
LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES EN COURS ET À VENIR

Daniel ROUSSEAU

Conseil supérieur de la météorologie¹

La difficulté d'évaluer et d'appréhender les changements climatiques en cours et à venir tient, pour une grande partie, à la variabilité naturelle importante des phénomènes atmosphériques. La courbe de la variation de la température observée dans Paris au cours d'une année montre un exemple de cette variabilité pour la température journalière. Si on décèle sur cette courbe une variation saisonnière d'une amplitude d'une quinzaine de degrés, on y remarque aussi des amplitudes journalières entre température minimale et maximale très variables de 0 à 15°C ainsi que des fluctuations irrégulières d'une amplitude variable de l'ordre d'une dizaine de degrés, dont la prévision tant de l'amplitude que de la durée est l'une des raisons d'être des services météorologiques. Ces caractéristiques se retrouvent d'année en année. Elles peuvent donner lieu à des phénomènes remarquables, comme des périodes très froides ou très chaudes par rapport à une moyenne saisonnière, sans que cela puisse être la manifestation d'un quelconque changement climatique.

Observation des changements climatiques récents

Si la mise en évidence du changement climatique en cours nécessite une étude approfondie des données météorologiques, il existe par contre des observations qui montrent de façon éclatante que l'atmosphère subit actuellement une évolution importante dans sa composition. La figure 1 donne la concentration de gaz carbonique (CO₂) telle qu'elle a été constatée à Mauna Loa (Hawaii) depuis 1958, date du début des mesures systématiques initiées par Charles Keeling. Cette mesure de concentration a été ensuite confirmée par des observations dans de nombreux points du globe. Cette augmentation du CO₂ est totalement liée à la consommation de combustibles fossiles. La persistance de cette augmentation dans les 20 prochaines années fait peu de doute, l'espoir d'un infléchissement au-delà dépend des politiques environnementales qui seront menées.

Cet accroissement de CO₂ et, dans une moindre mesure, l'évolution des autres composants de l'atmosphère occasionnés par l'activité humaine (autres gaz à effet de serre et aérosols en particulier), influencent le bilan du rayonnement de la surface terrestre et

¹ 42 avenue Gaspard Coriolis 31057 Toulouse Cedex. Courriel : Daniel.Rousseau.met@orange.fr

En raison des contraintes éditoriales toutes les figures de l'article n'ont pu être reproduites. Le document complet est disponible sur demande auprès de l'auteur.

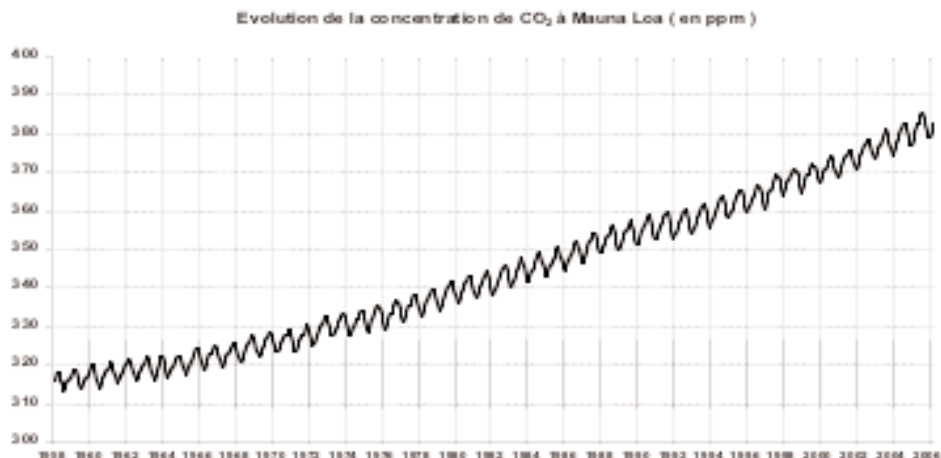


Figure 1 – Croissance de la concentration de gaz carbonique dans l’atmosphère en ppm : partie par million en volume [National Oceanic & Atmospheric adm]

