une moisson précoce mais médiocre en quantité dans les environs de Paris, est aussi mentionné dans le journal de Claude Haton (1534-v. 1605) qui documente la période 1553-1582. Ce journal d'un prêtre catholique intransigeant, qui a passé la plus grande partie de sa vie à Melun, constitue un témoignage important sur l'époque des guerres de religion. Signalons enfin le journal que le magistrat Pierre de l'Estoile (1546-1611) a rédigé pendant les règnes d'Henri III et d'Henri IV, de 1574 à 1610. Pierre de l'Estoile y donne de nombreux détails sur la crise de subsistance de 1586-1587.

Les écrits de Gilles de Gouberville et de Claude Haton, publiés à la fin du xix<sup>e</sup> siècle, ont été réédités récemment de façon plus complète (Gouberville, 1993 ; Haton, 2001). Les éditions du journal de Pierre de l'Estoile se sont succédées depuis 1621 jusqu'à nos jours. Sur la bibliothèque numérique Gallica (<http://gallica.bnf.fr>), on trouve les éditions du xix<sup>e</sup> siècle des journaux de Gouberville et Haton, ainsi que le manuscrit de Pierre de l'Estoile.



Figure 2. *Le mois de janvier*, tableau peint en 1592 par le Flamand Abel Grimmer (v. 1570-1619) représentant le mois de janvier et un thème religieux, le songe de Joseph et la fuite en Égypte. Pour les peintres hollandais de la fin du xvi<sup>e</sup> et du xvii<sup>e</sup> siècle, le paysage hivernal devient un genre pictural, avec ses sols enneigés et ses cours d'eau gelés, sous l'influence de Bruegel l'Ancien (Metzger, 2012). Photo reproduite avec l'aimable autorisation de la mairie de Montfaucon-en-Velay.

## Remerciements

Les auteurs remercient Samuel Nussbaumer et la mairie de Montfaucon-en-Velay pour avoir fourni respectivement la figure 1 et le cliché du tableau d'Abel Grimmer, ainsi que les autorisations de reproduction correspondantes.

## Bibliographie

Baulant M., Meuvret J., 1962. *Prix des céréales extraits de la Mercuriale de Paris (1520-1698)*. Sevpen, Paris, 2 vol., 422 p.

Briffa K.R., Osborn T.J., Schweingruber F.H., 2004. Large-scale temperature inferences from tree rings: a review. *Global Planet. Change*, 40, 11-26.

Charbonnier P., 1980. *Une autre France ; la seigneurie rurale en Basse Auvergne du xiv<sup>e</sup> au xvi<sup>e</sup> siècle*. Publications de l'Institut d'études du Massif central, Clermont-Ferrand, 2 vol., 1294 p.

Gascon R., 1971. *Grand commerce et vie urbaine au XVI<sup>e</sup> siècle ; Lyon et ses marchands*. Mouton, Paris et La Haye, 2 vol., 1000 p.

Gouberville G. de, 1993. *Le journal du sire de Gouberville*. Éditions des Champs, Briquembourg, 4 vol.

Haton C., 2001. *Mémoires*. Éditions du CTHS, Paris, 4 vol.

Letonnellier G., 1913. Documents relatifs aux variations des glaciers dans les Alpes françaises. *Bulletin de la section de géographie*, 288-295.

Le Roy Ladurie E., 1967. *Histoire du climat depuis l'an mil*. Flammarion, Paris, 382 p.

Metzger A., 2012. *Plaisirs de glace ; essai sur la peinture hollandaise hivernale du siècle d'or*. Hermann, Paris, 120 p.

Mougin P., 1912. *Études glaciologiques, Savoie-Pyrénées, tome 3*. Imprimerie nationale, Paris, 140 p.

Müller K., 1953. *Geschichte des Badischen Weinbaus*. Schauenburg, Lahr in Baden, 286 p.

Nussbaumer S.U., Zumbühl H.J., 2012. The Little Ice Age history of the Glacier des Bossons (Mont Blanc massif, France): a new high-resolution glacier length curve based on historical documents. *Clim. Change*, 111, 301-334.

Parker G., 2013. *Global crisis. War, climate change and catastrophe in the seventeenth century*. Yale University Press, New Haven, London, 872 p.

Pfister C., 1999. *Wetternachhersage. 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen 1496-1995*. Haupt, Bern, 304 p.

Pfister C., Bradzil R., Glaser R., Eds, 1999. *Climatic variability in sixteenth-century Europe and its social dimension*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 354 p.

Rousseau D., 2014. Fluctuations des dates de vendanges bourguignonnes et fluctuations des températures d'avril à septembre de 1378 à 2010. *Pollution atmosphérique*, 222, 746-752.

van Engelen A.F.V., Buisman J., Ijnsen F., 2001. A millennium of weather, winds and water in the Low Countries. In: Jones P.D., A.E.J. Ogilvie, T.D. Davies, K.R. Briffa, eds, *History and climate: Memories of the Future?* Kluwer Academic, New York, 101-124.

# Sur l'histoire du climat en France : le xvii<sup>e</sup> siècle

Emmanuel Le Roy Ladurie<sup>1</sup>, Jean-Pierre Javelle, Daniel Rousseau<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Collège de France, 11 place Marcelin Berthelot, 75231 Paris Cedex 05

<sup>2</sup> Conseil supérieur de la Météorologie, Saint-Mandé

## Résumé

Cet article présente brièvement les fluctuations du climat en France au xvii<sup>e</sup> siècle et aborde l'impact de ces fluctuations sur la société et sur certains événements historiques. Le xvii<sup>e</sup>, à tendance fraîche, est caractérisé par la poussée glaciaire qui, à Chamonix, culmine vers 1644. Il se termine par l'une des plus grandes famines qu'ait connues la France, en 1693-1694.

## Abstract

About history of climate, France, 17<sup>th</sup> century

This paper briefly presents the climatic fluctuations in France during the 17<sup>th</sup> century and their impacts on society and some historical events. The rather cool 17<sup>th</sup> century is characterized by the progression of glaciers, which in Chamonix culminates around 1644. At the end of the century, France suffered one of its greatest famines in 1693-1694.

Pour le printemps et l'été, le xvii<sup>e</sup> siècle débute par une séquence relativement tiède de 1602 à 1616 (figure 1), avec une date moyenne de vendange à Beaune qui s'établit au 16 septembre (Rousseau, 2014). Dans l'esprit de Parker (2013), pour qui l'étude du climat est inséparable des considérations sur l'état de paix et de guerre, notons que, depuis la fin des guerres de religion en 1598, la France connaît une époque paisible pendant la seconde partie du règne d'Henri IV (1600-1610) et sous la régence de Marie de Médicis (1610-1614), souvent dépeinte sous des couleurs trop sombres. On reste dans une période de petit âge glaciaire, mais, sous l'effet des printemps-étés relativement tièdes de 1602 à 1616 et avec un retard d'une dizaine d'années, le front terminal de la Mer de Glace recule de 314 mètres entre 1610 et 1624, après avoir progressé de 1125 mètres depuis 1570 (Nussbaumer *et al.*, 2007). Van Engelen attribue l'indice 8, sur une échelle de 9,

au grand hiver 1608 qui est suivi par un été médiocre (van Engelen *et al.*, 2001). Les prix du blé augmentent, mais la crise de subsistance reste modérée cette année-là.

Une série d'années fraîches se déroule de 1617 à 1635, avec bien sûr des inégalités dans ces fraîcheurs. Alors que les famines sont beaucoup plus rares dans les îles britanniques que sur le continent, on signalera quand même une des dernières famines anglaises dans l'histoire, celle de 1622, suite à deux années froides ou fraîches, avec en 1621 un hiver très rude et un été pourri, et en 1622 un hiver plutôt froid et un été frais (van Engelen *et al.*, 2001). L'ensemble de ce quatuor a eu, à des titres divers, des conséquences défavorables sur les récoltes. À Paris, les prix des céréales connaissent une nette hausse, moins marquée toutefois qu'en Angleterre : le prix du sétier de froment passe de 8,98 livres en 1619-1620 à 9,88 en 1620-1621, puis à 12,43 en

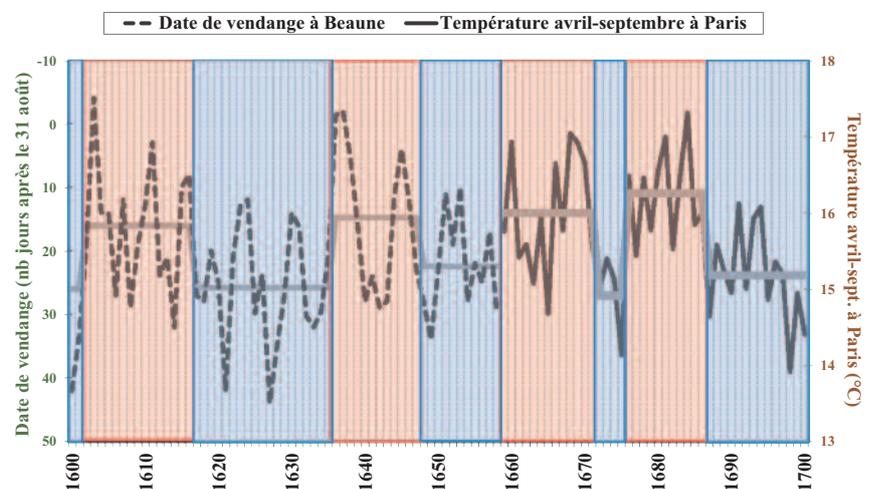


Figure 1. Fluctuations du climat au cours du xvii<sup>e</sup> siècle détectées par les dates de vendange à Beaune (nombre de jours après le 31 août), de 1600 à 1657, et par la température moyenne d'avril à septembre à Paris (°C), de 1658 à 1700. En rouge et bleu, les séquences chaudes et froides citées dans cet article. Pour chaque séquence, la moyenne est indiquée par un trait horizontal.

1621-22 et atteint un maximum de 14,09 en 1622-1623 (Baulant et Meuvret, 1962).

On aura aussi une année très difficile en France à partir de la récolte de 1630. Dans le Val de Loire, le Sud-Ouest, la Bretagne et le Nord, les pluies continues de l'automne 1629, de l'hiver et du printemps 1630 provoquent la grande famine de 1630-1631 : « Au mois de May 1630 et durant icelluy il pleust en abondance desquelles pluies furent noyez les fruicts de la terre, et delà s'en suivit la grande famine qui commença à l'este et dura depuis le mois d'Aoust 1630 jusques a la fin du mois de May 1631. » (*Journal des Malebaysse*, cité par Couyba, 1902). On signale des émeutes de subsistance à Lyon, à Dijon et à Caen et des paysans morts de faim dans l'Agenais ; indication très importante, car on pense toujours aux épidémies de typhus, dysenterie et fièvre proliférant sur la sous-alimentation, mais on oublie que des personnes meurent directement de faim. La mortalité française de 1631 est l'une des plus fortes connues. Compte tenu du creux de natalité, le déficit démographique national s'élève à plusieurs centaines de milliers d'âmes (Dupâquier, 1991).

La séquence fraîche de 1617-1635 provoque, avec un décalage de sept à huit ans, une poussée impressionnante de la Mer de Glace, jusqu'à un maximum historique vers 1644 avec un front glaciaire plus avancé que lors des futurs maxima de 1821 et 1852.

## Séquence tiède mais meurtrières épidémies

Une séquence un peu plus tiède s'étend de 1636 à 1647. Trois années de suite, les vendanges dijonnaises sont remarquablement précoces : 4 septembre 1636, 3 septembre 1637 et 9 septembre 1638. Paradoxalement, en 1636, alors que la récolte de blé est excellente, la France connaît un très important pic de mortalité, de l'ordre du demi-million de décès supplémentaires. La peste ne suffit pas à expliquer cette hécatombe. En fait, durant les fortes chaleurs de l'été 1636, la baisse du niveau des rivières facilite la pollution de l'eau et provoque une épidémie meurtrière de dysenterie dans le nord de la France. La sécheresse de l'été et du début de l'automne 1639

provoque une nouvelle épidémie de dysenterie en Anjou et en Bretagne (Le Roy Ladurie, 2004).

Au milieu de la séquence tiède de 1636-1647, les quatre années de 1640 à 1643 sont fraîches et humides, avec des vendanges tardives en Bourgogne. Les prix du blé augmentent fortement dans le Bassin parisien et ne baissent qu'après la récolte de 1644. Le Sud-Ouest et la Bretagne connaissent les mêmes difficultés et des révoltes de la faim éclatent en 1643, en particulier en Aveyron où les Nouveaux Croquants parviennent à s'emparer temporairement de Villefranche-de-Rouergue en y entrant « tambour battant et mèche allumée ».

## Les désastres de la Fronde

La séquence fraîche de 1648-1658 débute par trois années très pluvieuses, en coïncidence avec les violents mouvements populaires et bourgeois contre Anne d'Autriche. C'est la Fronde du parlement, accompagnée de révoltes populaires dont certaines pour les subsistances comme en 1649, année remarquable par son hiver long et rude suivi d'un printemps et d'un été frais et pluvieux. La mauvaise moisson de 1649 explique la forte hausse du prix du froment à Paris pendant l'année post-récolte 1649-1650. Ensuite, la Fronde des Princes, à partir de 1650, persévère dans le désastre jusqu'en 1653. Le prix du seigle connaît des pointes très fortes. Comme Ernest Labrousse l'a remarqué, le seigle, céréale populaire par excellence, est plus sensible à la hausse des prix que le froment (Labrousse, 1933). Le cas est très net au moment de la Fronde, mélange de causalités météorologiques et de guerre civile. La récolte de 1658 est gravement affectée par des pluies et des inondations. À Paris, la crue de 1658 est comparable sinon pire que celle de 1910 et à Pontoise, l'église Notre-Dame est inondée.

## Débuts des séries thermométriques en France et en Angleterre

À partir de juin 1658 pour l'Île-de-France (Rousseau, 2013) et à partir de 1659 pour l'Angleterre (Manley, 1974),

on dispose de deux séries fondamentales de températures mensuelles qui vont durer jusqu'à nos jours.

Quelques années après le début de la séquence tiède de 1659-1671, les pluies excessives sur la moitié nord de la France en janvier, puis d'avril à septembre 1661, affectent les moissons, occasionnant la famine de 1661-1662 (Lebrun, 1975). Sur le marché parisien, le prix du sétier de froment, qui s'établissait à 12 livres tournois en 1654, grimpe presque incroyablement à 40 livres tournois ou davantage d'avril à juillet 1662, quand les stocks de grain sont épuisés. Face à cette énorme disette, l'État central intervient en faisant venir des grains de Bordeaux, de Bretagne et de la Baltique. Bossuet prêche contre l'avarice des riches aux dépens des pauvres. Néanmoins, les 5 et 6 juin 1662, au plus fort de cette tragédie frumentaire, le jeune roi Louis XIV donne une fête splendide dans la cour des Tuileries à Paris, le Grand Carrousel.

Indépendamment de ces phénomènes tragiques de courte durée (une ou deux années), les printemps-étés de 1659 à 1671 sont relativement tièdes, avec des dates de vendanges précoces en Bourgogne, sauf en 1663. Le prix du blé baisse progressivement lors des années de relative abondance de 1663 jusqu'en 1672. C'est la belle époque colbertienne.

Une séquence fraîche, brève mais bien caractérisée, marque les années 1672 à 1675, avec à Dijon une vendange tardive le 5 octobre 1673 et très tardive le 14 octobre 1675. Dans la vallée du Rhône, des pluies ininterrompues s'abattent à partir du début du mois de novembre 1674. Le Rhône connaît sa plus forte crue du xvii<sup>e</sup> siècle et, le 16 novembre, la ville d'Avignon est envahie par les eaux (Pichard et Roucaute, 2014). Le 24 juillet 1675, au vu de la fraîcheur, Madame de Sévigné se demande dans une lettre à sa fille si « le procédé du Soleil et des saisons est tout changé ». C'est en effet l'époque du minimum de Maunder (1645 à 1715), période au cours de laquelle les taches solaires ont cessé d'être visibles. Il est possible que la marquise ait pu obtenir des informations à ce sujet de la part des astronomes de l'Observatoire de Paris. Une pointe modérée des prix du blé est enregistrée à Paris en 1675 sous l'effet d'une récolte vraisemblablement amoindrie par les intempéries. Mais on ne peut pas parler d'une importante crise de subsistance.

## Les premières séries de mesures de température et de précipitations

L'ère de la météorologie moderne commence au xvii<sup>e</sup> siècle avec l'invention en Italie des principaux instruments de mesure des grandeurs physiques de l'état de l'atmosphère : le baromètre, le thermomètre et l'hygromètre.

Peu après l'invention, vers 1650 à Florence, du thermomètre à tube scellé contenant un liquide, plusieurs thermomètres identiques, munis d'une échelle à 50 degrés, furent envoyés par le Grand Duc Ferdinand II de Toscane à des correspondants situés en Italie et dans quelques autres pays européens, accompagnés d'instructions pour effectuer des mesures coordonnées (figure 2). Le premier réseau météorologique au monde était né. Comprenant 11 points de mesures, il a fonctionné à partir de 1654 jusqu'à la dissolution en 1667 de l'Accademia del Cimento (Académie des expériences) pour des raisons religieuses (Camuffo et Bertollin, 2012). Ayant reçu un de ces thermomètres, l'astronome Ismaël Boulliau a réalisé les premières mesures de température à Paris de mai 1658 à septembre 1660, ce qui a permis de constituer une série de températures à Paris remontant à 1658 (Rousseau, 2013).

Les premières observations régulières de précipitations ont été réalisées en France par Pierre Perrault pendant trois années disjointes, entre 1668 et 1674, dans le but de savoir si la quantité annuelle de précipitations est suffisante pour alimenter les rivières (Perrault, 1674). On dispose d'une série pluviométrique à Paris, à partir de 1688, grâce à l'installation, par Philippe de la Hire, d'un pluviomètre sur la terrasse de l'Observatoire de Paris (Garnier, 1974). Mais il est difficile de considérer une mesure ponctuelle de pluie comme un



Figure 2. Exemplaires du thermomètre à alcool utilisé par Ismaël Boulliau. Le tube de verre comporte 50 graduations. Grâce à l'extraordinaire habileté de Mariani, le souffleur de verre du Grand Duc Ferdinand II de Toscane, ces thermomètres donnaient des mesures comparables (Middleton, 1969). Museo Galileo, Florence, Photo Franca Principe et Sabina Bernacchini.

indicateur climatique pertinent, en raison de la variabilité spatiale des précipitations nettement plus marquée que celle de la température.

Tableau 1. Les 13 grands hivers du xvii<sup>e</sup> siècle (d'après Rousseau, 2012).

Hiver	1608	1621	1649	1658	1660	1663	1672	1677	1679	1681	1684	1692	1695	1697
Anomalie de température (°C)					-4,1	-2,0	-2,2	-2,7	-3,5	-2,9	-4,1	-2,7	-4,2	-3,6
Indice	8	8	7	7	7	8	7	7	7	7	9	7	8	8

## Les grands hivers du xvii<sup>e</sup> siècle

De 1659 à 1700, on recense dix hivers (décembre à février) pour lesquels la température moyenne à Paris a été inférieure de 2 °C ou davantage par rapport à la température hivernale moyenne du xix<sup>e</sup> siècle (1801-1900). Dans le tableau 1, on indique pour chacun de ces hivers l'anomalie négative de température à Paris ainsi que la valeur de l'indice hivernal de van Engelen (van Engelen *et al.*, 2001) gradué de 1 à 9. De 1601 à 1658, on ne dispose pas de mesures de température. La série est complétée en retenant les hivers les plus rigoureux, pour lesquels l'indice prend la valeur 8 (la valeur 9 n'a été attribuée à aucun hiver de cette période). Neuf autres hivers dont l'indice vaut 7 (1601, 1618, 1620, 1624, 1635, 1646, 1649, 1655, 1658) sont susceptibles d'avoir une anomalie de température inférieure à -2 °C (Rousseau, 2013). Parmi ces derniers, on retiendra l'hiver 1649, long et rude dans la moitié nord de la France, en Angleterre et aux Pays-Bas, et l'hiver 1658 pour lequel Boulliau, cité par Arago (1858), signale des épisodes de froid intense à Paris en janvier-février et le gel de la Seine suivi d'une énorme débâcle qui emporte le Pont-Marie.

En écart à la température moyenne de la période 1801-1900, les moyennes d'avril à septembre à Paris sont de +0,3 °C de 1659 à 1671, de -0,8 °C de 1672 à 1675 et enfin, pour la séquence tiède de 1676 à 1686, de +0,6 °C (Le Roy Ladurie, 2012). Cette tiédeur est

illustrée par quelques millésimes remarquables : canal du Midi à sec durant l'automne 1679, grosses crises agricoles due à la sécheresse en Languedoc, en 1676, 1678, 1679, 1681 et 1684, mais ces étés très chauds sont favorables aux moissons dans le nord de la France.

## Les rudes années 1690

Pour la séquence fraîche de 1687 à 1701, la température moyenne d'avril à septembre à Paris s'établit à -0,5 °C, en écart à la référence calculée pour le xix<sup>e</sup> siècle. L'énorme famine française de 1693-1694 (figure 3), trouve son explication dans la combinaison de la situation de guerre dite de la Ligue d'Augsbourg (1688-1697) et de ces années remarquablement fraîches et pluvieuses (Lachiver, 1991), en particulier 1692. Fénelon proteste contre la politique fiscalement très coûteuse de Louis XIV. La France, pratiquement dans ses limites actuelles, comptait 22 250 000 habitants fin 1692. Les pertes humaines dues à la famine (1,3 million sur 22 millions) sont en proportion bien supérieures aux pertes civiles et militaires de la guerre de 1914-1918. De 1685 à 1695, les baisses

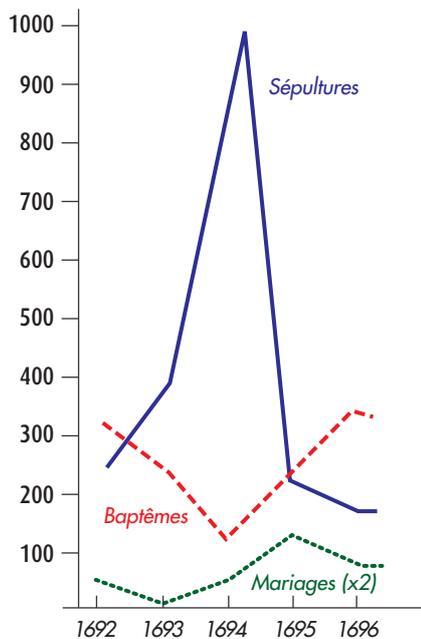


Figure 3. Évolution des nombres de décès, de naissances et de mariages à Beauvais de 1692 à 1696, pour six paroisses sur douze (Goubert, 1952).

de population sont de 26 % dans le Massif central, région très pauvre, 5 % dans le Sud-Ouest, 6 % dans l'Est, 8 % dans le Sud-Est, seulement 2 % dans l'Ouest et quasi nulles dans la région Nord (Dupâquier, 1991). Dans le nord de l'Europe, la fraîcheur de la séquence 1687-1701 est spécialement marquée en Scandinavie, en Écosse et en Finlande lors de la grande famine de 1696-1697.

## Bibliographie

- Arago F., 1858. Des plus grands froids observés annuellement dans les différents lieux du globe. Table des hivers mémorables. In : *Notices scientifiques*, tome 8, volume 5, Paris-Leipzig, 257-395.
- Baulant M., Meuvret J., 1962. *Prix des céréales extraits de la Mercuriale de Paris (1520-1698)*. Sevpen, Paris, 2 vol., 422 p.
- Camuffo D., Bertolin C., 2012. The earliest temperature observations in the world: the Medici Network (1654-1670). *Clim. Change*, 111, 335-363.
- Couyba L., 1902. *La misère en Agenais de 1600 à 1629 et la grande famine de 1630-1631*. Imprimerie Renaud Leygues, Villeneuve-sur-Lot, 178 p.
- Dupâquier J. (sous la direction de), 1991. *Histoire de la population française. Tome II, De la Renaissance à 1789*. Presses universitaires de France, 2<sup>e</sup> édition, Paris, 650 p.
- Garnier M., 1974. *Longues séries de précipitations en France*. Mémorial de la Météorologie nationale n°53, Paris, 480 p. 4 vol.
- Goubert P., 1952. En Beauvaisis, problèmes démographiques du xvii<sup>e</sup> siècle. *Annales, économies, sociétés, civilisations*, 4, 453-468.
- Labrousse E., 1933. *Esquisse du mouvement des prix et des revenus en France au xviii<sup>e</sup> siècle*. Tome I, Les prix. Dalloz, Paris, 306 p.
- Lachiver M., 1991. *Les années de misère : la famine au temps du Grand Roi*. Fayard, Paris, 573 p.
- Lebrun F., 1975. *Les hommes et la mort en Anjou aux xvi<sup>e</sup> et xviii<sup>e</sup> siècles : essai de démographie et de psychologie historiques*. Flammarion, Paris, 382 p.
- Le Roy Ladurie E., 2004. *Histoire humaine et comparée du climat. Tome 1. Canicules et glaciers xiii<sup>e</sup>-xviii<sup>e</sup> siècles*, Fayard, Paris, 746 p.
- Le Roy Ladurie E., 2012. *Naissance de l'histoire du climat*. Hermann, Paris, 226 p.
- Manley G., 1974. Central England temperatures: monthly means 1659 to 1973. *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, 100, 389-405.
- Middleton W.E.K., 1969. *Invention of the meteorological instruments*. The John Hopkins Press, Baltimore, États-Unis, 252 p.
- Nussbaumer S. U., Zumbühl H. J., Steiner, D., 2007. Fluctuations of the "Mer de Glace" (Mont Blanc area, France) AD 1500-2050. Part I: The history of the Mer de Glace AD 1570-2003 according to pictorial and written documents. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, 40 (2005 & 2006), 5-140.
- Parker G., 2013. *Global crisis. War, climate change and catastrophe in the seventeenth century*. Yale University Press, New Haven, London, 872 p.
- Pichard G., Roucaute E., 2014. *Sept siècles d'histoire hydroclimatique du Rhône d'Orange à la mer (1300-2000), climat, crues, inondations*. Numéro hors-série de *Méditerranée*, Presses universitaires de Provence, Aix-en-Provence, 194 p.
- Perrault P., 1674. *De l'origine des fontaines*. Paris, 360 p.
- Rousseau D., 2012. Identification des grands hivers de 1676 à 2010 à l'aide des séries thermométriques de Paris. In Berchtold J., Le Roy Ladurie E., Sermain J.-P., Vasak A. *Canicules et froids extrêmes : l'événement climatique et ses représentations. Volume 2, Histoire, littérature, peinture*. Hermann, Paris, 345-360.
- Rousseau D., 2013. Les moyennes mensuelles de températures à Paris de 1658 à 1675 - D'Ismaël Boulliau à Louis Morin. *La Météorologie*, 81, 11-22.
- Rousseau D., 2014. Fluctuations des dates de vendanges bourguignonnes et fluctuations des températures d'avril à septembre de 1378 à 2010. *Pollution atmosphérique, climat, santé, société*, 222, 746-752.
- van Engelen A.F.V., Buisman J., Ijnsen F., 2001. A millenium of weather, winds and water in the Low Countries. In: Jones P.D., A.E.J. Ogilvie, T.D. Davies, K.R. Briffa, eds, *History and climate: Memories of the Future?* 101-124. Kluwer Academic, New York.

# Sur l'histoire du climat en France : le xviii<sup>e</sup> siècle

Emmanuel Le Roy Ladurie<sup>1</sup>, Jean-Pierre Javelle, Daniel Rousseau<sup>2</sup>

1 Collège de France, 11 place Marcelin Berthelot, 75231 Paris Cedex 05

2 Conseil supérieur de la Météorologie, Saint-Mandé

**À** partir du milieu du xviii<sup>e</sup> siècle, on commence à disposer de sources iconographiques qui complètent les sources écrites pour déterminer les fluctuations du front des grands glaciers alpins (figure 1). Ceux-ci occupent au cours du xviii<sup>e</sup> des positions avancées, sans atteindre les maxima des xvii<sup>e</sup> et xix<sup>e</sup> siècles.

Selon la périodisation proposée par Daniel Rousseau (Le Roy Ladurie *et al.*, 2011), qui concerne le printemps et l'été, une séquence relativement tiède s'étend de 1702 à 1708 (figure 2). Elle se fait remarquer par des printemps-étés (avril à septembre) plutôt tièdes, notamment de 1705 à 1707, avec de fortes mortalités par canicules provoquant des dizaines voire des milliers de morts, notamment infantiles. Les moissons sont relativement bonnes (le blé a eu chaud) avec des prix du froment plutôt bas.

## 1709, dernière grande famine française

À propos de la première séquence fraîche (1709-1717), on ne manquera pas d'évoquer le grand hiver de 1709 au sujet duquel Saint-Simon écrit : « Il [le froid] prit subitement la veille des Rois, et fut près de deux mois au-delà de tout souvenir. En quatre jours, la Seine et toutes les autres rivières furent prises, et, ce qu'on n'avait jamais vu, la mer gela à porter le long des côtes. Les curieux observateurs prétendirent qu'il alla au degré où il se fait sentir au-delà de la Suède et du Danemark. Les tribunaux en furent fermés assez longtemps. Ce qui perdit tout, et qui fit une année de famine en tout genre de production de la terre, c'est qu'il dégela parfaitement sept ou [huit] jours, et que la gelée reprit subitement, aussi rudement qu'elle avait été : elle dura moins ; mais,

## Résumé

Cet article présente brièvement les fluctuations du climat en France au xviii<sup>e</sup> siècle et aborde l'impact de ces fluctuations sur la société. Le xviii<sup>e</sup> se signale d'abord par le grand hiver de 1709, responsable de la dernière grande famine française, et se termine par les années pré-révolutionnaires et révolutionnaires pendant lesquelles de mauvaises récoltes ont été suivies d'émeutes de subsistance.

## Abstract

About history of climate, France, 18<sup>th</sup> century

This paper briefly presents the climatic fluctuations in France during the 18<sup>th</sup> century and their impact on society and some historical events. The 18<sup>th</sup> century is at first marked by the great winter of 1709, responsible for the last French great famine, and it ends with the pre-revolutionary and revolutionary years, with bad harvests followed by subsistence riots.



Figure 1. La vallée de Chamonix, vue du Planet, près d'Argentière (1780). Sur cette gravure admirablement précise de Hackert, le glacier d'Argentière est tout proche de l'église du village (Le Roy Ladurie, 1967). Aquatinte, gravure colorée à la main. British Museum, Londres. © The trustees of the British Museum.

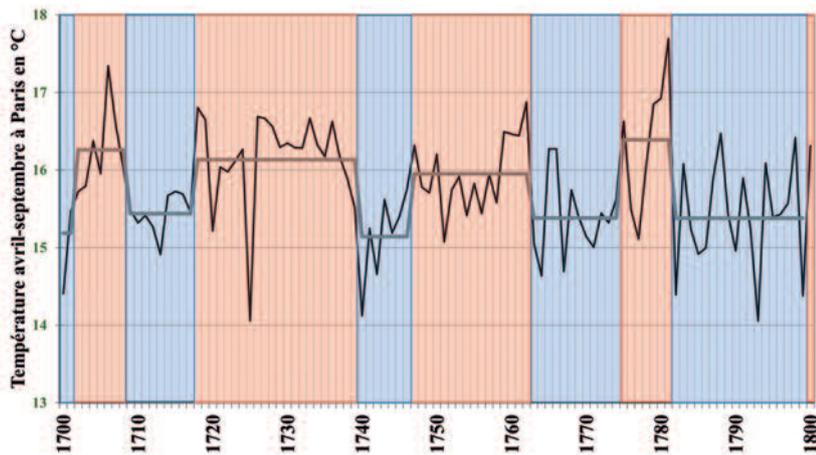


Figure 2. Fluctuations du climat au cours du xviii<sup>e</sup> siècle détectées par la température moyenne d'avril à septembre à Paris (°C). En rouge et bleu, les séquences chaudes et froides citées dans cet article. Pour chaque séquence, la moyenne est indiquée par un trait horizontal.

jusqu'aux arbres fruitiers et plusieurs autres fort durs, tout demeura gelé » (Saint-Simon, 1984). Van Engelen *et al.* (2001) attribuent l'indice 8 sur une échelle de 9 à cet hiver qui est marqué par un mois de janvier particulièrement rigoureux ( $-3,7$  °C à Paris d'après Rousseau, 2013). En l'absence d'une couche de neige protectrice, le froid détruit les jeunes pousses de blé quelques mois après l'époque des semailles. En région parisienne, le prix du blé atteint des records durant l'automne 1709 (figure 3). Essentiellement à partir de l'été 1709 et jusqu'à la récolte convenable de 1710, ce désastre cause un excès de mortalité de 630 000 personnes qui procède en grande partie d'épidémies aggravées par la sous-alimentation, mais qui concerne aussi des personnes directement mortes de faim (Dupâquier, 1991). Dans les

régions méditerranéennes de la France, le froid provoque la destruction massive des oliviers et la mort de nombreux ceps de vigne. L'oliveraie française ne se remettra jamais tout à fait de cette catastrophe. Introduite par l'hiver 1709, la séquence 1709-1717 est fraîche et pluvieuse, avec de nombreuses inondations en 1710, 1711 et 1712. La température moyenne annuelle à Paris est de  $10,7$  °C, alors qu'elle vaut  $11,4$  °C pour la séquence tiède 1702-1708.

On retrouve une séquence tiède de 1718 à 1739. Les récoltes de blé sont abondantes en 1718 et 1719, mais des épisodes caniculaires (températures moyennes de  $21,3$  °C en août 1718 et de  $20,9$  °C en juillet 1719 à Paris) causent des centaines de milliers de mort (Lachiver, 1991). En 1725,

des précipitations abondantes en région parisienne sont néfastes pour les moissons. La hausse du prix du blé (28,5 livres le sétier à Paris) donne lieu à des émeutes populaires, mais les importations de grains depuis le sud-ouest de la France et l'Angleterre limitent la gravité de la disette. Les années 1730 sont particulièrement remarquables avec des prix du blé très bas qui atteignent un minimum en 1735, à 12,8 livres le sétier à Paris (Labrousse, 1944). De 1727 à 1735, les vendanges sont précoces et la qualité du vin de tout premier ordre dans le pays de Bade en 1727, 1728, 1729, 1731, 1733 et 1735 (Müller, 1953). On assiste même à une surproduction de vins avec un effondrement des prix. Le gouvernement de Louis XV limite les plantations de vignes à partir de 1729, puis les interdit en 1731. On peut faire un rapprochement entre cet écroulement des prix du vin et la considérable surproduction de 1904-1906 suivie en Languedoc par de puissantes manifestations de vigneron en 1907, dont on ne trouve toutefois pas l'équivalent dans les années 1730.

L'année 1740, avec un hiver glacial, un printemps et un été pourris, ouvre la séquence fraîche de 1740-1746. À Paris, la température moyenne de l'année 1740 (décembre 1739 à novembre 1740) est de  $8,3$  °C, valeur la plus basse de la période qui s'étend de 1659 à nos jours. La mauvaise moisson de 1740 provoque dans toute l'Europe une crise de subsistance jusqu'à l'été 1741 (Post, 1985). En France, la disette et les épidémies causent une mortalité supplémentaire de l'ordre de 100 000 morts. C'est la dernière crise de subsistance importante que connaîtra la France. Aux xvi<sup>e</sup>, xvii<sup>e</sup> et jusqu'au début du xviii<sup>e</sup> siècle, une pénurie frumentaire de même ampleur aurait probablement entraîné cinq fois plus de victimes. On a changé d'époque à la suite de l'amélioration de la situation économique, du développement des routes et de la diminution des impôts après la fin des guerres de Louis XIV. On passe d'années de famine, comme en 1693 et 1709, à des années de restrictions qui s'accompagnent néanmoins de poussées de mécontentement populaire. Ainsi, en septembre 1740, l'attitude du cardinal Fleury, Premier ministre, assiégé par la foule dans son carrosse, inspire des réflexions ironiques : « Le peuple mourait de faim, le cardinal mourait de peur » (Nicolas, 2008).

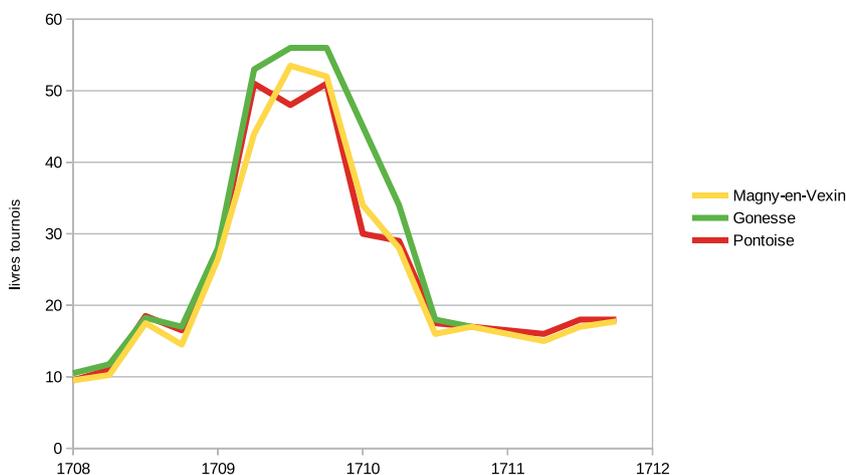


Figure 3. Évolution du prix du sétier de froment (en livres tournois) en région parisienne aux quatre marchés traditionnels (Pâques, Saint-Jean, Saint-Martin et Noël) de 1708 à 1710 (d'après Dupâquier *et al.*, 1968). Les prix montent de 10 livres tournois au début de 1708 à un maximum de plus de 50 livres à la fin de 1709, après la mauvaise récolte de l'été 1709. Ils reviennent à un niveau d'une quinzaine de livres après la bonne récolte de 1710.

## Après 1740, l'apaisement relatif des crises de subsistance

Viennent ensuite dans le registre de la tiédeur les années 1747-1762, avec une pointe de mortalité en 1747 dont les raisons sont vraisemblablement épidémiques (Le Roy Ladurie, 2006). Pendant cette séquence de printemps-étés chauds, qui pour les étés s'étend même jusqu'en 1764, les moissons sont bonnes, en tout cas convenables, à tel point que, sous l'impulsion de Choiseul, le gouvernement royal libère, en 1764, les contraintes qui pesaient sur le commerce du blé et en vient à une sorte de libéralisme frumentaire.

Pendant la période fraîche suivante, 1763-1774, l'année 1770 est particulièrement remarquable par de nombreuses inondations tout au long d'un hiver doux et pluvieux suivi par un printemps et un été frais et pourris (Champion, 1858-1864). À la suite de la mauvaise moisson de 1770, les prix du grain connaissent une augmentation marquée, sans être catastrophique. Malgré la disette, la mortalité n'est pas très importante en raison une fois de plus des progrès économiques accomplis par la nation. La vision pessimiste d'Hippolyte Taine (2011) à propos de la famine guettant sans cesse le bas peuple français semble quelque peu excessive, même si des difficultés de subsistance se produisent encore de temps à autre. Mais, comme plus tard en 1789, quoiqu'avec moins d'ampleur, l'agitation sociale est très importante, à tel point que le Premier ministre Choiseul est limogé en 1770. Les vieilles contraintes médiévales, qui para-lisaient plus ou moins le négoce du blé selon les économistes du temps, sont remises en place sous les auspices de l'abbé Terray, contrôleur général des finances.

Les années tièdes 1775-1781 ont été rendues célèbres dans le petit milieu des historiens par la thèse d'Ernest Labrousse (1944) relative à la crise économique de ces années-là et de la décennie 1780 qui, les unes et les autres, préluderaient par causalité maléfique au déclenchement de la Révolution française en 1788-1789. En fait, la vraie crise économique préluant à la Révolution ne commence qu'en 1788-1789 ; les années

## Les premières publications de relevés météorologiques

De 1732 à 1740, Réaumur fit des observations météorologiques chez lui à Paris et au cours de ses déplacements. Après s'être contenté de publier les extrêmes de chaque mois, il insère, à partir de 1735, les tableaux complets de ses relevés quotidiens dans le volume annuel de l'*Histoire de l'Académie royale des sciences*.

« Depuis que l'on sait faire des thermomètres dont les degrés sont comparables, depuis qu'on en peut voir dont les degrés ont des valeurs fixes, il m'a paru qu'on serait bien aise de savoir un peu plus sur les degrés de froid et de chaud de chaque année, que ne nous en apprennent les résultats dont je viens de parler : qu'on verrait avec plaisir des comparaisons du plus grand froid et du plus grand chaud de chaque mois, qui nous apprendraient à combien de variations est sujet l'état de l'air dans lequel nous vivons : qu'on serait bien aise, et qu'il nous serait pas inutile de pouvoir comparer ces changements de l'air de notre climat avec ceux de l'air de différents climats. C'est ce qui me détermina à donner quelques résultats des observations du thermomètre pour chaque mois de l'année ; savoir, une observation du plus grand froid du matin, une observation de plus grand froid de l'après-midi, une observation du plus grand chaud du matin, et une observation

du plus grand chaud de l'après-midi ; et de les disposer dans des tables où la comparaison des plus grands degrés de froid et de chaud de tous les mois de l'année se pourrait faire d'un coup d'œil. Lorsque je lus la première de ces tables à l'Académie, quelques-uns de nos Messieurs, et M. de Mairan entre autres, pensèrent qu'il n'en fallait pas rester-là, qu'il convenait de donner la suite complète des observations du Thermomètre pour tous les jours de chaque année. La crainte de grossir nos volumes par des tables, qui semblent n'offrir rien d'agréable au lecteur, m'empêcha d'être de leur avis ; mais j'y suis revenu quand j'ai eu fait plus d'attention aux utilités qu'on pourra retirer de ces sortes de tables, surtout depuis que j'ai vu que le nombre des observateurs du thermomètre se multipliait, et que nous avons lieu d'espérer d'avoir des observations faites dans toutes les parties du monde et dans leurs différents climats » (Réaumur, 1735).

Par la suite, des séries d'observations météorologiques quotidiennes à Paris paraissent dans deux publications mensuelles, le *Journal oeconomique*, à partir de 1753, et le *Journal de médecine* à partir de 1762. Et, depuis ses débuts en 1777, le *Journal de Paris*, plus ancien quotidien français, publie en première page les observations météorologiques de la veille à Paris (figure 4).

NUMÉRO 32. 141

# JOURNAL DE PARIS.

**Dimanche 1<sup>er</sup> FÉVRIER 1784, de la Lune le 11.**

Le **SOLEIL** se leve à 7 heures 20 min. & se couche à 4 heures 41 min.  
Le **LUNE** se leve à 11 heur. 54 min. du mat., & se couche à 4 h 20 m. du mat.

**Rapport du Temps vrai au Temps moyen.** Au midi du Soleil, la pendule doit marq. 0 h, 14 m 24.  
**Hauteur de la Rivière.** Le 30 à 2 p. 6 p. & le 31 à 3 p. 8 pouc.  
**Réverbères.** Non allumés jusqu'au 7.

Observations Météorologiques du jour.	Époques du jour.	Thermomètre.	Baromètre.	Vent.	État du Ciel.
	A 7 heures du matin.	11 au-dessous de 0	28 pouc. 6 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	N.	Clair.
	A midi.	5 au-dessous de 0	28 6	S.	Couvert.
	A 5 heures du soir.	4 au-dessous de 0	28 6	S.	Couvert.

**BIENFAISANCE.**

**O**N conçoit combien la rigueur extrême de la saison doit ralentir les approvisionnements, rendre chers les denrées & augmenter les besoins du peuple. Les soins de l'Administration ne laissent point d'inquiétudes sur le premier de ces objets ; mais la misère du pauvre sembloit demander des secours extraordinaires.

Il finit que doit inspirer à tout François ce trait de la bienfaisance & de l'amour du Roi pour son peuple.

Avec autant de zèle que d'empressement, M. le Lieutenant-Général de Police s'est réuni avec MM. les Curés & MM. les Commissaires de Paris, pour que la distribution des secours extraordinaires accordés par Sa Majesté fût faite en nature de denrées, comme du bois, du char-

Figure 4. Extrait du *Journal de Paris* du 1<sup>er</sup> février 1784 indiquant les données météorologiques de la veille (encadré) observées à Paris ainsi que la hauteur de la Seine. Sous le titre Bienfaisance, le premier article expose les mesures prises par le gouvernement royal en faveur des plus pauvres durant les grands froids de l'hiver 1784. (Image Hathi Trust Digital Library)

1778-1781, avec de fortes tiédeurs printanières et estivales, ne sont pas particulièrement prérévolutionnaires, mais elles sont le théâtre de quatre millésimes de surproduction viticole et de bas prix céréaliers. Ces quatre années ont des printemps ou des étés plutôt chauds. La surabondance des vendanges de ce quadriennat fait basculer les prix du breuvage vers la baisse.

La séquence fraîche qui suit dure dix-huit années, soit de 1782 à 1799. La température moyenne d'avril à septembre présente un écart négatif de  $-0,4$  °C par rapport à la moyenne 1676-2010. Pour les températures hivernales (septembre à mars), cet écart est de  $-0,8$  °C. L'éruption du Laki en 1783 provoque des phénomènes de pollution naturelle, avec une augmentation de mortalité par les voies respiratoires bien entendu en Islande et en Scandinavie et, dans une moindre mesure, en France et en Angleterre. Elle est suivie par un hiver 1784 très froid, avec de graves inondations. La sécheresse de 1785, particulièrement marquée en hiver et au printemps dans le nord-ouest de la France, ne correspond pas à une canicule, ce qui en limite les dégâts.

## Années prérévolutionnaires et révolutionnaires

Par la suite, le phénomène prérévolutionnaire et révolutionnaire devient par lui-même intéressant, c'est évident, indépendamment d'analyses portant sur des périodes plus longues. Le couple d'années 1787-1788, préparatoire dès avant les États généraux au grand événement révolutionnaire, présente des caractéristiques intéressantes : pluies excessives durant l'automne 1787, sécheresse au printemps et à l'automne 1788, échaudage et canicule de fin de printemps et d'été 1788, violents orages de grêle en juillet 1788 (Garnier, 2013). La récolte des grains est médiocre sans être catastrophique. La mortalité n'augmente pas contrairement aux crises de subsistance précédentes (1740), mais les peuples sont dans la rue par mécontentement devant la cherté en ville et même à la campagne, sur la base d'une mauvaise récolte, 1788, qui se répercute sur l'ensemble de l'année post-récolte 1788-1789. La population doit aussi subir un hiver 1788-1789

très rude ; le mois de décembre 1788 est glacial, avec une température moyenne à Paris de  $-6,8$  °C, ce qui constitue un record de froid pour une moyenne mensuelle à Paris. Mais ce grand hiver n'aggrave pas la crise frumentaire bien présente depuis la moisson de 1788.

En ce qui concerne la causalité de la Révolution française, en 1787-1788, on est en quelque sorte devant le déclic, la gâchette qui actualise violemment les causalités étalées sur plusieurs décennies (montée de la bourgeoisie et d'une noblesse libérale et suicidaire). Suivant un mécanisme analogue, en 1794, un coup d'échaudage lors de l'été achève de déclencher une mauvaise récolte au moment même (thermidor) de la chute de Robespierre. Le déficit alimentaire provoque la classique émeute du printemps suivant, parce que le pain est devenu très cher, d'autant plus qu'en décembre 1794, en pleine période de disette, les Thermidoriens ont commis l'erreur d'abolir la limitation autoritaire du prix des grains. En 1795, l'agitation de prairial (mai) est durement réprimée par la bourgeoisie républicaine et royaliste de Paris.

## Bibliographie

- Champion M., 1858-1864. *Les inondations en France depuis le v<sup>e</sup> siècle jusqu'à nos jours*. Dalmont, Paris, 6 vol.
- Dupâquier J. (dir.), 1991. *Histoire de la population française. Tome II, De la Renaissance à 1789*. Presses universitaires de France, 2<sup>e</sup> édition, Paris, 650 p.
- Dupâquier J., Lachiver M., Meuret J., 1968. *Mercuriales du pays de France et du Vexin français (1640-1792)*. Sevpen, Paris, 241 p.
- Garnier E., 2013. Avis de tempête politique : la météorologie des années 1788-1789. *Météo et climat info*, 5-6.
- Labrousse E., 1944. *La crise de l'économie française à la fin de l'Ancien régime et au début de la Révolution*. Presses universitaires de France, Paris, 664 p.
- Lachiver M., 1991. *Les années de misère : la famine au temps du Grand Roi*. Fayard, Paris, 573 p.
- Le Roy Ladurie E., 1967. *Histoire du climat depuis l'an mil*. Flammarion, Paris, 382 p.
- Le Roy Ladurie E., 2006. *Histoire humaine et comparée du climat ; disettes et révolutions 1740-1860*. Fayard, Paris, 616 p.
- Le Roy Ladurie E., Rousseau D., Vasak A., 2011. *Les fluctuations du climat de l'an mil à aujourd'hui*. Fayard, Paris, 324 p.
- Müller K., 1953. *Geschichte des Badischen Weinbaus*. Schauenburg, Lahr in Baden, 286 p.
- Nicolas J., 2008. *La rébellion française : mouvements populaires et conscience sociale, 1661-1789*. Gallimard, Folio histoire, Paris, 1076 p.
- Post J.D., 1985. *Food shortage, climatic variability, and epidemic disease in preindustrial Europe: the mortality peak in the early 1740s*. Cornell University Press, 304 p.
- Réaumur R.A. de Ferchault, 1735. Observations du thermomètre, faites à Paris pendant l'année 1735 comparées à celles qui ont été faites sous la Ligne, à l'Isle de France, à Alger, et en quelques-unes de nos Isles de l'Amérique. *Histoire de l'Académie royale des sciences avec les mémoires de mathématique & de physique tirez des registres de cette Académie*, 545-576.
- Rousseau D., 2013. Les moyennes mensuelles de températures à Paris de 1658 à 1675 ; d'Ismaël Boulliau à Louis Morin. *La Météorologie*, 81, 11-22.
- Saint-Simon L. de Rouvroy, 1984. *Mémoires, tome 3 (1707-1710), additions au Journal de Dangeau*. Gallimard, Pleiade, Paris, 1650 p.
- Taine H., 2011. *Les origines de la France contemporaine*. Robert Laffont, Bouquins, Paris, 1707 p.
- van Engelen A.F.V., Buisman J., Ijnsen F., 2001. *A millenium of weather, winds and water in the Low Countries*. In: *History and climate: Memories of the Future?* (Jones P.D., Ogivie A.E.J., Davies T.D., Briffa K.R., eds) Kluwer Academic, New York, 101-124.

# Sur l'histoire du climat en France : le xix<sup>e</sup> siècle

Jean-Pierre Javelle, Emmanuel Le Roy Ladurie<sup>1</sup>, Daniel Rousseau<sup>2</sup>

1 Collège de France, 11 place Marcelin Berthelot, 75231 Paris Cedex 05

2 Conseil supérieur de la météorologie, Saint-Mandé

## Résumé

Cet article présente brièvement les fluctuations du climat en France au xix<sup>e</sup> siècle et aborde l'impact de ces fluctuations sur la société. Le xix<sup>e</sup> est marqué par les dernières crises de subsistance qui ont d'importantes conséquences sociales en contribuant aux révolutions de 1830 et 1848. Le rapide recul des glaciers alpins après le maximum atteint dans les années 1850 signe la fin du petit âge glaciaire.

## Abstract

About history of climate, France, 19<sup>th</sup> century

This paper briefly presents the climatic fluctuations in France during the 19<sup>th</sup> century and their impact on society and some historical events. The 19<sup>th</sup> century is marked by the last food shortages with serious social consequences for French revolutions of 1830 and 1848. The retreat of the alpine glaciers after the 1850s maximum corresponds to the end of the Little Ice Age.

Pour le printemps et l'été (mois d'avril à septembre), le xix<sup>e</sup> siècle commence par une séquence tiède de 1800 à 1808, avec un écart de 0,3 °C au-dessus de la température moyenne à Paris calculée sur la période 1801-1900 (figure 1). Néanmoins, la récolte de blé de 1802 est déficitaire, conséquence de l'enchaînement d'un automne 1801 très pluvieux, avec d'importantes crues de la Seine, du Rhin, de la Saône et de la Garonne en décembre 1801 et janvier 1802, d'un mois de janvier froid et d'un printemps sec. Grâce aux mesures dirigistes prises par Bonaparte et aux importations, la disette provoquée par la hausse des prix du froment reste limitée (Le Roy Ladurie, 2006). Ainsi, le prix moyen national de l'hectolitre de froment atteint un maximum de 25,19 francs en 1802, contre 20,34 en 1800. De 1804 à 1808, les chaleurs estivales et printanières favorisent les belles récoltes. Le prix de l'hectolitre de froment reste constamment en dessous de 20 francs (Labrousse *et al.*, 1970)

## Les conséquences de l'éruption du Tambora

La série d'années 1809-1817 connaît des printemps-étés nettement plus frais. À Paris, la température moyenne d'avril à septembre se situe 0,9 °C au-dessous de la séquence précédente 1800-1808 et 1 °C au-dessous de la suivante 1818-1835. En revanche, la moyenne des températures hivernales est très proche de celle des séquences précédente et suivante. L'année 1811 se distingue nettement par ses températures élevées au printemps, en automne et, dans une moindre mesure, en été. Ainsi, avec 12,7 °C, le printemps 1811 est le plus chaud enregistré à Paris des 30 années 1782 à 1821. Les vendanges à Dijon sont précoces (12 septembre). Mais, pour les céréales, cet épisode chaud n'a pas de conséquences bénéfiques, bien au contraire, à la suite de dégâts provoqués par les orages dans le nord de la France et par l'échaudage dans le sud. Les mesures dirigistes n'empêchent pas le prix du froment de doubler à Paris entre novembre 1811 et avril 1812. Les épidémies frappent les populations défavorisées, affaiblies par la sous-alimentation. La crise agricole a des répercussions démographiques importantes : hausse des décès (environ 60 000 morts supplémentaires en 1811-1812), baisse des mariages et des conceptions (Rollet, 1970). Les émeutes qui affectent les grandes villes au printemps 1812 sont brutalement réprimées en Normandie. Ainsi, à Caen, six révoltés sont fusillés, dont deux femmes (Le Roy Ladurie, 2006). L'hiver 1813-1814 est un des plus rigoureux du xix<sup>e</sup> siècle, avec un écart de température moyenne de 2,3 °C au-dessous de la température moyenne des hivers du siècle.

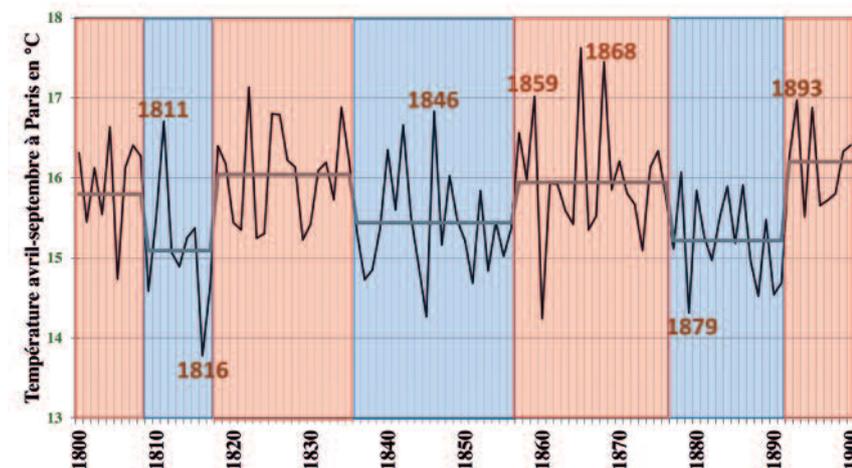


Figure 1. Fluctuations du climat au cours du xix<sup>e</sup> siècle détectées par la température moyenne d'avril à septembre à Paris (d'après Le Roy Ladurie *et al.*, 2011). En rouge et bleu, les séquences chaudes et froides. Pour chaque séquence, la moyenne est indiquée par un trait horizontal. Certaines années signalées dans le texte sont repérées sur le graphique.

