

CHANGEMENT CLIMATIQUE, VAGUES DE CHALEUR ET SANTÉ PUBLIQUE EN ALLEMAGNE : ÉVITER L'ÉVITABLE ET S'ADAPTER À L'INÉVITABLE

Wilfried ENDLICHER

Résumé

Le changement climatique est sans aucun doute un des plus grands défis de l'humanité. Voilà pourquoi les résultats de la 21^{ème} Conférence des États parties à la Convention sur le climat à Paris en 2015 sont encourageants en ce qui concerne la réduction des émissions des gaz à effet de serre. Cependant, même si l'on arrivait à limiter le réchauffement à 1.5-2.0°C, nous devons envisager des adaptations. Des événements comme les vagues de chaleur, les précipitations intenses ou les sécheresses sévères seront plus intenses, plus fréquents ou dureront plus longtemps. C'est la raison pour laquelle il faut nous adapter à ces conditions climatiques déjà inévitables. L'article traite des conséquences directes des vagues de chaleur sur la santé humaine dans des régions urbaines et rurales en Allemagne du Nord-Est. Des stratégies d'adaptation à de telles conditions extrêmes sont proposées.

Mots clé

Changement climatique, vagues de chaleur, santé publique, mortalité, morbidité, mitigation, adaptation

Abstract

Climate change is without any doubt one of the greatest challenges of mankind. Therefore, the results of the 21st Conference of Parties 2015 in Paris are encouraging concerning the reduction of greenhouse gas emissions. However, even with a future limitation of global warming to 1.5 – 2.0°C, we have to support the impact of the past and actually still growing emissions of atmospheric greenhouse gases. Under climate change conditions, extreme climate events like heatwaves, heavy rains, or severe drought will become more frequent, more intense, and will last longer. Therefore, we have to adapt to these atmospheric conditions which are already unavoidable. The article enhances the direct impacts of heatwaves to public health in urban and rural areas of Northeast Germany. The development of adaptation strategies to cope with extreme weather events is discussed.

Keywords

Climate change, heat waves, public health, mortality, morbidity, mitigation, adaptation

I. CHANGEMENT CLIMATIQUE – ÉTAT ACTUEL DE LA SCIENCE

À Paris, en décembre 2015, la 21^{ème} Conférence des Parties (COP 21) a élaboré enfin un plan pour limiter le changement climatique amorcé il y a presque deux siècles et s'accéléralant nettement depuis les années 1950. Les causes du réchauffement global, un temps contestées, sont désormais bien connues : Le GIEC, le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, créé en 1988 en vue de fournir des évaluations détaillées de l'état des connaissances scientifiques, techniques et socio-économiques sur les changements climatiques, leurs causes, leurs répercussions potentielles et les stratégies de parade, les

a clairement détaillées. Le prix Nobel de la paix lui a été décerné en 2007. Mais le chemin menant aux décisions de la COP 21 a été très long et très lent. Pourtant le scientifique suédois Arrhenius a développé les bases théoriques de l'effet de serre et l'importance du CO₂ depuis la fin du XIX^{ème} siècle (Arrhenius, 1896). Les mesures de concentration des gaz à effet de serre de l'atmosphère terrestre ont commencé en 1957 au volcan Mauna Loa à Hawaii. À peine une décennie plus tard, l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre était prouvée. Depuis, on observe cette augmentation régulière de la concentration de l'oxyde de carbone dans l'atmosphère. Elle dépasse déjà actuellement le seuil de 400 ppm (Figure 1).

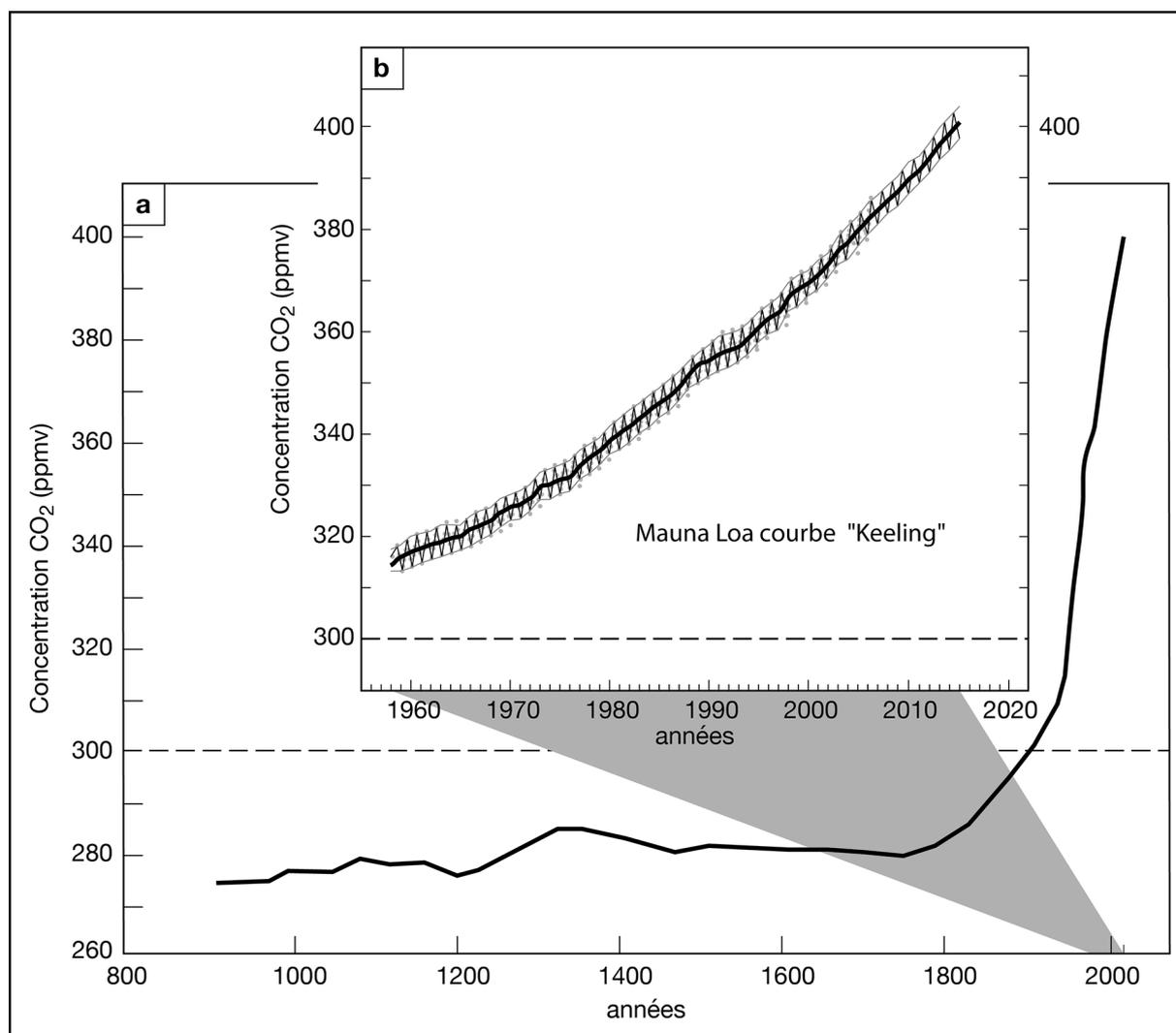


Figure 1. Concentration de CO₂ (ppmv) dans l’atmosphère; a) à partir de l’an 900 selon des données proxy; b) à partir de l’an 1958 mesurée à l’observatoire de Mauna Loa à Hawaii (courbe “Keeling”); source : <https://scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/>

Néanmoins, il a fallu attendre un demi-siècle pour conclure l’accord de Paris qui prévoit enfin une diminution des émissions de ces gaz et finalement une décarbonisation de nos systèmes de production et de consommation.

L’industrialisation au début du XIX^{ème} siècle, d’abord en Angleterre puis en Wallonie, au nord de la France, dans la région de la Ruhr en Allemagne etc. était basée sur l’énergie fossile – le charbon d’abord et à partir du milieu du XX^{ème} siècle le pétrole et le gaz naturel. Cette énergie est toujours bon marché et a créé une qualité de vie encore inimaginable par nos grands-parents. Nous avons utilisé cette énergie accumulée dans les ressources mentionnées et nous avons déposé sans coût dans l’atmosphère ce que nous n’avons pas utilisé, le CO₂ : Nous avons simplement utili-

sé notre précieuse enveloppe terrestre comme décharge ! Voilà pourquoi la concentration de CO₂ ne cesse d’augmenter.

Entre temps, les conséquences de nos activités sont connues de plus en plus clairement ; le GIEC rassemble dans ses rapports les résultats scientifiques les plus importants. Il s’agit bien sûr d’un réchauffement du globe d’une très grande rapidité et avec des conséquences extrêmement graves. Par exemple, la fonte des glaces sur l’inlandsis du Groenland causerait à elle seule dans quelques siècles une augmentation du niveau de la mer de six à sept mètres, sans parler de l’instabilité des glaces dans l’Antarctique de l’ouest. Il y a plusieurs de ces points de non retour, “tipping points” en anglais, qu’il faut éviter coûte que coûte. La plupart de ces bifurcations ou proces-

sus non linéaires interviennent autour d'une limite d'environ 2°C au-dessus de la température préindustrielle. Actuellement, la température globale dépasse déjà ce niveau de 0,8°C. Si l'on continue avec les émissions actuelles de gaz à effet de serre, on risque un réchauffement global de 4°C vers la fin du XXIème siècle et même 6-8°C ne seraient pas exclus dans deux cents ans.

Le réchauffement est observé dans les longues séries de température aux échelles globales (Figure 2a), régionales (continent européen, Figure 2b) et locales (p. ex. à Potsdam, Figure 2c), et ce presque partout dans le monde. L'année 2016 fut de nouveau l'année la plus chaude à l'échelle globale depuis le début des mesures climatiques au XIX^{ème} siècle.

Des données climatiques moyennes de quatre villes allemandes sont présentées au Tableau 1. Une comparaison des données des décennies 1951-1960 et 2001-2010 témoigne du changement

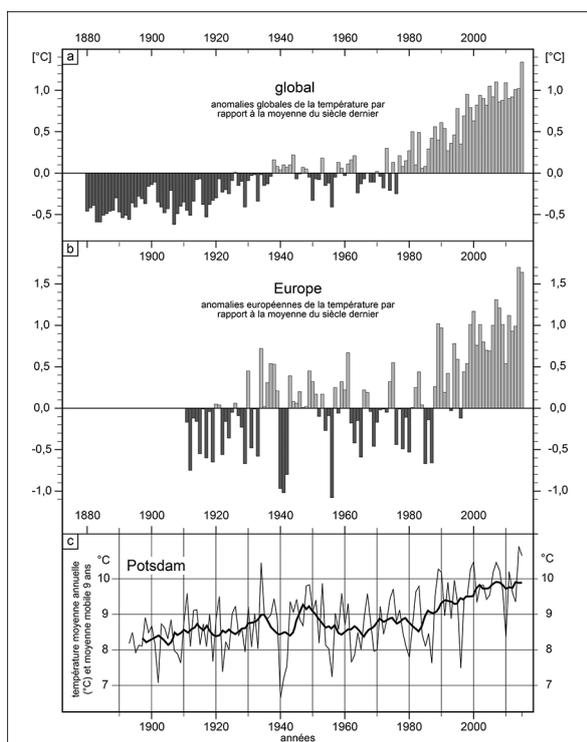


Figure 2. Anomalies annuelles de la température de l'air 1880-2015 en comparaison avec la moyenne du XX^{ème} siècle ; a) anomalies globales et b) anomalies en Europe ; source : <https://www.ncdc.noaa.gov/cag/time-series/global/> ; c) températures moyennes annuelles 1893-2015 mesurées à l'observatoire de Potsdam ; source : <https://www.pik-potsdam.de/services/climate-weather-potsdam/climate-diagrams/air-temperature-mean>

Tableau 1. Valeurs moyennes climatiques des décennies 1951-60 et 2001-10 de quatre villes allemandes et une projection de la décennie 2091-2100 pour Aix-la-Chapelle, avec le scénario RCP8.5 ; source : www.klimafolgenonline.com

	Aix-la-Chapelle (Ouest)			Berlin (Nord-est)		Francfort/M. (Centre)		Munich (Sud)	
Données climatiques moyennes des décennies	1951-1960	2001-2010	Projection 2091-2100	1951-1960	2001-2010	1951-1960	2001-2010	1951-1960	2001-2010
Précipitation annuelle (mm)	896,3	955,8	895,3	598,9	620,5	653,9	691,8	1048,9	1102,0
Précipitation estivale (mm)	275,6	266,7	179,2	229,0	200,2	213,8	199,1	440,5	418,4
Précipitation hivernale (mm)	228,4	242,1	305,7	123,7	133,8	159,3	162,7	184,1	177,7
Bilan hydrologique annuel (mm)	295,7	307,7	110,3	-34,6	-39,3	4,9	2,9	313	269,9
Maximum de la température estivale (°C)	20,6	22,6	25,1	22,8	24,1	23,1	25,3	21,6	23,3
Minimum de la température hivernale (°C)	-0,3	0,1	4,0	-2,1	-1,5	-0,7	-0,1	-4,3	-3,5
Durée d'ensoleillement journalière (heures)	4,4	4,6	5,1	4,9	4,8	4,3	4,4	4,6	5,1
Nombre de journées de chaleur (Max. = 30°C)	2,6	6,7	16,4	5,4	11,3	6,3	14,8	2,8	8,7
Nombre de journées chaudes (Max. = 25°C)	19,8	33,5	74,5	31,5	47,0	36,4	56,3	28,6	46,2
Nombre de journées de gel (Min. < 0°C)	64,2	60,8	14,0	87,2	83,9	66,9	61,7	122,8	101,1
Nombre de journées sans dégel (Max. < 0°C)	13,9	11,7	0,4	20,7	21,1	12,7	11,2	31,4	29,8
Nombre de journées avec couverture	16,6	7,2	0,0	9,8	5,6	3,2	0,9	31,3	27,4

climatique aux échelles locales en Allemagne. Les résultats d'une modélisation des données de la décennie 2091-2100 pour Aix-la-Chapelle donnent une impression du changement futur (données : www.klimafolgenonline.com).

Les précipitations annuelles et hivernales (décembre à février) ont augmenté considérablement dans les quatre villes. Par contre, les précipitations estivales (juin à août) ont diminué. En ce qui concerne la température, les changements sont encore plus importants. La température moyenne a augmenté considérablement et c'est également le cas de la température maximale de l'été, du nombre de journées chaudes et très chaudes ainsi que d'autres indices relatifs à des situations météorologiques extrêmes. À Aix-la-Chapelle, le nombre de journées chaudes a augmenté de 19,8 à 33,5 en cinq décennies et devrait atteindre 74,5 à la fin du siècle. Le nombre de journées très chaudes devrait sextupler par rapport au milieu du siècle dernier.

En Allemagne, des records des précipitations et des températures maximales ont été battus ces

dernières années. Les crues et inondations le long du Rhin, par exemple à Cologne ou à Düsseldorf dans les années 1990 ou des fleuves Oder à Francfort/O. en 1997, Elbe à Dresde en 2002 et 2006 et encore Danube à Passau en 2013 sont à mentionner ici sans qu'on puisse cependant chaque fois mettre directement le changement climatique en cause. Mais c'est une loi physique que celle-ci : plus la température de l'air est élevée, plus cet air peut contenir de la vapeur d'eau ; et il s'agit d'une fonction exponentielle !

II. VAGUES DE CHALEUR ET SANTÉ PUBLIQUE

En face de cette situation, le GIEC propose dans ses rapports deux stratégies : D'une part, il faut absolument réduire le plus vite possible les émissions de gaz à effet de serre, c'est-à-dire décarboniser tous nos systèmes de production et de consommation (en anglais mitigation). Il faut éviter l'évitable – le dépassement du seuil de 2 °C – aussi longtemps que c'est encore possible. Cela concerne surtout les villes, parce que environ 70 % des gaz à effet de serre sont émis en ville. Étant donné que l'urbanisation de notre planète avance de plus en plus rapidement, l'effort de la décarbonisation doit porter en priorité sur les villes.

Quels que soient les efforts effectués en termes d'atténuation afin de limiter le réchauffement climatique, ce dernier est inévitable, ce qui nécessite des adaptations. Ces adaptations sont très variables car les conséquences du changement climatique sont très différentes selon les zones climatiques et les régions du globe.

En Europe, en ce qui concerne les événements climatiques extrêmes, il faut s'adapter aux effets des précipitations intenses susceptibles de causer des inondations, des sécheresses et des vagues de chaleur. Les résultats des recherches récentes ont montré que des situations météorologiques extrêmes ont déjà augmenté dans les dernières décennies et qu'à cause du changement climatique ces situations extrêmes vont se répéter plus souvent, avec une intensité et une durée plus grandes (Orlowsky et Seneviratne, 2011 ; Coumou et Rahmstorf, 2013 ; Coumou et Robinson, 2013 ; IPCC, 2012 et 2013).

En 2003, tous les états européens ont connu des records de température jamais mesurés jusqu'à présent (Robine *et al.*, 2008). Koppe *et al.* (2004)

et Michelozzi *et al.* (2009) ont étudié en détail les conséquences des vagues de chaleur pour la santé humaine. En France, Jean-Pierre Besancenot fut l'un des premiers à avoir étudié les conséquences des vagues de chaleur sur la santé humaine (Besancenot, 2001). Il a aussi mis en relation la santé publique et le changement climatique (Besancenot, 2007). Les conséquences des vagues de chaleur pour la santé sont importantes sous tous les climats, non seulement en climat tempéré, mais également en climat tropical (Burkart *et al.*, 2014).

Depuis quelques années, ces vagues de chaleur se sont presque généralisées en Allemagne, par exemple en 2006, 2010, 2013, et 2015. Elles ont des effets nocifs sur la santé humaine. Dans la Figure 3, les décès journaliers à Berlin en 2010 sont mis en relation avec les températures maximales journalières.

Depuis très longtemps, on sait que la mortalité est plus élevée en hiver qu'en été (p.ex. vagues de grippe en janvier ou février). Par contre, la surmortalité qui se produit pendant les vagues de chaleur d'été est sous-estimée, parce qu'elle est accompagnée du beau temps et du ciel bleu. Dans la Figure 3, on peut voir que les températures journalières les plus élevées correspondent au taux maximal de décès. La température maximale moyenne du mois de juillet 2010 était presque 5°C plus élevée que la température maximale estivale 2001-2010.

En ce qui concerne Berlin et d'autres grandes villes en Allemagne, outre le risque d'inondations, ce sont les vagues de chaleur qui sont le principal danger. C'est surtout après la grande vague de chaleur européenne de l'été 2003 que les études se sont multipliées. Gabriel et Endlicher (2011) se sont intéressés aux conséquences de la vague de chaleur de 1994 à Berlin et Brandebourg. Burkart *et al.* (2013) ont montré que la mortalité pendant les vagues de chaleur augmentait drastiquement à Berlin. À partir d'un certain seuil de température, les personnes âgées de 40 ans et plus sont les plus concernées (Figure 4).

Scherber *et al.* (2013) ont comparé, non seulement la mortalité, mais aussi la morbidité en été. Cette comparaison porte sur la ville de Berlin, la ville la plus grande de l'Allemagne, ainsi que sur l'état de Brandebourg qui entoure la capitale de l'Allemagne et qui possède plutôt une structure rurale.

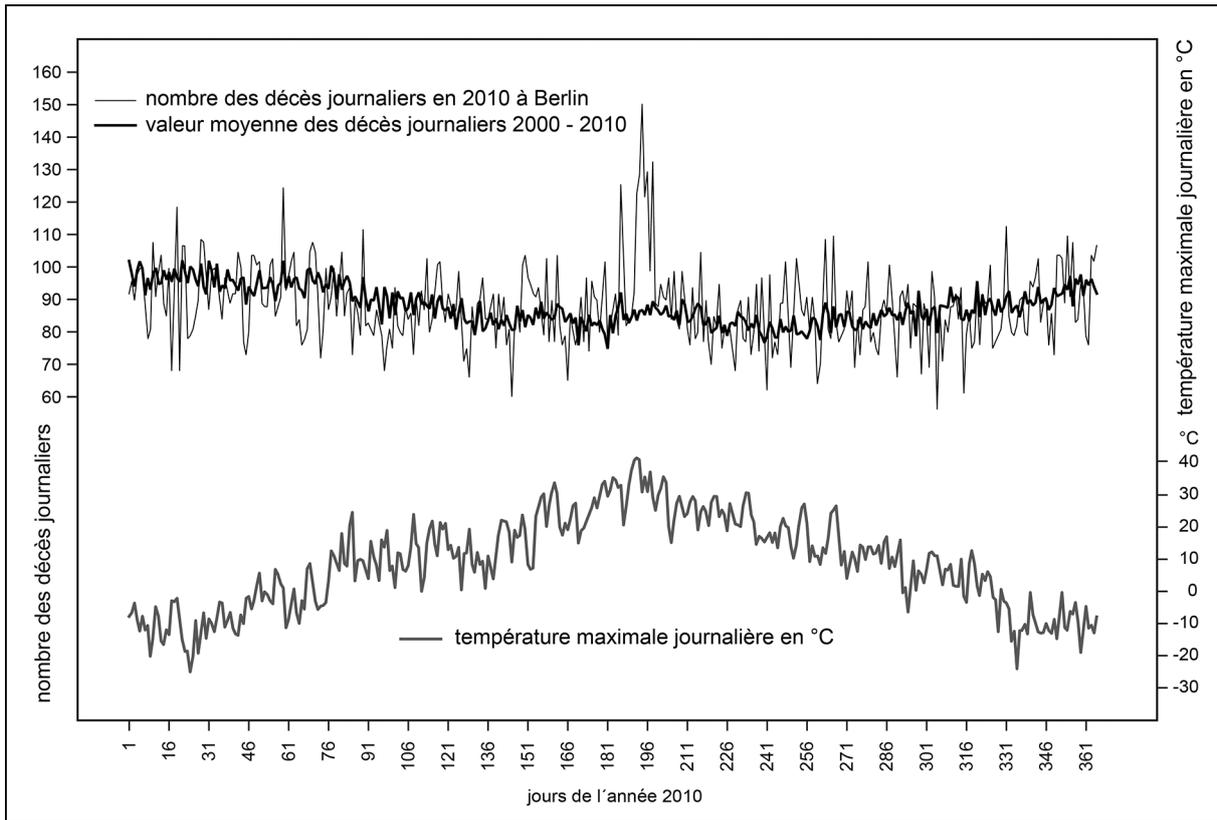


Figure 3. Nombre de décès journaliers à Berlin et températures maximales journalières ressenties calculées avec l'indice UTCI en 2010 ; source : Endlicher et Scherber, 2014

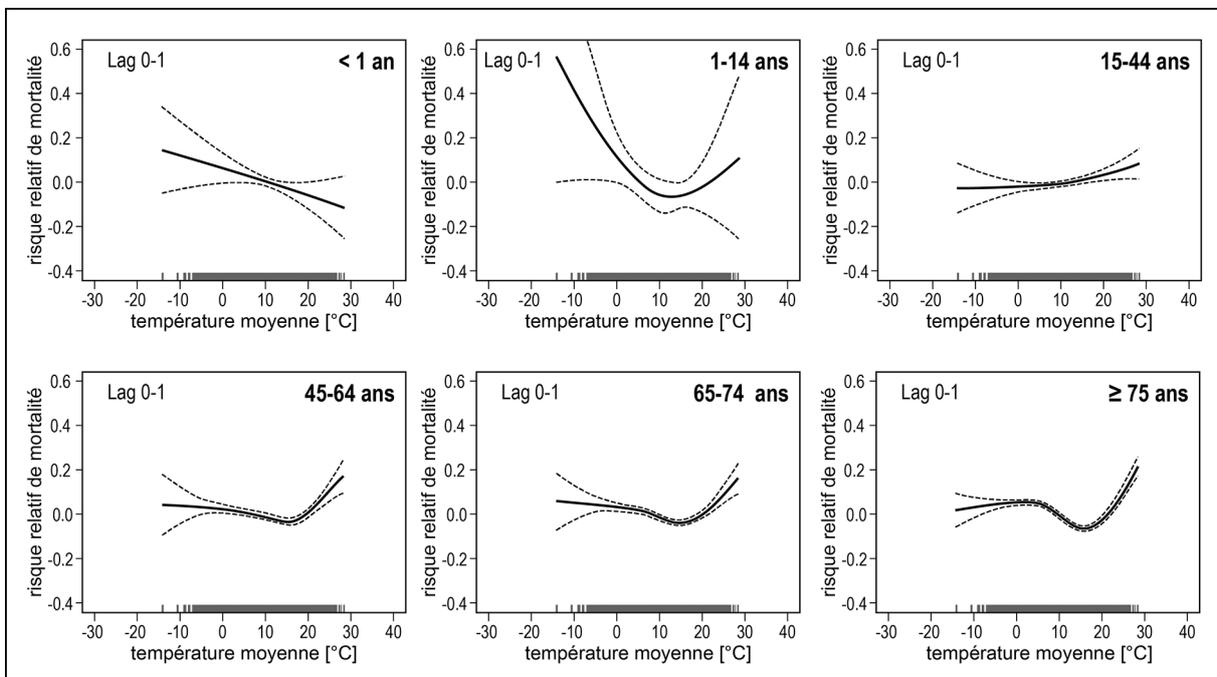


Figure 4. Risque relatif de mortalité pendant les vagues de chaleur à Berlin selon l'âge ; source : Burkart *et al.*, 2013

Les auteurs ont aussi différencié les maladies cardiovasculaires et les maladies respiratoires (Figure 5a, b).

Concernant la mortalité par maladie cardiovasculaire ou respiratoire, on peut constater une augmentation rapide des décès à partir d'environ 33 °C aussi bien en milieu urbain (Berlin) que rural (Brandebourg). De même, le nombre de personnes soignées dans les hôpitaux de Berlin avec de telles maladies augmente considérablement à partir d'un certain seuil thermique. Mais cette augmentation de la morbidité n'est pas observée en Brandebourg. On peut alors distinguer des comportements différents

(morbidité et mortalité) entre milieux urbain et rural. D'une part, il y a moins d'hospitalisations de patients pour maladies cardiovasculaires en milieu rural. D'autre part, on y constate une surmortalité par maladies cardiovasculaires. Peut-être l'accès aux cliniques plus difficiles en Brandebourg qu'à Berlin joue-t-il un rôle décisif ?

Sans aucun doute, les vagues de chaleur concernent particulièrement les milieux urbains, car l'îlot de chaleur urbain (phénomène local) et les vagues de chaleur (phénomène régional) se superposent (Li et Bou-Zeid, 2013). La vulnérabilité des populations dépend alors d'aspects urbains comme l'accès aux

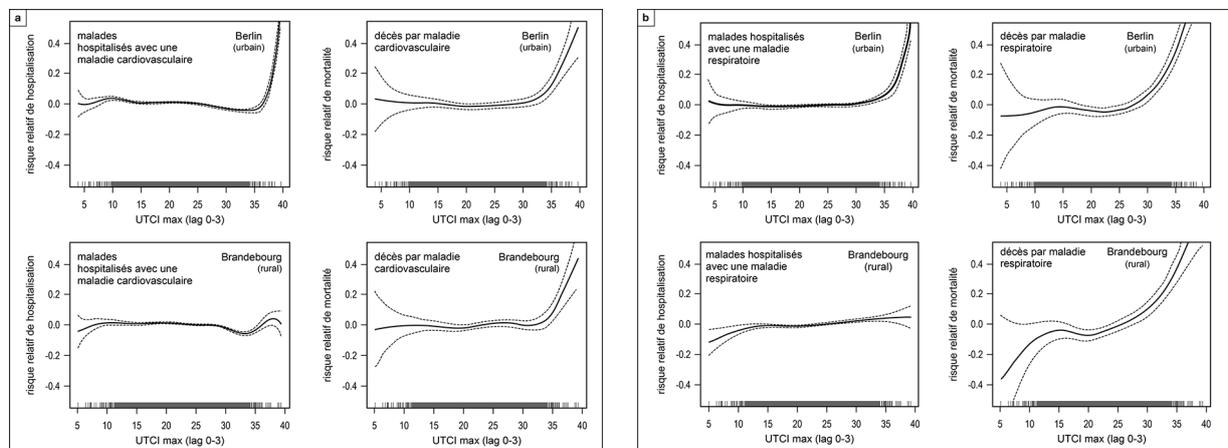


Figure 5. Risques relatifs d'hospitalisation et de mortalité pendant les vagues de chaleur à Berlin (milieu urbain) en comparaison avec l'état de Brandebourg (milieu rural) sur la période 2001-2010 ; à gauche le nombre journalier des hospitalisations et à droite la mortalité journalière ; a) maladies cardiovasculaires, b) maladies respiratoires ; source: Scherber *et al.*, 2013

parcs publics, le bruit du trafic ou encore le milieu social. Finalement, il faut aussi prendre en considération d'autres influences qui agissent sur la santé pendant les vagues de chaleurs. Il n'est pas étonnant que la concentration maximale d'ozone pendant les vagues de chaleur soit aussi en relation avec le risque élevé de mortalité à Berlin (Figure 6).

Et cela s'applique aussi aux concentrations de particules fines (D'Amato *et al.*, 2010 ; Burkart *et al.*, 2013).

III. CONCLUSION : NÉCESSITÉ D'ADAPTATION FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La réduction des émissions de gaz à effet de serre doit s'accompagner de mesures d'adaptation pour se prémunir face aux changements climatiques, et

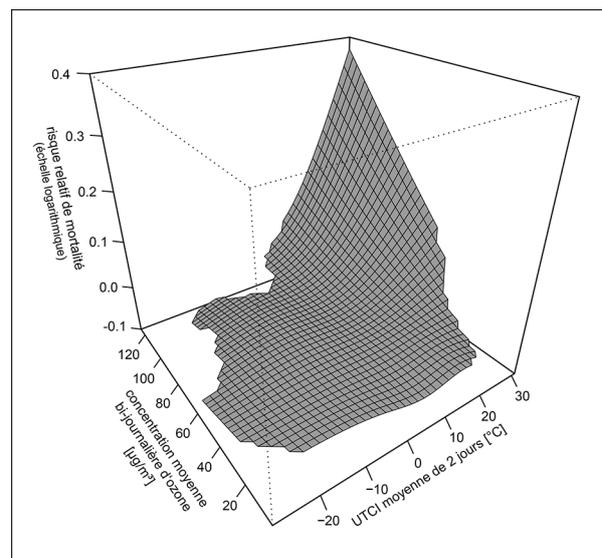


Figure 6. Risque relatif de mortalité à Berlin en relation avec la température de l'air ressentie (°C UTCI) et l'ozone (O_3) ; source : Burkart *et al.*, 2013

ce tout particulièrement en ville. Il existe déjà une large gamme de propositions à cet égard (Kress, 2007 ; Gill *et al.*, 2007 ; Birkmann *et al.*, 2010).

Beaucoup de propositions considèrent l'importance des espaces verts et arborés en ville. Des arbres offrent de l'ombre pendant les journées estivales chaudes et réduisent l'îlot de chaleur urbain pendant les nuits claires, ce d'autant plus si les parcs atteignent une certaine taille (Bowler

et al., 2010 ; Endlicher *et al.*, 2008 ; Endlicher, 2012). La Figure 7 synthétise différentes mesures de réduction des émissions de gaz à effet de serre d'une part et d'adaptation aux conséquences déjà inévitables du changement climatique d'autre part.

Le chemin sera long, mais il est sans alternative. Les générations futures pourront dire si nous avons réagi à temps pour éviter le pire, à savoir le réchauffement effréné de notre planète.

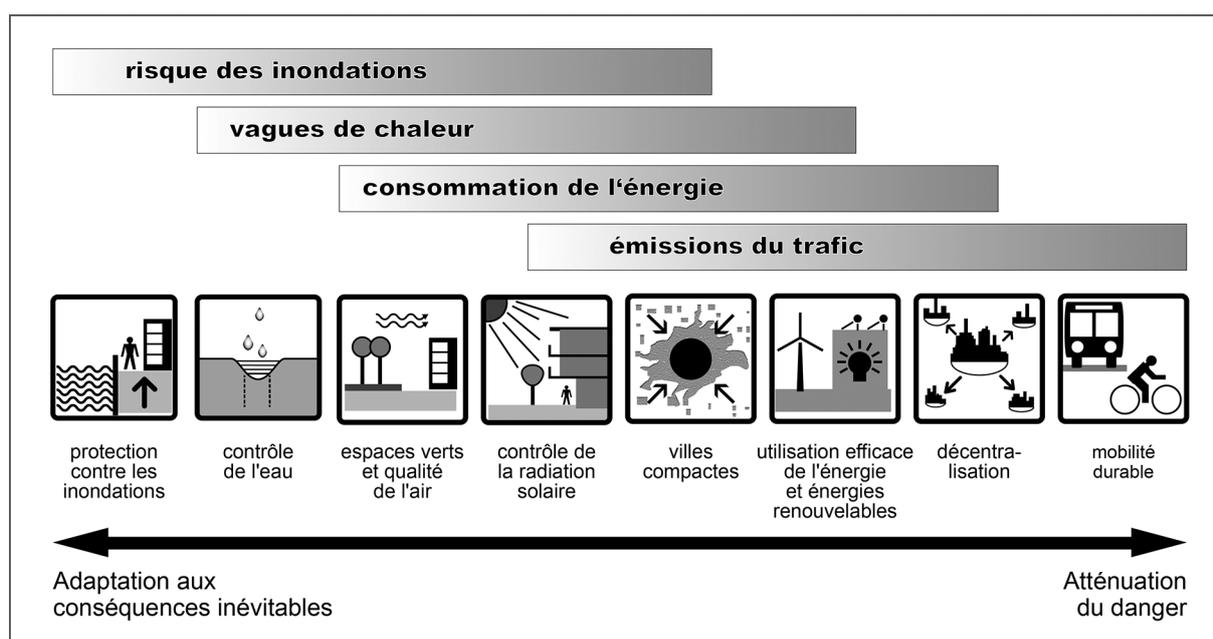


Figure 7. Mesures pour atténuer les dangers causés par le changement climatique en ville et pour s'adapter aux conséquences ; source : Endlicher, 2012