celui de l’atmosphère. Par application des lois de la physique et de la dynamique, il est possible, grâce à des modèles numériques de simulation du climat, d’évaluer quantitativement cette influence. La figure 2, extraite du dernier rapport du Groupe d’experts intergouvernemental sur l’évolution du climat (GIEC 2007) diffusé en février 2007, fournit le résultat des simulations effectuées par une quinzaine de groupes de modélisations. Elle montre une comparaison de l’évolution de la température au XX^e siècle pour des simulations ne prenant pas en compte l’influence des rejets de CO₂ et autres influences humaines et pour des simulations qui les prennent en compte. On note un bon accord entre ces dernières simulations et l’observation. Cette comparaison conforte largement l’hypothèse de l’origine anthropique de l’accroissement de la température dans la deuxième moitié du XX^e siècle.

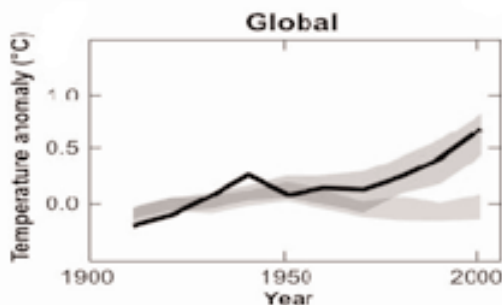


Figure 2 – Évolution de l’anomalie de température par rapport à la moyenne 1901-1950 au cours du XX^e siècle. Courbe noire : observation. Bande gris clair : ensemble des simulations avec les forçages naturels seuls (volcans, activité solaire). Bande gris foncé : en ajoutant les forçages anthropiques (d’après le rapport GIEC 2007)

En France, l'augmentation de la température au cours du XX^e siècle ne s'est pas faite régulièrement. Elle s'est accentuée en fin de siècle, avec une rupture assez nette à partir de 1988. L'augmentation de la température moyenne au cours du XX^e siècle a été variable selon les régions, variant de 1,1°C dans le Sud-Ouest à 0,7°C dans le Nord-Est.

Projections des changements climatiques futurs

4^e rapport du GIEC (2007)

De la même manière que l'évolution du climat a pu être simulée avec succès pour le XX^e siècle, il est possible d'évaluer ce que pourrait être cette évolution au cours du XXI^e siècle, sous réserve de faire des hypothèses sur l'évolution démographique et économique. Ces hypothèses impliquent notamment la concentration dans l'atmosphère des gaz à effet de serre. Les scénarios fournis par les économistes pour les simulations du GIEC (IPCC, 2000) sont de plusieurs types. Les scénarios du type A postulent une croissance économique rapide alors que ceux du type B supposent une plus grande prise en compte de l'environnement. Les scénarios de type 1 supposent une économie mondialisée et ceux de type 2 une approche plus régionale. Selon les scénarios, le taux de CO₂ peut varier dans de grandes proportions à l'échéance 2100 allant de 550 ppm pour le scénario B1 à plus de 800 ppm pour le scénario A2 (la concentration est actuellement de 380 ppm. cf. figure 1).

Une quinzaine de grands centres d'étude du climat possédant des modèles de simulation du climat (parmi lesquels 2 centres français, l'IPSL, Institut Pierre Simon Laplace et le CNRM, Centre national de recherches météorologiques de Météo-France) ont réalisé ces dernières années des simulations du climat jusqu'à 2100 pour les différents scénarios proposés [Dufresne JL et al., 2006]. Le groupe de travail 1 du GIEC a réalisé un bilan des travaux dans ce domaine, qui a été présenté le 2 février dernier. Le tableau 1, extrait de ce bilan, montre quelle serait l'augmentation de la température moyenne sur le globe. En 2100 l'augmentation pourrait être de 1,8°C à 3,4°C selon le scénario, avec une certaine marge d'incertitude indiquée dans le tableau. Si la situation était figée à la composition actuelle de l'atmosphère (380 ppm de CO₂) une légère augmentation serait

Tableau I - Meilleure estimation et fourchette d'incertitude à 90% de l'accroissement des températures en 100 ans, selon les divers scénarios (d'après le rapport GIEC 2007)