L'éruption volcanique du Tambora dans l'île indonésienne de Sumbawa, le 10 avril 1815, est probablement la plus

forte et la plus meurtrière du dernier millénaire. Elle a des conséquences sur l'ensemble de la planète, les années 1816 et 1817 étant particulièrement fraîches avec des crises de subsistance dans de vastes régions de l'hémisphère Nord (Post, 1977). À Londres, on observe des levers et couchers de soleil très colorés dès la fin juin 1815 et, dans le nord-est des États-Unis, un brouillard sec persistant au printemps et en été 1816. En Europe et en Amérique du Nord, l'année 1816 est restée dans les mémoires populaires comme « l'année sans été » (Stothers, 1984). À Paris, la température moyenne des trois mois d'été juin, juillet et août (15,3 °C) est la plus basse de la période pour laquelle on dispose de mesures thermométriques (1658-2015). Les vendanges sont très tardives, le 25 octobre 1816 à Dijon, et les récoltes de blé sont déficitaires. Le prix moyen national annuel de l'hectolitre de blé grimpe de 19,53 francs en 1815 à 26,17 en 1816 pour atteindre un maximum de 36,16 francs en 1817. L'augmentation des décès reste limitée, mais la diminution du nombre de mariages et de naissances est nettement plus sensible (Le Roy Ladurie, 2006). On peut noter que les informations sur l'éruption du Tambora mettent plusieurs mois pour atteindre la France, contrairement à ce qui se passera pour une autre éruption importante d'un volcan indonésien, le Krakatoa en 1883, connue quelques jours après grâce au télégraphe électrique, bien qu'elle soit nettement moins violente. On ne réalisera l'importance de l'influence des éruptions volcaniques sur le climat qu'au début du xx<sup>e</sup> siècle (Stothers, 1984).

Cette séquence fraîche 1809-1817 provoque, avec un délai de quelques années, un fort maximum des glaciers alpins. Ainsi, après un net recul à la fin du xviii<sup>e</sup> siècle, de 400 m entre 1778 et 1795, la mer de Glace connaît une avancée, très accentuée au cours de la seconde moitié des années 1810, pour culminer en 1821 à 560 m au-delà de la position atteinte en 1795. Dans la vallée de Chamonix, les villages d'Argentière et des Bois sont alors menacés (Mougin, 1912).

## Disettes et révolutions

1818-1835 est une période tiède avec des printemps-étés chauds et secs favorables aux céréales, dans laquelle on distingue une phase plus fraîche et plus humide de 1827 à 1831. D'après Garnier (1974), de 1827 à 1831 les pluies annuelles à Paris avoisinent ou dépassent 600 mm,

nettement plus que les groupes d'années suivantes et précédentes. Les très médiocres moissons de 1827, 1828, 1830 et 1831 favorisent une agitation populaire particulièrement marquée à Paris en juillet 1830 : Trois Glorieuses, chute de Charles X et avènement de Louis-Philippe (Clément, 2015). L'hiver 1829-1830 est celui dont la température moyenne à Paris est la plus basse enregistrée sur la période 1658-2015. La Seine est gelée du 28 décembre au 6 janvier et du 5 au 10 février. La révolte lyonnaise des canuts en 1832 s'inscrit aussi dans ce contexte de cherté du blé à la suite d'une série de mauvaises récoltes. Le prix du froment chute ensuite, grâce aux belles récoltes des étés chauds de 1832, 1834 et 1835. Et, avec un décalage de quelques années sur la période tiède 1818-1835, le front de la mer de Glace recule de 359 mètres entre 1822 et 1842.

Pendant la séquence fraîche 1836-1856, l'importante pluviosité de l'année 1839, particulièrement au mois de juin, semble être responsable de la récolte de blé déficitaire qui a été suivie d'émeutes de subsistance dans l'ouest et le centre de la France, de l'automne 1839 jusqu'au printemps 1840. Fin octobre et début novembre 1840, une crue exceptionnelle du Rhône et de la Saône cause des dégâts considérables, en particulier à Avignon (Champion, 1862).

En 1845, année très fraîche et pluvieuse, le rendement du froment chute à nouveau. Comme le note le grand historien de la Monarchie de Juillet Paul

Thureau-Dangin (1892), la médiocre récolte de 1845 n'avait pas laissé d'excédent de grains, ce qui a aggravé les effets économiques, sociaux et politiques de la très mauvaise récolte de céréales en 1846 provoquée par un phénomène d'échaudage qui a frappé la plupart des pays d'Europe centrale et occidentale. En effet, 1846 est une année chaude, avec un été sec et caniculaire qui se classe, pour l'hémisphère Nord, parmi les douze étés les plus chauds des 600 dernières années (Briffa *et al.*, 2004). À Paris, la température du mois de juin 1846 se situe à 3,5 °C au-dessus de la moyenne 1801-1900. Circonstance aggravante, la production de pommes de terre baisse de plus d'un tiers à cause de la maladie qui fait des ravages dans toute l'Europe du Nord. Par ailleurs, la Loire et ses affluents connaissent des inondations catastrophiques en octobre 1846 (Champion, 1861). En dépit d'un ensemble de mesures gouvernementales, le prix du blé augmente fortement pour atteindre 29,01 francs en moyenne annuelle en 1847, soit 50 % de plus qu'en 1845. Les émeutes qui se multiplient dans l'ouest et le centre de la France sont sévèrement réprimées et trois condamnations à mort sont prononcées dans l'Indre. En Bourgogne, les déficits des récoltes de céréales, de maïs et de pommes de terre sont aggravés par des phénomènes d'accaparement et de spéculation (Lévêque, 1983). La disette provoque une crise monétaire, à cause des importations de blé depuis la Russie et d'autres pays, et se transforme en une crise économique qui touche différents secteurs comme la



Figure 2. La vallée de Chamonix vue du Chapeau. Au premier plan, séracs de la langue terminale de la mer de Glace. On distingue aussi le glacier des Bossons. Cette photo des frères Bisson date de 1860, huit ans après le début de la décrue et une dizaine d'années après les premières photographies de la mer de Glace (Nussbaumer *et al.*, 2012). Photo : Digital image courtesy of the Getty's Open Content Program.

construction des chemins de fer et l'industrie textile. Parmi les causes complexes de la révolution de 1848, la crise économique née de la mauvaise récolte de 1846 a joué un rôle certain (Thureau-Dangin, 1892). Pour la France, il s'agit de la dernière crise de subsistance de grande ampleur causée par un aléa climatique. Par la suite, l'impact sur la vie sociale d'une mauvaise récolte devient beaucoup moins important grâce aux importations de céréales facilitées par le chemin de fer et, pour le blé américain, par la navigation à vapeur.

En mai et juin 1856, les inondations catastrophiques de la Loire sont les plus importantes qui se soient jamais produites en aval du confluent avec l'Allier (Dacharry, 1996) et le Rhône connaît aussi une crue extrême qui détruit de nombreuses digues et cause de très importants dommages (Pichard et Roucaute, 2014).

## La fin du petit âge glaciaire

Après une phase de retrait, une nouvelle avancée de la mer de Glace se déclenche à partir de 1842 pour culminer en 1852, ce maximum étant presque aussi important que celui de 1821, à quelques dizaines de mètres près. Quant au glacier suisse de Grindewald, il atteint en 1855 un maximum un peu plus marqué que celui de 1821. On considère généralement que les années 1850 marquent la fin du petit âge glaciaire (figure 2).

La séquence tiède 1857-1876 débute par une succession de beaux étés 1857, 1858 et 1859 qui favorisent de bonnes récoltes de blé et des vins de qualité. Mais la canicule de 1859 et l'épidémie de dysenterie associée provoquent 100 000 morts supplémentaires. En septembre 1866, la Loire connaît une nouvelle crue historique, particulièrement importante dans sa partie amont. La chaleur de l'été 1868 favorise une abondante récolte de céréales et des vins de qualité exceptionnelle. En décembre 1871, le froid intense ( $-0,7$  °C de température moyenne) fait souffrir les Parisiens assiégés par les Prussiens. En juin 1875, causée par de fortes pluies s'ajoutant à la fonte des neiges, une crue historique de la Garonne provoque des centaines de morts et détruit des milliers de maisons.

La séquence fraîche 1877-1891 correspond à l'arrêt du recul des glaciers alpins constaté vers 1880, stabilisation qui durera jusqu'aux années 1930. Avec

## 1. Retour sur le petit âge glaciaire

L'examen de l'évolution des glaciers alpins met en évidence une croissance qui a débuté vers 1300, pour atteindre des valeurs maxima vers 1370, puis à nouveau vers 1665 et enfin dans les années 1850. Depuis lors, on assiste à un retrait généralisé des glaciers. La période qui s'étend du xiv<sup>e</sup> au milieu du xix<sup>e</sup> siècle a été dénommée petit âge glaciaire (PAG), bien que les positions maximales occupées par les glaciers alpins pendant le PAG soient très loin des positions atteintes pendant le dernier âge glaciaire. Si les fluctuations de l'avancée des glaciers correspondent plus ou moins, avec quelques années de retard, aux fluctuations multidécennales des températures moyennes (Rousseau, 2013), il est beaucoup plus difficile de caractériser le PAG du point de vue climatique. En effet, les éléments climatiques conditionnant l'évolution des glaciers sont nombreux, parmi lesquels la température, les précipitations et l'ensoleillement. Ils interviennent non seulement par leur valeur, mais aussi par leur répartition dans le temps.

Concernant la relation entre l'extension des glaciers et la température, l'examen des moyennes mensuelles des températures relevées à Paris depuis 1658 permet une comparaison entre les températures durant la période du PAG, que l'on suppose se terminer en 1856, année qui correspond à la fin d'une séquence fraîche (Le Roy Ladurie *et al.*, 2011), et les périodes suivantes. Les moyennes des températures mensuelles à Paris ont ainsi été calculées pour trois périodes : 1658-1856, période incluse

dans le PAG, 1857-1987, période intermédiaire, et 1988-2015, période pendant laquelle les effets du réchauffement climatique sont clairement détectables.

La période 1, 1659-1856, comporte huit fluctuations successives de séquences d'années plutôt chaudes et plutôt froides. La période 2, 1857-1987, comporte trois fluctuations successives. La période 3, 1988-2015, ne comporte qu'une séquence chaude.

La figure 3 fournit les différences des températures moyennes de chaque mois entre la période 1 (PAG) et la période 2, ainsi qu'entre la période 3 (réchauffement climatique) et la période 2. Entre la période 2 et la période 1, aucune différence importante de température n'est constatée d'avril à septembre, durant la période végétative conditionnant les récoltes. Les relevés des dates de vendanges confirment d'ailleurs les données des thermomètres. Ainsi, la moyenne des dates de vendange à Beaune est pratiquement la même pour la période 1 (25 septembre) et la période 2 (27 septembre). L'expression petit âge glaciaire est donc assez peu adaptée à la description d'une grande partie de l'année. En plein PAG, on a même connu des étés caniculaires, comme celui de 1540 qui a pu être comparé à l'été caniculaire de 2003 (Wetter et Pfister, 2013).

Ce n'est que pour le mois de janvier et le mois de mars que les moyennes mensuelles des périodes 1 et 2 diffèrent de plus de 0,5 °C. Pour ces deux mois, les figures 4 et 5 indiquent la distribution des températures. La

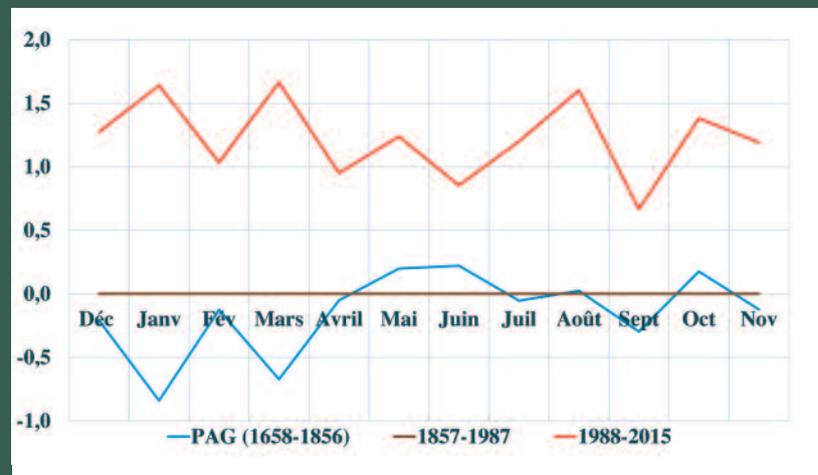


Figure 3. En bleu, écart (en °C) de la température moyenne mensuelle 1658-1856 à Paris à la température moyenne mensuelle 1857-1987 (en marron). En rouge, écart (en °C) de la température moyenne mensuelle 1988-2015 à la température moyenne mensuelle 1857-1987.

fréquence d'occurrence des mois de janvier avec une moyenne négative des températures illustre bien ces différences entre les trois périodes (figure 4). La période 1 compte 41 mois de janvier à température moyenne inférieure à 0 °C sur 131, soit 22 % des mois de janvier. La période 2 compte 12 mois de ce type sur 131, soit 9 % des mois de janvier. La période 3 ne compte aucun mois de janvier de température moyenne négative. Concernant la distribution des températures, la période du PAG se distingue donc de la période suivante par une proportion plus importante de mois de janvier glacials (de l'ordre d'un hiver sur cinq).

La faible fréquence de mois de mars doux pendant le PAG est mise en évidence sur la figure 5 en examinant la fréquence des mois de température moyenne supérieure à 8 °C. Dans la période 1 appartenant au PAG, seulement 17 % des mois de mars sont dans ce cas, alors que la fréquence est de 32 % pour la période intermédiaire et qu'elle s'élève à 77 % dans la période 3.

Plus grande fréquence de vagues de froid intense en janvier et prolongement très fréquent des températures basses jusqu'au mois de mars sont ainsi les particularités du PAG décelables sur les relevés des températures. Par contre, pour les autres mois, les distributions des températures durant le PAG sont très proches des distributions des températures de la période qui va de 1857 à 1987. Au-delà de 1987, un réchauffement généralisé de tous les mois de l'année est constaté.

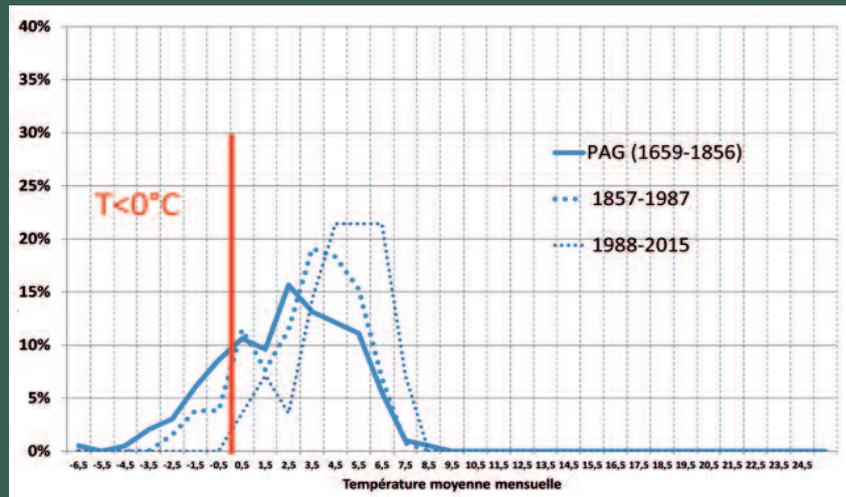


Figure 4. Distributions des moyennes mensuelles de température du mois de janvier pour les trois périodes étudiées. Le trait rouge vertical correspond à 0 °C.

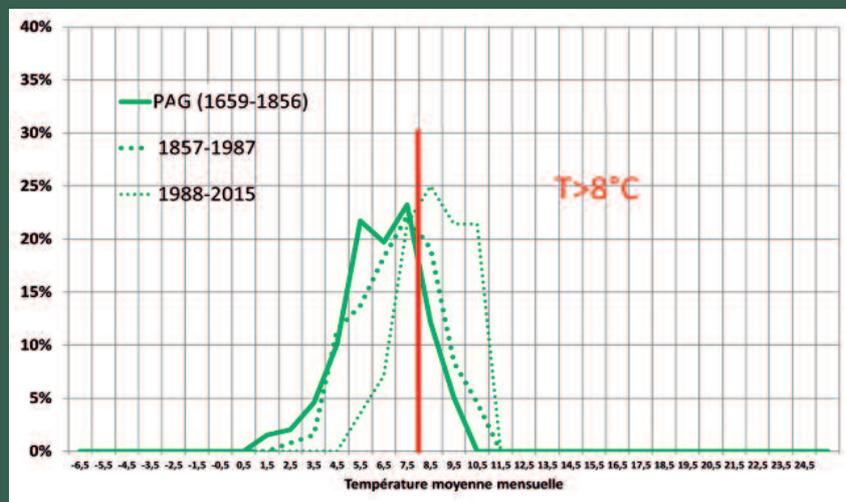


Figure 5. Distributions des moyennes mensuelles de température du mois de mars pour les trois périodes étudiées. Le trait rouge vertical correspond à 8 °C.

une température moyenne de 8,8 °C, l'année 1879 est la plus fraîche observée à Paris de 1741 à nos jours. La production végétale de 1879 est déficitaire suite à un printemps et un été frais, Pendant l'hiver glacial 1879-1880, la Seine reste gelée du 9 décembre au 2 janvier (figure 6). Une température de -25,6 °C est relevée le 17 décembre 1879 à Paris, mois qui, avec une température moyenne de -6,5 °C, se situe au 2<sup>e</sup> rang des mois les plus froids à Paris après décembre 1788. En janvier, les débâcles de la Loire et de la Seine provoquent des dégâts considérables, notamment la destruction d'une partie du pont des Invalides à Paris. L'hiver 1890-1891 est aussi très rigoureux. Il est très précoce dans le nord de la France, la température à Paris restant négative presque sans discontinuer du 26 novembre 1890 au 15 février 1891.



Figure 6. *Les Glaçons* est l'un des tableaux exécutés par Claude Monet à Vétheuil en observant la débâcle sur la Seine, à la fin de la longue période de froid intense de l'hiver 1879-1880. University of Michigan, Museum of Art, tableau acquis grâce à la générosité de Russell B. Stearns (ancien élève, 1916) et de son épouse Andree B. Stearns, Dedham, Massachusetts.

## 2. Le développement des réseaux climatologiques à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle

À partir des années 1850, l'extension du réseau télégraphique permet l'échange rapide des observations météorologiques et la diffusion d'avertissements et de prévisions. En France, l'astronome Urbain Le Verrier (1811-1877) met en place à l'Observatoire de Paris un service de météorologie télégraphique, conçu d'emblée à l'échelle de l'Europe, qui fonctionne quotidiennement à partir de 1857. Dans le domaine de l'étude du climat, Le Verrier accomplit aussi une œuvre considérable en installant un réseau d'observation pérenne, alors que les initiatives des siècles précédents, comme l'Academia Del Cimento au XVII<sup>e</sup>, le réseau de l'Académie de médecine et celui de la Société météorologique pala-

tine au XVIII<sup>e</sup> n'ont pas duré plus d'une dizaine d'années. Il s'appuie sur les écoles normales d'instituteurs, auxquelles sont fournis des instruments de précision, et crée les commissions météorologiques départementales chargées de coordonner les observations bénévoles d'orages. Les observations sont publiées chaque année, sous la forme de tableaux et de cartes, dans les *Atlas météorologiques de l'Observatoire de Paris*. Sous l'impulsion d'Alfred Angot (1848-1923), le Bureau central météorologique (BCM), créé en 1878, développe les observations et les études climatologiques qui paraissent dans les *Annales du Bureau central météorologique de France*, en intégrant notamment les obs-

ervations du réseau pluviométrique mis en place par l'administration des Ponts et Chaussées à partir de 1871. Il lance aussi un grand programme d'observations phénologiques (développement des plantes et migrations des oiseaux) dans les stations météorologiques.

En 1900, pour la France métropolitaine, le service de climatologie du BCM reçoit mensuellement les données fournies par 19 observatoires, dont 4 observatoires de montagne, 83 écoles normales, 31 sémaphores, 21 phares et 45 stations faisant au moins trois observations par jour, ainsi que les relevés de précipitations effectués par 2032 stations pluviométriques (Bouquet de la Grye, 1902).

Le froid est particulièrement marqué en janvier dans le sud de la France. Ainsi, à Arles, le Rhône est pris par les glaces du 8 janvier au 2 février. Le gel prolongé, sans couche de neige protectrice, endommage les semis, ce qui conduit à

une moisson déficitaire. Mais, grâce aux importations, les prix des céréales n'augmentent pas.

Le XIX<sup>e</sup> siècle se termine par une séquence tiède qui va de 1892 à 1901,

avec une série de beaux étés accompagnés de moissons abondantes et de vins de qualité, mis à part des dégâts causés aux céréales par la sécheresse et la chaleur pendant l'été 1893.

## Bibliographie

- Bouquet de la Grye J., 1902. Rapport à la séance générale du conseil du Bureau central. *Annales du Bureau central météorologique de France*, 1900, 1, 3-13.
- Briffa K.R., Osborn T.J., Schweingruber F.H., 2004. Large-scale temperature inferences from tree rings: a review. *Global Planet. Change*, 40, 11-26.
- Champion M., 1861. *Les inondations en France du VI<sup>e</sup> siècle à nos jours. Tome 3, bassin de la Loire, bassin du Rhône*. Dunod, Paris, 476 p.
- Champion M., 1862. *Les inondations en France du VI<sup>e</sup> siècle à nos jours. Tome 4, bassin du Rhône, bassin de la Garonne*. Dunod, Paris, 518 p.
- Clément J.-P., 2015. *Charles X le dernier Bourbon*. Éditions Perrin, Paris, 566 p.
- Dachary M., 1996. Les grandes crues historiques de la Loire. *La Houille blanche*, 6/7, 47-53.
- Garnier M., 1974. Longues séries de mesures de précipitations en France, zone 1 (nord, région parisienne et centre). *Mem. Meteorol. Natl.*, 53, 1, 112 p.
- Labrousse E., Romano R., Dreyfus F.-G., 1970. *Le prix du froment en France au temps de la monnaie stable, 1726-1913*. Sevpen, Paris, 246 p.
- Le Roy Ladurie E., 2006. *Histoire humaine et comparée du climat. Tome 2, disettes et révolutions 1740-1860*. Fayard, Paris, 616 p.
- Le Roy Ladurie E., Rousseau D., Vasak A., 2011. *Les fluctuations du climat de l'an mil à aujourd'hui*. Fayard, Paris, 324 p.
- Lévêque P., 1983. *Une société en crise, la Bourgogne au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, 1846-1852*. Éditions de l'EHESS, Paris, 592 p.
- Mougouin M., 1912. *Études glaciologiques Savoie-Pyrénées, tome 3*. Ministère de l'Agriculture, Direction générale des eaux et forêts, Paris, 166 p.
- Nussbaumer S., Deline P., Vincent C., Zumbühl H.J. (coordonné par), 2012. *Mer de Glace, art & science*. Éditions Ésope, Chamonix, 192 p.
- Pichard G., Roucaute E., 2014. *Sept siècles d'histoire hydroclimatique du Rhône d'Orange à la mer (1300-2000), climat, crues, inondations*. Presses universitaires de Provence, Aix-en-Provence, 194 p.
- Post J.D., 1977. *The last great subsistence crisis in the Western World (1816-1817)*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, 256 p.
- Rollet C., 1970. L'effet des crises économiques du début du XIX<sup>e</sup> siècle sur la population. *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 17, 3, 391-410.
- Rousseau D., 2013. L'apport des longues séries d'observation à l'étude dynamique du climat en Europe de l'Ouest : température, vendanges, glaciers. *Pollut. Atmos.*, numéro spécial, juin, 71-77.
- Stothers R.B., 1984. The great Tambora eruption in 1815 and its aftermath. *Science*, 224, 1191-1198.
- Thureau d'Angin P., 1892. *Histoire de la Monarchie de Juillet. Tome 7*, Librairie Plon, Paris, 538 p.
- Wetter O., Pfister C., 2013. An underestimated record breaking event; why summer 1540 was likely warmer than 2003. *Clim. Past*, 9, 41-56.

## Résumé

Grâce aux témoignages historiques, aux estimations des démographes et à des mesures météorologiques éparses, les principales anomalies climatiques intenses depuis 1680 ayant eu des conséquences sur la mortalité française sont identifiées et commentées. De grands froids et des canicules, par leurs effets directs, mais aussi des conditions météorologiques défavorables aux récoltes et des étés très chauds et secs favorables aux épidémies ont été à l'origine d'excédents de décès durant l'Ancien Régime pouvant dépasser 100 000 victimes et allant même jusqu'à 1 300 000 lors des famines de 1693-1694. Pour le xx<sup>e</sup> siècle et le début du xxi<sup>e</sup>, grâce aux données météorologiques et démographiques mensuelles pour l'ensemble de la France, les relations entre les fluctuations des températures et celles des décès peuvent être mises en évidence plus précisément. Tous les hivers et occasionnellement des canicules exceptionnelles sont encore responsables d'excédents de décès dépassant la dizaine de milliers.

## Abstract

### Climatic impact on mortality in France from 1680 up to now

We have used historical data, demographers' estimates and various meteorological measurements to identify and to comment the most intense climatic anomalies, the ones that had visible consequences on French mortality. We were particularly interested in severe winters and heat waves and their direct consequences on human mortality. We have also looked at indirect effects such as weather unfavourable to cereal harvests causing mortality through grain scarcity, famines and collateral epidemics due to malnourishment. For the period before 1850 we have only considered mortalities above 100,000 persons. For the period 1850 to 2007, monthly meteorological and demographic data were available and so we obtained a more precise relationship between fluctuation of temperatures and mortality. All winters and some severe heat waves are still responsible for yearly excesses of mortality greater than 10,000 people.

# Impact du climat sur la mortalité en France, de 1680 à l'époque actuelle

Emmanuel Le Roy Ladurie<sup>1</sup> et Daniel Rousseau<sup>2</sup>

1 Institut de France, 75270 Paris

2 Conseil supérieur de la météorologie

À vue d'historien, le climat ni la mort ne se peuvent regarder fixement, pourrait-on dire en paraphrasant La Rochefoucauld<sup>(1)</sup>. La mort pour les raisons que chacun connaît. Le climat, parce que son histoire, en termes d'historiographie justement, a été longtemps négligée, et qu'elle présente maintes embûches et difficultés spécifiques. D'où, incidemment, la susdite négligence.

Nous voudrions ici nous en tenir au problème des grandes ou parfois moins grandes mortalités d'origine météorologique intervenues de 1680 à nos jours ; soit mortalités caniculaires, ou encore hivernales ; ou liées à la disette voire à la famine, les subsistances céréalières ayant fait défaut pour cause de médiocres moissons, elles-mêmes induites par les attaques d'un grand hiver (1709) ou celles de la pluie (1692-1693) ; ou encore celles de la canicule avec sécheresse et échaudage (1846) et puis les événements de 2003, soit 15 000 victimes en France pour cause de mois d'août excessivement brûlant, confèrent quelque actualité à notre entreprise.

## La surmortalité sous l'Ancien Régime

Sous l'Ancien Régime, notamment l'Ancien Régime économique, hérité du Moyen Âge et qui prend fin vers 1860, la relation du climat et en général des conditions météorologiques (le temps qu'il fait, inévitablement variable), vis-à-vis de la mortalité, peut prendre deux formes :

- relation directe, les conditions météorologiques peuvent tuer sans ambages par action de la canicule (1719) ou du gel (1684), autrement dit du grand froid ; la pluie enfin ne joue qu'un faible rôle dans ce genre de relation directe, si l'on met à part le cas spécial des inondations, certes tueuses d'hommes elles aussi ;
- relation indirecte par la médiation des subsistances ; en Europe, il s'agit des céréales ; du « blé », lui-même étant un nom générique pour le froment et aussi pour d'autres grains panifiables (seigle, etc.). L'action négative des conditions météorologiques, quand elle est contraire aux intérêts agricoles et humains, provoque la famine, ou la simple disette qui peut tuer elle aussi.

Cela se joue non point à deux (grand hiver ou canicule, d'où morts assez nombreuses), cas de la relation directe, mais à trois, en fonction des ennemis du blé qui sont :

- l'excès de pluie (exemple : disette de 1740) ;
- le gel long et rude (exemple : 1709) ;
- l'échaudage<sup>(2)</sup>-sécheresse (exemple : 1846).

Le tout pouvant se prêter à des combinaisons variées ; les plus fréquentes étant « grand hiver plus énormes pluies de printemps et d'été, éventuellement froides » (1740) ; ou encore « échaudage-sécheresse de fin de printemps et de début d'été, le tout suivi ou accompagné d'intempéries estivales » (1811).

(1) La Rochefoucauld : « Le soleil ni la mort ne se peuvent regarder fixement ». *Maximes et pensées*. Éditions André Silvaire, Paris, 1991.

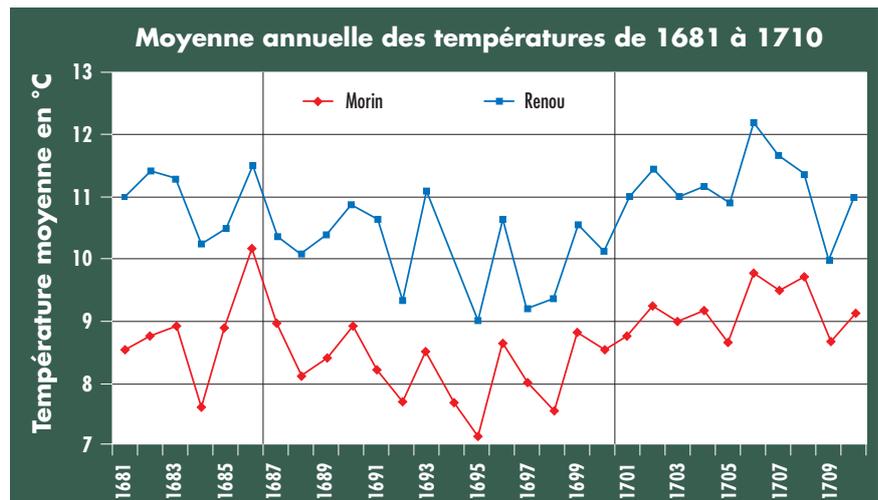
(2) Accident de croissance des grains de céréales provoqué par un excès de chaleur lorsque le grain n'est pas encore mûri.

Figure 1 - Des températures moyennes relativement basses sont observées entre 1687 et 1700, tant dans la série de Manley (en Angleterre centrale) que dans celle de Morin reconstituée par Legrand (pour Paris).

## La famine de 1693

Commençons par la famine de 1693 ; c'est pour l'essentiel une disette poussée à l'extrême, due à la pluie (1692-1693) et au froid avec quand même un petit coup d'échaudage (1693) par-dessus le marché. Elle se situe dans le cadre du minimum de Maunder (1645-1715), et plus spécialement du *Late Maunder Minimum* ou LMM (1675-1715). « Grève » des taches solaires à la surface de notre étoile, à laquelle un certain nombre de climatologues attribuent la baisse des températures à la surface de notre globe, notamment en Europe, France incluse (Bard et al., 1997).

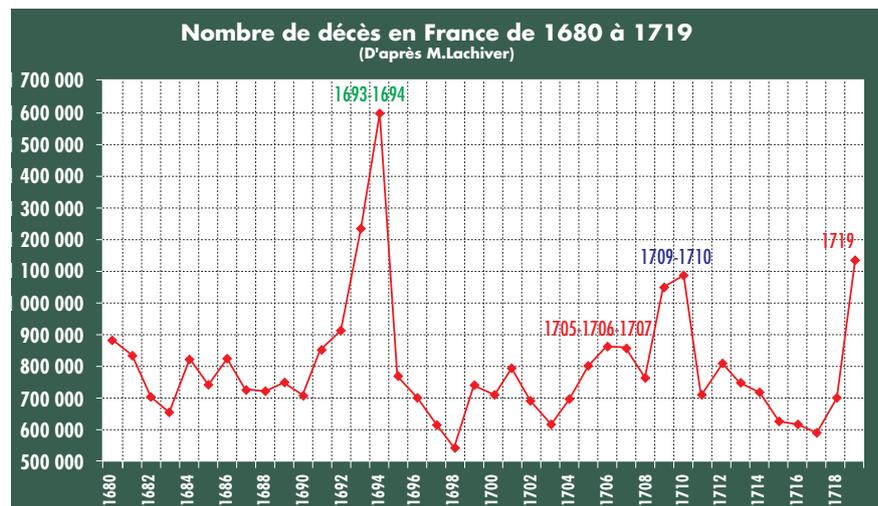
Les séries thermométriques de Manley (Hulme et Barrow, 1997) et Legrand (Legrand et Le Goff, 1992), en particulier, enregistrent les fraîcheurs et les froidures de la fin du xvii<sup>e</sup> siècle (1687-1700) avec beaucoup de force (figure 1), et les dates de vendanges dijonnaises prennent une douzaine de jours de retard pendant les années 1690, par contraste avec les années 1680 dont les récents travaux de Valérie Daux (Le Roy Ladurie et Vasak, 2007) montrent que certaines années y furent très réchauffées par rapport à ce qui surviendra au contraire dans le registre du froid et parfois du glacial, postérieurement à 1687. Les causes immédiates de la catastrophe de 1693-1694 tiennent aux très fortes pluies par temps frais ou froid de l'été et de l'automne 1692 ; récolte des grains 1692 abîmée déjà ; surtout semailles ratées dès l'automne 1692. Les charrues n'entrent plus dans les terres excessivement détrempées. La série noire, si l'on peut dire, continue en 1693, pluies au printemps et début d'été avec un petit coup d'échaudage en août pour compléter le tableau. C'est « la cerise sur le gâteau ». D'où gros déficit de la



récolte de 1693 : manque de grain et de pain. Un certain nombre de personnes meurent directement de faim ; mais, pour l'essentiel, ce sont les épidémies, favorisées par la sous-alimentation, qui aggravent considérablement la mortalité, vraisemblablement typhus, dysenterie, fièvres diverses, puisque la peste a disparu du territoire national (sauf un peu plus tard, localement, à Marseille en 1720). Les bandes de mendiants promènent l'infection contagieuse tout au long des routes et des villes du royaume. Les pauvres sont évidemment les principales victimes ; mais les riches ou les aisés ne sont pas nécessairement épargnés par les épidémies, et parfois du fait de la sous-alimentation, elle aussi. Au terme de calculs basés sur les données de l'époque et sur les travaux de l'Institut national d'études démographiques (Ined), Lachiver (1991) évalue le nombre des morts supplémentaires en 1693 et 1694 (c'est-à-dire notamment pendant la

difficile année post-récolte 1693-1694) à 1 300 000 personnes, soit 5,8 % de la population française dans le cadre virtuel de l'Hexagone contemporain, lui-même matriciel de nos statistiques démographiques (figure 2). C'est de très loin la plus grande catastrophe démographique qu'ait éprouvée la France depuis les années 1680 jusqu'à nos jours ; une France, rappelons-le, qui comptait 20 à 22 millions d'habitants selon les années à l'époque ; un désastre mortel pire que ceux qu'engendreront les guerres de la Révolution et de l'Empire, celles de 1870, de 1914-1918 et de 1939-1945. Les meilleurs esprits de l'époque, Vauban, Fénelon..., en même temps que l'opinion publique, ont sévèrement accusé le coup. Sévèrement à l'encontre du Roi Soleil, ce qui était quelque peu injuste, car la guerre de la Ligue d'Augsbourg (1688-1697) qu'il menait envers et contre tout, était loin d'être la seule responsable du malheur public.

Figure 2 - Évaluation du nombre de décès annuels en France de 1680 à 1719. À noter en particulier les pointes initiées par des aléas climatiques.



## Le grand hiver de 1708-1709

L'hiver glacial et mortel de 1708-1709 est préparé, peut-être, par quatre éruptions volcaniques, Vésuve et Santorin en zone proche (méditerranéenne) ; Fujiyama, au Japon, et piton de la Fournaise, dans l'île de la Réunion. Ces éruptions, qui se prolongent éventuellement jusqu'en 1708 inclusivement, sont-elles largement responsables de l'empoussiérement de l'atmosphère régionale et terrestre, ainsi qu'éventuellement de la baisse des températures enregistrée dès 1708 lors du grand hiver de 1708-1709 ? Marcel Lachiver (1991) dénombre sept vagues de froid hivernal de 1708-1709 : les premiers gels du 19 au 27 octobre 1708 ; puis du 18 au 25 novembre ; ensuite du 5 au 12 décembre ; l'épreuve cruciale, la plus destructrice, du 5 au 24 janvier 1709 ; puis du 4 au 10 février ; ensuite du 22 février 1709 au dernier jour de ce mois et enfin la septième fois du 10 au 15 mars. Le 20 janvier 1709, on plonge à  $-20,5^{\circ}$  (minimum) à Paris. La récolte des blés d'hiver est fortement amputée ; les semailles d'orge de printemps permettront, si l'on peut dire, de parer au grain ; ce qui n'empêchera pas une véritable famine avec à la limite un quintuplement (sic) des prix du froment. Le déficit démographique calculé par Lachiver (1991) selon les mêmes méthodes qu'en 1693 est de 600 000 personnes décédées en plus de la normale.

## Les étés caniculaires du xviii<sup>e</sup> siècle

L'hiver de 1709 s'intercale lui-même entre deux phases caniculaires. D'abord les années 1705, 1706 et 1707. Elles sont marquées, à des degrés divers, pendant l'été, par de très fortes poussées calorifiques, d'où grosse moisson, prix du blé très bas, dont se félicitent les populations malgré la guerre de succession d'Espagne. Mais les canicules tuent : à l'échelle française, sur la base des travaux de Lachiver, on peut estimer les pertes à 200 000 personnes environ en trois ans (1705, 1706 et 1707). Cet excédent de décès résulte d'épidémies meurtrières, dont on peut penser que certaines (dysenterie en 1706 et 1707 notamment) ont été favorisées par les épisodes de très forte sécheresse et chaleur estivale, par l'infection des rivières et des nappes phréatiques devenues trop basses et trop sensibles à l'invasion des germes pathogènes.

Dans le même esprit, arrêtons-nous, parmi ces groupes d'années surchauffées, sur un couple brûlant, un véritable thermocouple : le biennat estival chaud et sec de 1718-1719 ; vendanges précoces, les plus précoces en duo (depuis le quatuor de 1683-1686), avec sauterelles africaines jusqu'en Languedoc. Ce même biennat torride provoque en 1719 la pollution des eaux devenues trop rares et d'autant plus sales, et les déshydratations infantiles et autres. Il est générateur d'une terrible épidémie de dysenterie qui contribue à l'énorme mortalité du moment, soit plus de 400 000 morts supplémentaires en la seule année 1719 ; les maxima mortels se situant de mars à novembre, avec culmination, bien sûr, pendant l'été, en juillet, surtout août et quelque peu lors des semaines ultérieures (Le Roy Ladurie, 2004).

On retrouvera une autre canicule considérable, quoique moins marquée et moins meurtrière, mais pas négligeable, en 1747, avec un excédent mortel d'environ 200 000 personnes ; on n'atteint pas à la gravité des grandes famines louis-quatorziennes ni de la dysenterie de 1719, mais on est assez proche des chiffres de 1704-1707 sur une seule année et non pas sur trois ans. Les causes de cette très forte pointe de mortalité sont variées ; mais l'essentiel semble venir d'une dysenterie caniculaire recensée comme telle quant à ses caractères et à ses causes, cela en liaison avec la chaleur et la sécheresse, elles-mêmes installées sur l'Hexagone et sur la Belgique, de la mi-août 1747 jusqu'au mois d'octobre. Épidémie de dysenterie de grande ampleur ! (Le Roy Ladurie, 2006).

Après deux années de chaleur, notamment estivale et automnale, 1778 et 1779, les épidémies de dysenterie se déclenchent, à force d'ardeur solaire, à partir du début septembre 1779, date repérée dans le nord de la France ; le nombre des morts s'établit à environ 200 000 personnes au-dessus des chiffres normaux moyens annuels des morts de la décennie 1770-1779. Or il n'y a aucune crise de subsistance en vue ; jamais le blé n'a été aussi bon marché et les agriculteurs s'en plaignent même. C'est bien un phénomène de pure météorologie tueuse, la chaleur agissant directement de façon létale sur la santé publique.

Le xviii<sup>e</sup> siècle serait-il ainsi essentiellement caniculaire ? En fait, il y a également de grandes mortalités dues au déficit frumentaire<sup>(1)</sup> (1693-1694) que

provoque l'excès des pluies tel qu'enregistré en 1692-1693. On est là dans des famines de type classique depuis le Moyen Âge et depuis l'époque « moderne », famines de 1315 et de 1661, extrêmement agressives. En 1740 (grand hiver plus pluies ultérieures) et en 1770 (forte pluviométrie), on est en présence d'un véritable assaut aqueux contre la production du blé avec des conséquences mortelles assez importantes, même si l'on n'en est plus au million de morts des années 1693-1694.

## 1740 et 1770 : vent, froidure, pluie et disette

1740 : un très grand hiver, très froid ; un printemps très froid lui aussi ; un été très frais, très pluvieux sur le tard ; enfin en automne un déluge. Une année agricole désastreuse, avec de mauvaises conséquences démographiques.

Bilan : 100 000 morts supplémentaires (ordre de grandeur) en 1741, l'année qui a suivi les mauvaises récoltes de 1740 et au cours de laquelle la disette s'est fait le plus sentir, par comparaison avec les chiffres encadrants de 1740 et 1742, (Le Roy Ladurie, 2006) ; rôle des épidémies collatérales, donc à base de sous-alimentation et de dénutrition également. Il y a un progrès<sup>(2)</sup> par rapport à l'époque de Louis XIV (100 000 morts au lieu d'un million), mais l'impact est encore assez important, moins grave pourtant que dans le cas des canicules susdites.

1770 : une année froide et fraîche, vendanges très tardives ; 196 jours de pluie, de décembre 1769 à novembre 1770 ; mauvaise récolte céréalière ; prix des grains très élevé ; on est obligé de renoncer à la liberté du commerce des grains, c'est la chute des libéraux, en particulier de Choiseul, remplacé au ministère par Maupéou et Terray, qui remettent en place les contrôles frumentaires ; et au total un redémarrage de la mortalité en 1770 et

(1) Relatif au froment et aux céréales panifiables en général.

(2) Cause de ce progrès : légère augmentation de la productivité agricole, construction de routes qui permettent de ravitailler les régions déficitaires, transports maritimes plus efficaces, circulation de monnaies d'or et d'argent et de crédit plus intense, etc.

surtout 1771 ; mais il n'est plus question de famine ultramortalitaire comme au temps de Louis XIV. L'économie française a beaucoup progressé depuis le « Roi Soleil » (Le Roy Ladurie, 2006).

## Préévolution, révolution et première moitié du xix<sup>e</sup> siècle

Nous en arrivons maintenant à la période immédiatement préévolutionnaire, puis révolutionnaire, enfin impériale (Premier Empire). Nous disposons alors, sur les courbes thermiques de Manley (1974) et de Renou (1887), d'une série d'années plutôt tièdes, en tout cas pas trop fraîches, de 1787 à 1811 (figure 3). D'où occurrence de quelques remarquables canicules : 1788, 1794 et 1811. Canicules de printemps-été-automne (il y a des variations), avec intempéries estivales, le tout étant dangereux pour l'agriculture et pour les humains, avec impact mortel, le cas échéant.

Canicule sèche d'abord (d'où échouage) plus intempéries estivales : il s'agit de 1788 ; mauvaise récolte céréalière, mais pas ou peu de morts – la France a beaucoup progressé – mais crise de subsistances donnant lieu à des émeutes préévolutionnaires, puis révolutionnaires en 1788-1789.

1794 : canicule plus intempéries d'été, idem (voir 1788). Mauvaise récolte céréalière, mortalité forte, surtout dans les villes, mais non mesurable en termes démographiques. Formidables émeutes de subsistances, du printemps 1795 (révoltes parisiennes de « Prairial »).

1801-1802 : la mauvaise récolte de 1802 est liée à un hiver 1801-1802 extraordinairement humide (inondation centennale à Paris en décembre-janvier). Les déficits céréaliers et la crise de

subsistances corrélative ont pu inaugurer un cycle de mortalité devenant ensuite purement épidémique, qui culmine en 1803 avec 150 000 morts et 1804 avec 190 000 morts (Dupâquier, 1988 ; Le Roy Ladurie, 2006).

1811 : canicule, crise de subsistance, émeutes, dure répression, mais poussée de mortalité insignifiante (sauf pour la Grande Armée en Russie !)

Quelques années plus tard, avec 1816, l'année sans été, nous sortons entièrement de l'orbite caniculaire. L'éruption indonésienne du Tambora, en avril 1815, est-elle à mettre en cause ? De ce fait, année pourrie en 1816. Mauvaise récolte en France, agitation sociale mais surmortalité insignifiante.

Enfin, l'ultime et complexe canicule de 1846. D'abord la maladie de la pomme de terre en 1845, *fungus infestans*, spore pataticide importée d'Amérique par voie maritime. Puis canicule-sécheresse très violente de 1846, en France et ailleurs en Europe. Ce double impact (fungus et canicule-sécheresse) induit misère et chômage intense du textile et du bâtiment en 1847 par report du pouvoir d'achat populaire sur le pain devenu très cher. On achète beaucoup moins les tissus et les services des maçons. Mévente du textile. Hyper-paupérisme du prolétariat, soit 80 000 morts de plus en 1846 (pour des raisons directement caniculaires également) et 110 000 décès additionnels en 1847. Au total près de 200 000 morts supplémentaires environ. Et au bout de tout cela la révolution de 1848 avec ses innombrables causalités, le climat n'étant qu'un simple instrumentiste parmi d'autres dans un immense orchestre « causalitaire » en effet (Le Roy Ladurie, 2006).

Au total, nous ne donnons ici que des ordres de grandeur obtenus à l'aide de méthodes flexibles : différences de mortalité d'une année sur l'autre (quand le sursaut est extraordinairement spectaculaire), ou par rapport à l'année d'avant et à l'année d'après. Utilisation parfois de la deuxième année après une mauvaise récolte : ainsi 1741, bien plus traumatisée que la première année qui pourtant a lancé la crise dès 1740 ; ou bien comparaison avec le chiffre décennal ; enfin utilisation d'un bloc de deux années malheureuses (1846 et 1847, voire 1803 et 1804), etc.

Nous n'avons exposé, dans ce qui précède, que la ligne de crête et nous avons laissé de côté la mortalité hivernale ordinaire, laquelle est, comme chacun sait, considérable. Nous ne nous intéressons qu'à l'extraordinaire, comme par exemple en 1709 et en 1740. Nous avons peut-être trop « exemplifié » les canicules, car au Moyen Âge et jusque vers 1600 et même au-delà, les années pourries ou glaciales et pourries, paraissent essentielles à notre thème, davantage peut-être que les canicules. Mais il y a là pourtant, dans notre texte, avant même que soient obtenus ultérieurement des chiffres plus précis et plus exacts, une première approximation qui donne à tout le moins une idée sur l'air du temps, « du temps qu'il a fait », éventuellement ultramortel, depuis la fin du xvii<sup>e</sup> siècle jusqu'en première moitié du xix<sup>e</sup> siècle inclusivement. Il s'agit essentiellement, répétons-le, d'ordre de grandeur (tableau 1).

Il y a eu certainement un changement de vitesse depuis la terrible époque louis-quatorzienne jusqu'à un xviii<sup>e</sup> moins meurtrier, sans parler ultérieurement d'un xx<sup>e</sup> siècle, nettement assagi, notamment après 1911.

Figure 3 - Durant la période relativement tiède de 1787 à 1811, on observe un maximum relatif de température moyenne annuelle dans les années 1788, 1794 et 1811, marquées par des canicules, dans la série de Manley (Angleterre centrale), comme dans celle de Renou (Paris). À noter aussi le minimum relatif de température en 1816, l'année « sans été ».

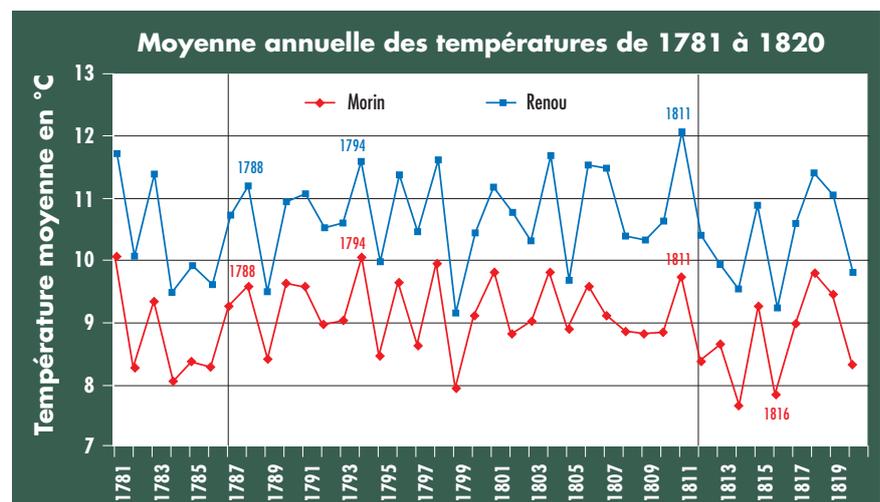


Tableau 1 - Années dans la période 1680-1900 où des aléas climatiques sont à l'origine d'un excédent d'au moins 100 000 décès.

Années	Aléas climatiques	Ordre de grandeur de l'excédent de décès*
1693-1694	Mauvaises récoltes 1692 et 1693 par excès de pluies. Famines et épidémies.	1 300 000
1705-1706-1707	Sécheresse et chaleur estivale.	200 000
1709-1710	Grand hiver 1709. Mauvaise récolte. Disette 1709-1710.	600 000
1718-1719	Étés très chauds. Dysenterie 1719.	400 000
1740- 1741	Grand hiver 1740. Excès de pluies. Mauvaise récolte. Disette 1741.	100 000
1747	Été très chaud. Dysenterie.	200 000
1779	Été très chaud. Dysenterie.	200 000
1803-1804	Mauvaise récolte 1802 par excès de pluie. Épidémies.	300 000
1846-1847	Été très chaud et mauvaise récolte céréalière 1846. Maladie des pommes de terre.	200 000
1859	Été très chaud. Dysenterie.	100 000

\*Les évaluations sont établies sur les estimations de décès publiées par l'Ined (Blayo, 1975) et l'Insee (1961).

## Fin du xix<sup>e</sup> siècle

Les pointes du nombre de décès annuel de la fin du xix<sup>e</sup> siècle sont alors le plus souvent liées à des épidémies et à la guerre ( 1870-1871) et non à des événements climatiques. C'est ainsi que les épidémies de choléra, qui ont fait leur apparition en France en 1832 (100 000 victimes), ont été également meurtrières en 1849, 1854 et 1855. On remarque également une épidémie de grippe meurtrière en 1834 (Dupâquier, 1988).

On notera cependant dans cette période la canicule meurtrière de 1859 (100 000 décès excédentaires, avec dans ce total sinistre un excédent de décès de 60 000 enfants de moins de cinq ans de juillet à octobre). Les fortes températures de juillet 1859 relevées à Paris (22,6 °C de moyenne) n'ont été dépassées en juillet, depuis cette date, qu'en 1983, 1994 et 2006.

## Au xx<sup>e</sup> siècle et au début du xxi<sup>e</sup> siècle

Pour cette dernière période nous pouvons disposer des données quantitatives précises établies par les organismes nationaux de statistiques et de météorologie, tant pour la démographie que pour le climat.

### Les sources de données

Pour étudier les relations entre le climat et la mortalité, nous utiliserons des données moyennées temporellement sur le mois et moyennées spatialement sur l'ensemble du territoire français.

### Pour les décès

Les données sur le nombre de décès ont été extraites des publications de la Statistique générale de la France (Mouvement de la population), puis de l'Institut national de la statistique et des études économiques, Insee, (bulletins mensuels de statistiques et site Internet de l'Insee). Les données entre les deux guerres et depuis 1946 concernent l'ensemble de la France (Hexagone et Corse). Afin de disposer de données comparables, une évaluation pour ce même ensemble a été faite (proportionnellement à la population des départements concernés) pour les périodes où les statistiques n'étaient pas disponibles sur la totalité des départements. En effet, de 1901 à 1913, de 1939 à 1942 et en 1945, le Bas-Rhin, le Haut-Rhin, la Moselle, n'étaient pas inclus dans les statistiques françaises. À ces départements s'est ajoutée la Corse, située provisoirement hors statistiques en 1943 et 1944. Par ailleurs, de 1914 à 1919, les statistiques publiées concernent les seuls soixante-dix-sept départements qui n'étaient pas dans la zone des combats. Les pertes civiles et militaires occasionnées expressément par la

première guerre mondiale sont donc absentes du décompte des décès dans ces statistiques. À l'opposé, une partie des pertes civiles dues à la seconde guerre mondiale (bombardements, résistance, libération) est incluse dans le décompte des décès. Il est en conséquence difficile d'évaluer l'impact du climat durant cette dernière période.

La figure 4 montre, de 1901 à 2007, l'évolution du nombre de décès. On constate que deux événements majeurs, non liés au climat, ont perturbé de façon importante la mortalité civile : la grippe espagnole et la seconde guerre mondiale.

Afin de mettre en évidence les fluctuations des décès liées aux aléas climatiques, une référence lissée du nombre de décès mensuels et annuels a été calculée. Elle est obtenue pour une année A comprise entre 1906 et 2002 en effectuant la moyenne sur les onze années de A-5 à A+5 et en ignorant dans les moyennes les périodes de la seconde guerre mondiale

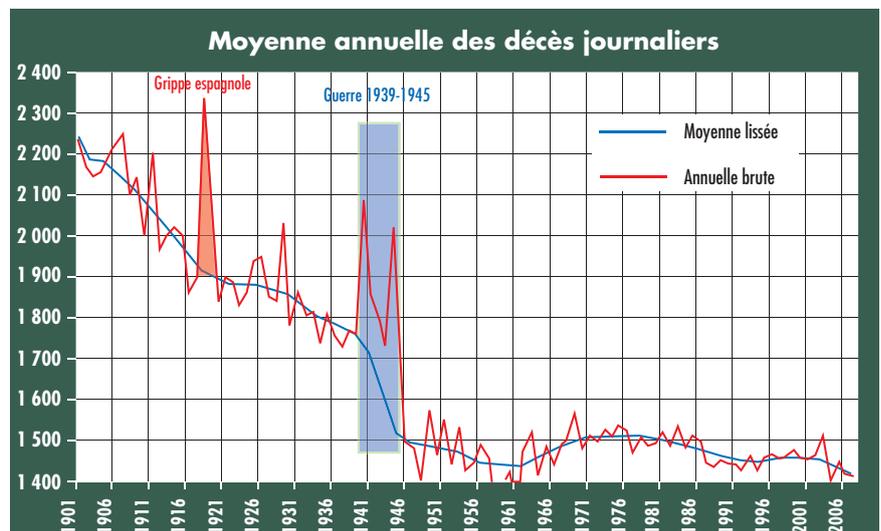


Figure 4 - Nombre moyen de décès journaliers en France de 1901 à 2007.

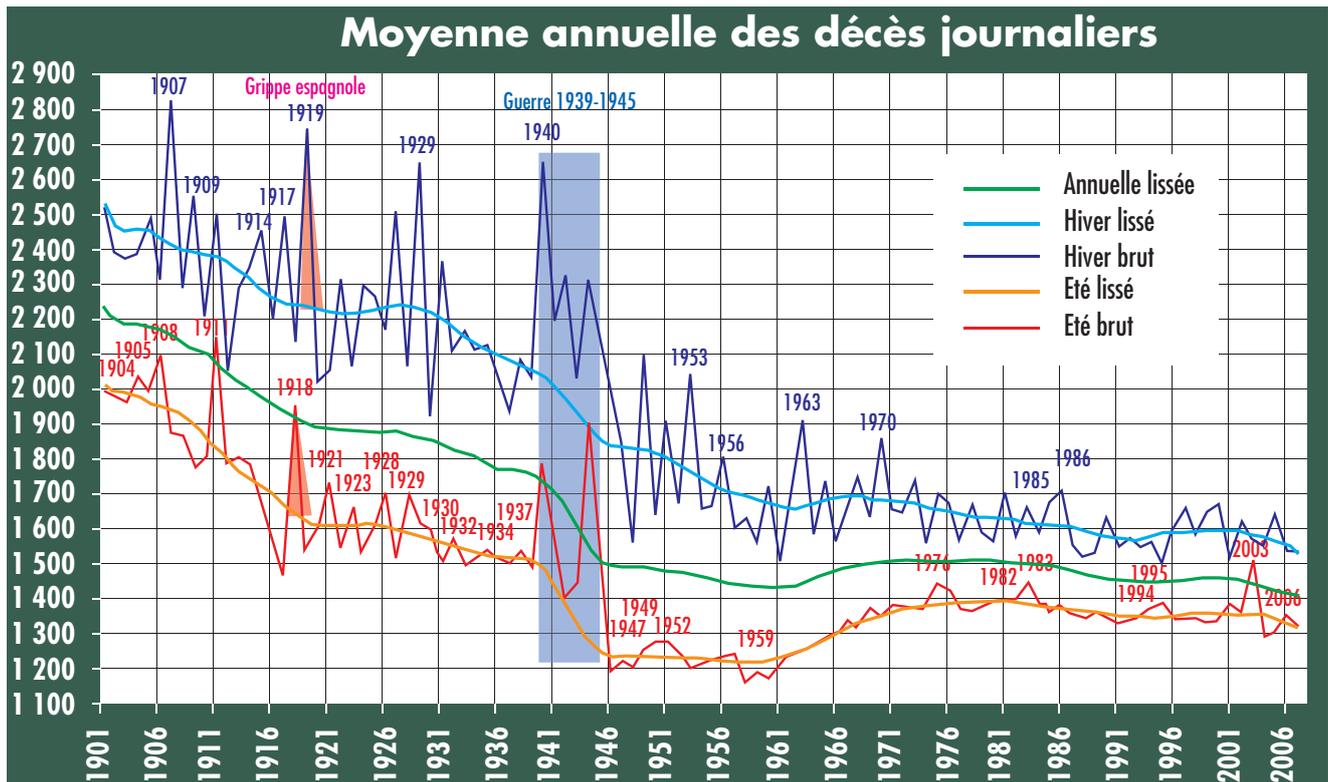


Figure 5 - Nombre moyen de décès journaliers en France en hiver et en été de 1901 à 2007.

et de la grippe espagnole. Pour les années proches de 1901 et de 2007, l'intervalle sur lequel s'opère la moyenne est progressivement réduit. De plus, un lissage est opéré, éliminant les fluctuations de période égale à deux ans. On observe une diminution assez régulière du nombre de décès, bien que la population se soit accrue durant cette période.

La figure 5 montre pour les quatre mois d'hiver (de décembre à mars) et les quatre mois d'été (de juin à septembre) le nombre de décès et les références lissées correspondantes. On note une prépondérance constante des décès hivernaux sur les décès estivaux, cette différence ayant notablement évolué au cours du siècle, pour atteindre une plus faible valeur relativement constante de 1976 à 2007.

On verra plus loin que la plupart des écarts constatés entre les courbes brutes des décès hivernaux et estivaux et les courbes lissées de référence correspondent à des années de grands froids (décès hivernaux) ou de canicule (décès estivaux).

### Pour les températures

Pour les températures, nous avons utilisé un indicateur thermique mensuel, calculé par Météo-France.

Cet indicateur a été construit sur la période 1899-1946 en moyennant les anomalies mensuelles de 32 séries « homogénéisées » de température journalière moyenne (moyenne de la température maximale et de la température minimale) régulièrement réparties sur la France (figure 6). Cette « homogénéisation » des données,

réalisée selon la procédure définie par Moisselin et al. (2002), permet, par comparaison avec des observations voisines, de rectifier des données brutes qui pourraient être entachées d'erreurs dues à des modifications d'emplacement des mesures ou des modifications de la procédure instrumentale, le tout pour les rendre comparables aux mesures actuelles. Pour la période 1947-2007, l'indicateur a été construit en moyennant les anomalies de trente séries brutes, elles aussi régulièrement réparties (figure 7).



Figure 6 - Stations utilisées de 1899 à 1946.



Figure 7 - Stations utilisées de 1947 à 2007.

L'anomalie est évaluée par rapport aux températures mensuelles moyennes de la période 1971-2000. Les figures 8 et 9 fournissent, pour l'été et l'hiver, la chronologie des températures moyennes ainsi qu'une moyenne glissante des températures établie selon le même principe que la référence utilisée pour les décès. Ainsi sont mises en évidence sur ces figures les années de fortes anomalies chaudes en été et de fortes anomalies froides en hiver.

### Analyse de la chronologie mensuelle du nombre de décès

Afin de mieux appréhender les relations existant entre le nombre de décès et les aléas du climat, une analyse plus fine que l'échelle saisonnière est très utile. À titre d'illustration, la figure 10 fournit, mois par mois, la moyenne des décès journaliers comparée à une référence mensuelle lissée, c'est-à-dire constituée de façon analogue aux références annuelles et saisonnières décrites précédemment.

Cette chronologie du début de xxi<sup>e</sup> siècle montre des caractéristiques, que l'on trouve de la même façon pendant tout le xx<sup>e</sup> siècle :

- une variation annuelle avec systématiquement un maximum pendant l'un des mois d'hiver. La valeur de ce maximum fluctue largement d'hiver en hiver. On remarque en particulier, sur les périodes hivernales, une forte anomalie positive (des décès) en février-mars 2005, correspondant à un hiver rigoureux et tardif qui augmente d'environ 10 000 la surmortalité hivernale systématique ;
- un minimum en été, sauf points exceptionnelles correspondant à des canicules. Celle de juin à août 2003 correspond à un excédent total de décès de près de 20 000, et celle de juillet 2006 correspond à un excédent sensible, mais beaucoup plus modeste d'environ 3 000 (Rousseau, 2006).

### Évaluation du nombre des décès liés aux canicules

La confrontation des années où se produisent des pointes estivales sur les diagrammes chronologiques des décès mensuels avec les statistiques des anomalies mensuelles de température indique que ces pointes sont presque toutes liées à des mois qui furent marqués

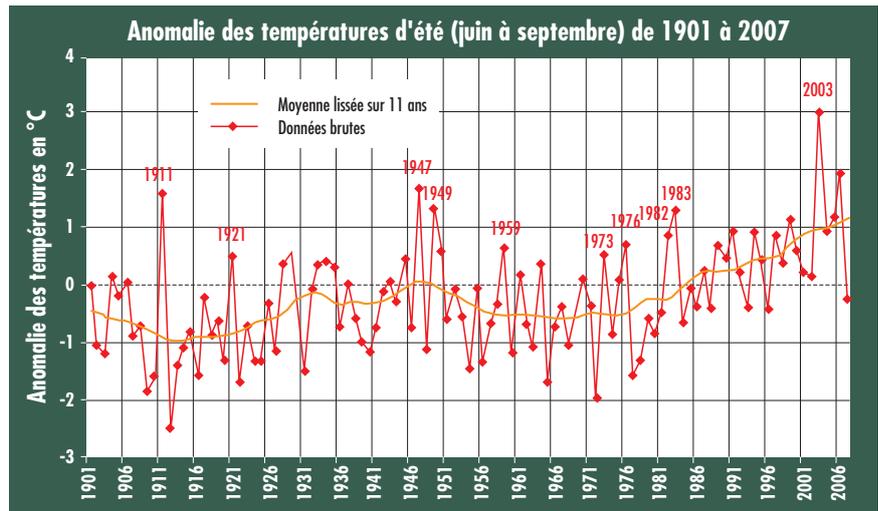


Figure 8 - Anomalie des températures moyennes d'été de 1901 à 2007 (anomalie par rapport à la température moyenne de la période de référence 1971-2000).

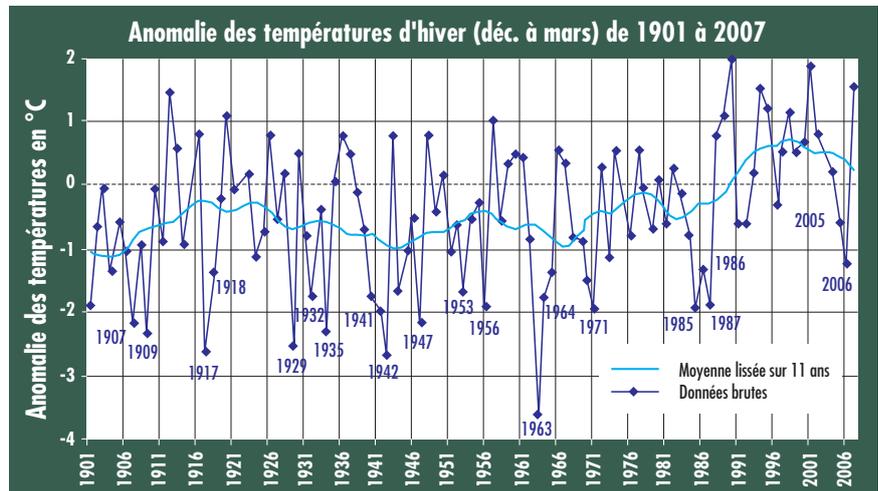
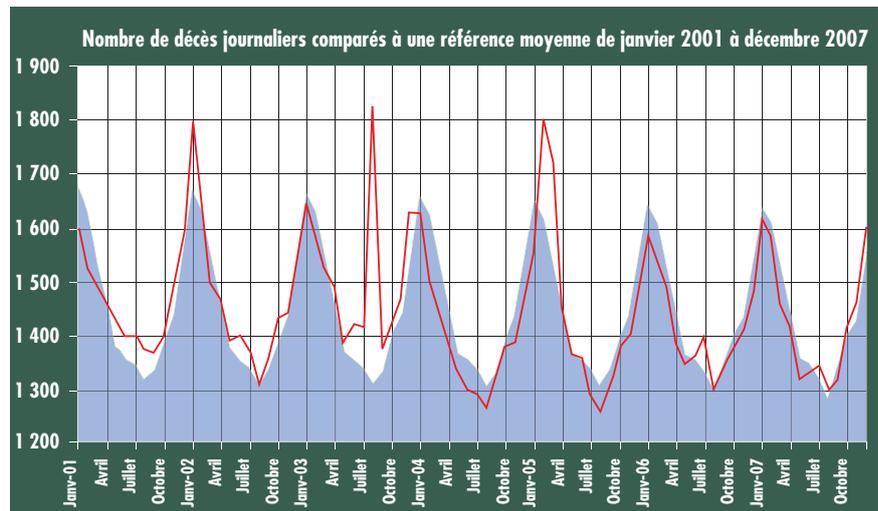


Figure 9 - Anomalie des températures moyennes d'hiver de 1901 à 2007 (anomalie par rapport à la température moyenne de la période de référence 1971-2000).

Figure 10 - Évolution, mois par mois, du nombre moyen de décès journaliers de 2001 à 2007. Courbe rouge : décès constatés de l'année A. En bleuté, moyenne, mois par mois, des décès de l'année A-5 à l'année A+x, avec x = 5 jusqu'en 2002 ; puis x = 2007-A. Les mois de canicules de juin à août 2003 et de juillet 2006 ont été ignorés dans la moyenne. Toutes les pointes majeures sont hivernales ; en 2003 s'est ajoutée une forte pointe estivale.



par une période caniculaire, période qu'il est possible éventuellement de préciser par l'examen des données météorologiques journalières. Grâce aux seules données mensuelles, un bon ordre de grandeur de l'excédent de décès lié à ces canicules peut être obtenu par différence entre le nombre de décès constatés et un nombre fictif de décès d'une référence peu sensible à l'anomalie climatique. Nous avons utilisé quatre méthodes pour établir cette référence :

- la méthode 1 évalue les décès mensuels de référence de l'année A en utilisant les données de l'année A-5 à l'année A+5 selon la méthode exposée plus haut ;
- la méthode 2 utilise comme référence la moyenne du nombre des décès de même mois lors des deux années précédentes et des deux suivantes ;
- la méthode 3 utilise le même principe, mais le choix des années n'est pas systématique. Les années sont choisies pour ne pas utiliser des années elles-mêmes perturbées par une anomalie ;
- la méthode 4 évalue la pointe de décès observable sur la courbe des décès mensuels à partir d'une interpolation des décès du mois précédent et du mois suivant l'anomalie de la courbe.

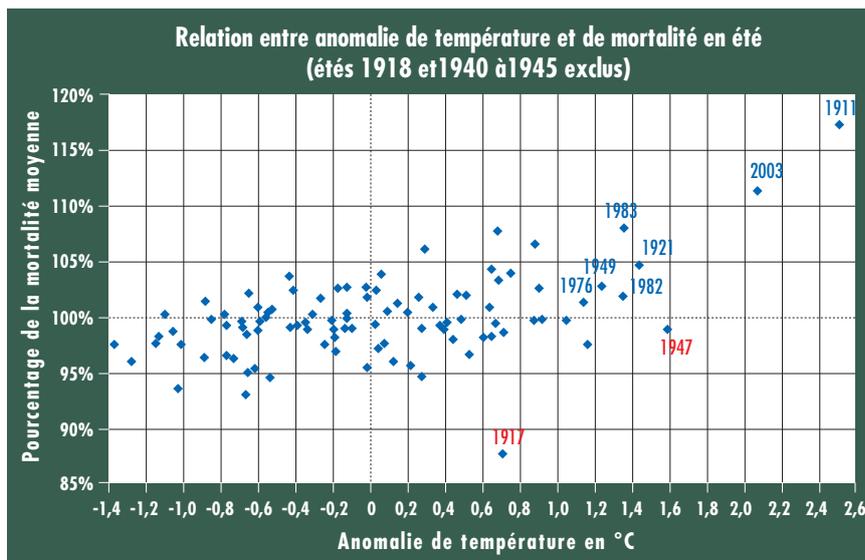


Figure 11 - Relation entre le rapport à la moyenne glissante des décès estivaux (en %) et l'anomalie de température estivale (juin-juillet-août-septembre). Les années de forte canicule avec forte surmortalité sont datées en bleu.

Le tableau 1 fournit, pour les années présentant une anomalie de décès (en été) identifiable par une pointe dans la chronologie des décès, les valeurs des anomalies mensuelles des quatre mois d'été (juin, juillet, août, septembre) ainsi qu'une évaluation de l'excès de décès, avec une marge d'incertitude

calculée à l'aide de la dispersion des résultats fournis par les quatre méthodes. On peut constater, qu'en dehors des périodes correspondant respectivement à la grippe espagnole et à la seconde guerre mondiale, toutes les années où une anomalie estivale a été observée dans le nombre des décès sur la figure 5 se retrouvent dans le tableau 2 : les excédents de décès en période estivale au xx<sup>e</sup> siècle et en ce début de xxi<sup>e</sup> siècle sont étroitement liés aux anomalies positives de température et plus précisément aux canicules.

Tableau 2 – Bilan des canicules de 1901 à 2007.

	Anomalie de température				Excédent de décès*	Incertitude + ou -
	Juin	Juil.	Août	Sept.		
1904	0,3	1,8	0,0	-1,6	13 000	2 400
1905	0,5	1,2	-1,1	-1,2	2 900	600
1906	0,2	-0,5	0,5	-0,1	14 600	2 600
1911	-0,1	2,0	2,4	1,9	40 000	6 000
1921	0,6	1,5	-1,2	1,1	11 300	3 200
1923	-2,8	0,9	0,0	-0,9	5 200	2 800
1928	-0,1	1,5	0,2	0,0	5 400	2 400
1929	0,1	0,3	-0,9	2,6	4 400	1 900
1930	1,3	-1,7	-0,9	0,1	2 500	800
1932	-0,9	-1,9	1,4	1,2	3 500	700
1934	0,7	1,2	-1,7	1,3	1 800	400
1947	1,6	1,3	2,0	1,7	1 200	500
1949	0,2	1,3	0,5	3,2	2 000	900
1952	1,4	1,1	0,0	-2,7	1 800	600
1959	0,4	1,2	-0,3	1,3	1 000	700
1976	3,0	1,3	-0,2	-1,2	5 700	800
1982	1,5	1,3	-1,1	1,7	2 300	1 400
1983	0,9	3,2	0,4	0,6	6 400	400
1990	-0,2	0,6	1,5	0,0	1 700	600
1994	0,8	2,5	1,2	-0,8	2 600	600
1995	-0,3	2,2	1,2	-1,5	2 300	1 100
1997	0,2	-0,4	2,6	1,2	2 200	1 100
2003	4,9	1,9	4,6	0,7	17 500	4 000
2006	2,1	4,1	-1,2	2,7	3 000	1 700

## Relation entre la température moyenne et les décès en été

La figure 11 met en évidence que la surmortalité ne s'écarte significativement de la valeur de référence que pour les années d'anomalie de température positive élevée. La surmortalité est d'autant plus intense que l'anomalie est forte, sauf pour les années 1917 et 1947 qui seront évoquées plus loin.

\* Les excédents de décès portent sur le ou les mois dont l'anomalie mensuelle de température est en rouge dans le tableau. Les quelques cas où des mois sont comptabilisés alors que l'anomalie moyenne mensuelle de température est faiblement positive ou même négative, correspondent à des mois où les fortes chaleurs n'ont concerné qu'une partie restreinte du mois ou du territoire, mais occasionné des excédents de décès.

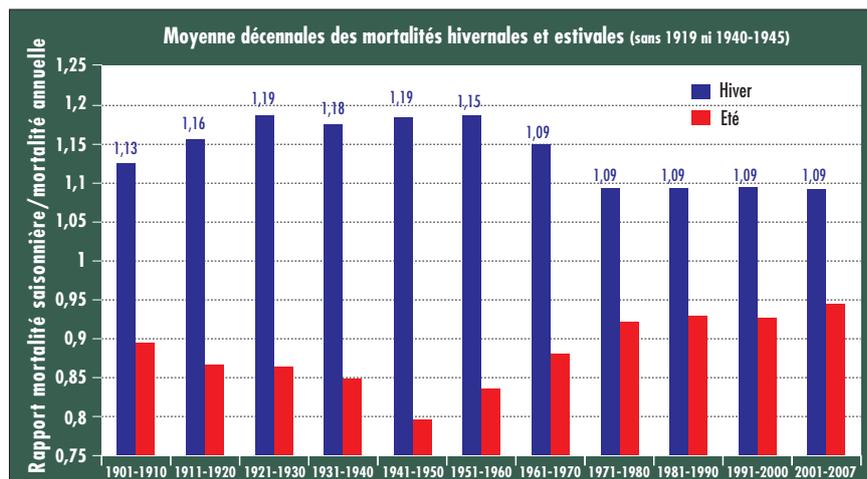
Nota : En raison de l'importance des pertes civiles liées à la guerre 1939-1945, il n'a pas été possible d'évaluer les décès imputables aux canicules de 1944 et 1945.

Figure 12 - Évolution du rapport mortalité d'hiver/mortalité moyenne annuelle et du rapport mortalité d'été/mortalité moyenne annuelle.

Parmi les canicules, deux ont été particulièrement intenses et meurtrières : 2003 et 1911. La canicule de 2003 s'est caractérisée par son intensité et son étendue ; les 35 °C ont été dépassés sur les deux tiers des stations météorologiques en France, les 40 °C sur 15 %, (Bessemoulin et al., 2004). Le nombre de décès ainsi causés sur une période très concentrée (du 3 au 13 août, avec un paroxysme en région parisienne le 12 août) a mis en évidence la méconnaissance assez généralisée, jusqu'à cette date, des risques des fortes chaleurs, en particulier pour les personnes âgées. Cette tragédie a depuis permis une meilleure connaissance du rôle néfaste des fortes chaleurs et la mise en place d'actions de sensibilisation et de mesures préventives qui commencent à porter leurs fruits. C'est ainsi que le bilan de la canicule de 2006 a été atténué (Fouillet et al., 2008) et que l'espérance de vie s'accroît plus rapidement depuis 2003 (Pison, 2008).

Située dans une décennie où les températures estivales moyennes étaient d'environ 2 °C inférieures à celles de la décennie actuelle, l'année 1911 a connu une anomalie relative de température pour tout l'été d'environ 2,5 °C, supérieure encore à l'anomalie de 2003 (voir figure 8). À la différence de 2003, plusieurs pointes de chaleur d'amplitude comparable se sont succédées de juillet à septembre et les excédents de décès ont été moins concentrés dans le temps. Ils ont néanmoins atteint le chiffre de 40 000 décès, parmi lesquels la moitié environ étaient des décès d'enfants âgés de moins d'un an, contrairement à la canicule de 2003 qui a essentiellement concerné des personnes âgées (Le Roy Ladurie, 2009).

On peut s'étonner que l'été 1947, qui a été le plus chaud du xx<sup>e</sup> siècle, avec une période caniculaire de fin juillet et début août au cours de laquelle, comme en 2003, les 40 °C ont été dépassés en particulier à Paris, n'ait pas connu de pointes importantes de décès. Peut-être est-ce dû au fait que les durs hivers de guerre (1940, 41, 42, 44, 45), accentués par les privations, et l'hiver 1946-1947 avaient déjà « fauché » précocement les personnes les plus fragiles qui auraient pu succomber lors de cet été 1947 caniculaire. La sous-mortalité de l'été 1917 est aussi vraisemblablement à mettre en relation



avec l'hécatombe des populations civiles de l'hiver 1917, compte non tenu des très nombreux décès militaires non inclus dans les statistiques officielles de l'époque.

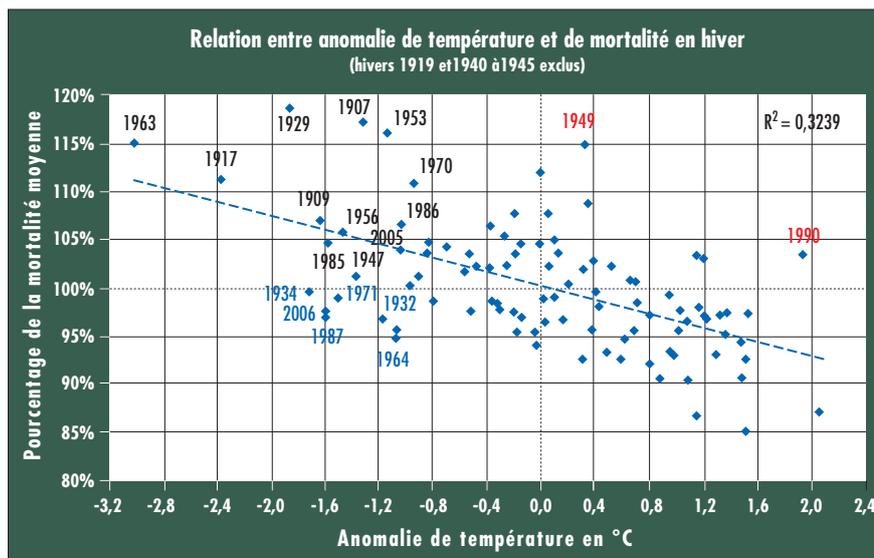
### Surmortalité hivernale et évaluation du nombre des décès des hivers les plus froids

À la différence de l'été, où l'on observe des excédents de décès uniquement les années de fortes canicules, **tous les hivers donnent lieu à une surmortalité importante** par rapport à la mortalité moyenne des trois autres saisons et de l'année en général. L'étude de la mortalité hivernale ne peut dès lors se limiter à l'examen des anomalies de décès par rapport à la moyenne des décès hivernaux. Elle doit concerner également la variation moyenne annuelle des décès, qui se caractérise à notre époque, en France, par un maximum marqué de mortalité en hiver. Le profil de la variation saisonnière des décès diffère selon les pays et évolue au cours du temps (Rau, 2007). Comme le montre la figure 12, cette surmortalité par rapport à la moyenne, qui a fluctué en France dans les sept premières décennies du xx<sup>e</sup> siècle entre 13 % et 19 %, a subi une rapide diminution entre les années 1960 et 1980, mais plafonne encore autour de 9 %, ce qui correspond à un excédent de décès hivernaux d'environ 15 000 chaque année, du même ordre donc que le bilan de la tragédie d'août 2003. Pourtant ces décès excédentaires hivernaux sont encore malheureusement considérés comme « normaux », alors qu'une meilleure adaptation de la population au climat pourrait vraisem-

blablement atténuer ce bilan, comme semblent l'indiquer en particulier des comparaisons entre les pays européens (Healy, 2003).

### Relation entre la température moyenne et les décès en hiver

Selon les conditions hivernales, le bilan hivernal fluctue largement. La figure 13 montre, malgré une certaine dispersion, une nette relation entre l'écart à la normale de la température moyenne hivernale et le rapport entre le nombre de décès hivernaux d'une année donnée et le nombre de décès hivernaux moyens (moyenne glissante définie précédemment). On constate que des hivers rigoureux entraînent une augmentation de la surmortalité hivernale. À l'opposé, la mortalité est la plus faible durant les hivers les plus doux. Les hivers les plus rigoureux du siècle, 1963 et 1917, ont effectivement entraîné de très fortes surmortalités. Cependant, on note que sept années d'hiver rigoureux échappent à ce schéma. Cinq de ces sept années, 1918, 1964, 1971, 1987, 2006, suivent des années 1917, 1963, 1970, 1986, 2005 de grands froids ayant déjà entraîné d'importants excédents de décès. Le décès des personnes les plus vulnérables lors de l'hiver précédent pourrait expliquer le moindre nombre de décès l'hiver suivant. Bien que les années 1931 et 1933 n'aient pas été des plus rigoureuses, un grand excédent de décès y fut enregistré, ce qui expliquerait aussi les bilans modérés des deux autres années hivernales froides s'écartant néanmoins de notre schéma : soit 1932 et 1934. Par ailleurs, on observe aussi que 1949 et 1990 s'écartent du schéma général, avec des anomalies positives de température et une



surmortalité supérieure à la moyenne. Une épidémie de grippe en est sans doute l'explication principale pour 1949. Le développement de la pratique des vaccinations contre la grippe depuis les années 1970-1980 a permis de diminuer les décès dus à la grippe, qui a été longtemps mise en avant comme cause de la surmortalité hivernale. Pour 1990, l'épidémie de grippe n'explique sans doute qu'en partie l'excédent de décès observé.

Le tableau 3 fournit quantitativement le bilan des hivers froids : la « **surmortalité hivernale** » et l'excédent de décès par rapport à la moyenne des décès hivernaux. La « surmortalité hivernale » est définie ici comme le nombre de décès en excédent durant les quatre mois d'hiver par rapport au nombre moyen de décès les quatre mois précédents et des quatre mois suivants. La « surmortalité hivernale » a dépassé 100 000 en 1929, 60 000 en 1963 et

Figure 13 - Relation entre le rapport à la moyenne glissante des décès hivernaux (en %) et l'anomalie de température hivernale (décembre-janvier-février-mars). Les années d'hiver particulièrement froid avec forte surmortalité sont datées en noir.

encore 32 000 durant le récent hiver relativement froid de 2005. L'excédent de décès est calculé par rapport à la moyenne lissée sur onze ans des décès hivernaux. Cet excédent par rapport à la moyenne lissée des décès hivernaux atteint 50 000 pour un hiver très rigoureux comme 1929. Dans les trente dernières années, la dépendance de la mortalité vis-à-vis des rigueurs de l'hiver s'est atténuée, mais la « surmortalité hivernale » oscille encore selon les hivers dans une fourchette de 10 000 à 30 000.

## Conclusion

On voit que la situation, ce n'est pas un scoop, est allée en s'améliorant. De 1692 à 1719, on tourne autour du million de victimes (1693) ou du demi-million (1709) ou du tiers de million de morts (1719).

Tableau 3 – Bilan des années de grands froids de 1902 à 2007.

	Anomalie de température				Surmortalité hivernale	Excédent à la moyenne
	Déc. A-1	Janv.	Fév.	Mars	Arrondi au millier	Arrondi au millier
1907	-3,1	-1,6	-3,1	-0,9	75 000	50 000
1909	-1,2	-2,4	-3,2	-2,5	65 000	20 000
1911	1,2	-3,2	-0,8	-0,7	68 000	15 000
1917	-0,5	-3,2	-3,9	-3	74 000	30 000
1918	-4,7	-0,4	0,2	-0,8	34 000	-13 000
1929	-1,3	-3,8	-4,9	-0,3	102 000	50 000
1932	-2,4	0,7	-4,1	-1,2	48 000	-9 000
1934	-5,5	-0,6	-2,1	-1	50 000	-2 000
1940	-2	-5,3	0,2	0,1	97 000*	
1941	-4,4	-3,4	-0,4	0,2	49 000*	
1942	-1,9	-4,6	-5,4	1,2	77 000*	
1944	-1,5	0,8	-3,3	-2,6	60 000*	
1945	-1,5	-5,5	2	0,7	55 000*	
1947	-3,4	-3	-3	0,6	60 000	3 000
1953	-1,1	-3,5	-2,3	0,1	82 000	34 000
1956	1,6	0,5	-9,4	-0,4	51 000	12 000
1963	-3,7	-5,4	-5,1	-0,4	61 000	30 000
1964	-3,6	-2,8	0,6	-1,4	26 000	-11 000
1970	-3,7	0,4	-0,1	-2,7	39 000	22 000
1971	-2,6	-0,8	-0,8	-3,7	26 000	-2 000
1985	-0,3	-5,1	-0,5	-1,8	28 000	9 000
1986	0,6	0,2	-5,2	-1	31 000	13 000
1987	0,3	-5	-0,9	-2,1	16 000	-6 000
2005	-0,8	0,5	-2,2	0	32 000	8 000
2006	-2,1	-1,1	-1,5	-0,3	18 000	-5 000

De 1739 à 1848, on s'en tient aux 100 000, parfois 200 000 morts ou davantage selon les cas : selon qu'il s'agit de crises de subsistance enracinées dans le froid et dans l'humide (1740) ; ou encore s'agissant d'une forte canicule, elle-même compliquée d'agression fongique contre les pommes de terre (1846-1847) ; ou encore on peut avoir affaire à des hypercanicules, telles qu'en 1719, 1747 et 1779.

Quant au xx<sup>e</sup> siècle, disons plus largement toute la période qui va de 1850 à nos jours, le chiffre des pertes tourne au-dessous, voire très au-dessous, de la barre des 100 000 personnes, à l'exception de l'hiver particulièrement meurtrier de 1929. La canicule la plus « tueuse », celle de 1911, monte « seulement » à 40 000 victimes, ce qui est énorme selon nos critères contemporains, mais nettement moins grave que lors des gigantesques massacres d'origine estivale et solaire qu'on avait enregistrés au xviii<sup>e</sup> siècle. Quant aux crises de subsistances d'origine météo,

\* Les hivers rigoureux 1940, 1941, 1942, 1944, 1945 ont été inclus dans ce tableau, bien que le calcul de la surmortalité hivernale soit perturbé par la répartition de pertes civiles dues à la guerre. L'excédent à la moyenne n'a pas été calculé, la moyenne étant perturbée par ces pertes civiles.

tellement fréquentes et tellement classiques au Moyen Âge et sous l'Ancien Régime, elles ont pratiquement disparu, sauf pendant les deux guerres mondiales. Une autre victoire, enfin, concerne la disparition de la mortalité infantile par temps de canicule, si prégnante encore en 1911 et qui disparaît au cours des épisodes analogues en phase ultérieure, même les plus vifs comme ceux de 1921 ou de 1976.

Les conditions de vie et les progrès de la médecine ont considérablement diminué l'impact des maladies infectieuses. De ce fait, les fluctuations

d'origine essentiellement épidémique ont pratiquement disparu et l'amplitude des fluctuations de mortalité a diminué. En conséquence, et paradoxalement, les aléas climatiques, pourtant beaucoup moins meurtriers qu'autrefois, sont devenus un facteur très important pour la compréhension des fluctuations de mortalité en général. En hiver, un excédent de décès par rapport à la moyenne annuelle s'observe chaque année, modulé par la plus ou moins grande rigueur de l'hiver. En été, des surmortalités s'observent encore lors des années de canicule très intense.

## Remerciements

Les auteurs remercient Jean-Marc Moisselin, Michel Schneider et la Direction de la climatologie de Météo-France, qui ont mis à leur disposition, pour cette étude, la série des indicateurs thermiques mensuels sur la France ; Michèle Muria de la direction régionale Midi-Pyrénées de l'Insee, le service de documentation et Laurent Toulemon de l'Ined, pour leur aide dans le recueil des données démographiques et les deux réviseurs anonymes pour leurs remarques et suggestions.

## Bibliographie

- Bard E., G. M. Raisbeck, F. Yiou et J. Jouzel, 1997 : Solar modulation of cosmogenic nuclide production over the last millennium. *Earth and Planet. Sci. Lett.*, 150, 453-462.
- Bessemoulin P., N. Bourdette, P. Courtier et J. Manach 2004 : La canicule d'août 2003 en France et en Europe. *La Météorologie*, 8<sup>e</sup> série, 46, 25-33.
- Blayo Y., 1975 : Mouvement naturel de la population française de 1740 à 1829. *Population*, numéro spécial : « Démographie historique », Ined, 30, 15-64.
- Dupâquier J., 1988 : *Histoire de la population française, de 1789 à 1914*, III. PUF, Paris, 548 p.
- Fouillet A., G. Rey, V. Wagner, K. Laaidi, P. Empereur-Bissonnet, A. Le Tertre, A. Frayssinet, P. Bessemoulin, F. Laurent, P. de Crouy-Chanel, E. Jouglu et D. Hémon, 2008 : Has the impact of heat waves on mortality changed in France since the European heat wave of summer 2003? A study of the 2006 heat wave. *Int. J. Epidemiol.*, 37, 309-317.
- Healy J. D., 2003 : Excess winter mortality in Europe: a cross country analysis identifying key risk factors. *J. Epidemiol. Community Health*, 57, 784-789.
- Hulme M. et E. M. Barrow, 1997 : *The climate of the British Isles: present, past and future*, Appendix 404-417, Routledge, London.
- Insee, 1961 : *Annuaire statistique rétrospectif*, 32-35.
- Lachiver M., 1991 : *Les années de misère. La famine au temps du Grand Roi*. Fayard, Paris, 574 p.
- Legrand J. P. et M. Le Goff, 1992 : *Les observations météorologiques de Louis Morin*. Monographie n°6, Direction de la météorologie nationale, 36 p.
- Le Roy Ladurie E., 2004 : *Histoire humaine et comparée du climat. Canicules et glaciers XIII<sup>e</sup> - XVIII<sup>e</sup> siècles*, I. Fayard, Paris, 740 p.
- Le Roy Ladurie E., 2006 : *Histoire humaine et comparée du climat. Disettes et révolutions 1740-1860*, II. Fayard, Paris, 612 p.
- Le Roy Ladurie E. et A. Vasak, 2007 : *Abrégé d'histoire du climat du Moyen Âge à nos jours*. Annexe par V. Daux, 163-170. Fayard, Paris.
- Le Roy Ladurie E., 2009 : *Histoire humaine et comparée du climat. Le réchauffement de 1860 à nos jours*, III. Fayard, Paris, 462 p.
- Manley G., 1974 : Central England temperatures : monthly means 1659 to 1973. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 100, 389-405.
- Moisselin J.-M., M. Schneider, C. Canellas et O. Mestre, 2002 : Les changements climatiques en France au xx<sup>e</sup> siècle. Étude des longues séries de données homogénéisées de température et de précipitations. *La Météorologie*, 8<sup>e</sup> série, 38, 45-56.
- Pison G., 2008 : La population de la France en 2007. *Population et Sociétés*, 443, 1-4.
- Rau R., 2007 : *Seasonality in Human Mortality. A Demographic Approach*. Demographic Research Monographs, Heidelberg: Springer, 214 p.
- Renou E., 1887 : Études sur le climat de Paris, Troisième partie, Température. *Annales du Bureau central de météorologie*, tome I, B195-B225.
- Rousseau D., 2006 : Surmortalité des étés caniculaires et surmortalité hivernale en France. *Climatologie*, 3, 43-54.

Réunissant une série d'articles publiés de 2009 à 2016 dans la revue scientifique *La Météorologie*, ce fascicule retrace les principales fluctuations du climat en France entre les XIV<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles, leur impact sur la société et sur plusieurs événements historiques.

À l'aide d'exemples et d'illustrations, il aborde différentes méthodes élaborées par les historiens et les climatologues pour reconstituer les climats passés, en particulier lorsque les séries de mesures météorologiques quantitatives n'existaient pas encore.

### Les auteurs

**Emmanuel Le Roy Ladurie**, membre de l'Institut, professeur émérite au Collège de France, spécialiste de l'histoire du climat

**Daniel Rousseau**, ancien directeur de l'École nationale de la météorologie

**Jean-Pierre Javelle**, membre du comité de rédaction de *La Météorologie*

Édité par :



@MeteoetClimat



MeteoetClimat

Avec le soutien de :



Maquette, impression : Météo-France

7, rue Teisserenc de Bort - CS 70558 - 78197 Trappes Cedex

ISBN 978-2-95563121-8 - Dépôt légal : 2<sup>e</sup> trimestre 2017 - © SMF 2017