BIBLIOGRAPHIE

- Arrhenius, S. (1896). On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 41(5), 237-276.
- Besancenot, J.-P. (2001). *Climat et santé*. Éd. Presses Universitaires de France, Paris.
- Besancenot, J.-P. (2007). *Notre santé à l'épreuve du changement climatique*. Éd. Delachaux et Niestlé, Paris.
- Birkmann, J., Garschage, M., Kraas, F., & Quang, N. (2010). Adaptive urban governance: new challenges for the second generation of urban adaptation strategies to climate change. *Sustainability Science*, 185-206.
- Bowler, D.E., Buyung-Ali, L., Knight, T.M., & Pullin, A.S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning*, 97, 147-155.
- Burkart, K., Canario, P., Breitner, S., Schneider, A., Scherber, K., Andrade, H., Alcoforado, M.J., & Endlicher, W. (2013). Interactive short-term effects of equivalent temperature and air pollution on human mortality in Berlin and Lisbon. *Environmental Pollution*, 183, 54-63.
- Burkart, K., Mobarak, H.K., Schneider, A., Breitner, S., Langner, M., Krämer, A., & Endlicher, W. (2014). The effects of season and meteorology on human mortality in tropical climates: A systematic review. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 108(7), 393-401.
- Coumou, D., & Rahmstorf, S. (2013). Global increase in record-breaking monthly-mean temperatures. *Climatic Change*, 118 (3-4), 771-782.
- Coumou, D., & Robinson, A. (2013). Historic and Future Increase in the Frequency of Monthly Heat Extremes. *Environmental Research Letters*, 8, 034018.
- D'Amato, G., Cecchi, L., D'Amato, M. *et al.* (2010). Urban air pollution and climate change as environmental risk factors of respiratory allergy: an update. *J Investig Allergol Clin Immunol*, 20 (2), 95-102.
- Endlicher, W., Müller, M., & Gabriel, K. (2008). Climate Change and the Function of Urban Green for Human Health. In: Schweppe-Kraft, B. (Ed.): *Ecosystem Services of Natural and Semi-Natural Eco-*

- systems and Ecologically Sound Landuse. *Bundesamt für Naturschutz, BfN-Skripten*, 237, 119-127.
- Endlicher, W. (2012). *Einführung in die Stadtökologie. Grundzüge des urbanen Mensch-Umwelt-Systems*. Ulmer Stuttgart, 272 p.
- Endlicher, W., Burkart, K., Scherber, K., & Draheim, T. (2015). *Das Klima von Berlin*. In: Makki, M., Kleßen, R. (Hrsg.): *Exkursionsführer zum Deutschen Kongress für Geographie 2015 in Berlin*. Berlin, 31-43.
- Gabriel, K., & Endlicher, W. (2011). Urban and rural mortality rates during heat waves in Berlin and Brandenburg, Germany. *Environmental Pollution*, 159, 2044-2055.
- Gill, S.E., Handley, J.F., Ennos, A.R., & Pauleit, S. (2007). Adapting Cities for Climate Change: The Role of the Green Infrastructure. *Built Environment*, 33(1), 115-133.
- IPCC (2012). *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation: special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva.
- IPCC (2013). *Summary for Policymakers*. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Koppe, C., Kovats, S., Jendritzky, G., & Menne, B. (2004). *Heat-waves: risks and responses*. WHO Europe (Ed.), Copenhagen.
- Kress, A. (2007). Climate change mitigation and adaptation to the impacts of heat waves – an integrated urban planning approach. *Local land & soil news*, 22/23 (II/07), 23-24.
- Li, D., & Bou-Zeid, E. (2013). Synergistic interactions between urban heat islands and heat waves: the impact in cities is larger than the sum of its parts. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, 52, 2051-2064.
- Menne, B., & Ebi, K.L. (2006). *Climate Change and Adaptation Strategies for Human Health*. Published on behalf of the World Health Organization, Regional Office for Europe by Steinkopff Verlag, Darmstadt.
- Michelozzi, P., Accetta, G., De Sario, M., D'Ippoliti, D., Marino, C., Baccini, M., Biggeri, A., Anderson, H. R., Katsouyanni, K., Ballester, F., Bisanti, L., Cadum, E., Forsberg, B., Forastiere, F., Goodman, P. G., Hojs, A., Kirchmayer, U., Medina, S., Paldy, A., Schindler, C., Sunyer, J., Perucci, C. A., & PHEWE Collaborative Grp (2009). High Temperature and Hospitalizations for Cardiovascular and Respiratory Causes in 12 European Cities. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 179(5), 383-389.
- Orlowsky, B., & Seneviratne, S.I. (2011). Global changes in extremes events: Regional and seasonal dimension. *Climatic Change*, 110, 669-696.
- Robine, J.M., Cheung, S.L.K., Le Roy, S., Van Oyen, H., Griffiths, C., Michel, J.P., & Herrmann, F.R. (2008). Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003. *Comptes Rendus Biologies*, 331(2), 171-178.
- Scherber, K., Langner, M., & Endlicher, W. (2013). Spatial analysis of hospital admissions for respiratory diseases during summer months in Berlin taking bioclimatic and socio-economic aspects into account. *DIE ERDE*, 144(3), 217-237.
- UtcI.org: Universal Thermal Climate Index.

Coordonnées de l'auteur :

Wilfried ENDLICHER
 Université de Berlin
 Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät
 Geographisches Institut
 Rudower Chaussee 16, Raum 1'218
 Unter den Linden 6, 10099 Berlin
 Allemagne
 wilfried.endlicher@geo.hu-berlin.de