

*Evaluer les risques pour la santé des événements extrêmes et expertiser les impacts sanitaires des mesures d'adaptation aux changements climatiques*

JF Toussaint<sup>a,b,c\*</sup>, LA Marquet<sup>c\*</sup>, G Berthelot<sup>a,c\*</sup>, V Masson-Delmotte<sup>a,d</sup>, G Boeuf<sup>a,e</sup>

- a. Groupe Adaptation et Prospective  
Haut Conseil de la Santé Publique
- b. Professeur de Physiologie  
Université Paris Descartes
- c. Chercheur à l'IRMES
- d. Directrice de Recherche, Laboratoire des  
Sciences du Climat et de l'Environnement,  
CEA-CNRS-UVSQ/IPSL, Gif sur Yvette
- e. Professeur à l'Université Pierre et Marie  
Curie, Président du Muséum National  
d'Histoire Naturelle

\* IRMES, Institut de Recherche bioMédicale &  
d'Epidémiologie du Sport, INSEP, 11 avenue du  
Tremblay, 75012, Paris irmes@insep.fr



Les avancées technologiques ont permis de repousser les contraintes environnementales pour les activités humaines. Reposant sur une incomparable expansion des conditions d'exploitation énergétique, prélude à la révolution industrielle et au développement économique, ces changements ont eu jusqu'à présent des conséquences très bénéfiques pour l'espèce humaine : diminution de la fréquence des grandes famines par augmentation de la production agricole et le transport des marchandises, maîtrise des maladies infectieuses sur une grande partie du globe, amélioration de la qualité et augmentation de la durée de vie. Mais cette activité débordante est aussi la source d'effets secondaires imprévus : modification de la composition atmosphérique liée à la combustion des énergies fossiles, réchauffement et augmentation des événements climatiques (tempêtes, précipitations violentes, sécheresses prolongées)<sup>1</sup>, acidification des mers et des océans, surpêche, pollutions et érosions des sols, déforestation, réduction de la biodiversité et accélération du rythme d'extinction des espèces<sup>2</sup>. En dix générations, le dynamisme humain a perturbé de multiples régulations, jusqu'alors insoupçonnées, et créé de nouveaux déséquilibres du monde. Il est devenu le principal moteur de l'évolution, ce que Paul Crutzen résumera sous le terme d'« anthropocène »<sup>3</sup>.

Dans le même temps apparaissent de multiples signes de saturation limitant nos conditions de croissance. Certains de nos maxima physiologiques sont déjà atteints<sup>4</sup>; d'autres le seront dans les 2

<sup>1</sup> Pré-rapport 2011 du GIEC. First Joint Session of Working Groups I and II IPCC SREX Summary for Policymakers.

<sup>2</sup> Lebeau A. L'enfermement planétaire. *Folio actuel*, Gallimard. Paris 2008

<sup>3</sup> Crutzen PJ. Geology of mankind. *Nature*. 2002, 415, 23

<sup>4</sup> Berthelot G, et al. Athlete atypicity on the edge of human achievement: performances stagnate after the last peak, in 1988. *PLoS ONE* 2010; 5(1): e8800

ou 3 prochaines décennies<sup>5</sup>, tandis que le vieillissement de la population, créant les conditions d'une augmentation de toutes les maladies dégénératives, questionne l'élasticité de ces grands équilibres<sup>6</sup>. Les régulations internes et externes à l'espèce *Homo Sapiens* conduisent à préciser le terme de "compression" de mortalité et les gains encore possibles en ce domaine.

Ces changements entraînent en effet de multiples difficultés d'adaptation, en particulier d'ordre énergétique. Comme le souligne Marion Guillou<sup>7</sup>, le système agricole actuel est lui aussi à saturation du fait, entre autres, de l'inadaptabilité des variétés sélectionnées dans les trente dernières années face à la vitesse actuelle de changement des conditions environnementales (incluant l'appauvrissement des sols, les mésusages de l'eau, les pressions d'urbanisation et les contraintes climatiques...). Un autre facteur révèle certaines limites d'adaptabilité : le gradient de migration des espèces (graminées en tête pour le végétal<sup>8,9</sup>, insectes pour le règne animal<sup>10</sup>) entraînant un rétrécissement des biotopes usuels d'échange, qui concourt également à la disparition de nombreuses espèces<sup>11</sup> par la limitation de leurs interactions, principale source de résilience<sup>12</sup>.

Parallèlement, le recours usuel aux insecticides et antibiotiques entraîne l'émergence de nouvelles formes d'espèces infectantes<sup>13,14</sup> et de pathologies végétales, animales et humaines (tuberculoses ou staphylocoques SARM ultra résistants....)<sup>15,16,17</sup> auxquelles nous ne semblons pas particulièrement préparés<sup>18</sup>. Or ces agents pathogènes dépendent aussi de l'environnement qui conditionne leur abondance et leur répartition géographique. De nouvelles conditions climatiques peuvent faciliter l'introduction d'un vecteur, dans un milieu jusque là indemne, sa multiplication ou sa virulence.

Les changements climatiques ont enfin un impact direct sur l'ampleur et le rythme de la mortalité causée par les canicules (symétrique à celui des grandes vagues de froid) dont l'effet est majoré dans les grandes agglomérations et favorisé par le vieillissement des populations en raison du terrain prédisposant aux maladies cardio-vasculaires, respiratoires ou neuro-dégénératives.<sup>19</sup>

La modélisation numérique du climat permet d'explorer les conséquences climatiques de différents scénarios de développement et d'émissions de gaz à effet de serre. Leurs impacts sur le climat de la

---

<sup>5</sup> Berthelot G, et al. The Citius End : World records progression announces the end of a brief ultra-physiological quest. *PLoS ONE*. 2008; 3(2): e1552.

<sup>6</sup> Kannisto V. Measuring the compression of mortality. *Demog Res* 2000 ; 3: 1-24

<sup>7</sup> Guillou M, Matheron G. 9 milliards d'Hommes à nourrir, *François Bourin Editeur* 2011

<sup>8</sup> J. Lenoir et al. A significant upward shift in plant species optimum elevation during the 20th century. *Science* 2000 ; 320 : 1768

<sup>9</sup> R Bertrand et al. Changes in plant community composition lag behind climate warming in lowland forests. *Nature* 2011 ; doi:10.1038/nature10548

<sup>10</sup> V Devictor et al. Differences in the climatic debts of birds and butterflies at a continental scale. *Nature Climate Change* 2012 ; doi: 10.1038/NCLIMATE1347

<sup>11</sup> SHM Butchart et al. Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science* 2010; 328 : 1164

<sup>12</sup> JA Estes et al. Trophic Downgrading of Planet Earth. *Science* 2011 ; 333 : 301

<sup>13</sup> HH Lee et al. Bacterial charity work leads to population-wide resistance. *Nature* 2010 ; 467 : 82

<sup>14</sup> F Prugnolle et C Chevillon. Evolution adaptative des pathogènes, mécanismes et conséquences épidémiologiques. In *Introduction à l'épidémiologie des maladies infectieuses et parasitaire* de JF Guegan & M Choisy, de Boeck 2009 ; pp. 311-345

<sup>15</sup> AS Fauci et DM Morens. The Perpetual Challenge of Infectious Diseases. *N Engl J Med* 2012; 366: 454-61.

<sup>16</sup> Canton R, et al. Prevalence and spread of extended-spectrum beta-lactamase-producing Enterobacteriaceae in Europe. *Clin Microbiol Infect.* 2008; 14 (Suppl 1):144-53

<sup>17</sup> CDC. Vancomycin-Resistant Staphylococcus - New York, 2004. *MMWR* 2004;53:322-3.

<sup>18</sup> Les maladies infectieuses émergentes : état de la situation et perspectives. HCSP Juin 2011. <http://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?ae=avisrapportsdomaine&clefdomaine=1&clefr=212&ar=a&menu=09>

<sup>19</sup> Besancenot JP. Notre santé à l'épreuve du changement climatique. *Delachaux et Niestlé, Paris* 2007.

France ont été évalués par l'Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL) et Météo France <sup>20</sup> : un réchauffement moyen supérieur au réchauffement global d'ici la fin du XXI<sup>e</sup> siècle, une possible augmentation des épisodes de ruissellement forts mais une diminution sensible des précipitations au sud, une tendance à l'augmentation de la durée des sécheresses estivales. Il existe là un fort potentiel de rupture.



***Ile de Sein, 10 mars 2008***

Par ailleurs, l'AIE (Agence Internationale de l'Energie) a maintenant clairement situé le pic pétrolier en 2006 marquant le déclin de la production - du fait de la consommation achevée de la moitié des réserves mondiales <sup>21</sup> - et limitant notre puissance à hauteur de nos frontières énergétiques dans un monde ayant de plus à gérer désormais les conséquences des 3 explosions de la centrale de Daiichi, 25 ans après l'évacuation de Pripiat.

### **Haut Conseil de la santé publique : Santé, Climat et Adaptation**

Comme l'a résumé Jacques Delors lors du colloque « L'Homme peut-il s'adapter à lui-même », récemment organisé au Muséum <sup>22</sup>, « Le monde contemporain est dominé par l'instantanéité. La notion d'évolution n'est pas encore perçue dans le monde politique » <sup>23</sup>. Mais l'est-elle vraiment en dehors de ce champ ? Quelle est notre capacité à appréhender ces échelles de temps ? A intégrer la notion de grands cycles ? A observer le gouffre vers lequel nous nous dirigeons sans sombrer dans une certaine *fascination de l'apocalypse*, au regard des forces qui nous contraignent chaque jour un peu plus. La prise de conscience par une approche systémique pourra nous aider à nous adapter à ces perspectives nouvelles. Certains pays riverains de la Mer du Nord ont déjà porté le regard à ce terme : les Pays-Bas ont ainsi procédé à un exercice national d'évacuation et à la planification de rehaussement de leurs ouvrages en prévention d'une montée des eaux pour des

---

<sup>20</sup> Agence nationale de recherche pour l'environnement, ALLENI. [http://www.allenvi.fr/?page\\_id=329](http://www.allenvi.fr/?page_id=329) et [http://www.wikhydro.org/index.php/Sc%C3%A9narios\\_climatiques\\_pour\\_la\\_France\\_pour\\_le\\_XXI\\_si%C3%A8cle](http://www.wikhydro.org/index.php/Sc%C3%A9narios_climatiques_pour_la_France_pour_le_XXI_si%C3%A8cle)

<sup>21</sup> Agence Internationale de l'Energie, AIE. World Outlook 2011.

<sup>22</sup> [http://www.canal-insep.fr/colloque\\_IRMES\\_MNHN\\_Paris\\_Descartes/](http://www.canal-insep.fr/colloque_IRMES_MNHN_Paris_Descartes/)

<sup>23</sup> [http://www.canal-insep.fr/colloque\\_IRMES\\_MNHN\\_Paris\\_Descartes/27-contraintes-et-agendas-politiques-j-delors/1179](http://www.canal-insep.fr/colloque_IRMES_MNHN_Paris_Descartes/27-contraintes-et-agendas-politiques-j-delors/1179)

niveaux de tempête millénaire (ce que le Japon n'avait pas osé envisager pour la hauteur de ses digues).

L'adaptation de notre territoire aux bouleversements à venir (sous tous leurs angles climatiques, énergétiques et sociétaux) doit alors être envisagée comme un complément indispensable aux actions d'atténuation déjà engagées. Ainsi dans le cadre du Plan national d'adaptation au changement climatique, le Groupe Adaptation et Prospective, groupe pluridisciplinaire chargé de veiller, d'alerter et de proposer des mesures de gestion des risques s'est créé fin 2011 au sein du Haut Conseil de la Santé Publique. Il aura comme priorité de présenter une méthodologie d'évaluation des choix et des stratégies de remédiation ou d'adaptation au changement climatique, en regard de la santé des individus, des populations et de leur cadre de vie. En réponse aux saisines des pouvoirs publics, ses objectifs seront de suivre l'évolution des domaines qui impacteront la santé des Français d'ici à vingt ans, proposer des scénarios évolutifs possibles et des cibles à atteindre, anticiper certains développements défavorables et suggérer des pistes d'orientation et des recommandations d'actions concrètes. Cette démarche permettra peut-être de dégager les grandes voies d'adaptation qu'il convient d'imaginer dès à présent, dans un contexte économique de moins en moins favorable.