Scénarios	Meilleure estimation	Fourchette
Niveau 2000	0,6°C	0,3°C -0,9°C
B1	1,8°C	1,1°C -2,9°C
A1T	2,4°C	1,4°C -3,8°C
B2	2,4°C	1,4°C -3,8°C
A1B	2,8°C	1,7°C -4,4°C
A2	3,4°C	2,0°C -5,4°C

néanmoins observée, mais limitée à 0,6°C. Cette augmentation sera inégalement répartie sur le globe ; l'augmentation sera plus forte sur les continents qu'en mer et beaucoup plus importante près des pôles que près de l'équateur.

Simulations des modèles français

Une étude réalisée à l'aide du modèle du CNRM indique que, dans l'hypothèse du scénario A2, la température moyenne estivale sur Paris, qui peut varier d'une année sur l'autre de quelques degrés, aurait une tendance à une hausse se chiffrant à près de 5°C sur un siècle. À la fin du XXI^e siècle, des températures estivales supérieures à celles de l'été 2003 pourraient se produire avec une fréquence d'une année sur 3.

Sur l'ensemble de la France, la température moyenne augmenterait, selon les scénarios, de 2°C à 3,9°C avec une augmentation plus importante dans le Sud-Ouest (pouvant atteindre 4,5°C pour le scénario A2) que dans le Nord-Est (source : site de l'ONERC).

Dans le domaine sanitaire : surmortalités hivernales et estivales

Comme remarqué au début, la variabilité de l'atmosphère est importante et rend difficile l'appréhension du changement climatique en cours : la tendance des paramètres météorologiques sur le siècle dernier est encore faible par rapport aux variabilités observées d'un jour ou d'une année à l'autre. La tendance sur le XXI^e risque par contre d'être à peu près du même ordre que la variabilité inter-annuelle observée. Si l'on regarde la variation au cours de l'année de la valeur moyenne pour la France des températures mensuelles des 32 dernières années, on voit que ces températures sont incluses chaque mois dans un intervalle d'environ 6°C avec une plus grande dispersion en hiver (10°C en février) et en été (7°C en juillet). Les fluctuations par rapport à la moyenne ont une amplitude comparable aux tendances de température attendues pour le XXI^e siècle en l'absence d'une prise de conscience générale des risques encourus qui remettrait en cause les modes de vie écologiquement irresponsables. Les années 1986 (pour sa période froide) et 2003 (pour sa période chaude) sont particulièrement remarquables.

Une méthode possible, pour évaluer l'impact d'une tendance climatique à venir, est d'examiner l'impact de conditions climatiques différentes dues à la variabilité naturelle du climat. La validité de cette approche doit être évidemment appréciée selon le domaine traité. L'influence d'une modification du climat sur les mortalités hivernales et estivales fournit une application possible de cette méthode.

L'écart mensuel entre la mortalité et la moyenne annuelle de la mortalité montre, comme pour les températures, une plus grande dispersion en hiver et en été avec la très grande singularité d'août 2003 et la singularité de février 1986.

Très visible pour les surmortalités de 1986 et 2003, les surmortalités hivernales, comme estivales, dépendent en été comme en hiver des conditions climatiques. Si les surmortalités hivernales se produisent chaque année (15 000 décès en excès en moyenne), les surmortalités estivales ne se produisent que les années de canicule : 1700 décès en excès en moyenne sur 32 ans, mais avec une pointe de 15 000 décès en 2003 [Rousseau, 2007].

Cette relation peut se mettre en évidence en comparant de 1975 à 2006, pour chaque mois, les mortalités des mois où la température est au-dessus de la moyenne à celles des mois où la température est en dessous de la moyenne.

L'écart de température entre les mois les plus chauds et les mois les plus froids est en moyenne de 2,5°C (de 1,8°C à 3,2°C, selon le mois). On peut dès lors évaluer la modification de la mortalité journalière (figure 3) par augmentation de 1°C de la température. On note que l'augmentation de la température a pour effet d'augmenter la mortalité journalière les 3 mois d'été mais de la diminuer de novembre à mai. Globalement on peut constater qu'une augmentation de température a des effets positifs cumulés sur 7 mois plus importants que les effets négatifs cumulés sur les 3 mois d'été.

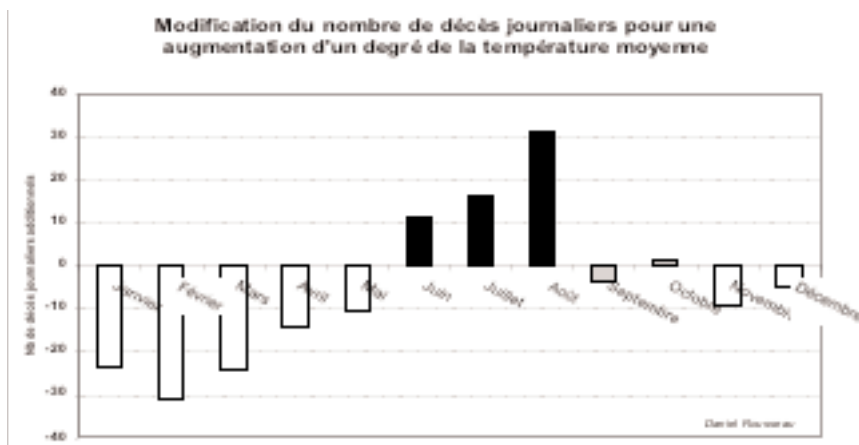


Figure 3 - Accroissement (en noir) et diminution (en blanc) de la mortalité pour une augmentation de 1°C de la moyenne mensuelle des températures (en gris la différence est très faible et peu significative)

Ces estimations pourraient être une évaluation de l'impact d'un changement climatique de +1°C en l'absence d'actions de protection nouvelles vis-à-vis des phénomènes extrêmes et en l'absence de mesures d'adaptation aux changements climatiques. Le bilan moins catastrophique de la canicule de 2006 [Fouillet et al., 2006] que celui de la canicule de 2003 [Besancenot, 2005], laisse espérer que la sensibilité de la population à cet aléa climatique a fortement diminué depuis 2003 : l'estimation de l'accroissement des décès en période estivale de la figure 3 serait alors surestimée.

Une augmentation des températures de novembre à mai en France devrait donc être pour la mortalité un des rares points positifs du changement climatique. Cependant un réchauffement, même de quelques degrés, serait bien insuffisant pour éliminer le problème de la surmortalité hivernale.

Dans ce domaine, le problème de santé publique reste l'adaptation aux conditions hivernales quel que soit le changement climatique futur.

Références :

- Besancenot JP. La mortalité consécutive à la vague de chaleur de l'été 2003. Étude épidémiologique. *Press therm climat* 2005;142,13-24.
- Dufresne JL et al. Simulation du climat récent et futur par les modèles du CNRM et de l'IPSL. *La Météorologie* 2006;55,45-59.
- Fouillet A, Rey G, Jouglu E, Hemon D. *Estimation de la surmortalité observée et attendue au cours de la vague de chaleur du mois de juillet 2006*, Rapport INSERM, 2006:71p.
- GIEC. *Résumé à l'intention des décideurs, Quatrième Rapport d'évaluation*, Groupe de travail I du GIEC, 2007:25p.
- IPCC. *Emissions Scenarios. A special report of IPCC Working Group III*. Cambridge Univ. Press, 2000:570p.
- Moisselin JM et al. Les changements climatiques en France au XX^e siècle. *La Météorologie* 2002;38,45-56.
- Rousseau D. Surmortalité des étés caniculaires et surmortalité hivernale en France. *Annales de l'AIC* 2007;3, (à paraître).

Nota :

- les rapports 2007 des groupes de travail I, II et III du GIEC sont disponibles sur le site du ministère de l'Écologie, du développement et de l'aménagement durable :

www.ecologie.gouv.fr/-ONERC-.html

- IPCC : International Panel on Climate Change (en français : GIEC)

- ONERC : Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique