

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^e siècle et le début du XXI^e, 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⁽¹⁾ et Daniel Rousseau⁽²⁾

(1) Institut de France
23, quai Conti - 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⁽¹⁾. 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⁽²⁾-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.

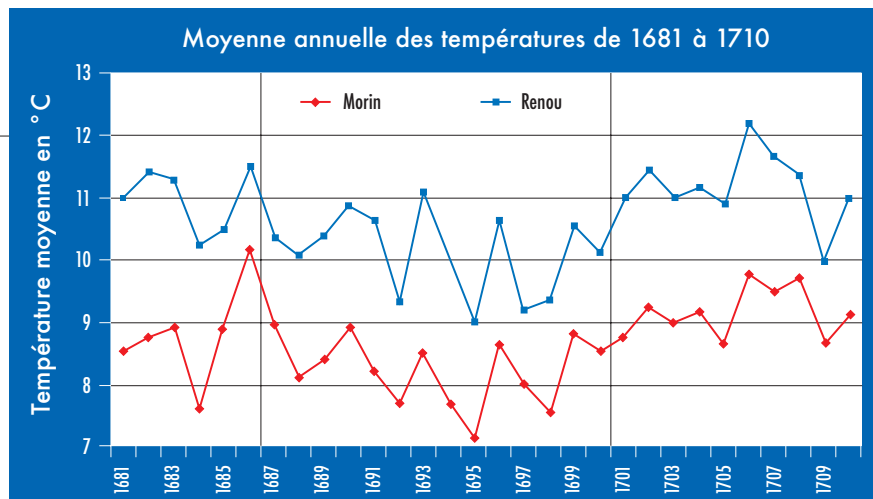
(2) Accident de croissance des grains de céréales provoqué par un excès de chaleur lorsque le grain n'est pas encore mûri.

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).

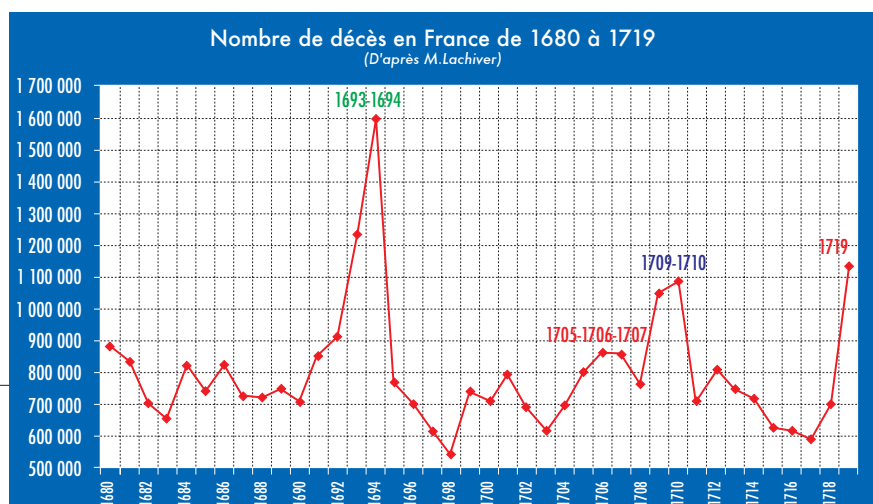
Les séries thermométriques de Manley (Hulme et Barrow, 1997) et Legrand (Legrand et Le Goff, 1992), en particulier, enregistrent les fraîcheurs et les froidures de la fin du XVII^e siècle (1687- 1700) avec beaucoup de force (figure 1), et les dates de vendanges dijonnaises prennent une douzaine de jours 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^e 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^e siècle serait-il ainsi essentiellement caniculaire ? En fait, il y a également de grandes mortalités dues au déficit frumentaire⁽¹⁾ (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⁽²⁾ 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).

Prérévolution, révolution et première moitié du XIX^e siècle

Nous en arrivons maintenant à la période immédiatement prérévolutionnaire, 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 mortalaire, 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 prérévolutionnaires, 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 subsis-

tances 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^e siècle jusqu'en première moitié du XIX^e 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^e moins meurtrier, sans parler ultérieurement d'un XX^e siècle, nettement assagi, notamment après 1911.

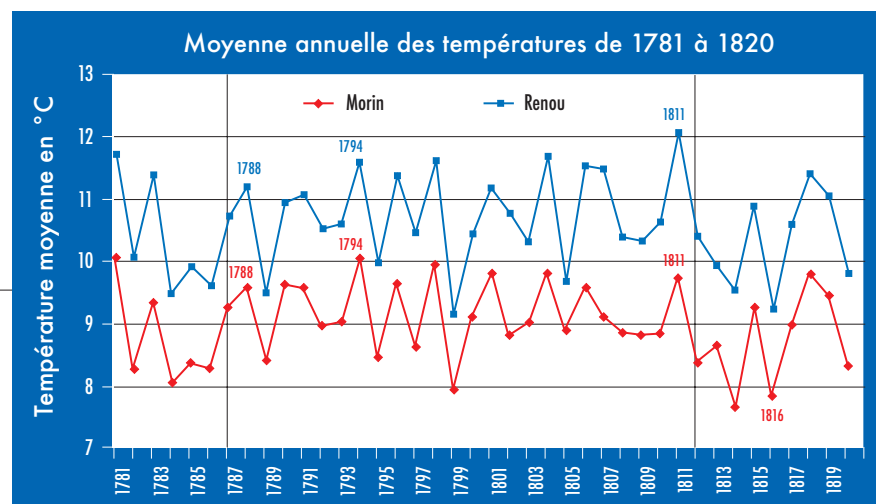


Figure 3 - Durant la période relativement tiède de 1787 à 1811, on observe un maximum relatif de température moyenne annuelle dans les années 1788, 1794 et 1811, marquées par des canicules, dans la série de Manley (Angleterre centrale), comme dans celle de Renou (Paris). À noter aussi le minimum relatif 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	Événements	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^e siècle

Les pointes du nombre de décès annuel de la fin du XIX^e 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^e siècle et au début du XXI^e 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 pre-

mière 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

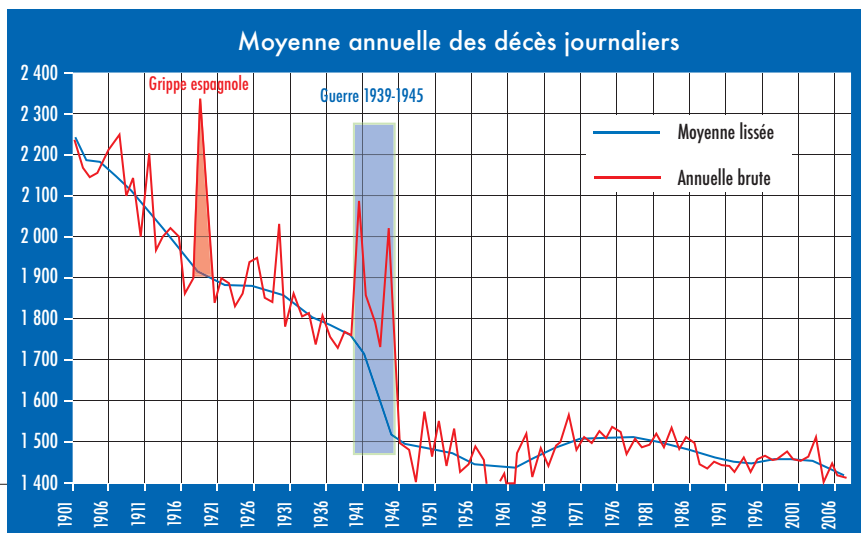


Figure 4 - Nombre moyen de décès journaliers en France de 1901 à 2007.

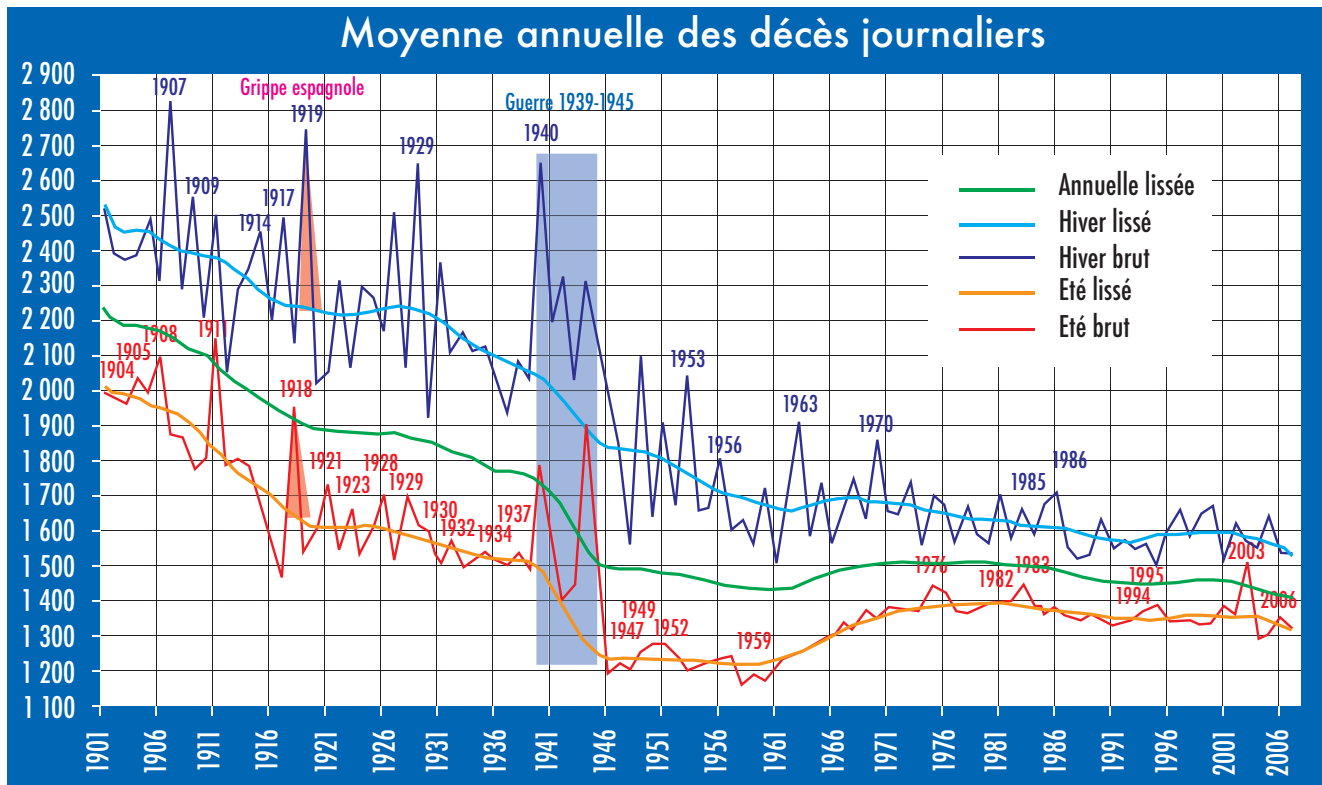


Figure 5 - Nombre moyen de décès journaliers en France en hiver et en été de 1901 à 2007.

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 relative 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). L'anomalie



Figure 6 - Stations utilisées de 1899 à 1946.



Figure 7 - Stations utilisées de 1947 à 2007.

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^e siècle montre des caractéristiques, que l'on trouve de la même façon pendant tout le XX^e 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

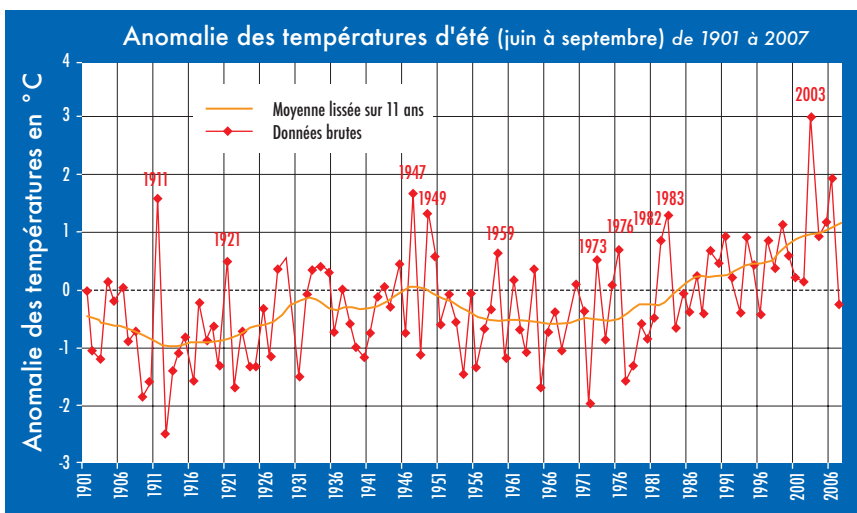


Figure 8 - Anomalie des températures moyennes d'été de 1901 à 2007 (anomalie par rapport à la température moyenne de la période de référence 1971-2000).

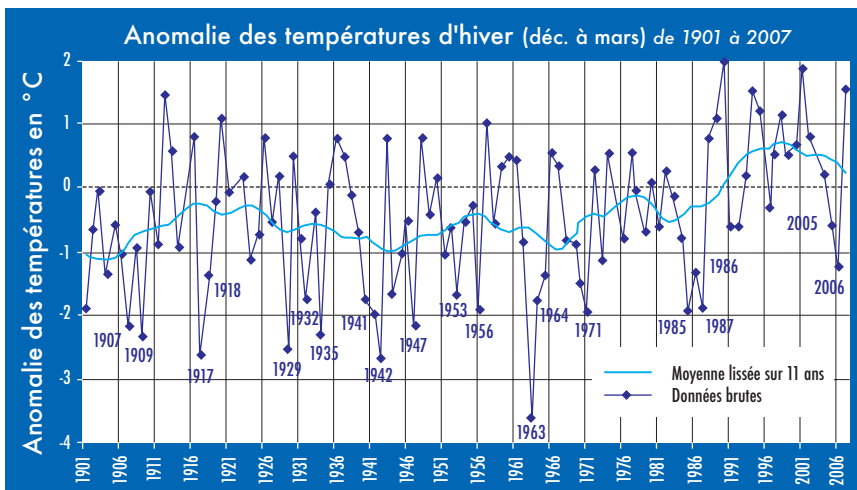
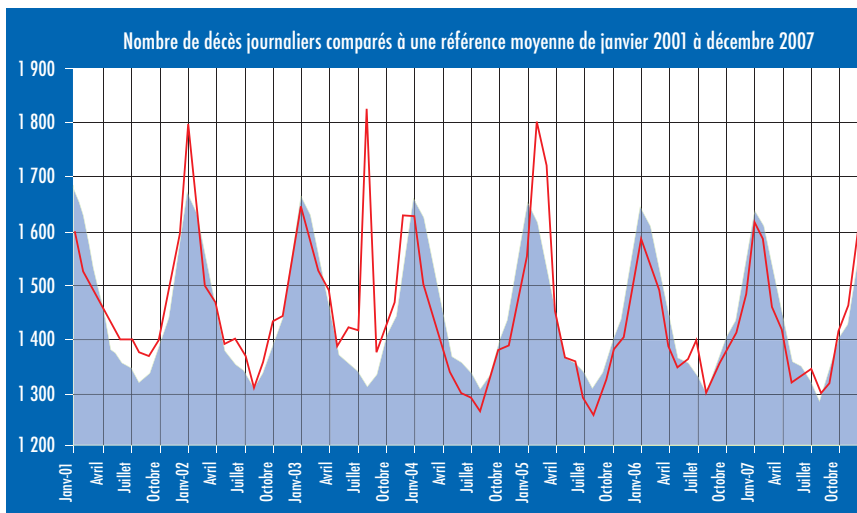


Figure 9 - Anomalie des températures moyennes d'hiver de 1901 à 2007 (anomalie par rapport à la température moyenne de la période de référence 1971-2000).

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.

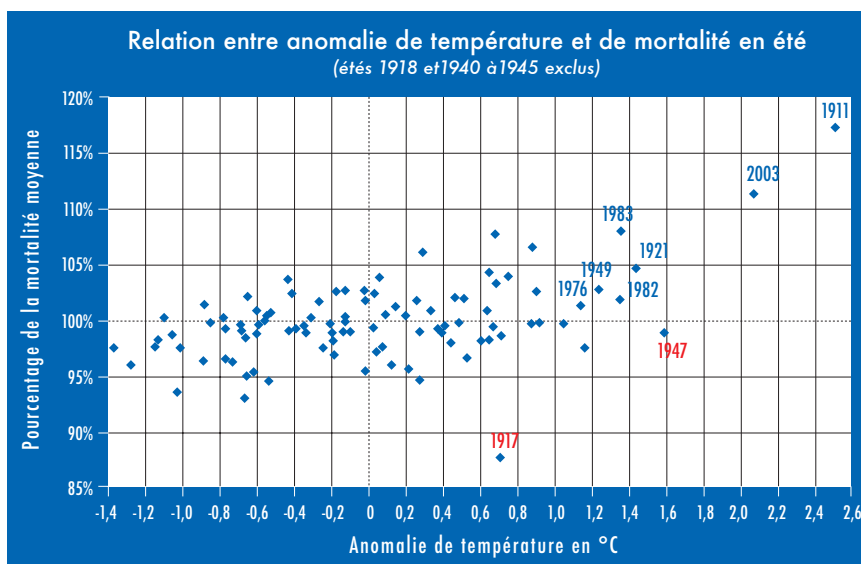


Figure 11 - Relation entre le rapport à la moyenne glissante des décès estivaux (en %) et l'anomalie de température estivale (juin-juillet-août-septembre). Les années de forte canicule avec forte surmortalité sont datées en bleu.

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 cal-

culée 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^e siècle et en ce début de XXI^e 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.		
					<i>Arrondi au millier</i>	<i>Arrondi au millier</i>
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 occasionnés des excédents de décès.

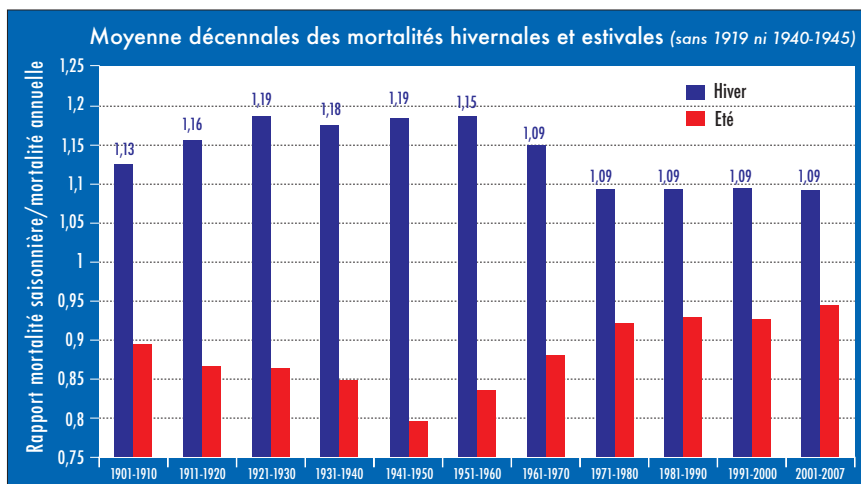
Nota : En raison de l'importance des pertes civiles liées à la guerre 1939-1945, il n'a pas été possible d'évaluer les décès imputables aux canicules de 1944 et 1945.

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^e 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 pas 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^e 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 vraisemblablement 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

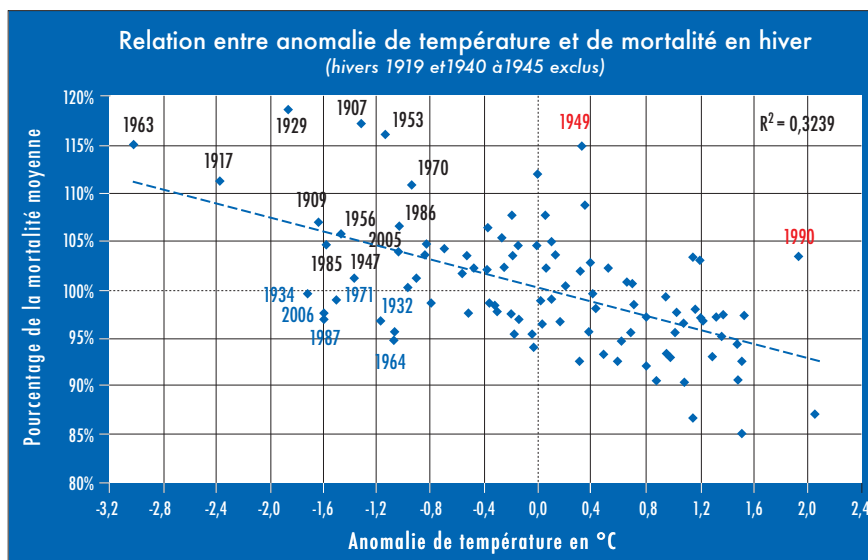


Figure 13 - Relation entre le rapport à la moyenne glissante des décès hivernaux (en %) et l'anomalie de température hivernale (décembre-janvier-février-mars). Les années d'hiver particulièrement froid avec forte surmortalité sont datées en noir.

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 des quatre mois précédents et des quatre mois suivants. La « surmortalité hivernale » a dépassé 100 000 en 1929, 60 000 en 1963 et

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^e 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^e siècle. Quant aux crises de subsistances

* 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.

d'origine météo, 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'o-

rigine 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. You 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^e 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. Jouglé 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^e - XVIII^e 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^e siècle. Étude des longues séries de données homogénéisées de température et de précipitations. *La Météorologie*, 8^e 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.