



**Ambassade de France à Washington**  
**Mission pour la Science et la Technologie**

4101 Reservoir Road, NW, Washington DC 20007

Tél. : +1 202 944 6216

Fax : +1 202 944 6244

Mail : [publications.mst@ambafrance-us.org](mailto:publications.mst@ambafrance-us.org)

URL : <http://www.ambafrance-us.org>

<b>Domaine</b>	<b>Environnement et Développement durable</b>
<b>Document</b>	<b>Rapport d'Ambassade</b>
<b>Titre</b>	<b>Changement climatique et santé aux Etats-Unis : impacts, adaptations et recherche</b>
<b>Auteur(s)</b>	<b>Rachel JOUAN &amp; Marc MAGAUD (Washington, DC)</b>
<b>Date</b>	<b>4 novembre 2009</b>
<b>Contact SST</b>	<a href="mailto:attache-envt.mst@ambafrance-us.org">attache-envt.mst@ambafrance-us.org</a>
<b>Numéro</b>	

<b>Mots-clefs</b>	changement climatique, santé, atténuation, adaptation, GIEC, recherche, USGCRP, Centers for Disease Control (CDC), Environmental Protection Agency (EPA), NIH
<b>Résumé</b>	<p>L'interaction entre le changement climatique et la santé humaine fait l'objet d'un intérêt croissant aux Etats-Unis. Cet intérêt s'est matérialisé par l'allocation d'un budget spécifique aux Centers for Disease Control depuis le plan de relance et par une ligne dédiée dans le projet de budget 2010. Les impacts potentiels sur la santé sont nombreux, depuis l'augmentation de traumatismes dus aux événements climatiques extrêmes, jusqu'à la multiplication de troubles mentaux (syndrome de stress post-traumatique) en passant par les allergies ou encore les maladies infectieuses.</p> <p>Outre l'impulsion budgétaire, l'administration Obama a mis en place des dispositifs visant à décloisonner les services travaillant sur le changement climatique, sujet très pluridisciplinaire par nature. Le gouvernement fédéral tente de mettre sur pied un ensemble de mesures destinées à atténuer les émissions de gaz à effet de serre. Certains états fédérés ont également pris des initiatives sur le plan de l'adaptation aux impacts, qui sera nécessaire en tout état de cause. S'appuyant notamment sur une série d'interview, le présent rapport examine les mesures prises tant au niveau national que régional ou local. Il tente également d'identifier les problématiques santé qui se posent ainsi que les centres d'excellence qui d'ores et déjà travaillent sur ces questions.</p> <p>Après un panorama des différents impacts possibles sur la santé, et des projections appliquées spécifiquement aux territoires américains, le rapport se tourne vers les stratégies d'adaptation (nationales et locales), puis décrit le dispositif de la recherche sur la santé et le changement climatique. Enfin, il suggère la possible évolution de ce dispositif dans les mois à venir et synthétise les axes de recherche prioritaire identifiés par les experts interrogés pour le futur.</p>

NB : Retrouvez toutes nos publications sur [bulletins-electroniques.com](http://bulletins-electroniques.com)

L'accès est libre et gratuit : <http://www.bulletins-electroniques.com>

# **Changement climatique et santé aux Etats-Unis: impacts, adaptations et recherche**

Rachel Jouan, Marc Magaud

Ambassade de France à Washington

Mission pour la Science et la Technologie

Septembre 2009

## Table des matières

<b>Introduction</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Le changement climatique et ses impacts sur la santé humaine</b> .....	<b>6</b>
1. a. Les effets directs et indirects du changement climatique .....	6
1. b. Ses impacts sur la santé.....	9
<b>2. Les impacts du changement climatique sur la santé aux Etats-Unis</b> .....	<b>12</b>
2. a. Impact des vagues de chaleur sur la santé .....	13
2. b. Impact de la dégradation de la qualité de l'air sur la santé .....	15
2. c. Impact des évènements climatiques extrêmes sur la santé .....	17
2. d. Impact du changement climatique sur les maladies infectieuses.....	20
2. e. Impact du changement climatique sur les allergies.....	20
2. f. Impacts régionaux du changement climatique sur la santé.....	22
<b>3. Les stratégies d'adaptation à la problématique « changement climatique et santé » aux Etats-Unis</b> .....	<b>23</b>
3. a. Atténuation et adaptation au changement climatique.....	23
3. b. Les multiples challenges de l'adaptation aux Etats-Unis.....	24
3. c. Un système de santé publique insuffisamment préparé.....	25
3. d. Les stratégies d'adaptation recommandées dans le SAP4.6 .....	27
3. e. Adaptation aux vagues de chaleur .....	27
3. f. Adaptation à la dégradation de la qualité de l'air.....	29
3. g. Adaptation aux évènements climatiques extrêmes .....	30
3. h. Adaptation aux maladies d'origine alimentaire et hydrique et aux maladies à transmission vectorielle.....	31
3. i. Quelques exemples d'adaptation proactive.....	31
<b>4. L'organisation de la recherche « changement climatique et santé » aux Etats-Unis</b> .....	<b>35</b>
4. a. La recherche « changement climatique et santé » aujourd'hui .....	35
4. b. La recherche « changement climatique et santé » demain .....	38
4. c. Le rôle des agences fédérales aujourd'hui et demain .....	40
4. d. Les axes prioritaires de recherche selon certains experts .....	43
<b>ANNEXE 1: Les principales sources</b> .....	<b>44</b>
<b>ANNEXE 2: Les impacts sur la santé</b> .....	<b>46</b>
<b>ANNEXE 3: Les programmes d'atténuation au niveau des villes et des Etats</b> .....	<b>49</b>
<b>ANNEXE 4: Le « United States Global Change Research Program » (USGCRP)</b> .....	<b>51</b>
<b>ANNEXE 5: Les centres de recherche de demain</b> .....	<b>53</b>
Université d'état de Géorgie .....	53
Université d'état de Washington .....	54
Université de Columbia (New York).....	55
Université d'état du Wisconsin.....	56
Université d'état du Michigan.....	58
Université de Stanford (Californie).....	59
Université d'état de Berkeley (Californie) .....	60
Université Johns Hopkins (Maryland) .....	61
National Center for Disaster Mental Health Research.....	62

# Introduction

## **Le changement climatique, haut placé dans l'ordre du jour de l'exécutif**

Au cours de sa campagne électorale, même au plus fort de la crise, Barack Obama avait fait du thème de l'énergie et du changement climatique sa priorité. Dès sa nomination, le nouveau Président a marqué sa volonté de promouvoir activement l'idée d'une « nouvelle économie de l'énergie », c'est-à-dire la transformation des modes de production et de consommation de l'énergie aux Etats-Unis. Trois objectifs sont assignés à cette politique: le renforcement de la croissance économique, la sécurité des approvisionnements énergétiques du pays et la réponse au défi du changement climatique. Ce troisième volet est particulièrement distinctif par rapport à l'administration précédente. Il est emblématique du rôle nouveau qu'a pris le gouvernement fédéral, et en particulier l'exécutif, depuis début 2009. Les toutes premières annonces ont consacré son importance, et les nominations de spécialistes du changement climatique, à la Maison Blanche et au Département de l'Energie, ont fourni un signal clair que la nouvelle "dream team" s'attellerait sans tarder au problème.

Les premières décisions du Président des Etats-Unis ont permis de renforcer les moyens du gouvernement fédéral, notamment au travers d'un plan de relance d'une ampleur sans précédent en février 2009. Les moyens consacrés à l'énergie "sobre en carbone" sont exceptionnels puisque près de 85 milliards de dollars sont alloués à la recherche, au développement et à la mise en œuvre dans le secteur de l'énergie, principalement dédiés aux renouvelables, au charbon "propre" et à l'efficacité énergétique. Parallèlement, instruction a été donnée à l'Environmental Protection Agency (EPA) d'évaluer les risques présentés par les gaz à effet de serre (GES) pour la santé et le bien-être des américains, ce que l'administration sortant s'était refusée à faire malgré la décision de la Cour Suprême (Massachusetts vs EPA – avril 2007) qui l'y obligeait. En quelques mois, l'EPA a conclu à la dangerosité des GES, ce qui ouvre la voie pour une régulation par l'exécutif.

## **Une recherche de subtils équilibres entre administration et Congrès**

Dans le même temps, le rythme soutenu de mesures adoptées par l'administration reste tempéré par le Congrès, dont les élus sont très sensibles à la situation économique et aux surcoûts éventuels de mesures d'atténuation des émissions de GES. La Chambre des représentants a voté en juin 2009 un texte majeur, le « American Clean Energy and Security Act », élaboré patiemment par les représentants Waxmann et Markey. Ce texte, moins ambitieux que ne l'aurait souhaité le Président Obama (par exemple sur la vente aux enchères de permis d'émission de GES) est le fruit de nombreux compromis entre les états fédérés pour préserver des équilibres géographiques et économiques. Le passage au Sénat contribuera vraisemblablement à parfaire ces compromis et la réflexion initiée en 2003 pourrait ainsi aboutir avant les élections de mi-mandat en 2010.

Entre temps, la nouvelle administration cherche une voie originale lui permettant de ménager un Congrès réticent tout en favorisant des avancées à l'échelle internationale, en particulier dans le cadre des Nations Unies. L'exécutif est clairement décidé à se réinvestir, voire à assumer un « leadership » dans les négociations multilatérales qui devraient amener un nouveau cadre pour

l'après-Kyoto à Copenhague, mais sa marge de manœuvre est, à l'évidence, réduite. Et personne ne veut réitérer le scénario de Kyoto qui avait vu l'administration négocier un traité international puis trouver une fin de non-recevoir lors de sa soumission à la branche législative.

## **Contexte scientifique**

Si le scepticisme persiste dans quelques sphères conservatrices, notamment au Congrès, la communauté scientifique américaine est rassemblée autour d'un faisceau de preuves du changement climatique d'origine anthropique. « La science nous crie dans les oreilles » rappelait le sénateur Kerry, Président de la Commission des Affaires Etrangères au Sénat, lorsqu'il auditionnait l'ancien Vice-Président Al Gore. Un degré d'incertitude persiste sur les ampleurs, les vitesses et les mécanismes du réchauffement de la planète, en particulier sur les « points de basculement » et sur les effets de rétroaction (interactions aggravant l'effet de serre comme la fonte du pergélisol arctique susceptible de libérer du méthane en grande quantité).

Mais le consensus est très bien établi autour des phénomènes majeurs que sont le réchauffement moyen (selon les scénarios), l'augmentation du niveau des mers, la fonte des glaces, etc.

## **Une opinion publique consciente des enjeux mais peu mobilisée**

L'opinion publique américaine, régulièrement sondée, place pourtant le changement climatique en fin de liste dans ses priorités (20ième sur 20 possibles selon un sondage Pew en janvier 2009), surtout depuis l'avènement de la récession et une récente étude (Gallup Poll) révèle que 41% des américains jugent le phénomène « exagéré » par les médias.

Le lien établi par le Président entre la prospérité économique, la sécurité énergétique et la lutte contre le changement climatique demeure donc en partie abscons pour le grand public. Le lien direct avec la santé est quant à lui encore plus évanescent, puisque hormis les conclusions tirées par l'EPA quant aux « *risques présentés par les GES sur le bien-être de la population* », il s'agit d'un sujet qui, après avoir été laissé de côté pendant de nombreuses années, n'est revenu sur le devant de la scène que récemment.

## **La Santé: un système à reconstruire**

Par ailleurs, l'administration Obama et la majorité démocrate au Congrès n'ont cessé de mettre l'accent sur la nécessaire réforme du système de santé américain, jugé inéquitable et peu viable dans la durée.

La conjonction de la priorité donnée au changement climatique et de la volonté de réformer le système de santé engendre un nouvel intérêt pour le lien entre les deux sujets. En effet, les risques pour les populations, à commencer par les événements climatiques extrêmes (ouragans tels que Katrina, inondations dans le Midwest en 2008, sécheresse continue dans le Sud-Ouest, etc.) suscitent un intérêt croissant auprès des autorités, à l'échelon local comme à l'échelon fédéral, car elles nécessitent la prise de mesures concrètes pour la santé publique. Les impacts du changement climatique sur la santé sont potentiellement légion, depuis les effets négatifs des vagues de chaleurs jusqu'à la dégradation de la santé mentale post-cyclonique, en passant par l'augmentation des affections respiratoires liées à la dégradation de la qualité de l'air, l'accroissement possible des maladies à transmission vectorielle (maladie de Lyme par exemple)

ou des allergies aux pollens. Alors que le lien de causalité entre changement climatique et santé était perçu comme obscur (dans le meilleur des cas), on assiste à un accroissement des recherches sur ce thème, comme en attestent les augmentations de budgets qui y sont consacrés, les multiples interventions des spécialistes (conférences, témoignages aux auditions parlementaires), et le subtil jeu d'acteurs des agences gouvernementales qui se positionnent sur le devant de la scène...

L'objectif du présent rapport est d'analyser comment les Etats-Unis appréhendent le lien de causalité entre changement climatique et santé. Cette analyse, fondée sur une littérature abondante et bien documentée, a été complétée par des entretiens avec des spécialistes du domaine, issus d'agences gouvernementales, d'universités ou encore de « think-tanks ».

Le rapport rappelle les grandes tendances climatique mises à jours par le 4<sup>ième</sup> rapport du Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) et dresse le portrait des principales conséquences attendues sur le plan de la santé.

Il se focalise ensuite sur les conséquences prévisibles à l'échelle américaine, puis les stratégies en cours de définition ou parfois déjà mises en œuvre pour y faire face, à l'échelon national ou local. Enfin, il établit une liste des principaux centres d'excellence travaillant sur le changement climatique et la santé aux Etats-Unis en 2009, dont tout laisse à penser qu'elle devrait rapidement s'allonger.

# 1. Le changement climatique et ses impacts sur la santé humaine

**A l'échelle mondiale, les impacts les plus sévères du changement climatique sur la santé humaine seront l'extension de la malnutrition, principalement dans les pays pauvres, l'augmentation des décès et traumatismes liés aux événements climatiques extrêmes et l'augmentation de l'incidence des maladies respiratoires.**

De nombreux types d'évènements climatiques (<sup>1</sup>), qu'ils soient directs ou indirects, sont susceptibles d'avoir des effets à court ou moyen terme sur la santé humaine.

## 1. a. Les effets directs et indirects du changement climatique

- Il y a un consensus scientifique de plus en plus large sur le fait que le changement climatique va accélérer la fréquence et l'intensité des événements climatiques extrêmes observés depuis plusieurs années.

### Les effets directs du changement climatique

Ils se manifesteront par :

- **L'augmentation de la fréquence, durée et intensité des vagues de chaleur**
- **L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des autres phénomènes météorologiques extrêmes** tels que les cyclones, les pluies torrentielles et les sécheresses extrêmes.

Les projections suggèrent que les régions affectées par des périodes de sécheresse modérées devraient doubler au cours du siècle, alors que les zones frappées par des sécheresses extrêmes devraient passer de 1% aujourd'hui à 30% en 2100.

La répartition géographique et le régime des précipitations vont changer, avec une diminution des pluies dans les régions tropicales et une augmentation des pluies dans d'autres régions, avec un accroissement des pluies torrentielles entraînant un gaspillage de la ressource en eau.

### Les effets indirects du changement climatique

Ils résulteront de la modification progressive des grandes zones climatiques régionales (désertification, humidification) et de la géographie des territoires (montée des eaux) et se manifesteront par :

---

<sup>1</sup> Conférence « Updated Scientific Assessment relevant to health » de Kevin E. Trenberth, Head of Climate Change Analysis Section au NCAR (National Center for Atmospheric Research), Washington, Janvier 2009. <http://www.iom.edu/CMS/3793/4897/60756/61879.aspx>

- **La modification des rendements agricoles due aux sécheresses et aux inondations**

Les récoltes de base telles que le riz ou le maïs pourraient diminuer de 20 à 40% dans les régions tropicales et subtropicales d'Afrique en raison de l'augmentation des températures.
- **La modification de la disponibilité en eau potable**

En effet, sécheresses et inondations diminuent à la fois la quantité et la qualité microbiologique de l'eau potable.

Sur le plan qualitatif, les eaux stagnantes en zone aride et l'assèchement des cours d'eau à la saison sèche favorisent la concentration bactérienne de l'eau (prolifération de l'agent du choléra par exemple), les inondations contaminent les eaux de surface (campylobactériose par exemple).

Sur le plan quantitatif, le débit de nombreux fleuves irriguant est en déclin sur la période 1948-2004, affectant les ressources en eau potable de régions très peuplées <sup>(2)</sup>.
- **La dégradation de la qualité de l'air**

La dégradation de la qualité de l'air urbain est particulièrement notable lors de chaleurs excessives, en particulier l'augmentation de la concentration en ozone mais aussi en autres polluants.

La formation d'ozone au niveau du sol (ozone troposphérique) résulte d'une réaction chimique, en présence de lumière, entre les oxydes d'azote et les composés organiques volatiles.

La concentration d'ozone est influencée par plusieurs facteurs incluant les conditions climatiques, les émissions des véhicules et des industries (oxydes d'azote et les composés organiques) et les émissions naturelles de composés organiques volatiles par les plantes. Un climat plus chaud provoque une augmentation des émissions naturelles de composés organiques, accélère la formation d'ozone et augmente la fréquence et la durée des masses d'air stagnantes permettant à la pollution de s'accumuler.

De plus, le réchauffement climatique a tendance à exacerber la pollution à l'ozone dans la plupart des zones déjà polluées.

Même s'il est difficile de prédire l'évolution de la qualité de l'air, la plupart des projections suggèrent une augmentation de la concentration d'ozone pour l'Europe et l'Amérique du Nord.

Par ailleurs, en raison de conditions plus sèches, la qualité de l'air pourrait aussi être compromise par le développement de feux de forêts générant des quantités significatives d'irritants respiratoires dans le Sud-est asiatique, en Amazonie et en Californie.
- **La modification de la répartition géographique d'insectes et de rongeurs responsables des maladies à transmission vectorielle**

Le climat étant déterminant pour le cycle biologique d'un insecte vecteur, le réchauffement climatique devrait globalement modifier la répartition géographique de certains insectes vecteurs (moustique, tique ou mouche), augmenter leur capacité reproductive, leur survie et la fréquence de leurs piqûres, avec des conséquences indirectes sur les maladies qu'ils sont susceptibles de transmettre.

---

<sup>2</sup> Référence : Journal of Climate, Avril 2009

- **La modification de l'écologie locale des agents infectieux d'origine alimentaire**  
La chaleur favorise la prolifération bactérienne sur les denrées alimentaires (salmonelle sur les produits carnés, vibriose ou algues toxiques sur les fruits de mer)
- **La modification de la saisonnalité et de la répartition des espèces végétales**  
Le changement climatique avance la saison des pollens dans l'hémisphère Nord mais il n'y a pas de preuves sérieuses de l'augmentation de la durée de la saison des pollens pour l'instant.  
Par contre, certaines études montrent une modification de la distribution spatiale des espèces végétales, en particulier l'extension rapide de plantes invasives au pollen très allergisant. Plusieurs études de laboratoire montrent que l'augmentation de la concentration en CO<sub>2</sub> et des températures augmentent la quantité de certains pollens (ragweed) et prolongent la saison de pollen.
- **L'élévation du niveau de la mer avec déplacements de populations et dégradation des infrastructures**

## 1. b. Ses impacts sur la santé

### Données globales

La modélisation des impacts du changement climatique sur la santé humaine est moins avancée. Néanmoins, pour un certain nombre de situations (vagues de chaleur, ozone, malaria par exemple), les scientifiques (climatologues, spécialistes de santé, épidémiologistes...) ont établi des projections à 2050-2100 d'impact sur la santé en fonction des différents scénarios d'émissions\* possibles, avec un bon niveau de confiance.

#### *Scénarios d'émissions\**

*Les émissions des gaz à effet de serre sont le résultat de systèmes dynamiques très complexes déterminés par de nombreux paramètres tels que le niveau de développement démographique, le type de développement socio-économique et les évolutions technologiques notamment en matière de production d'énergie.*

*A long terme, le niveau des émissions dépendra de la variabilité de ces paramètres.*

*C'est pour cela que l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) a développé dès 1990 la notion de « scénarios d'émissions » remise à jour plusieurs fois depuis. Ces scénarios sont des outils pratiques pour analyser la façon dont les multiples paramètres pourront influencer à terme sur le niveau des émissions.*

*En pratique, les différents scénarios d'émission ont été élaborés et déclinés à partir de 4 grands groupes d'hypothèses de développement (A1, A2, B1 et B2) qui donnent plusieurs images possibles du futur. Les principales caractéristiques des scénarios sont détaillées dans un rapport spécifique : le « IPCC Special Report : Emissions Scenarios, Summary for Policymakers »(3).*

*Les scénarios de type A (A1 et A2) conduisent à un niveau d'émission élevé alors que les scénarios de type B (B1 et B2), qui intègrent les notions de développement durable et d'énergie propre, conduisent à des niveaux d'émission plus bas.*

*Ces scénarios sont un support précieux pour analyser le changement climatique, le modéliser et évaluer ses impacts et les conséquences des politiques d'atténuation et d'adaptation.*

Malgré quelques effets bénéfiques sur la santé localement (réduction des mortalités liées aux vagues de froid par exemple), **la plupart des prévisions suggèrent un impact largement négatif du changement climatique sur la santé humaine**, modéré à l'horizon 2030 mais avec une accélération à partir de 2050.

Les impacts du changement climatique seront variables d'une zone géographique à l'autre : ils seront plus sévères dans les pays à bas revenu (Afrique sub-saharienne et Asie) mais toucheront aussi les populations les plus vulnérables des pays développés (personnes âgées, populations urbaines pauvres, populations malades).

De plus, la vulnérabilité régionale des populations dépendra de nombreux autres facteurs : socio-économiques, âge et état sanitaire des populations, mesures d'adaptation locales qui auront été prises au niveau des pays.

Globalement, le changement climatique devrait :

---

<sup>3</sup> <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf>

- Augmenter les traumatismes physiques et psychiques, maladies et décès directement liés aux événements climatiques extrêmes (vagues de chaleur, sécheresses, cyclones, inondations),
- Accroître la malnutrition et la pénurie en eau potable,
- Augmenter la fréquence des maladies liées à la dégradation de la qualité de l'air,
- Augmenter celle des maladies infectieuses d'origine alimentaire et hydrique (liée à une dégradation de la qualité de l'eau)
- Augmenter la fréquence de certaines maladies à transmission vectorielle.
- Provoquer des migrations à grande échelle aux conséquences négatives sur la santé.

### **Données quantitatives**

Les estimations scientifiques chiffrées de l'impact du changement climatique sur la santé sont citées dans le rapport du GIEC 2007 pour ce qui concerne les maladies infectieuses (malaria et dengue), les mortalités consécutives aux vagues de chaleur et la dégradation de la qualité de l'air urbain (Chapitre 8, pages 407 à 412).

### **Données sur la vulnérabilité des populations**

La vulnérabilité des populations et de certaines régions y est aussi abordée : populations urbaines et rurales, populations touchées par l'insécurité alimentaire, populations des zones côtières, montagneuses et polaires (Chapitre 8, pages 412 à 415)

Le tableau ci-dessous résume les impacts du changement climatique sur la santé humaine, leur niveau de confiance et les groupes les plus vulnérables.

Évènement climatique attendu	Impact sur la santé	Niveau de confiance	Groupes vulnérables
Augmentation des vagues de chaleur	Augmentation des décès, crises cardiaques et maladies liés au stress thermique	Elevé	Personnes âgées ou malades, urbains et ruraux pauvres, enfants, travailleurs à l'extérieur, femmes enceintes
Augmentations des cyclones, ouragans...	Augmentation des décès et traumatismes physiques et psychologiques (stress post traumatique)	Elevé	Pauvres, femmes enceintes, personnes souffrant de maladies chroniques
Selon les régions, augmentation des précipitations ou des sécheresses	Exposition des populations au stress hydrique	Elevé	Personnes âgées ou immunodéprimés, enfants
	Diarrhées infectieuses d'origine hydrique et alimentaire	Moyen	
Diminution des rendements agricoles	Augmentation de la malnutrition	Elevé	
Diminution de la qualité de l'air	Augmentation des affections respiratoires aiguës et chroniques	Elevé	Enfants, personnes atteintes de maladies cardiovasculaires, diabétiques, athlètes, travailleurs à l'extérieur
Modification de la répartition des insectes piqueurs	Selon les régions, contraction ou expansion des maladies à transmission vectorielle (malaria, maladie de Lyme, leishmaniose...)	Très élevé	Enfants, travailleurs à l'extérieur, ruraux pauvres, personnes immunodéprimées
Modification de la répartition végétale	Augmentation des allergies aux pollens		
Elévation du niveau des océans	Déplacements des populations	Très élevé	

Pour plus de détails, se reporter à l'annexe 2.

## **2. Les impacts du changement climatique sur la santé aux Etats-Unis**

Les impacts du changement climatique sur la santé aux Etats-Unis sont globalement connus et les risques-clés sont les suivants :

- Le risque de maladies et de décès en relation avec les vagues de chaleur va très probablement augmenter (avec une probabilité > 90%).
- Les maladies respiratoires devraient augmenter en raison de la dégradation de la qualité de l'air (avec une probabilité > 66%).
- Les impacts physiques et mentaux dus aux événements climatiques extrêmes devraient probablement augmenter (avec une probabilité > 66%)
- Les maladies infectieuses d'origine alimentaire ou hydrique ou à transmission vectorielle devraient probablement s'étendre (avec une probabilité > 66%)
- Les allergies et l'asthme sont en augmentation avec des preuves préliminaires que le changement climatique jouera un rôle accélérateur dans le futur.
- Certains groupes, comprenant les enfants, les personnes âgées et les pauvres, seront plus vulnérables.
- Les impacts sur la santé seront variables selon la région concernée.
- Le changement climatique va accentuer les disparités déjà existantes dans le système de santé américain (avec une probabilité >90%).

## 2. a. Impact des vagues de chaleur sur la santé

### Contexte :

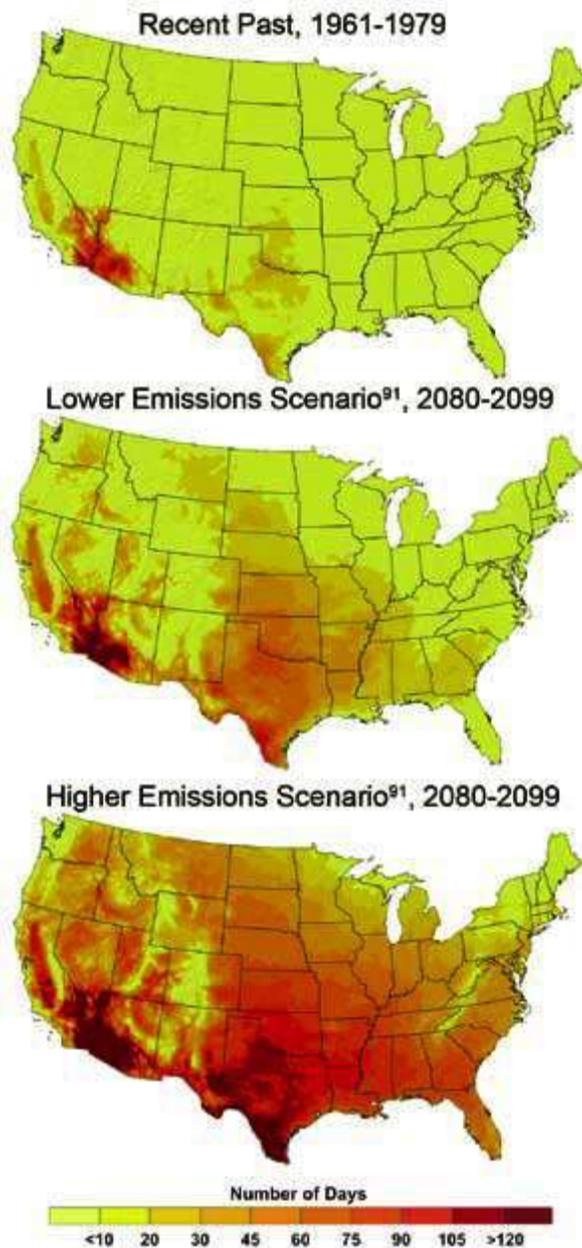
- Aux Etats-Unis, une vague de chaleur est définie comme une période d'au moins 3 jours consécutifs avec des températures supérieures à 32°C (90°F). Le critère d'alerte à la chaleur (« heat advisory ») du « National Weather Service » est un indice de chaleur de 40,6°C en journée et 26,7°C la nuit. Celui de « exc essive heat warning » concerne des températures excédant 46,1°C le jour et plus de 26,7°C la nuit.
- Aujourd'hui, la chaleur excessive, responsable de 3400 décès entre 1999 et 2003 (soit 700 décès par an environ), est déjà la principale cause de mortalité liée au changement climatique aux Etats-Unis malgré un très haut niveau d'équipement en air conditionné: en 2005, 84% des habitations américaines étaient équipées de climatiseurs, cette proportion s'élevant à 97% dans le sud.
- Une vague de chaleur comme celle de 1995 à Chicago a augmenté de 85% le nombre de décès et de 11% celui des hospitalisations.

### Projections concernant les vagues de chaleur:

- Dans le scénario élevé d'émissions (<sup>4</sup>) de gaz à effet de serre (scénario A2), les vagues de chaleur devraient continuer d'augmenter en fréquence, intensité et durée.
- Par exemple, à la fin du 21<sup>ème</sup> siècle, le nombre de jours de chaleur extrême va doubler à Los Angeles et quadrupler à Chicago si les émissions ne sont pas réduites.
- Même dans le scénario d'émissions moins élevé (scénario B1), le centre des Etats-Unis devrait connaître 20 à 40 journées supplémentaires par an avec un index thermique supérieur à 42°C (100°F), contre 60 à 90 jours supplémentaires dans le scénario A2 !
- Les cartes ci-dessous montrent les projections du nombre de jours au dessus de 100°F (soit 42°C) sur la période 2080-2099 en fonction du scénario retenu (scénario B1 ou A2) comparativement à la période récente (1961-1979).
- Source des cartes : Rapport de l'USGCRP (US Global Change Research Program) publié en juin 2009 et intitulé « Global Climate Change Impacts in the United States », partie « Human Health » (<http://www.globalchange.gov/publications/reports/scientific-assessments/us-impacts/download-the-report>)

---

<sup>4</sup> <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf>



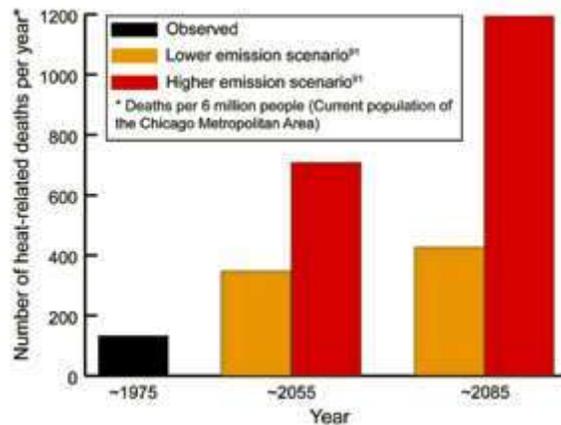
### Impact des vagues de chaleur sur la santé:

- **Surmortalités annuelles aux Etats-Unis**  
Les projections à 2050 (5) suggèrent que, si le niveau d'émissions actuel reste stable, la surmortalité annuelle due aux vagues de chaleur aux Etats-unis pourrait passer de 700 décès en moyenne aujourd'hui à 3000 à 5000.
- **Surmortalités pour 21 villes**  
Les projections à 2050 pour 21 villes américaines suggèrent que le nombre moyen de décès dus à des vagues de chaleur va plus que doubler (même en présence de mesures de précautions individuelles). Les plus fortes augmentations sont attendues dans les

<sup>5</sup> <http://www.cdc.gov/climatechange/effects/heat.htm>

grandes villes situées sous latitude moyenne incluant New York, Chicago et Philadelphie : plus de 10 000 décès supplémentaires dus aux vagues de chaleurs sont attendus entre aujourd'hui et 2050 pour ces 3 seules villes avec un total de 23 000 décès supplémentaires pour les 21 villes étudiées.

- Le diagramme ci-dessous montre l'augmentation simulée du nombre de décès par an dus aux vagues de chaleur à Chicago dans l'hypothèse du scénario A2, en 2055 et 2085.
- Source du diagramme : Rapport de l'USGCRP (US Global Change Research Program) publié en juin 2009 et intitulé « Global Climate Change Impacts in the United States », partie « Human Health » (<http://www.globalchange.gov/publications/reports/scientific-assessments/us-impacts/download-the-report>)



- **Vulnérabilité des populations**  
De plus, la population à risque vis à vis des vagues de chaleur va augmenter (avec une probabilité > 90%) en raison du vieillissement prévisible de la population (20% de la population sera âgée de plus de 65 ans en 2050 contre 13% aujourd'hui) et de l'incidence élevée du diabète et de l'obésité. De plus, les décès liés à la chaleur continueront d'affecter de façon disproportionnée les populations pauvres et les minorités.

## 2. b. Impact de la dégradation de la qualité de l'air sur la santé

### Contexte :

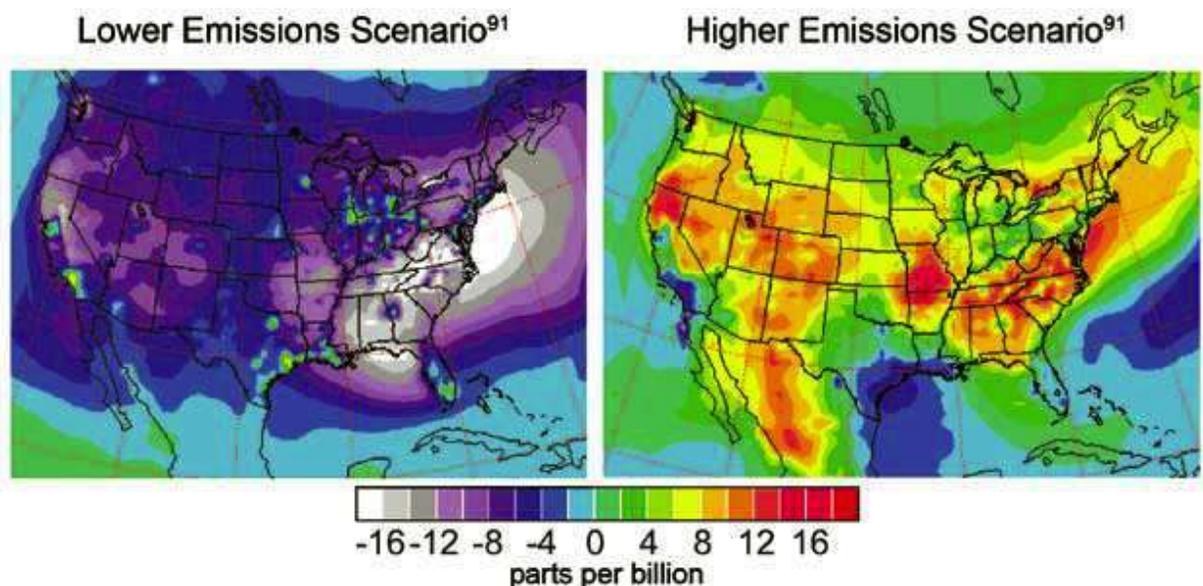
- La mauvaise qualité de l'air, surtout dans les villes, constitue un sérieux problème de santé publique aux Etats-Unis : la moitié des américains vit dans des zones où la pollution de l'air excède les standards de santé fédéraux édictés par le « Clean Air Act » (il s'agit d'un ensemble de réglementations relatives à la réduction de la pollution atmosphérique).
- 90% de la population Californienne vit actuellement dans des zones qui ne respectent pas ces standards en matière d'ozone. A Los Angeles, la pollution atmosphérique est

responsable de 8800 décès par an pour un coût de 1 milliard de dollars en soins médicaux.

- Pendant les jeux d'été d'Atlanta en 1996, il a été possible d'évaluer le bénéfice respiratoire de la réduction des émissions automobiles et industrielles. Le trafic matinal a été réduit de 23% avec une diminution de 28% du niveau du pic d'ozone. La conséquence immédiate a été la chute de 42% des urgences pédiatriques liées à l'asthme.

### Projections concernant la pollution atmosphérique :

- **Les projections à 2050-2100 demeurent incertaines:** elles dépendent fortement du scénario d'émissions retenu. Cependant, les nouvelles données scientifiques font penser que la concentration d'ozone serait davantage susceptible d'augmenter que de diminuer aux Etats-Unis. Par contre, les données sont encore insuffisantes pour établir des projections concernant les particules fines.
- A émission constante, en 2050, le nombre de jours d'alerte à la pollution à l'ozone devrait augmenter de 68% dans les 50 plus grandes villes de l'Est des Etats-Unis à cause du seul réchauffement climatique.
- Dans le scénario A2, à 2100, ce nombre de jour devrait augmenter de 75 à 85% à Los Angeles.
- De plus, dans le Grand Ouest, le nombre de grands feux dans les prochaines décennies devrait quadrupler avec pour conséquence des mortalités directes et indirectes.
- Les cartes ci-dessous montrent, selon 2 scénarios d'émissions (B1 ou A2), les projections de la concentration d'ozone au niveau du sol à 2090 pendant les mois d'été (de juin à août) par rapport à la période 1996-2000.
- Source des cartes : Rapport de l'USGCRP (US Global Change Research Program) publié en juin 2009 et intitulé « Global Climate Change Impacts in the United States », partie « Human Health » (<http://www.globalchange.gov/publications/reports/scientific-assessments/us-impacts/download-the-report>)



## Impact de la pollution atmosphérique sur la santé

- **Augmentation des mortalités dues à l'ozone**

Dans une étude de Novembre 2004<sup>(6)</sup> publiée dans la revue « Environmental Health Perspectives (EHP) », un modèle suggère que le changement climatique seul pourrait augmenter de 4,5% le nombre de décès dus à l'ozone dans la région de New York d'ici 2050.

Quand ce modèle intègre l'accroissement de la population et l'augmentation des gaz à effet de serre, celui-ci prévoit une augmentation de 60% de ces décès d'ici 2050.

- **Augmentation des maladies respiratoires chroniques liées à la pollution atmosphérique**

Il n'y a pas de projections chiffrées sur ce sujet mais des études sont en cours pour évaluer l'impact du changement climatique sur les maladies respiratoires chroniques. Une étude (7), financée par l'EPA, évalue actuellement l'impact des niveaux de pollution citadine sur l'admission d'enfants asthmatiques dans les hôpitaux. Ses résultats sont attendus en Septembre 2010.

Une étude publiée en Mars 2009 dans le « New England Journal of Medicine » (8), menée par l'équipe de Michael Jarrett de Berkeley, vient de démontrer pour la première fois une relation directe entre une exposition chronique à l'ozone et les décès : les personnes vivant dans les zones aux plus fortes concentrations en ozone, telles que Los Angeles ou la vallée centrale de Californie, présentent un risque annuel 25 à 30% plus élevé de décéder d'une maladie respiratoire par rapport à des personnes vivant dans des zones moins polluées (zones des grandes plaines ou Seattle). A noter que cette étude a suivi 450 000 personnes sur une durée de 20 ans dans 96 métropoles des Etats-Unis.

## 2. c. Impact des évènements climatiques extrêmes sur la santé

### Contexte :

- **Cyclones et tornades**

Les statistiques annuelles des tornades et cyclones aux Etats-Unis, disponibles sur le site de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), montrent une tendance à l'augmentation de ces phénomènes extrêmes aux Etats-Unis plus que partout ailleurs dans le monde.

- **Katrina**

Plus de 1500 américains ont été tués en 2005, sans compter les traumatismes, les empoisonnements liés à l'utilisation des générateurs électriques, les maladies digestives et les impacts sur la santé mentale des populations évacuées. Ce désastre a plus que doublé le nombre moyen de vies perdues à cause des cyclones sur les 65 dernières

---

<sup>6</sup> « Assessing Ozone-Related Health Impacts under a Changing Climate » Kim Knowlton, Joyce E. Rosenthal, Christian Hogrefe, Barry Lynn, Stuart Gaffin, Richard Goldberg, Cynthia Rosenzweig, Kevin Civerolo, Jia-Yeong Ku, and Patrick L. Kinney. Environmental Health Perspectives. 2004 November; 112(15): 1557–1563.

<sup>7</sup> Etude : « The Detroit asthma morbidity, air quality and traffic study »

<sup>8</sup> [http://www.berkeley.edu/news/media/releases/2009/03/11\\_ozone.shtml](http://www.berkeley.edu/news/media/releases/2009/03/11_ozone.shtml)

années. Les données du département de santé de la Louisiane montrent que 69% des victimes avaient plus de 60 ans. Son coût économique a été évalué à 200 milliards de dollars.

- **Régime des précipitations**

Une tendance à l'augmentation des précipitations avec des régimes de pluies torrentielles (plus de 6,5 cm par jour) est observée depuis plusieurs années dans certaines régions: dans le Midwest, le nombre de jours cumulant plus de 10 cm d'eau a augmenté de 50%.

Dans d'autres régions, la tendance est à l'augmentation des épisodes de sécheresses.

## Projections concernant les cyclones et les précipitations

- **Projections concernant les cyclones**

Pour les cyclones d'Amérique du Nord, il est théoriquement possible que la sévérité et l'intensité des cyclones augmentent mais les données et les modèles restent trop incertains pour disposer de projections fiables.

- **Projections concernant le régime des précipitations**

Les modèles prévoient, avec une probabilité supérieure à 90%, une augmentation moyenne des précipitations, avec un fort accroissement des pluies torrentielles, sur l'ensemble du territoire américain. Par exemple, les pluies torrentielles devraient augmenter de 27% en moyenne, de 50 à 120% à Chicago et dans le Midwest d'ici la fin du siècle, affectant la qualité de l'eau potable et de baignade.

- **Projections concernant les sécheresses**

Des épisodes de sécheresse intense sont attendus avec une probabilité de plus de 90% dans les déserts du Sud-Ouest, de la zone Mountain (montagnes rocheuses) et le Sud-Est.

## Impact sur la santé

- **Impact des cyclones**

L'impact des cyclones sur la santé est bien connu (décès, traumatismes physiques et mentaux, intoxications alimentaires...) mais il n'existe pas à ce jour de projection quantitative pour ce type d'événement sur le territoire américain.

Cependant, les migrations démographiques attendues en direction des zones côtières du Golfe du Mexique et de la côte Atlantique augmenteront la population exposée à ces événements.

Cependant, dans la région touchée par Katrina, les scientifiques ont constaté une augmentation des maladies mentales sévère à moyen terme (dépression, stress post-traumatique, anxiété, crises de panique et phobies). D'autres études ont démontré une augmentation importante de la survenue de crise cardiaque dans les 2 ans qui suivent un désastre majeur tel que Katrina.

- **Menaces sur la qualité de la ressource en eau**

Avec le changement climatique, les risques infectieux liés à la dégradation de la qualité de l'eau aux Etats-Unis représenteront une menace sérieuse.

En effet, 950 moyennes et grandes villes américaines (incluant New York, Chicago, Washington DC...) présentent un risque majeur de contamination des eaux potables lors de pluies torrentielles car leur système d'évacuation des eaux sont non séparatifs (mêmes collecteurs pour les eaux pluviales et les eaux usées) et sous dimensionnés.

Ce système vétuste entraîne la contamination des lacs, réserves d'eau et stations

d'épuration lors d'inondations et de pluies excessives.  
La réduction de 85% de ce système d'évacuation combiné aurait un coût de 50 milliards de dollars (évaluation de l'EPA en 2000).  
Les conséquences sur la santé sont les maladies infectieuses d'origine hydrique ou « water-borne diseases » en anglais (voir ci-dessous).

## 2. d. Impact du changement climatique sur les maladies infectieuses

### Augmentation limitée des maladies à transmission vectorielle

- La modélisation de la modification de la distribution géographique des insectes vecteurs de maladies est en cours.  
Par exemple, les études suggèrent une extension vers le Nord du continent américain de la distribution des tiques transmettant la Maladie de Lyme.
- Cependant, le développement à grande échelle des maladies humaines à transmission vectorielle (telles le Virus de la Vallée du Nil, la maladie de Lyme et l' Hantavirus transmis respectivement par moustiques, tiques et rongeurs) devrait être limité (9) en raison de facteurs modérateurs tels que la qualité de l'habitat, les programmes de contrôle des nuisibles et l'infrastructure de santé publique.

### Augmentation des maladies d'origine alimentaire et hydrique

- Les experts des « Centers for Diseases Control and Prevention » (CDC) (10) estiment qu'il y a plus de 210 millions de cas d'affections d'origine alimentaire ou hydrique par an aux Etats-Unis, avec 900 000 hospitalisations et 6000 décès. Ces affections se manifestent principalement par des gastro-entérites bactériennes (salmonellose), virales ou parasitaires (giardiose).
- La combinaison de l'accroissement des températures et des précipitations devrait augmenter l'incidence de ces maladies aux Etats-Unis avec un indice de confiance moyen à élevé. Par exemple, les intoxications alimentaires par les coquillages ont augmenté de 41% entre 1996 et 2006, en même temps que l'augmentation des températures.  
Des recherches complémentaires sur ce sujet sont nécessaires pour élaborer des projections plus précises.

## 2. e. Impact du changement climatique sur les allergies

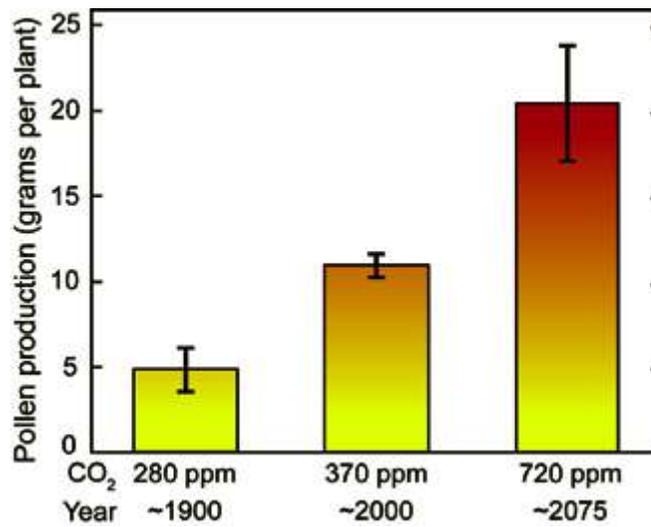
- La relation entre le changement climatique et la modification de la répartition des pollens est faite.
- Le diagramme ci-dessous montre, dans le scénario d'émissions A1, la corrélation entre l'augmentation des quantités de pollens et celle du dioxyde de carbone en 1900, 2000 et la projection à 2075.
- Source du diagramme : Rapport de l'USGCRP (US Global Change Research Program) publié en juin 2009 et intitulé « Global Climate Change Impacts in the United States »,

---

<sup>9</sup> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1240669>

<sup>10</sup> <http://www.cdc.gov/climatechange/effects/waterborne.htm>

partie « Human Health » (<http://www.globalchange.gov/publications/reports/scientific-assessments/us-impacts/download-the-report>)



- L'impact de l'augmentation quantitative des pollens sur les allergies reste à étudier. L'EPA, dans le cadre de son programme « Science to Achieve Results » (STAR), va investir 1,8 millions de dollars pour financer deux études sur « l'impact du changement climatique sur le développement et la sévérité des maladies allergiques résultant de l'exposition aux pollens et allergènes dérivés de plantes ». Les résultats sont attendus dans 4 ans.

## 2. f. Impacts régionaux du changement climatique sur la santé

Le tableau ci-dessous permet de visualiser la façon dont chaque grande région américaine sera affectée par les impacts du changement climatique sur la santé.

Il apparaît très clairement que les régions quantitativement les plus touchées seront les zones **Pacifique, Atlantique Sud et Centre Sud Ouest**.

Région	Vagues de chaleur (↑ mortalité et morbidité)	Dégradation de la qualité de l'air (↑ maladies respiratoires)	Feux de forêt	Sécheresse (↓ quantité et qualité de l'eau)	Tempête tropicale ou cyclone (↑Traumatismes)	Pluies torrentielles et inondations (↓ qualité de l'eau)	Montée des eaux
New England	x	x		x		x	x
Middle-Atlantic	x	x		x	x	x	x
East North Central	x	x		x		x	
West North Central	x			x		x	
South Atlantic	x	x	x	x	x	x	x
East South Central	x			x	x		x
West South Central	x	x	x	x	x	x	x
Mountain	x	x	x	x			
Pacific	x	x	x	x	x	x	x

**New England** : Connecticut, Massachusetts, Maine, New Hampshire, North Dakota, South Dakota

**Middle Atlantic**: New Jersey, New York, Pennsylvanie

**East North Central**: Illinois, Indiana, Michigan, Ohio, Wisconsin

**West North Central**: Dakota du Nord, Dakota du Sud, Nebraska, Kansas, Minnesota, Iowa, Missouri

**South Atlantic**: Virginie de l' Ouest, Virginie, Maryland, Caroline du Nord, Caroline du Sud, Géorgie et Washington DC

**East South Central** : Alabama, Kentucky, Mississippi, Tennessee

**West South Central**: Texas, Louisiane, Arkansas, Oklahoma

**Mountain**: Arizona, Colorado, Idaho, Montana, Nouveau Mexique, Nevada, Utah, Wyoming

**Pacific**: Californie, Washington, Alaska, Oregon et Hawaï

# 3. Les stratégies d'adaptation à la problématique « changement climatique et santé » aux Etats-Unis

En l'absence d'action fédérale sous l'ancienne administration, certains états ont pris des initiatives pour l'atténuation du changement climatique, avec une moindre attention portée à l'adaptation.

En matière de santé publique, même si certaines adaptations réactives sont en place (principalement pour la gestion des vagues de chaleur et de la pollution atmosphérique urbaine), les structures de santé publique, de sécurité intérieure et certaines organisations fédérales ou locales restent insuffisamment préparées pour faire face aux événements climatiques extrêmes.

Cependant, de nombreux états, en particulier ceux qui seront les plus exposés, élaborent des plans d'adaptation proactive pour anticiper les impacts du changement climatique, avec quelques initiatives sur le volet santé.

Au niveau fédéral, l'arrivée de l'administration Obama devrait stimuler à la fois les politiques d'atténuation et d'adaptation au changement climatique, avec peut-être la création d'une organisation dédiée à l'adaptation dans laquelle la santé publique aurait sa place.

## 3. a. Atténuation et adaptation au changement climatique

Dans le domaine de la gestion du changement climatique, deux termes sont utilisés : atténuation et adaptation.

**L'atténuation (*mitigation* en anglais)** vise à réduire les gaz à effet de serre (GES), cause primaire du changement climatique. Pour la communauté scientifique internationale, l'atténuation est une nécessité impérieuse car son objectif est de limiter l'ampleur du changement climatique. Ces dernières années, un nombre croissant de villes, de comtés (« County ») et d'états américains se sont dotés de plans d'action « changement climatique » ambitieux en matière de réduction locale des GES. (voir en annexe 3)

**L'adaptation (*adaptation* en anglais)** désigne les stratégies selon lesquelles individus, entreprises, associations, collectivités, gouvernements s'organisent, par des mesures adaptées, pour faire face à l'évolution du climat et anticiper les effets de son dérèglement sur l'économie, la société, la santé et la vie quotidienne.

En santé publique, on peut utiliser le terme prévention à la place d'adaptation.

Il existe deux types d'adaptation:

- **l'adaptation réactive** représente l'ensemble des mesures mises en place à la suite d'un désastre climatique pour limiter les impacts futur d'un nouveau désastre comparable : par exemple, de nombreux plans « vagues de chaleur » ont été mis en place aux Etats-Unis à la suite des vagues de chaleur dévastatrices de 1995.
- **l'adaptation proactive** représente l'ensemble des actions visant à anticiper les effets à moyen-long terme du changement climatiques avant même qu'ils ne se produisent.

Aux Etats-Unis, les gouvernements des états ont jusqu'à présent centré le débat et l'action publique sur l'atténuation, avec une moindre attention à l'adaptation : le sous-investissement dans l'adaptation, qu'elle soit réactive ou proactive, apparaît clairement à travers quelques évènements climatiques extrêmes survenus récemment sur le territoire américain (ex : cyclone Katrina, inondations récentes...).

La plupart des décisions concernant les adaptations dépendent d'acteurs qui opèrent souvent selon une logique et des priorités économiques à court terme.

De ce fait, l'adaptation réactive est relativement bien développée dans certains domaines (vagues de chaleur, qualité de l'air). Par contre, l'adaptation proactive en est encore au stade des débats préliminaires au niveau fédéral.

A ce jour, les coûts de l'adaptation pour les Etats-Unis n'ont pas été évalués.

Cependant, le « Center for Integrative Environmental Research » de l'Université du Maryland a publié en 2007 une étude intitulée « Les impacts économiques du changement climatique aux Etats-Unis et les coûts de l'inaction » <sup>(1)</sup> qui tente d'évaluer, à travers quelques exemples, région par région, les coûts directs et indirects du changement climatique par secteur d'activité (agriculture, impact sur les côtes, énergie, feux de forêts, assurances et santé...) à partir d'évènements récents. La recommandation est de mettre en place immédiatement des mesures d'atténuation couplées à des plans d'adaptation qui permettraient de réduire de façon significative les coûts du changement climatique à moyen-long terme.

### 3. b. Les multiples challenges de l'adaptation aux Etats-Unis

Les données scientifiques disponibles montrent que les risques d'impact sur la santé publique sont réels et sérieux à l'horizon 2050 (voir les 2 chapitres précédents) et que des adaptations sont nécessaires pour y faire face.

Cependant, l'adaptation au changement climatique, qu'elle soit réactive ou proactive, est typiquement un problème de gestion des risques très complexe en raison de données incomplètes pour la prise de décision, de l'étendue du territoire et d'un éclatement des responsabilités opérationnelles.

- **Des données incomplètes pour la prise de décision** : les projections quantitatives d'impact sur la santé sont incomplètes : celles-ci existent pour les mortalités liées aux vagues de chaleur et à l'ozone mais manquent dans les autres domaines de la santé

---

<sup>11</sup> <http://www.cier.umd.edu/climateadaptation/>

(voir chapitre 2), rendant difficiles ou retardant certaines prises de décision ou investissements.

De plus, les coûts et les bénéfices de l'adaptation en matière de santé (par rapport à l'absence d'adaptation) n'ont pas été évalués à ce jour pour les Etats-Unis.

- **Un territoire-continent nécessitant des adaptations locales** : l'étendue et les caractéristiques du territoire américain exposent les populations à des risques climatiques communs (vagues de chaleurs) ou spécifiques (cyclones) nécessitant des actions préventives adaptées localement dans de multiples domaines de santé publique (urgences médicales, maladies chroniques, intoxications, infections) : à l'échelle des Etats-unis, la tâche est énorme.
- **Un éclatement des responsabilités opérationnelles** : pour des raisons historiques d'organisation politique aux Etats-Unis, les responsabilités de l'adaptation (ainsi que les moyens humains et financiers) sont éclatées et reposent sur les individus, les communautés humaines, les instances dirigeantes à plusieurs niveaux (local, régional, état et fédéral), les agences nationales et d'autres organisations dont les rôles et les responsabilités de chacun varient selon la situation à gérer : cela peut expliquer en partie certains dysfonctionnements (dans l'organisation des secours, la gestion des infrastructures liées à l'eau...). Les acteurs, les rôles et les responsabilités sont détaillés dans le tableau 2.4 du SAP 4.6 chapitre 2.

### 3. c. Un système de santé publique insuffisamment préparé

En 2008, « Environmental Defense » (EDF)<sup>(12)</sup>, en collaboration avec le National Association of City and County Health Officials et George Mason University, a réalisé une enquête<sup>(13)</sup> auprès d'un échantillon représentatif des directeurs des départements de santé publique.

Cette enquête évaluait la perception des risques de santé relatifs au changement climatique et l'adéquation des programmes d'adaptation en réponse à ces risques.

Elle évaluait aussi le rôle du système de santé publique dans les politiques locales de réduction des gaz à effets de serre et les éventuelles ressources qui seraient nécessaires pour agir plus efficacement.

Les résultats sont les suivants :

- Les personnes interrogées reconnaissaient généralement la réalité des impacts du changement climatique.

---

<sup>12</sup> Mission de Environmental Defense (EDF)

Cette organisation non gouvernementale (non profit) se donne pour mission de « protéger les droits environnementaux des individus, incluant le droit à un air et à de l'eau propres, une alimentation saine et des écosystèmes florissants ». Orienté par la science, EDF déclare travailler à « créer des solutions pratiques gagnantes sur le plan social, économique et politique car non partisans, efficaces et équitables. »

<sup>13</sup> « Are we ready? Preparing for the Public Health Challenges of Climate Change » John Balbus and al. Environmental Fund Defense. 2008.

<http://www.edf.org/article.cfm?contentID=7839>

- Près de 70% considéraient que leur juridiction avait déjà expérimenté le changement climatique dans les 20 dernières années et 78% pensaient qu'elle l'expérimenterait dans les 20 prochaines années.
- Environ 60% pensaient que un ou plusieurs problèmes sérieux de santé publique relatifs au changement climatique se produiraient dans leur juridiction dans les 2 prochaines décennies et un peu plus de la moitié des directeurs pensaient que prévenir ou préparer le changement climatique était une « priorité importante », mais un peu moins faisaient état d'une priorité haute pour leur département de santé.
- Seulement 19% indiquaient que le changement climatique faisait partie des 10 premières priorités de leur département et seulement 6% de leurs 5 premières.
- 77% des directeurs locaux trouvaient qu'ils manquaient d'expertise pour évaluer les impacts locaux du changement climatique dans leur région et 83% pour élaborer des plans d'adaptation.
- Ils ne recevaient pas beaucoup d'aide de la part de leur état ou des agences fédérales de santé.
- Seulement 24% pensaient que les CDC possédaient les compétences nécessaires en la matière.
- Seulement 26% pensaient que leur état possédait l'expertise nécessaire pour les assister dans les plans de préparation.
- En plus de ce manque d'expertise, 77% les directeurs trouvaient qu'ils manquaient de ressources financières et humaines pour répondre à ces problèmes.

Suite à cette enquête, EDF a fait des recommandations au gouvernement fédéral et aux responsables de santé publique.

### 3. d. Les stratégies d'adaptation recommandées dans le SAP4.6

Le SAP (Synthesis and Assessment Product 4.6 final report) recommande les stratégies d'adaptation suivantes:

Événement Climatique et objectif	Stratégies recommandées
Vagues de chaleurs : diminuer les mortalités	Déployer des systèmes de détection précoce et d'alerte dans les régions et villes à risque. Améliorer l'information du public sur les comportements à adopter lors de vagues de chaleur. Étendre le nombre et les plages horaires des « cooling centers » (locaux climatisés) pour accueillir le public vulnérable lors de vagues de chaleur. Élaborer les plans d'aide aux personnes vulnérables. Lutter contre les îlots de chaleur en ville via les plantations.
Pluies torrentielles : protéger la ressource en eau potable	Améliorer les infrastructures de traitement de l'eau potable (les protéger contre les systèmes non séparatifs). Améliorer le monitoring de la qualité de l'eau et des sols pour diagnostiquer rapidement les pathogènes de l'eau et des aliments.
Cyclones: limiter les mortalités et traumatismes	Informers les populations: améliorer la prise de conscience par les populations de leurs propres vulnérabilités. Intégrer les conseillers en santé publique dans les suites immédiates d'évènements extrêmes. Coordonner les efforts d'aide aux victimes afin qu'elles reçoivent les informations nécessaires à la préservation de leur santé (pour éviter par exemple les intoxications et le stress post-traumatique).
Pics d'ozone, feux : réduire les mortalités et les affections respiratoires chroniques	Sensibiliser le public aux dangers de l'ozone et de la pollution atmosphérique (via des journées « qualité de l'air ») et aux bonnes pratiques les jours de pic de pollution. Renforcer la réglementation sur la qualité de l'air. Développer des outils d'aide à la décision pour les systèmes d'alerte précoce.
Maladies à transmission vectorielle	Réduire l'exposition des populations aux vecteurs, incluant l'élimination des zones de reproduction des insectes concernés. Renforcer l'épidémiologie-surveillance des maladies émergentes. Vacciner les populations exposées.

Ces mesures sont évidemment génériques : leur mise en oeuvre sur le terrain doit prendre en compte le contexte local avec ses vulnérabilités humaines, géographiques et socio-économiques.

### 3. e. Adaptation aux vagues de chaleur

#### Surveillance et alerte aux vagues de chaleur

De nombreuses villes américaines, en particulier dans le Nord-Est (Philadelphie, Chicago, Baltimore, New York...), ont mis en place des systèmes de surveillance et d'alerte pour réduire le nombre de décès et de malades pendant les vagues de chaleur.

## Exemple de Philadelphie

Dès 1995, suite à une vague de chaleur particulièrement dévastatrice, Philadelphie a développé un système innovant, le PWWS (pour Philadelphia Hot Weather-Health Watch/Warning System) qui a prouvé son efficacité et servi de modèle de référence à plus de 20 autres villes dans le monde.

Lorsque le NWS (National Weather Service) déclare une alerte, les autorités de Philadelphie, les agences et organisations locales déclenchent une série d'interventions globales à destination de l'ensemble de la population, mais aussi ciblées sur les personnes les plus vulnérables : personnes âgées, sans abris et pauvres.

Le rapport coût/ bénéfice de ce plan a été évalué<sup>(14)</sup> sur la période 1995-1998 avec la conclusion suivante : « le coût d'exploitation d'un système d'alerte à la vague de chaleur pour Philadelphie était minime (évalué à 10 000 \$ par jour sur une quinzaine de jours sur l'année soit 150 000 \$) par rapport au bénéfice économique de sauver 117 vies en 3 ans (prix d'une vie évaluée à 4 millions de dollars pour une personne de 65 ans ou plus) »

## Information du public : « US Excessive Heat Events Guidebook »

En 2006, l'EPA, en collaboration avec la NOAA, les CDC et le FEMA, a élaboré le « US Excessive Heat Events Guidebook » (15), document de 60 pages visant à informer les officiels en charge de la santé publique sur les risques et les impacts des vagues de chaleur, leur permettre de les évaluer au plan local et d'élaborer ou d'améliorer les plans d'action nécessaires, y compris la sensibilisation du public.

## Limite des systèmes d'alerte précoce des vagues de chaleur

Bien que des programmes de prévention ont été mis en place dans plusieurs villes à la suite de la vague de chaleur de 1995, une enquête de 2006 auprès de personnes âgées de plus de 65 ans dans 4 villes américaines a montré que ce public ne maîtrisait pas les mesures préventives adéquates et ne se considérait pas comme étant à risque : par exemple, seules 46% des personnes modifiaient leur comportement (augmentation de la prise hydrique et utilisation systématique de l'air conditionné).

*En conclusion, nos entretiens nous confirment que les systèmes de surveillance et d'alerte aux vagues de chaleur sont performants sur le territoire américain.*

*Par contre, l'éducation du public et sa motivation pour adopter un comportement adapté lors des chaleurs extrêmes ne sont pas satisfaisants : des recherches sont nécessaires pour améliorer l'efficacité de la communication, notamment auprès du public vulnérable.*

---

<sup>14</sup> « Heat watch/warning systems save lives, estimated costs and benefits for Philadelphia 1995-98 », Kristie L. Ebi et col, American Meteorological Society, August 2004, 1067-1071

<sup>15</sup> [http://www.epa.gov/heatisland/about/pdf/EHEguide\\_final.pdf](http://www.epa.gov/heatisland/about/pdf/EHEguide_final.pdf)

### 3. f. Adaptation à la dégradation de la qualité de l'air

#### Surveillance et alerte pour la pollution atmosphérique sur le territoire américain: le programme AirNOW

Les agences fédérales EPA, la NOAA, le NPS, les agences tribales, d'états et locales ont développé le site internet AirNOW pour mettre à la disposition du public les informations sur la qualité de l'air via l' « Air Quality Index » (AQI) <sup>(16)</sup>.

Le site offre les prévisions de qualité de l'air en temps réel (mises à jour toutes les heures) et pour le jour suivant pour plus de 300 villes sur l'ensemble du territoire des Etats-Unis. AirNOW pointe vers des sites secondaires gérés par les Etats. Par exemple, le site AirNOW de la Nouvelle Angleterre peut envoyer des alertes ciblées et fait appel à la responsabilité individuelle et collective pour réduire la pollution lors de pics de pollution (transport en commun, covoiturage...).

#### Information générale du public : « Air Quality guide for Ozone »

L'EPA a par ailleurs créé un guide de la qualité de l'air pour l'Ozone (2 pages) <sup>(17)</sup> qui précise les mesures de protection individuelles à adopter en fonction du niveau d'AQI (sous la forme d'un tableau synthétique), ainsi que les modifications comportementales pour améliorer la qualité de l'air au quotidien ou lors d'alertes à l'ozone.

*Nos entretiens nous confirment que même si le monitoring des polluants atmosphériques est bien développé via le programme AirNOW, il n'en demeure pas moins que 40% des capteurs du territoire américain détectent des concentrations d'ozone qui sont au-dessus des normes fédérales.*

*Par ailleurs, lors des pics d'ozone, il n'existe pas de mesures contraignantes et immédiates visant à réduire leur intensité. Les autorités locales font généralement appel au civisme et demandent à la population de « bien vouloir limiter ses déplacements ou d'utiliser les transports publics dont certains peuvent être gratuits. »*

---

<sup>16</sup> « Air Quality Index »: cet index précise les effets sur la santé qu'une personne peut ressentir dans les heures ou les jours suivant une exposition à un air pollué. L'EPA calcule cet index pour les 5 polluants majeurs réglementés par le Clean Air Act : l'ozone troposphérique, les particules, le monoxyde de carbone, le dioxyde de soufre et le dioxyde d'azote. Pour chacun de ces polluants, l'EPA a établi des standards nationaux pour protéger la santé publique.

<sup>17</sup> <http://www.epa.gov/airnow/aqguide.pdf>

### 3. g. Adaptation aux évènements climatiques extrêmes

#### Adaptation aux évènements climatiques extrêmes

Pour ce qui concerne la préparation et l'adaptation aux désastres, le "Federal Emergency Management Agency" (FEMA) et le "Department of Homeland Security" (DHS) travaillent en relation avec les Etats, les gouvernements locaux et les ONG pour préparer les plans d'intervention d'urgence climatique et informer les résidents et entreprises sur les risques et les comportements à adopter.

Les responsabilités individuelles et collectives pour l'adaptation aux cyclones et ouragans sont détaillées dans le lien ci-dessous <sup>(18)</sup>.

Par ailleurs, les Centers for Diseases Control and Prevention (CDC) ont développé un système d'information et d'alerte (via internet, téléphone, SMS...) pour les urgences de santé publique <sup>(19)</sup> (épidémies, attaques terroristes, tremblement de terre et désastres liés aux risques climatiques). Ces informations visent à préparer les populations exposées aux évènements climatiques extrêmes (cyclones, inondations) puis à gérer leurs suites de façon à préserver leur santé physique (air, eau et alimentation de qualité) et mentale.

#### Les limites actuelles de la capacité de réponse aux désastres climatiques: les leçons de Katrina

Lors du cyclone Katrina, des dysfonctionnements et retards ont été observés dans la mise en oeuvre de l'évacuation et des secours urgents (retard fédéral notamment) et ont accru le nombre de morts et de blessés à court terme.

De même, dans la gestion à long terme du post-désastre, la reconstruction ou la consolidation des infrastructures fondamentales liées à la santé (comme le « Charity Hospital » ou l'usine d'assainissement de l'eau « St Bernard Wastewater Plant ») font toujours l'objet de luttes politiques entre la ville et l'Etat de Louisiane.

Au delà des aspects sociaux-économiques, ces dysfonctionnements contribuent fortement à la dégradation importante de la santé physique et mentale des habitants.

#### L'action fédérale en 2009

L'exemple extrême de Katrina et les épisodes récents de pluies torrentielles et d'inondations ont mis en évidence certains dysfonctionnements dans l'organisation des secours, en partie dus à l'éclatement des responsabilités sur le territoire. Cela pourrait réduire la capacité d'adaptation des Etats-Unis face aux défis de santé publique liés au changement climatique.

A tel point que la secrétaire d'Etat Janet Napolitano, dès sa prise de fonction à la tête du DHS en Janvier 2009, a demandé une réévaluation complète de la capacité de réponse immédiate à une urgence de santé publique <sup>(20)</sup> au niveau national ainsi qu'un audit complet de la situation actuelle à la Nouvelle-Orléans.

Aujourd'hui, la ville de la Nouvelle-Orléans travaille sur un plan d'adaptation mais, selon l'un des

---

<sup>18</sup> [http://www.dhs.gov/xprepresp/gc\\_1224786766297.shtm](http://www.dhs.gov/xprepresp/gc_1224786766297.shtm)

<sup>19</sup> <http://emergency.cdc.gov/disasters/>

<sup>20</sup> [http://www.dhs.gov/xprepresp/gc\\_1224786766297.shtm](http://www.dhs.gov/xprepresp/gc_1224786766297.shtm)

experts que nous avons interviewé, « personne n'est vraiment préparé pour affronter des cyclones de type Katrina »

### 3. h. Adaptation aux maladies d'origine alimentaire et hydrique et aux maladies à transmission vectorielle

#### Un système de surveillance en place

La plupart des conséquences du changement climatique sur la santé n'étant pas nouvelles, les CDC ont mis en place depuis longtemps des systèmes de "tracking" <sup>(21)</sup> chargés de repérer l'émergence et l'extension des maladies infectieuses et parasitaires sur le territoire américain. Les principaux systèmes opérationnels sont les suivants:

- **Arbonet** enregistre les cas de maladies à transmission vectorielle, notamment la maladie de Lyme, sur l'ensemble du territoire.
- **Foodnet, Pulsenet et Outbreaknet** identifient rapidement et documentent les maladies d'origine alimentaire et hydrique.
- **Le NORIS** (National Outbreak Reporting System for Foodborne and Waterborne Diseases) centralise toutes ces données.

*Nos entretiens nous confirment que les systèmes de tracking en place sont performants pour recueillir des données de terrain mais que ces données ne sont pour l'instant pas consolidées par le CDC dans l'optique de servir la recherche et l'adaptation liées au changement climatique.*

### 3. i. Quelques exemples d'adaptation proactive

Dans les juridictions (locales ou états) avancées sur le volet « atténuation », le plan d'action « changement climatique » peut, dans un second temps, aborder les questions de l'adaptation proactive, et parfois celles en rapport avec la santé.

Aujourd'hui, certaines juridictions mettent en place des groupes de travail pour l'adaptation, en particulier dans le domaine de la santé publique, afin de prendre en compte les problèmes liés à la dégradation de la qualité de l'air, la montée des eaux, les événements climatiques extrêmes et les menaces sur la ressource en eau.

---

<sup>21</sup> <http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/westnile/index.htm>  
<http://www.cdc.gov/FoodNet/>  
<http://www.cdc.gov/pulsenet/>  
<http://www.cdc.gov/foodborneoutbreaks/>

## Au niveau local

### Exemple du King County (Etat de Washington, région de Seattle)

Fort de 15 ans d'expérience dans la lutte contre les gaz à effet de serre, le King County est un leader mondial en matière d'atténuation : son plan d'action « Climate Change » (22) est en place depuis de nombreuses années avec des équipes dédiées, des objectifs à moyen et long terme et une évaluation annuelle des résultats.

En coopération avec l'université de Washington et ICLEI (voir annexe 3), le King County a d'ailleurs produit en 2007 un document de référence « Preparing for Climate Change: A Guidebook for Local, Regional and State Governments » (23).

Bien qu'étant à l'avant garde dans le domaine du changement climatique, le King County démarre seulement aujourd'hui (24) sa réflexion et ses travaux de recherche sur l'adaptation proactive afin d'anticiper les conséquences socio-économiques de la montée des eaux et de l'augmentation des pluies torrentielles, attendues sur l'Etat de Washington à l'horizon 2030 : il est précisé dans son rapport 2008 que « préparer la communauté du King County aux impacts du changement climatique est un nouveau challenge que les autorités prennent en compte très sérieusement », en particulier ses impacts sur la santé humaine.

### Exemple de la ville de New York (Etat de New York):

La ville de New York a développé, à l'initiative de son maire, un projet « changement climatique et développement durable » très ambitieux, s'attaquant à la fois à l'atténuation et à l'adaptation, avec un volet santé publique.

Par exemple, un plan d'adaptation proactive « cyclone » vise à préparer l'évacuation de 3,5 millions de personnes en 6 heures par métro, avant son inondation dans l'éventualité d'un phénomène cyclonique majeur ! (New York City Disaster Planning). Depuis 2008 sont menées des actions d'information à l'attention des communautés vulnérables des zones inondables. Les détails du plan d'action de New York sont précisés dans le lien ci-dessous (25).

### Exemple de la ville d'Austin (Etat du Texas)

Le programme « protection du climat » de la ville d'Austin, en collaboration avec le groupe de travail sur le changement climatique du CDC, démarre un projet pilote visant à intégrer la santé publique dans les programmes locaux liés au changement climatique.

L'objectif de ce projet est d'intégrer les données de santé publique (locales, du Texas et fédérales) dans les critères d'évaluation du programme :

- en amont pour définir les stratégies locales d'atténuation et d'adaptation
- en aval pour mesurer les progrès réalisés, définir les futures priorités et identifier les bénéfices sur la santé

---

<sup>22</sup> <http://www.kingcounty.gov/exec/globalwarming.aspx>

<sup>23</sup> <http://your.kingcounty.gov/exec/news/2007/0912globalwarming.aspx>

<sup>24</sup> « Ready or not ? », Conference on Issues and Solutions for Adapting to Climate Change, Washington, 30 Avril 2009

<sup>25</sup> [http://www.nyc.gov/html/planyc2030/downloads/pdf/report\\_climate\\_change.pdf](http://www.nyc.gov/html/planyc2030/downloads/pdf/report_climate_change.pdf)

Pour plus de détails, se référer au lien ci-dessous (<sup>26</sup>).

## **Au niveau des Etats**

Il est heureux de constater que les états localisés dans les régions les plus exposées travaillent sur des plans d'adaptation.

### **Exemple de l'état de Washington**

Sous l'impulsion de son gouverneur (Christine Gregoire), cet état est engagé depuis longtemps et fait office de leader en matière d'atténuation et d'adaptation au changement climatique.

Orchestré par le département d'Ecologie de l'université d'état, l'évaluation finale les impacts du changement climatique au niveau local, par grand bassin de population, est aujourd'hui terminée (Rapport « Comprehensive Assessment of Climate Change Impacts on Washington State Group », rédigé par le Climate Change Group. Juin 2009).

Les impacts directs sur la santé humaine ont été identifiés et 2 axes prioritaires identifiés et approfondis: l'augmentation des vagues de chaleur et la dégradation de la qualité de l'air liées à l'ozone. Pour ces 2 aspects, les projections locales en termes de mortalité et de morbidité ont été étudiés.

Les risques sur la disponibilité des ressources en eau ont aussi été identifiés.

Les groupes de travail sur l'adaptation sont en place (« Preparation and Adaptation Working Groups » ou PAWG), y compris pour les questions de santé publique.

La prochaine étape est impulsée par une volonté politique forte et a fait l'objet d'une loi promulguée au printemps 2009 (E2SS135530): outre la mise en place d'une politique généralisée de réduction des gaz à effet de serre à tous les niveaux de l'état et de la société, il est demandé aux départements de l'Ecologie, de l'Agriculture, des ressources naturelles et du développement économique de concevoir d'ici décembre 2011 une stratégie globale d'adaptation au changement climatique applicable à l'état, aux entreprises privées et publiques, aux ONG et aux individus. Le cahier des charges, édicté par la loi, demande d'établir les priorités, de proposer des solutions, d'évaluer les coûts, de définir la communication via à vis du public et in fine de proposer de nouvelles réglementations. Les mesures concrètes d'adaptation liées à la santé devraient être définies dans ce cadre.

Le lien suivant permet d'accéder à toutes les ressources sur le sujet

Ressources pour l'état de Washington (<sup>27</sup>).

### **Exemple de l'état du Maryland**

La commission sur le changement climatique pour l'état du Maryland a été établie par ordre exécutif par le gouverneur en janvier 2007. Son objectif est de développer un plan d'action (« Climate Action Plan ») pour faire face aux vulnérabilités spécifiques du Maryland que sont

---

<sup>26</sup> « Addressing climate change and local public health: the Austin Climate Protection Program and the CDC Working Group on Climate Change Collaboration », Prudent and al, Journal of Environmental Health, April 2009. [http://www.cdc.gov/nceh/ehs/Docs/JEH/2009/April\\_09.pdf](http://www.cdc.gov/nceh/ehs/Docs/JEH/2009/April_09.pdf)

<sup>27</sup> <http://www.ecy.wa.gov/climatechange/adaptation.htm>

l'augmentation du niveau des eaux et l'augmentation des phénomènes climatiques extrêmes (vagues de chaleurs, ouragans, pluies torrentielles).

Publié en Août 2008, les risques identifiés pour la santé humaine sont l'augmentation très probable des mortalités liées vagues de chaleur (évaluées à 24 jours par an au dessus de 42°C) l'augmentation probable des maladies respiratoires liées à l'ozone, l'augmentation moins probable des risques de maladies infectieuse en raison de mesures préventives et curatives.

Le groupe en charge de l'adaptation (« Adaptation and Response Working Group ») recommande en particulier que des actions réglementaires et politiques soient engagées pour notamment « améliorer la préparation et la planification pour protéger les santé humaine, la sécurité et le bien-être. ». Les recommandation-clés du plan d'action en matière de santé publique sont d'améliorer la coordination entre les agences en charge de la santé et des secours, d'évaluer les conséquences de l'augmentation de la montée des eaux sur la santé humaine et coordonner la surveillance des maladies à transmission vectorielle et les programmes de prévention.

« Climate Action Plan » du Maryland <sup>(28)</sup>.

### **Exemple de l'état de la Californie**

La Californie vient de publier (Août 2009) le « California Climate Adaptation Strategy Discussion Draft » en réponse à l'ordre exécutif de Novembre 2008, avec un chapitre dédié à la santé publique qui identifie les impacts, les risques et les stratégies d'adaptation.

Piloté par le California Department of Public Health, le document de travail source du rapport, cité ci-dessous, aborde de façon exhaustive l'ensemble des risques de santé (vagues de chaleur, réduction de la ressource en eau, feux de forêts, intoxications alimentaires, pollution atmosphérique urbaine, montée des eaux, déplacements de population et troubles mentaux associés...) et propose les actions à mener pour y faire face.

« Public Health Adaptation Strategy Draft » <sup>(29)</sup>.

### **Au niveau fédéral**

Au niveau fédéral, les stratégies d'adaptation au changement climatique en sont encore au stade des discussions.

Il n'existe pas à ce jour d'organisation fédérale en charge de l'adaptation.

L'organisation USGCCGR (US Global Change Research Program, voir en annexe 4), orientée « recherche en changement climatique », n'est pas adaptée pour définir, organiser et coordonner les politiques d'adaptation au niveau fédéral.

L'idéal serait vraisemblablement la création d'une structure inter-agences sous pilotage politique à haut niveau (Maison Blanche ?) avec un budget spécifique.

---

<sup>28</sup> <http://www.mde.state.md.us/Air/climatechange/>

<sup>29</sup> <http://www.climatechange.ca.gov/adaptation/publichealth/index.html>

## **4. L'organisation de la recherche « changement climatique et santé » aux Etats-Unis**

Avec l'arrivée de l'administration Obama, la recherche « changement climatique et santé » devrait bénéficier de financements nouveaux.

Accompagnant le financement, une stratégie, une coordination et une organisation nouvelles devraient être définies.

Des pôles d'excellence devraient être créés autour d'agence(s) fédérale(s) et/ou de centres universitaires pluridisciplinaires et/ou d'écoles de santé publique.

Les programmes de recherche de ces pôles devraient s'orienter vers la modélisation des impacts sur la santé aux Etats-Unis et sur les adaptations à déployer au niveau local, régional et fédéral.

Le niveau du financement et la stratégie globale de cette recherche devraient être précisés dans les mois qui viennent et feront l'objet d'une mise à jour de ce rapport.

### **4. a. La recherche « changement climatique et santé » aujourd'hui**

#### **Une organisation et un financement inadéquats**

##### **Organisation**

La recherche « changement climatique et santé » est aujourd'hui organisée théoriquement sur 3 niveaux : l'Institut de Médecine à la National Academy of Sciences (NAS), le US Global Change Research Program (USGCRP, voir annexe 4) et les 3 agences fédérales en charge de la santé: l'EPA (Environmental Protection Agency), le NIEHS (National Institute of Environmental Health Sciences) et les CDC (Centers for Diseases Control and Prevention).



En pratique, l'absence d'autorité budgétaire du USGCRP interdit une véritable coordination inter-agences.

Dans sa conférence "Climate Change and Health Research : Creating a Roadmap", John Balbus (30), Chief Health Scientist à EDF (Environmental Defense), pointe, au delà de la faiblesse des budgets, l'absence de stratégie globale.

### **Financement**

Ces dernières années, en raison de financements modestes, les agences fédérales se sont davantage consacrées à des missions opérationnelles liées à l'adaptation réactive plutôt qu'à la recherche : l'EPA et les CDC ont produit des outils de préparation aux vagues de chaleur, à la pollution atmosphérique, aux cyclones, aux inondations (cf chapitre précédent).

Le financement de cette recherche est difficile à évaluer.

D'un point de vue budgétaire, le USGCRP comptabilise certains programmes qui ne sont pas directement liés au changement climatique, en particulier les programmes du NIEHS liés à l'ozone stratosphérique (effets des radiations UV liées au trou de la couche d'ozone sur la santé humaine) : en pratique le NIEHS est quasiment absent de cette recherche.

Les rédacteurs (31) du chapitre "Human Health" du SAP 4.6 estiment que le financement de la recherche extramurale (financée par les agences fédérales mais conduite dans des laboratoires de recherche extérieurs) est inférieur à 3 millions de dollars par an ce qui semble limité au regard des enjeux.

---

<sup>30</sup> Table ronde des 15 et 16 Janvier 2009 « Scientific needs and the research agenda for the health risks of climate change » à l'Institut de Médecine de la National Academy of Sciences à Washington

<sup>31</sup> « US funding is insufficient to address the human health impacts of and public health responses to climate variability and change », Kristie L. Ebi and al, Environmental Health Perspectives, online 27 Février 2009

Lors de nos entretiens, il nous a été confirmé que sous l'administration précédente, la recherche fédérale dans ce domaine était réduite en raison du déni concernant le changement climatique, de l'absence d'autorité budgétaire du USGCRP pour coordonner les travaux des agences fédérales et pour finir de la faiblesse des budgets alloués.

Malgré cela, le USGCRP a produit en 2008 le « SAP 4.6 » et en juin 2009 le « US Global Change Impacts in the United States », sources majeures du présent rapport.

### Des données quantitatives insuffisantes

Depuis 1999, date à laquelle il est fait mention d'impacts du changement climatique sur la santé dans les rapports du GIEC, des études ont permis des avancées significatives dans la compréhension des impacts qualitatifs du changement climatique sur santé.

En revanche, les modèles permettant d'établir des projections quantitatives de mortalité ou de morbidité pour les Etats-Unis, indispensables pour la prise de décision politique, restent à développer, à l'exception de modèles « vagues de chaleur » et « pollution aigüe à l'ozone » (cf chapitre 2).

Le tableau ci-dessous, évaluant le nombre relatif d'études concernant la problématique « changement climatique et santé » aux Etats-Unis, montre clairement que de nombreux domaines de la recherche fondamentale restent à couvrir.

Impacts sur la santé	Etudes explorant les interactions santé/climat	Etudes portant sur les projections quantitatives sur la santé
Vagues de chaleur	++ <sup>(32)</sup>	+
Autres événements climatiques extrêmes	+	0
Maladies d'origine hydrique et alimentaire	++	0
Maladies à transmission vectorielle	+	0
Pollution atmosphérique	++	+
Allergènes de l'air	+	0
Autres (santé mentale, déplacements de populations)	+	0

<sup>32</sup> légende :

+ indique qu'il y a quelques études publiées

++ indique qu'il y a un nombre relativement grand d'études publiées

## 4. b. La recherche « changement climatique et santé » demain

### Répondre aux incertitudes scientifiques

Le chapitre 5 du SAP 4.6 (33) est consacré aux avancées récentes de la recherche et aux recommandations pour les années à venir.

Les principales recommandations concernant les besoins en recherche sont les suivantes :

- Développer des modèles quantitatifs d'impacts sur la santé dans le domaine des maladies infectieuses, des événements de type cyclones, des allergies, de la santé mentale ... Il s'agit en pratique d'être capable de chiffrer le nombre de morts ou de malades supplémentaires liés au changement climatique pour arbitrer par exemple les politiques d'adaptation en santé publique.
- Développer des modèles d'impacts sur la santé à l'échelle locale ou régionale, indispensables pour mettre en place les politiques d'adaptations au niveau local.
- Caractériser localement les capacités adaptatives et les vulnérabilités en fonction du délai dans lequel les risques climatiques sont attendus afin de prioriser les plans d'action. La montée des eaux à la Nouvelle Orléans est attendue dans un délai à plus long terme que de prochains cyclones par exemple.
- Améliorer les connaissances sur l'écologie des maladies infectieuses nouvelles ou émergentes et leur dynamique de transmission. Aujourd'hui, les modèles sont capables de prédire que l'aire de répartition de la maladie de Lyme s'étend vers le Nord mais ils ne permettent pas de connaître l'évolution du nombre de personnes susceptibles d'être touchées par cette maladie.
- Evaluer l'efficacité des programmes actuels : l'efficacité des projets d'adaptation, prenant en compte leur rapport coût-bénéfice, n'est généralement pas mesurée (à l'exception du système PWWS qui a été évalué à Philadelphie), certains systèmes de surveillance et d'alerte aux vagues de chaleur n'ont pas eu l'efficacité escomptée (voir « limites des systèmes d'alerte précoce des vagues de chaleur » dans le chapitre 3): des recherches complémentaires sont nécessaires pour comprendre comment les messages de santé publique peuvent être plus efficaces auprès de leurs cibles.
- Anticiper les besoins en infrastructures nécessaires pour protéger les populations contre les événements climatiques extrêmes (par exemple les digues à la Nouvelle-Orléans), sécuriser les ressources en eau ou diminuer les îlots de chaleur en ville.

### Créer les pôles d'excellence de demain

Si le financement arrive se posera alors la question de la création et de l'organisation d'une recherche « changement climatique et santé » rapidement opérationnelle.

De plus, cette recherche a jusqu'à présent été réalisée par une poignée de scientifiques seniors (Pat Kinney et son équipe à Columbia, Jonathan Patz à Wisconsin University, Kristie Ebi consultante GIEC/Stanford, Erin Lipp à Emory University, Mark Wilson à Michigan University et

---

<sup>33</sup> <http://downloads.climatescience.gov/sap/sap4-6/sap4-6-final-report-Ch5-CommonThemes.pdf>

quelques autres... voir chapitre 5) qui sont à la fois chercheurs, experts et évaluateurs de l'USGCRP, ce qui pose des problèmes déontologiques.

*D'après les entretiens que nous avons menés, il semble que plusieurs approches s'affrontent pour la création des pôles d'excellence :*

- soit concentrer les moyens sur un ou deux pôles universitaires pluridisciplinaires réunissant les experts actuels (autour des centres aujourd'hui en pointe sur le changement climatique, par exemple Stanford et Columbia)*
- soit éclater davantage les moyens sur de plus nombreux centres avec une position centrale des CDC.*

Avec le changement d'administration, plusieurs initiatives sont en cours :

- Au cours du second trimestre 2009, suite à la table ronde des 15 et 16 Janvier 2009 « Scientific Needs and the Research Agenda for the Health Risks of Climate Change » pointant notamment l'absence de coordination inter-agences, les représentants de l' EPA, des CDC, du NIEHS, de la NOAA, de l' USDA et du Department of State se sont réunis de façon informelle pour examiner le portefeuille des études en cours. L'idée est de proposer au USGCRP une stratégie et un programme de recherche dans les mois qui viennent : une conférence interagences devrait se tenir à ce sujet en Janvier 2010.
- A l'initiative de Environmental Defense (EDF. John Balbus), de Trust for America Health (TFAH) et du Natural Resources Defense Council (NRDC), une proposition de loi (34) a été déposée au Congrès le 7 Mai 2009, le « Climate Change Health Protection and Promotion Act ». Elle vise à développer un plan d'action national pour préparer les professionnels de santé aux impacts du changement climatique sur la santé publique. Elle suggère entre autres de doter la recherche fédérale sur le « changement climatique et santé publique » d'un budget de 200 millions de dollars (conformément à un rapport de « Environmental Health Perspectives ») et d'attribuer un rôle prépondérant aux CDC pour orchestrer la recherche et l'adaptation dans ce domaine.
- Dans tous les cas et quelles que soient les options retenues, cette recherche va être confrontée à une pénurie de chercheurs de nouvelle génération, résultat de l'absence chronique de financement et de formation dans les écoles de santé publique (à quelques exceptions près, dont Columbia)

## **Financer la recherche de demain**

Par ailleurs, selon les auteurs de l'article cité en note (28), les agences fédérales auraient besoin d'un budget annuel de 100 millions de dollars pour développer des programmes de recherche solides (intra et extramurales).

La proposition de loi concernant le climat (Projet de loi Waxmann et Marquay) suggère une allocation de 0,1% de ses ressources à "Climate Change and Health", ce qui pourrait représenter 100 millions de dollars en 2012 !

---

<sup>34</sup> <http://www.edf.org/pressrelease.cfm?contentID=9706>

Les incertitudes sur le financement de la recherche de demain devraient être levées dans les mois qui viennent.

## 4. c. Le rôle des agences fédérales aujourd'hui et demain

### Environmental Protection Agency (EPA)

#### Focus sur l'adaptation

En matière d'impact du changement climatique sur la santé, l'EPA, à travers son programme « Climate Change » (34) a développé des outils de supports à la décision, principalement dans le domaine de la qualité de l'air (« Air Quality Guide For Ozone ») et de la qualité de l'eau, a participé à la rédaction du SAP4 .6 et a créé des outils d'information à destination du grand public (dossier en ligne sur son site, guides « vagues de chaleur » et « ozone »).

#### Une recherche réduite

Alors que l'EPA a été leader pendant 20 ans en matière de recherche dans ce domaine, l'absence de financement ces dernières années a réduit considérablement ses capacités.

Quelques programmes de recherche en santé sont en cours :

- Dans le cadre du programme STAR (« Science To Achieve Results »), deux études ont pour objectif d'évaluer l'impact du changement climatique sur les maladies allergiques, avec un budget de 1,8 millions de dollars sur 4 à 5 ans.
- Une étude d'impact de l'ozone atmosphérique urbain sur l'hospitalisation des enfants asthmatiques à Detroit (3).
- Une étude, menée à l'université du Wisconsin, vise à évaluer les risques liés aux vagues de chaleur et à la contamination des eaux dues à des pluies torrentielles dans l'état du Wisconsin.

#### Une nouvelle réglementation qui aura des conséquences

Le 17 avril 2009, après seulement 60 jours d'instruction du dossier, l'EPA a publié les résultats de son enquête quant à la dangerosité des GES pour « la santé et le bien-être » des américains. Cette étude, que l'agence était tenue de conduire suite à sa condamnation en avril 2007 par la Cour Suprême, amène l'exécutif à pouvoir réglementer les GES (par obligation statutaire) et offre donc à l'administration un levier dans les discussions avec le Congrès, au cas où celui-ci rechignerait à ratifier un texte ambitieux sur le climat.

Cette conclusion (« endangerment finding ») portant principalement sur la santé au sens large, elle ouvre la porte à des recherches plus poussées sur ce thème et à une véritable organisation du système de santé autour des questions climatiques, notamment au sein de l'EPA.

Bibliographie: BE Etats-Unis 163 du 23/04/09– Les Etats-Unis en route vers une réglementation de leurs émissions de GES: <http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/058/58772.htm>

## National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS)

### Responsable: Chris Portier

Office of Risk Assessment Research

Représentant du NIEHS pour le groupe de discussion interagences

### Un budget opaque

La physionomie actuelle du budget « effets du changement climatique sur la santé » reflète l'absence de stratégie globale des NIH.

En effet, la ligne budgétaire « Health Effects of Climate Change » au NIH annonce près de 300 millions de dollars en 2009! En pratique, un nombre très limité d'études (évalué à moins de 10) examine réellement le lien entre changement climatique et santé.

En revanche, un nombre plus important de travaux étudie les variables de santé dont certaines sont influencées par le changement climatique sans que le lien dynamique soit spécifiquement fait. De même, des travaux portant sur les rayonnements UV, d'un montant supérieur à 50 millions de dollars, sont comptabilisés dans ce budget.

En complément ont été identifiés quelques travaux sur la modélisation géographique de maladies à transmission vectorielle et certaines intoxications alimentaires liées à la chaleur dans une ligne budgétaire « Climate Change » pesant 4 millions de dollars.

Sans qu'il soit possible aujourd'hui d'en évaluer le montant, le budget des NIH consacré à cette recherche est donc considérablement inférieur aux 300 millions de dollars annoncés.

Les responsables des NIH sont parfaitement conscients de ce problème d'affectation budgétaire pointé récemment par K Ebi (voir référence 28) : une redéfinition du contenu scientifique de « impacts du changement climatique sur la santé » et une mise à jour de la ventilation budgétaire sont en cours au NIH.

### Une dynamique à créer

Aujourd'hui, les impacts du changement climatique sur la santé ne sont pas pris en compte de façon formelle au NIEHS : cette problématique n'est pas citée dans la liste des « Environmental Health Topics » (35) ou les travaux de recherche de l'institut.

Dans l'avenir, le NIEHS devrait prendre le leadership au sein des NIH pour organiser cette recherche et financer des équipes et/ou programmes multidisciplinaires, multisites et interconnectés (exemple du programme du National Center for Disaster Mental Health Research (NCDMHR) cité dans le chapitre 5).

Une équipe internationale vient d'être créée en Juin 2009 pour évaluer les bénéfices de la réduction des gaz à effets de serre sur la santé (36).

Les résultats de cette étude seront une source d'information pour la Conférence de Copenhague sur le Changement Climatique de décembre 2009.

Chris Portier représente le NIEHS dans cette équipe.

---

<sup>35</sup> <http://www.niehs.nih.gov/health/topics/index.cfm>

<sup>36</sup> <http://www.niehs.nih.gov/news/newsletter/2009/june/gas.cfm>

## Centers for Diseases Control and Prevention (CDC)

**Responsable : Mike Mac Geehin**

Directeur associé du Global Climate Change

### Des ambitions fortes

Au sein du « National Center for Environmental Health » (NCEH)<sup>(37)</sup>, une structure spécifique, le « Global Climate Change and Public Health », est en charge du sujet « changement climatique et santé » et a identifié 10 actions prioritaires de santé publique pour faire face aux défis du changement climatique.

### Les moyens de ces ambitions en 2009

Jusqu'en 2008, malgré les ambitions affichées, cette équipe réduite n'a pas eu les moyens de développer sa capacité de recherche et d'éducation du public en raison d'un financement inférieur à 1 million de dollars (700 000 dollars en 2008 dont 600 000 consacrés aux frais de fonctionnement), financement de plus « obtenu en interne », c'est à dire ne faisant pas l'objet d'une allocation fédérale officielle.

De fait, les activités des CDC sur le changement climatique se sont focalisées sur les vagues de chaleur.

En 2009, un budget spécifique de 7,5 millions de dollars a été attribué dans le cadre de l'« Omnibus Spending Bill 2009 ».

Pour 2010, le budget serait de 15 millions de dollars.

Cette allocation change la donne et permettra aux CDC de développer son ambitieux programme et de vraisemblablement jouer un rôle important à l'avenir.

Selon nos informations, les affectations budgétaires seraient, par ordre décroissant :

- Etendre la capacité de recherche des CDC sur « changement climatique et santé humaine » en finançant la recherche extramurale (via le « Climate Change : Environmental Impact on Human Health Award ») et en renforçant l'expertise intramurale (via des « Intramural Funding for Climate Change and Health Grants »).
- Développer la capacité de support et de coopération décentralisée au niveau des départements de santé des états et locaux, notamment pour la collecte et le traitement des données. (Par exemple le projet avec la ville d'Austin du chapitre 3).
- Développer l'équipe de chercheurs au sein des CDC.
- Communiquer sur les aspects « santé » liés au changement climatique.

---

<sup>37</sup> [http://www.cdc.gov/climatechange/pubs/Climate\\_Change\\_Policy.pdf](http://www.cdc.gov/climatechange/pubs/Climate_Change_Policy.pdf)

#### 4. d. Les axes prioritaires de recherche selon certains experts

Selon	Priorités de recherche
Expert 1	Fonder des centres d'excellence Développer la modélisation sur l'ensemble des problématiques de santé liées au changement climatique (cyclones, maladies infectieuses, allergies...) Développer des plans d'adaptation spécifiques
Expert 2	Développer la modélisation à l'échelle locale Evaluer les bénéfices de l'atténuation sur la santé publique Préparer les infrastructures
Expert 3	Développer des modèles géographiques, temporels et de vulnérabilité Améliorer la préparation des interventions (information, diagnostic, capacité) Evaluer les risques sur la santé de nouvelles sources d'énergie

# ANNEXE 1: Les principales sources

## Chapitre 1 (Changement climatique et impacts sur la santé)

- Rapport 2007 du GIECC (38) (Groupe Intergouvernemental d'Experts sur le Changement Climatique), chapitre 8 « Santé humaine ».
- Table ronde (39) des 15 et 16 Janvier 2009 : "Scientific Needs And The Research Agenda For The Health Risks Of Climate Change" à l'Institut de Médecine de la National Academy of Sciences à Washington.

## Chapitre 2 (Les impacts du changement climatique sur la santé aux Etats-Unis)

- SAP 4.6 (40) (Synthesis and Assessment Product 4.6) Final Report: "Analyses of the Effects of Global Change on Human Health and Welfare and Human Systems". Auteurs: Kristie L. Ebi, Ph.D., ESS LLC. Anne E. Grambsch, U.S. EPA. Frances G. Sussman, Ph.D., Environmental Economics Consulting. Thomas J. Wilbanks, Ph.D., Oak Ridge National Laboratory.
- Rapport "Global Climate Change Impacts in the United States" (41), partie « Santé Humaine » du « US Global Change Research Program », publié en Juin 2009.
- Rapport 2007 du GIECC (Groupe Intergouvernemental d'Experts sur le Changement Climatique) Chapitre "North America".
- « Adressing Existing Vulnerabilities in Adaptation Policies » Kristie L. Ebie, Anthony Nyong, 2009.

## Chapitre 3 (Les stratégies d'adaptation)

- SAP 4.6 (Synthesis and Assessment Product 4.6) Final Report. "Analyses of the effects of global change on Human Health and Welfare and Human Systems".
- Rapport 2007 du GIECC (Groupe Intergouvernemental d'Experts sur le Changement Climatique), Chapitre 14 « North America ».

---

<sup>38</sup> <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter8.pdf>

<sup>39</sup> <http://www.iom.edu/CMS/3793/4897/60756.aspx>

<sup>40</sup> <http://www.climate-science.gov/Library/sap/sap4-6/final-report/sap4-6-final-all.pdf>

<sup>41</sup> <http://downloads.globalchange.gov/usimpacts/pdfs/health.pdf>

- Plans d'actions climat 2008 et 2009 des états du Maryland, Washington et Californie

## Chapitre 4 (L'organisation de la recherche)

- Interview de Kristie L. Ebi, PhD, MD (Mai 2009)  
Executive Director, IPCC Working Group II Technical Support Unit  
Carnegie Institution  
Stanford California
- Interview John Balbus, MD, MPH (Mai 2009)  
Chief Health Scientist  
Environmental Defense Fund (EDF)
- Interview de George Luber (Mai 2009)  
Associate Director for Global Climate Change,  
National Center for Environmental Health au Center for Disease Control and Prevention  
(CDC)
- Interview de Joshua P. Rosenthal (Juin 2009)  
Deputy Director  
Division of International Training and Research  
Fogarty International Center, National Institutes of Health (NIH)

# **ANNEXE 2: Les impacts sur la santé**

## **Augmentation des décès imputables aux vagues de chaleur**

Les vagues de chaleur engendrent un stress thermique qui épuise les organismes et provoque crise cardiaque et décès précoces, en particulier chez les personnes âgées dont le nombre va considérablement augmenter au cours de ce siècle.

Elles aggravent aussi l'état de santé préexistant d'autres catégories à risque, en particulier les diabétiques et les personnes obèses.

Les autres catégories à risque sont les enfants, les citadins et les pauvres.

Pour mémoire, la vague de chaleur qui a touché l'Europe en 2003 a provoqué 35000 décès supplémentaires.

## **Augmentation des décès, traumatismes corporels directs et indirects dus aux événements climatiques extrêmes**

Des millions de personnes sont touchées chaque année par les cyclones, les inondations, les sécheresses..., pour un coût évalué à plusieurs milliards de dollars.

Les conséquences sur la santé des inondations et des cyclones sont complexes : depuis les traumatismes corporels directs jusqu'aux dommages secondaires liés à la contamination des eaux potables, aux pénuries alimentaires, aux maladies infectieuses et aux troubles mentaux.

## **Augmentation des maladies mentales chez les populations exposées aux événements climatiques extrêmes**

Le stress post-traumatique dû aux événements climatiques extrêmes altère durablement la santé mentale des populations atteintes et pourrait être plus grave à long terme que traumatismes physiques directs.

Les études épidémiologiques <sup>(42)</sup> <sup>(43)</sup> menées à la Nouvelle-Orléans auprès de survivants du cyclone Katrina montrent une prévalence particulièrement élevée de stress post-traumatique et de troubles mentaux graves liés à l'anxiété aussi bien quelques mois que plusieurs années après le désastre.

## **Augmentation des affections respiratoires dues à la prolifération de polluants atmosphériques en zone urbaine**

---

<sup>42</sup> <http://archpsyc.ama-assn.org/cgi/content/abstract/64/12/1427>

<sup>43</sup> [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18180768?ordinalpos=1&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed\\_ResultsPanel.Pubmed\\_RVDocSum](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18180768?ordinalpos=1&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum)

En 2000, 800 000 décès ont été attribués à la pollution de l'air due à l'ozone, à la matière particulaire fine et aux autres polluants.

Certaines villes, comme Los Angeles ou Mexico, sont prédisposées à une mauvaise qualité de l'air car leur spécificité géographique favorise la formation de polluants atmosphériques tout en restreignant leur dispersion.

Les effets nocifs des polluants atmosphériques urbains sur la santé sont connus. Une exposition courte (jusqu'à 24 heures) à un niveau élevé d'ozone exacerbe les affections respiratoires aiguës (pneumonie, asthme, rhinite allergique...) et les hospitalisations et peut potentiellement tuer les individus à risque.

Une exposition chronique serait associée à d'autres affections respiratoires chroniques dont les cancers.

L'accroissement prévisible des niveaux d'ozone dans les villes augmentera l'incidence des affections respiratoires aiguës et chroniques ainsi que la mortalité des individus à risque.

## **Accroissement de la malnutrition dans certaines régions en raison de la diminution des rendements agricoles et de la pêche**

Les projections récentes suggèrent que la moitié de la population mondiale pourrait être confrontée à des restrictions alimentaires sévères d'ici la fin du siècle en raison de l'augmentation des températures.

Ainsi, la malnutrition pourrait être la plus importante conséquence du changement climatique sur la santé en raison du nombre important de personnes touchées.

## **Augmentation des diarrhées infectieuses d'origine hydrique**

Les épisodes de sécheresse extrême, d'inondations dues à des pluies torrentielles ou à des tempêtes tropicales entraînent une dégradation importante de la qualité microbiologique de l'eau et sa contamination par des agents infectieux responsables, selon la région, du choléra, de la giardiose, de la campylobactériose...

## **Augmentation des toxi-infections alimentaires (TIA).**

De nombreuses études ont confirmé une corrélation directe entre des températures élevées et des toxi-infections alimentaires responsables de diarrhées à salmonelle par exemple.

Pour plus d'informations, se référer au site du CDC « Division of Foodborne, Infectious and Mycotic Diseases »<sup>(44)</sup>.

## **Contraction ou extension géographique de certaines maladies à transmission vectorielle**

Avec le réchauffement climatique, l'aire de répartition de certains insectes vecteurs de maladies humaines va s'étendre et leur période de reproduction va s'allonger.

Ces maladies sont parmi les plus étudiées dans le cadre du changement climatique et il y a aujourd'hui des preuves d'extension vers le Nord des maladies à tiques (maladie de Lyme) et à moustiques (leishmaniose) respectivement en Amérique du Nord et en Europe.

Pour ce qui concerne la malaria, les résultats des modélisations suggèrent, selon les zones

---

<sup>44</sup> <http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/index.html>

géographiques, une extension (en Afrique centrale et du sud, en Asie) ou au contraire une contraction (en Amérique centrale) de l'exposition au risque d'exposition au moustique. Pour plus d'informations, se référer au site du CDC « Division of Vector Borne Infectious Diseases » <sup>(45)</sup>

**Augmentation de l'incidence des allergies au pollen** (asthme et allergies) dues en particulier à la prolifération de plantes au pollen particulièrement allergisant (type ambroisie)

---

<sup>45</sup> <http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/index.html>

# ANNEXE 3: Les programmes d'atténuation au niveau des villes et des Etats

Ces programmes sont beaucoup plus visibles et développés que ceux visant l'adaptation, en particulier aux risques liés à la santé publique.

Il n'existe pas d'inventaire exhaustif de ces programmes.

Quelques exemples significatifs sont présentés ci-dessous.

- Le « US Mayor Climate Protection Agreement » (46) : aujourd'hui, près de 950 villes ont signé cet accord qui se concentre sur la réduction des GES à travers l'amélioration de l'efficacité énergétique. Néanmoins, un plan d'action vise à planter des arbres afin de réduire les îlots de chaleur ou « Urban Heat Islands » lors de vagues de chaleur.
- Les « Climate Change Action Plan » des états (Maryland, Californie, Alaska, Washington) coalitions d'états : ils ont vocation d' établir un diagnostic des impacts du changement climatique sur tous les secteurs liés à l'activité humaine ou sur les espaces naturels et ils visent en premier lieu la réduction locale des GES.  
Par exemple, le « New England Climate Coalition » (47) (réunissant les états du Connecticut, Rhode Island, Maine, New Hampshire et Massachussets) a produit en 2001 un plan d'action changement climatique ambitieux visant à réduire les émissions de GES.

Aujourd'hui, ces plans d'action commencent à peine à intégrer la dimension adaptation par la mise en place de groupes de travail, en particulier dans le domaine de la santé publique afin de prendre en compte les problèmes liés à la dégradation de la qualité de l'air, les événements climatiques extrêmes et la réduction de la ressource en eau.

- Le programme CCP (Cities for Climate Protection) (48) : ce programme assiste les villes dans l'adoption et la mise en place de mesures quantifiables pour réduire les émissions locales de GES, améliorer l'environnement urbain et la qualité de l'air.  
Au total, 700 gouvernements locaux participent au CCP, intégrant l'atténuation du changement climatique dans leur processus de décision selon une méthodologie en 5 étapes : établir un état des lieux et une prévision des émissions au départ, définir un

---

<sup>46</sup> <http://usmayors.org/climateprotection/ClimateChange.asp>

<sup>47</sup> <http://www.newenglandclimate.org/index.htm>

<sup>48</sup> <http://www.iclei.org/index.php?id=800>

objectif de réduction des émissions pour l'année suivante, développer un plan d'action local, appliquer le plan via des politiques et des actions et mesurer les résultats. Le programme CCP est une des campagnes de « ICLEI local governments for sustainability ».

ICLEI est une organisation internationale qui fédère 1075 villes, communes ou districts dans 66 pays autour du projet commun d'atténuation du changement climatique au niveau local. 543 villes, communes ou « county » américains sont membres de ICLEI, 10 villes françaises.

# **ANNEXE 4: Le « United States Global Change Research Program » (USGCRP)**

## **Organisation**

Aux Etats-Unis, le USGCRP (ex USCCSP) est responsable de la coordination des moyens pour générer les connaissances scientifiques nécessaires à la compréhension, la prédiction et les réponses au changement climatique.

Il a 5 principaux objectifs : améliorer les connaissances fondamentales sur la science du climat, mieux quantifier les changements, réduire les incertitudes sur les projections, comprendre la sensibilité et l'adaptabilité des écosystèmes et des sociétés humaines, gérer les risques et les opportunités liés au changement climatique.

Ce programme fédère la recherche sur le changement climatique conduite par 13 agences fédérales et supervisée par l' « Office of Science and Technology Policy », the « Council on Environmental Quality », the « National Economic Council » and the « Office of Management and Budget ».

Les agences impliquées dans le USGCRP sont précisées dans le lien (49).

Le USGCRP produit des rapports <sup>(50)</sup> d'évaluation et de synthèse sur les problèmes scientifiques, socio-économiques et politiques liés au changement climatique afin d'alimenter le débat public et de la prise de décision.

## **Budget**

Le budget 2009 du USGCRP est d'environ 2 milliards de dollars.

Depuis 13 ans, 20 milliards de dollars ont été investis dans la recherche sur le changement climatique au travers de ce programme.

Cependant, son financement a décliné au cours des 10 dernières années.

## **Recommandations du NRC**

A la demande du USGCRP, le National Research Council a mis en place en 2007 un comité d'experts indépendants pour évaluer ce programme et identifier les futures priorités.

---

<sup>49</sup> <http://www.climate-science.gov/about/agencies.htm>

<sup>50</sup> <http://www.climate-science.gov/default.php>

Un premier rapport a été rendu en 2007 concernant les méthodes et les résultats.

Le second rapport (<sup>51</sup>), remis en février 2009, préconise d'intégrer davantage la recherche multidisciplinaire (en particulier les sciences sociales) à la recherche plus fondamentale menée jusqu'à présent, dans une optique d'approche globale du changement climatique.

D'après ces experts, une telle approche, depuis les sciences dures jusqu'aux outils d'aide à la décision, est nécessaire pour faire face aux nombreux problèmes tels que les événements climatiques extrêmes et les désastres, la montée des eaux, les ressources en eau, la sécurité alimentaire, la santé humaine et les impacts économiques.

Les 6 priorités préconisées sont :

- Réorganiser le programme en intégrant les aspects sociétaux aux problématiques scientifiques
- Mettre en place un observatoire du climat
- Développer des modèles de nouvelle génération couplant atmosphère-océan-terre-humain
- Renforcer la recherche sur l'adaptation, l'atténuation et les vulnérabilités.
- Initier une évaluation nationale des risques et coûts des impacts du changement climatique et des options pour y répondre
- Coordonner les initiatives fédérales à fournir des informations, des outils et des prévisions à destination des décideurs

Etant donné le changement d'administration et la nomination de nouveaux directeurs d'agences fédérales concernées par le couple indissociable « climat-énergie », le NRC considère qu'il y a une opportunité unique de restructurer et de relancer le programme de recherche sur le changement climatique, sous réserve d'un investissement approprié, d'un bon encadrement et d'un fort support de la Maison Blanche.

---

<sup>51</sup> "Restructuring Federal Climate Research to Meet the Challenges of Climate Change".  
<http://www8.nationalacademies.org/onpinews/newsitem.aspx?RecordID=12595>

# ANNEXE 5: Les centres de recherche de demain

La recherche « changement climatique et santé » étant sous financée depuis de nombreuses années, il n'existe pas à proprement parler de centres de recherche spécifiques dans ce domaine.

Les travaux apparaissent davantage comme des programmes ciblés au sein d'écoles de santé publique ou de centres universitaires pluridisciplinaires dédiés aux sciences environnementales et/ou climatiques. De fait, le nombre de chercheurs et/ou de centres dédiés est aujourd'hui limité mais devrait permettre de constituer le socle des futurs pôles d'excellence.

## Université d'état de Géorgie

### Structure

Department of Environmental Health Sciences <sup>(52)</sup> du College of Public Health

### Domaines de recherche

#### Pollution chimique et microbiologique de l'eau

Les travaux de recherches <sup>(53)</sup> portent sur le rôle et l'impact du changement climatique et de la température sur les maladies et les pathogènes d'origine hydrique. Ils cherchent à évaluer en particulier les effets des orages et des sécheresses sur les niveaux de salmonelles et de campylobactéries.

### Chercheur

**Erin K Lipp** <sup>(54)</sup>

Professeur associé

Centres d'intérêt : rôle de l'environnement dans la transmission des maladies d'origine hydrique, changement climatique et maladies.

---

<sup>52</sup> <http://www.publichealth.uga.edu/ehs/>

<sup>53</sup> [http://www.publichealth.uga.edu/ehs/research/ehs\\_research\\_areas.html](http://www.publichealth.uga.edu/ehs/research/ehs_research_areas.html)

<sup>54</sup> [http://www.publichealth.uga.edu/ehs/about\\_ehs/directory/faculty/lipp.html](http://www.publichealth.uga.edu/ehs/about_ehs/directory/faculty/lipp.html)

## Université d'état de Washington

### Structure

Le “**Climate Impacts Group**” (CIG) au “Center for Science in the Earth System” <sup>(55)</sup>

Le CIG est un groupe de recherche interdisciplinaire qui étudie les impacts du changement climatique sur la côte Nord-Ouest des Etats-Unis, afin d'augmenter l'adaptabilité de cette région au changement climatique via l'atténuation et l'adaptation.

Structure à priori unique aux Etats-Unis, le CGI se situe à la croisée de la science du climat et de la politique publique. Le CGI mène des travaux de recherche fondamentale sur les impacts régionaux du changement climatique et travaille avec les politiques locaux pour intégrer les résultats de ces travaux dans les processus de décision régionaux.

Ses recherches se concentrent sur la ressource en eau, les écosystèmes aquatiques et forestiers, les systèmes côtiers et les dimensions sociétales traitant des questions de santé.

### Domaines de recherche

#### Vagues de chaleur et pollution de l'air

Les travaux ont donné lieu à la publication du rapport suivant : « Public Health Impacts of Climate Change in Washington State: Projected Mortality Risks Due to Heat Events and Air Pollution » <sup>(56)</sup>.

### Chercheur

**Richard A. Fenske** <sup>(57)</sup>

Professeur associé

Department of Environmental and Occupational Health Sciences

Centres d'intérêt : Développement de nouveaux modèles pour prédire les morbidités et mortalités dues aux vagues de chaleur et à la dégradation de la qualité de l'air.

---

<sup>55</sup> <http://cses.washington.edu/cig/>

<sup>56</sup> <http://cses.washington.edu/db/pdf/wacciach10health653.pdf>

<sup>57</sup> [http://depts.washington.edu/envhlth/faculty.php?Fenske\\_Richard](http://depts.washington.edu/envhlth/faculty.php?Fenske_Richard)

## Université de Columbia (New York)

### Structure

Department of Environmental Health Sciences (<sup>58</sup>) de la Mailman School of Public Health

### Domaines de recherche

Recherche à l'intersection du changement climatique, de la santé et de la politique

**Pollution atmosphérique** : les travaux portent sur les impacts sur la santé du changement climatique et de la pollution atmosphérique : qualité de l'air et justice environnementale, impact de l'ozone et des particules sur la santé respiratoire et les mortalités dans les grandes villes...

**Vagues de chaleur** : élaboration des projections de l'impact des vagues de chaleur pour la métropole de New York.

**Allergies** : travaux en cours sur la relation entre changement climatique et maladies allergiques liées au pollen.

### Chercheurs

**Patrick L. Kinney**<sup>59</sup>

Professeur associé

Centres d'intérêt: vagues de chaleur, allergies,

Création du premier programme interdisciplinaire, de recherche et d'enseignement consacré aux impacts potentiels du changement climatique sur la santé humaine.

**Kim M. Knowlton**

Professeur assistant

Centres d'intérêt: pollution à l'ozone

---

<sup>58</sup> <http://www.mailman.hs.columbia.edu/ehs/index.html>

<sup>59</sup> <http://www.mailmanschool.org/msphfacdir/profile.asp?uni=plk3>

## Université d'état du Wisconsin

### Structure

Le « **Center for Sustainability and the Global Environment** » (SAGE) au « Nelson Institute for Environmental Studies »

Cet institut est centré sur la compréhension des relations entre les hommes et la planète, et la recherche de solutions aux problèmes environnementaux à tous les niveaux.

Il accueille 4 centres de recherche dont le [Center for Sustainability and the Global Environment](#) (SAGE) qui rassemble des chercheurs en sciences naturelles, sociales et de médicales et mène des travaux interdisciplinaires sur la santé publique, la qualité de l'air, l'environnement urbain, le climat, l'agriculture, l'énergie et l'eau.

Le SAGE catalyse les approches interdisciplinaires sur le campus de Madison entre les centres du Nelson Institute, le Department of Population Health Sciences et son Center for Global Health et d'autres structures. Son objectif est de « trouver des solutions pour la santé des populations d'aujourd'hui sans compromettre celle des générations futures ».

### Domaines de recherche

Le SAGE développe plusieurs programmes <sup>(60)</sup> de recherche :

**Vagues de chaleur et Qualité de l'eau** : un projet financé par l'EPA, "Health Risks from Climate Variability and Change in the Upper Midwest: a Place-based Assessment of Climate-related Morbidity", vise à évaluer les risques liés aux vagues de chaleur et à la contamination des eaux due aux pluies torrentielles dans l'état du Wisconsin.

**Modélisation des maladies infectieuses** via le développement de la base de données « Healthscape » : il s'agit d'une base de données internet qui vise à assembler, interpréter et enregistrer l'ensemble des données concernant les maladies infectieuses et de les relier en temps réel avec les données satellites, le climat, les conditions socio-démographiques...

**Modélisation à 2050** : l'objectif du programme est d'élaborer les scénarios des risques pour la santé à 2050 pour la région, projet financé par le « Wisconsin Department of Health and Family Services » et le « National Center for Atmospheric Research (NCAR) »

### Malaria en Amazonie

### Chercheurs

#### Jonathan Patz

Professeur

Directeur du Global Environment Health,

Prix Nobel 2007 (avec Al Gore)

Expertise : effets du changement climatique sur les vagues de chaleur, la pollution atmosphérique, les maladies d'origine hydrique et à transmission vectorielle, ainsi que le lien entre la déforestation et les maladies récurrentes en Amazonie.

---

<sup>60</sup> <http://www.sage.wisc.edu/publichealth.html>

**Tracey Holloway**

Directeur du SAGE

Professeur Assistant of « Environmental Studies, Atmospheric & Oceanic Sciences and Civil & Environmental Engineering »

Expertise : modélisation de la pollution atmosphérique relative aux scénarios de changement climatique et d'utilisation de l'énergie.

**Mutlu Ozdogan**

Professeur Assistant of « Public Affairs and Environmental Studies »

Expertise : utilisation des images satellites de l'utilisation des terres et de l'irrigation pour renseigner le risque de maladies infectieuses.

**Annemarie Schneider**

Professeur

Expertise : analyse des impacts de l'urbanisation rapide sur la santé humaine et l'émergence de maladies.

## Université d'état du Michigan

### Structure

Department of Epidemiology à la School of Public Health (<sup>61</sup>)

### Domaine de recherche

Maladies émergentes et changement climatique: maladies émergentes incluant la malaria et la schistosomiase en Afrique, la leishmaniose au Moyen-Orient et la dengue en Amérique du Sud.

### Chercheur

**Mark L. Wilson** (<sup>62</sup>)

Professeur en épidémiologie, écologie et biologie de l'évolution

Expertise : maladies infectieuses, incluant les dynamiques de transmission et l'évolution des systèmes vecteur-hôte-parasite, et les déterminants du risque humain.

---

<sup>61</sup> <http://www.sph.umich.edu/>

<sup>62</sup> <http://www.sph.umich.edu/iscr/faculty/profile.cfm?username=wilsonml>

## Université de Stanford (Californie)

### Structure

Department of Civil and Environmental Engineering

### Domaines de recherche

Pollution de l'air

Approche globale « changement climatique et santé »

### Chercheurs

**Mark Z. Jacobson** <sup>(63)</sup>

Professeur

Directeur du Atmosphere/Energy Program

Expertise : Compréhension des processus complexes de la dynamique atmosphérique, développement d'outils et de modèles prédictifs... afin de répondre aux problèmes atmosphériques tels que le changement climatique et la pollution urbaine, évaluation des solutions proposées pour lutter contre celle-ci et des effets du CO2 sur la santé humaine

**Kristie E. Ebi**

Executive Director,

Technical Support Unit Head

IPCC Working group II

Carnegie Institution for Science

260 Panama Street. Stanford CA

---

<sup>63</sup> <http://www.sph.umich.edu/iscr/faculty/profile.cfm?unique=wilsonml>

## Université d'état de Berkeley (Californie)

### Structure

Department of Global Environmental Health à la School of Public Health

### Domaines de recherche

Pollution de l'air

### Chercheurs

#### Kirk R. Smith (64)

Professeur en Global Environmental Health

Centres d'intérêt : Santé et environnement dans les pays en voie de développement, particulièrement les problèmes de santé relatifs à la pollution atmosphérique consécutive au changement climatique.

#### Michael Jerrett (65)

Associate Professor

Centres d'intérêt: analyse spatiale des associations « exposition-maladies » grâce à l'utilisation de modèles d'exposition géographique. Vient de démontrer pour la première fois une relation directe entre une exposition chronique à l'ozone et les mortalités.

---

<sup>64</sup> <http://ehs.sph.berkeley.edu/people/smithk.htm>

<sup>65</sup> <http://ehs.sph.berkeley.edu/people/jerrett.htm>

## Université Johns Hopkins (Maryland)

### Structure

**Johns Hopkins Public Health Preparedness and Emergency Response Research Center**  
au Johns Hopkins Center for Public Health Preparedness

### Domaines de recherche

#### Préparation aux urgences de santé

L'activité de recherche de ce programme (<sup>66</sup>), sponsorisé par le CDC, consiste à améliorer la préparation mentale et comportementale des professionnels de santé et de leurs agences pour répondre de façon plus efficace (en capacité, en coordination et en compétence) à une urgence déclarée.

Certains projets abordent les questions médicales, légales et éthiques liées à la santé mentale lors de désastres ainsi que le rôle des médias dans la préparation et la résilience des populations.

### Chercheur

#### Jonathan Links

Directeur du Center for Public Health Preparedness

---

<sup>66</sup> [http://www.jhsph.edu/preparedness/training/JH-PERRC\\_Projects/PERRC\\_ProjectsOverview](http://www.jhsph.edu/preparedness/training/JH-PERRC_Projects/PERRC_ProjectsOverview)

## National Center for Disaster Mental Health Research

### Structure

Le **National Center for Disaster Mental Health Research** (NCDMHR) <sup>(67)</sup>, créé en Septembre 2007 par le National Institute of Mental Health (NIMH) est une collaboration multi-institutionnelle de chercheurs de Dartmouth Medical School, University of Michigan, Medical University of South Carolina, Yale University and University of Oklahoma pour faciliter les recherches rigoureuses et la promotion de la résilience et du bien-être dans le contexte d'un désastre.

### Domaines de recherche

#### Conception des interventions post-désastres

Via 2 approches :

- le BIPI (Brief Internet Psycho-educational Intervention) qui aura la capacité d'atteindre beaucoup de personnes juste après le désastre
- le CBT-PD (Cognitive Behavior Therapy for Postdisaster Distress) qui est conçu pour atteindre un plus petit nombre de personnes avec des besoins plus intenses ou sur une plus longue durée.

### Chercheur

**Fran Norris**

Directeur du NCDMHR et principal investigateur

---

<sup>67</sup> <http://www.ncdmhr.org/>