

Il existe un consensus scientifique selon lequel l'émission de gaz à effets de serre générés par les activités humaines entraîne un changement climatique dont les effets sont déjà observables et qui va s'amplifier dans les prochaines décennies. Le réchauffement de la température terrestre moyenne de plus de 0,7°C en cent ans est pour l'essentiel attribuable à ces émissions. En dehors des effets médiatisés du changement climatique sur la montée du niveau des océans, le changement climatique va affecter la santé humaine de différentes façons, principalement avec des conséquences négatives. La recherche dans ce domaine s'est pour le moment principalement concentrée sur les effets des chocs thermiques sur la santé, sur les suites des événements climatiques extrêmes et sur le développement des maladies infectieuses. Il convient aussi de s'interroger sur les retombées démographiques, sociales et économiques des conséquences sanitaires du réchauffement climatique. La production de connaissances nouvelles et l'anticipation permettront de renforcer les politiques existantes et de guider l'adaptation de nouvelles stratégies. À l'heure de la mondialisation économique et sociale, ces stratégies doivent également être élaborées au niveau global.

Changement climatique et risques sanitaires : la France aussi est concernée

D'après le rapport 2007 de l'ONERC, avec la participation de Marc Gillet, Directeur de l'ONERC¹

Dans la période récente, plusieurs événements ont contribué à accroître la sensibilisation de l'opinion sur les conséquences du changement climatique dont la réalité n'est désormais plus contestée. C'est le cas notamment du rapport de Nicholas Stern [1] sur l'économie du changement climatique, du film d'Al Gore *Une vérité qui dérange*, et du 4^e rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [2-5] (GIEC), couronné par le Prix Nobel de la paix. L'Europe se mobilise également sur la question de l'adaptation aux conséquences mainte-

nant inévitables du changement climatique, puisqu'un Livre vert sur le sujet a été présenté par la Commission Européenne en 2007. Plus récemment, le lancement du Grenelle de l'environnement a rassemblé toutes les forces vives concernées par le changement climatique en France. L'ONERC¹ [6] a publié en 2007 un rapport concernant les changements climatiques et les risques sanitaires en France. Ce rapport montre que le réchauffement climatique a déjà des répercussions sanitaires dans notre pays, mais il souligne également la complexité de l'analyse des liens entre

réchauffement climatique et santé, complexité due à l'interaction avec d'autres facteurs, environnementaux, comportementaux ou économiques.

Le changement climatique peut avoir des conséquences sur la santé humaine à travers plusieurs types de modifications de l'environnement. Ces modifications environnementales agissent à leur tour sur la santé des populations de façon directe ou indirecte, et l'ampleur de l'effet est en partie déterminée par la capacité de la population à s'adapter à ce changement. Tout d'abord les événements climatiques extrêmes (stress

thermiques, inondations, cyclones,...) ont des effets sanitaires directs.

Le changement climatique entraîne également des modifications des écosystèmes, avec des conséquences sur les modes de transmission des maladies infectieuses, ou sur le cycle d'espèces végétales allergisantes, ce sont les effets sanitaires indirects.

Enfin, la dégradation de l'environnement et l'augmentation du niveau de la mer auront pour conséquence inévitable le déplacement important de populations qui aura à son tour des conséquences sanitaires.

La plus chaude jamais observée sur le pays. Le GIEC prévenait déjà dans son rapport 2001 que « Les augmentations les plus fortes de stress thermique sont attendues en milieu urbain aux latitudes moyennes et hautes (tempérées), particulièrement dans les populations dont les logements ne sont pas adaptés et qui ont peu accès à la climatisation ». La canicule de 2003 est à l'origine d'environ 15 000 décès en France, et il a été établi plus récemment que le surplus de décès au cours du même été pour l'ensemble de l'Europe a été de 70 000. Il

qui n'y est pas préparée, ou vivant dans des logements inadaptés.

Afin de répondre dans l'urgence aux conséquences possibles des vagues de chaleur, le « Plan canicule » défini par le Ministère de la santé, s'appuyant largement sur les données produites par Météo-France, constitue maintenant une référence au plan international et a montré son efficacité en juillet 2006. Il reste cependant encore à définir ce qui devra être fait pour une prévention à plus long terme s'adressant aux infrastructures mêmes et aux habitudes de vie.

Autres événements climatiques extrêmes

Les autres événements climatiques extrêmes tels que les tempêtes, les inondations, les sécheresses ou les cyclones ont des effets néfastes sur la santé par différents mécanismes. Outre les décès et blessures directs, les destructions de logements et les pertes de récoltes causes de malnutrition, ils entraînent souvent une contamination de l'eau et une augmentation des risques d'épidémies, de maladies comme la dysenterie ou le choléra, liés à la dégradation de la qualité de l'eau et des systèmes d'évacuation. Il convient d'ajouter à cette liste les accidents liés à la reconstruction, comme cela a été par exemple le cas après les deux tempêtes qui ont ravagé la France en décembre 1999. Dans tous les cas, ce sont les populations les plus fragiles et vulnérables qui paient le plus lourd tribut à ces événements.

EFFETS SANITAIRES INDIRECTS : LES MODIFICATIONS DE L'ÉCOSYSTÈME

On peut distinguer trois types d'effets sanitaires liés indirectement au réchauffement climatique et dont la survenue est possible à l'échelon du monde, et dans notre pays :

- les maladies à transmission vectorielle ;
- les maladies liées à la raréfaction et à la pollution de l'eau ;
- les maladies liées à la pollution de l'air.

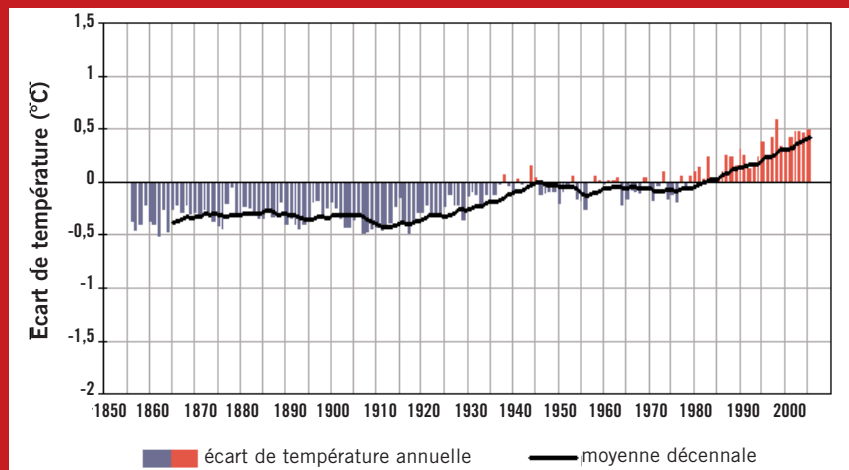


Figure 1. Évolution des températures moyennes mondiales de 1856 à 2005.

L'évolution de la température moyenne annuelle mondiale est représentée sous forme d'écart à la moyenne sur la période de référence 1961-1990. Le réchauffement de la température moyenne mondiale est très net : écart fortement négatif jusque vers 1980, puis réchauffement net, l'écart est presque systématiquement positif depuis le début des années 1980. L'année la plus chaude de la série est 1998, avec une température supérieure de 0,58 °C à la moyenne 1961-1990. L'année 2005 arrive au 2^e rang des années les plus chaudes après 1998, avec une température supérieure de 0,48 °C à la moyenne 1961-1990. Huit des dix années les plus chaudes de la série sont situées sur les 10 dernières années (1996-2005).

EFFETS SANITAIRES DIRECTS : LES ÉVÉNEMENTS CLIMATIQUES EXTRÊMES

Stress thermiques

L'augmentation de la température a des conséquences directes sur la mortalité. L'année 2005 a été l'année la plus chaude jamais observée en moyenne mondiale, et l'année 2006 se situe en France métropolitaine au même niveau que 1994, l'année

est démontré que la chaleur excessive et mal gérée peut tuer directement, y compris des personnes en bonne santé, même si la plupart des morts surviennent chez des personnes ayant des maladies cardiovasculaires ou des pathologies respiratoires chroniques. En tout cas, des vagues de chaleur d'intensité comparables auront des effets beaucoup plus dévastateurs sur une population

1. Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (www.ecologie.gouv.fr/-ONERC-.html). Créé par la loi en 2001, cet organisme a pour mission de collecter et diffuser les informations, études et recherches sur les risques liés au réchauffement climatique et aux phénomènes climatiques extrêmes. Rapport au Premier ministre et au Parlement [6]. La rédaction du rapport *Changements climatiques et risques sanitaires en France* a fait intervenir des contributeurs provenant d'une vaste palette d'organismes de recherches, la coordination étant assurée par l'ONERC et le GIP MEDIAS-France.

Les maladies à transmission vectorielle

De nombreuses maladies infectieuses se transmettent à travers une chaîne complexe d'« hôtes » et de « vecteurs », faisant intervenir des arthropodes, des animaux et l'homme, et cette transmission peut être modifiée par un changement climatique. Ainsi, par exemple, la maladie du Nil occidental est-elle provoquée par un virus provenant des oiseaux, transmissible vers les mammifères (hommes et chevaux) par l'intermédiaire de moustiques. Elle fait partie des six maladies animales et pour certaines transmissibles à l'homme que l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA) [7] suit plus particulièrement car leur transmission est susceptible d'être favorisée par le changement climatique.

Cependant, si certains scénarios prévoient que le paludisme ou la dengue (maladies en forte expansion dans le monde) s'installent à nouveau en France, les systèmes de surveillance existants devraient permettre d'identifier précocement la survenue de tels cas et d'y remédier pour prévenir toute nouvelle implantation. Il faut toutefois observer que nous connaissons depuis plusieurs années des alertes épidémiques d'envergure (SRAS, implantation et diffusion du virus West Nile aux États-Unis, grippe aviaire, chikungunya) à l'origine desquelles des facteurs proprement humains comme l'intensification des échanges commerciaux et les voyages aériens jouent un rôle considérable au regard duquel le changement climatique constituera un facteur majorant, mais qui ne sera peut-être pas décisif. Si la complexité de certains mécanismes de transmission rend l'identification de la contribution du changement climatique difficile, il n'en demeure pas moins que les besoins de connaissance sur la biologie des vecteurs et des hôtes, de leur environnement, intervenant dans la transmission des maladies en liaison avec les variations climatiques restent très importants.

Les maladies liées à la raréfaction et à la pollution de l'eau

Le réchauffement aura surtout pour effet une désertification plus ou moins poussée de certaines zones avec un déficit plus ou moins prononcé des ressources en eau et un risque d'émergence d'infections entériques très souvent associées à la précarité des ressources en eau (typhoïde, choléra, salmonelloses...). Les régions du pourtour méditerranéen sont particulièrement menacées mais un pays comme la France n'est nullement à l'abri, ce d'autant que le nombre de captages abandonnés pour cause de pollution ne cesse d'augmenter (et que certaines pollutions dépassent les moyens actuels d'épuration).

Les maladies liées à la pollution de l'air

Les modifications climatiques auront également un impact sur la végétation dont peut découler un effet aggravant pour certaines pathologies, notamment respiratoires, en cas d'extension importante de l'aire d'implantation d'espèces allergisantes et de saisons polliniques plus précoces et plus longues. Il est également possible que l'effet allergisant des grains de pollen soit augmenté sous l'effet de la pollution chimique atmosphérique associée, les polluants chimiques pouvant favoriser la libération des protéines allergisantes à partir des grains de pollen.

LES MIGRANTS CLIMATIQUES

Les effets probables du changement climatique sur la sécurité alimentaire dans plusieurs régions du monde ont été soulignés par le GIEC dans son quatrième rapport d'évaluation, paru en 2007. Ainsi de nombreuses régions, dont le bassin méditerranéen, subiront-elles un déclin de leurs ressources en eau en raison du changement climatique. On s'attend également à des baisses de productivité de récoltes dans certains pays d'Afrique, pouvant aller jusqu'à

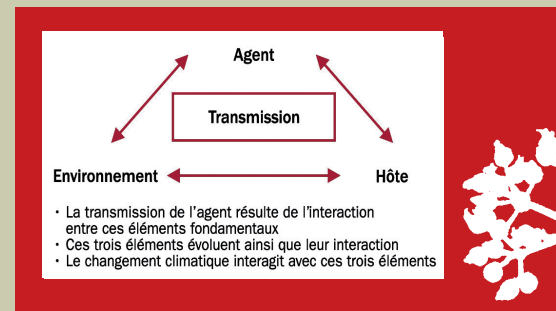


Figure 2. Les trois éléments fondamentaux de la dynamique des maladies infectieuses.

50 % dès 2020. Le Haut-commissariat aux Réfugiés chiffre d'ores et déjà à 15 millions le nombre de réfugiés climatiques. Ils seront près de 10 fois plus nombreux vers 2050.

LES MOYENS D'ACTION ET RECOMMANDATIONS

La perception publique du risque climatique apparaît comme une clé commune à tous les risques repérés jusque-là. Préparation, information, mobilisation du public, procédures de vigilance et réponses sanitaires devraient être les maîtres mots de la gestion du risque climatique des prochaines décennies. Certains y voient, par la même occasion, l'opportunité d'une prise de distance face à l'inquiétude chronique, voire au catastrophisme, qui tend trop souvent à accompagner la perception publique du changement climatique. La surveillance sanitaire de l'environnement et du climat et la prédiction des conséquences du changement climatique apparaissent aujourd'hui possibles grâce à l'apport de l'ingénierie sanitaire et environnementale.

Pour développer de tels systèmes, il est nécessaire de formaliser à la fois le modèle général de la transmission et l'architecture du système de surveillance. Il est indispensable également de définir toutes les procédures d'information des services de l'État, des professionnels de santé et de la population. C'est là un programme qui justifie la poursuite de recherches (en particulier dans le domaine des sciences humaines et sociales) et la mise à disposition de moyens conséquents.

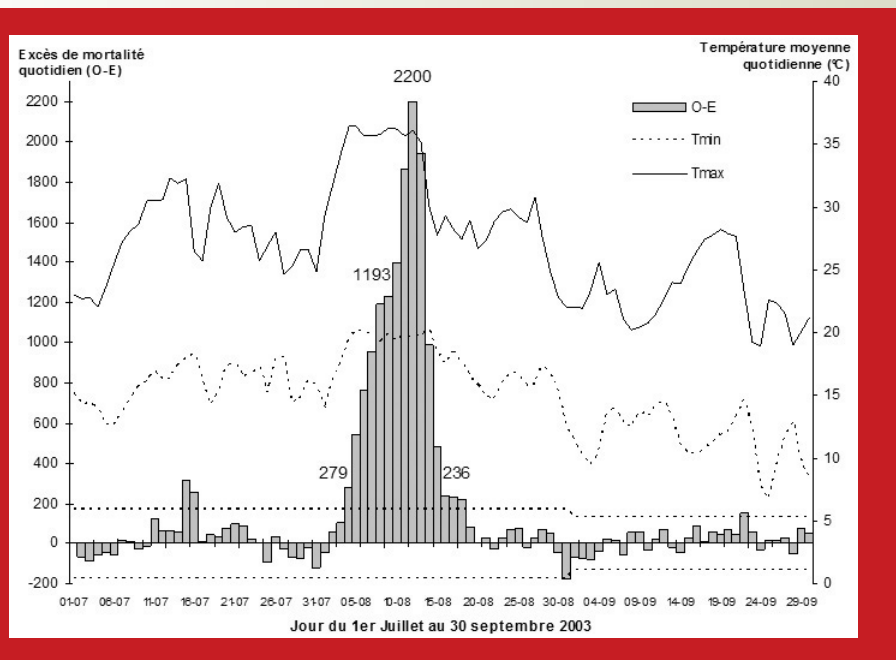


Figure 3. Excess de mortalité observé et températures minimale (Tmin) et maximale (Tmax) quotidiennes enregistrées - juillet et septembre 2003 - France. Les valeurs numériques au dessus de l'histogramme indiquent l'excès de mortalité des 4, 8, 12 et 16 août 2003. Les lignes horizontales en pointillés indiquent les limites de l'intervalle de fluctuation à 95% du nombre quotidien de décès (d'après [8]).

Les principales recommandations concernant les aspects sanitaires sont de renforcer la recherche et la surveillance systématique de la survenue d'affections liées au climat, d'en informer la population dans le cadre d'une vigilance accrue et de développer chez celle-ci la culture de la prévention. Ceci suppose néanmoins de disposer de capacités d'anticipation, reposant en

particulier sur des systèmes d'information performants, ainsi que d'améliorer les conditions de sensibilisation et de mobilisation de la population. Plusieurs catastrophes récentes ont montré ce que pouvait coûter une préparation insuffisante dans ce domaine. La canicule de l'année 2003 a représenté un drame sans précédent, totalement imprévu par les autorités.

La leçon à tirer d'un événement extrême tel que l'ouragan Katrina qui a frappé la Louisiane en 2005 a démontré que le manque d'organisation consécutive à une telle catastrophe pouvait avoir des conséquences dramatiques, considérablement aggravées par l'impréparation observée au niveau de l'État. Le développement de nouveaux systèmes de veille scientifique et technologique pourra contribuer à mieux anticiper et prendre en charge les conséquences de tels événements climatiques.

RÉFÉRENCES

1. Stern N. The economics of climate change. The Stern review. Cambridge : Cambridge University Press, 2006.
2. IPCC. Climate change 2007. The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge : Cambridge University Press, 2007.
3. IPCC. Climate Change 2007. Impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge : Cambridge University Press, 2007.
4. IPCC. Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge : Cambridge University Press, 2007.
5. IPCC. Climate change 2001. Synthesis report. Cambridge : Cambridge University Press, 2008 (sous presse). Consultable sur le site www.ipcc.ch
6. ONERC. Observatoire national sur les effets du changement climatique, Changements climatiques et risques sanitaires en France. Rapport au Premier ministre et au Parlement. Paris : La Documentation Française, 2007 : 208 p.
7. Afssa. Rapport sur l'évaluation du risque d'apparition et de développement de maladies animales compte tenu d'un éventuel réchauffement climatique. Maisons-Alfort : Afssa, 2005 : 89. Voir aussi www.afssa.fr
8. Fouillet A, Rey G, Laurent F, Pavillon G, Bellec S, Guiheneuc-Jouyau C, Clavel J, Jouglu E, Hémond D. Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France. *Int Arch Occup Environ Health* 2006 ; 80 : 16-24.

PRÉSENTATION DE L'IRESP

L'Institut de Recherche en Santé Publique (IRESP) est un groupement d'intérêt scientifique créé en 2007 par une convention entre 24 partenaires, acteurs de la recherche en Santé Publique. Son objectif général est de constituer une communauté scientifique de taille internationale capable de répondre au développement souhaité de la recherche en Santé Publique et de contribuer aux nouveaux dispositifs mis en place par la loi du 9 août 2004 relative à la politique de Santé Publique. Pour atteindre cet objectif, le GIS-IRESP s'appuie sur une mutualisation des compétences et des moyens de ses partenaires. Le GIS-IRESP est dirigé par Alfred Spira, médecin, épidémiologiste, professeur de Santé Publique et d'épidémiologie.

Les domaines de recherche soutenus sont les suivants :

- Fonctionnement du système de santé (« *health services research* »)
- Politiques publiques et santé (leur impact sur la santé des populations, la façon dont elles doivent évoluer, leurs conditions d'élaboration)
- Déterminants de la santé (approches transversales, prenant en compte les interactions entre les différents déterminants)

Les modalités d'actions du GIS sont :

- Lancement d'appels à projets ciblés
- Aide à l'émergence d'équipes de recherche
- Mutualisation d'outils pour la recherche en Santé Publique
- Constitution de groupes de travail sur des sujets émergents
- Aide à la mise en place et à l'exploitation de grandes enquêtes (cohortes et grandes études) et de grandes bases de données
- Valorisation et communication

Afin de pallier le manque de visibilité des résultats de la recherche en Santé Publique en France, l'IRESP a décidé de créer ce bulletin trimestriel à large diffusion intitulé *Questions de Santé Publique*, inspiré du bulletin mensuel d'information de l'INED *Populations et sociétés*. Chaque trimestre, un sujet de recherche en Santé Publique intéressant le grand public sera traité par un spécialiste.

Site internet : www.iresp.net

LES PARTENAIRES DE L'IRESP

MINISTÈRES : Ministère de la santé et des solidarités (DGS et DREES), Ministère délégué à la recherche.

OPÉRATEURS DE LA RECHERCHE EN SANTÉ PUBLIQUE :

Centre National de la recherche Scientifique, Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, Institut de Recherche pour le Développement, Institut National d'Etudes Démographiques, Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique, Union des Etablissements d'Enseignement Supérieur Catholique, Conférence des Présidents d'Université, Fondation Nationale des Sciences Politiques, Conservatoire National des Arts et Métiers, Institut Pasteur.

AGENCES ET OPÉRATEURS DE LA SANTÉ PUBLIQUE :

Haute Autorité de Santé, Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé, Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail, Institut de Veille Sanitaire, Institut National de Prévention et d'Education pour la Santé, Agence de la Biomédecine, Etablissement Français du Sang, Institut National du Cancer.

ORGANISMES DE PROTECTION SOCIALE :

Caisse Nationale du Régime Social des Indépendants, Caisse Nationale d'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés, Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie.