

## Evaluer les impacts sanitaires du changement climatique, de l'adaptation et de l'atténuation

### Enjeux et méthodes

Atelier international  
InVS, Saint Maurice 8 et 9 Juin 2015

Le changement climatique impacte déjà notre environnement, se traduisant notamment par un réchauffement global, une augmentation dans la fréquence de certains événements météorologiques extrêmes comme les vagues de chaleur, et des modifications de la phénologie et de la distribution de la flore et de la faune (1, 2). Associés à d'autres évolutions environnementales et sociétales globales, ces changements peuvent avoir des impacts négatifs substantiels en termes de santé publique.

Les interactions entre le changement climatique, les autres changements environnementaux et la santé sont de mieux en mieux compris. Ces progrès permettent aujourd'hui de mieux repérer certains des impacts présents, et d'envisager les impacts à venir sous différents scénarii climatiques. **Les études observationnelles et les évaluations d'impact sanitaires peuvent ainsi déjà fournir des données utiles pour l'aide à la décision et la mise en place de mesures d'adaptation ou d'atténuation protégeant la santé.**

Cependant, un fossé demeure entre production de données scientifiques et décision. Le changement climatique est ainsi dans une large mesure perçu comme une menace théorique à venir, déconnectée des défis actuels de la santé publique. Pour contribuer à combler ce fossé, l'Institut de Veille Sanitaire a organisé un atelier de travail international les 8 et 9 juin 2015, au cours duquel des chercheurs et des professionnels de santé publique ont échangé sur l'état des connaissances et débattu des implications pour la santé publique. Cette note résume les principales conclusions de cet atelier.

Il y a de plus en plus d'indications pointant un **impact déjà observable du changement climatique sur la santé dans le monde**. Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) a conclu avec un degré de confiance élevé que la santé des populations humaines était sensible aux modifications des conditions météorologiques et à d'autres aspects du changement climatique (3). Le panorama des impacts sanitaires du changement climatique est large, et concerne la santé des enfants, des personnes âgées, des travailleurs, des femmes... (4).

**Le changement climatique aggrave déjà des risques sanitaires existants, à travers des variations de températures, des interactions avec la pollution de l'air, des modifications des précipitations, une fréquence accrue d'événements climatiques extrêmes (vagues de chaleur, inondations, sécheresses) et de leurs conséquences directes (e.g. feux de forêts).** Par exemple, depuis 1850, le changement climatique a amplifié l'intensité et la fréquence des vagues de chaleur (5), contribuant à une surmortalité importante dans plusieurs pays. Dans les pays développés, les personnes âgées sont les premières victimes des canicules. Mais les fortes chaleurs sont aussi un facteur de risque majeur pour les enfants et les adultes, en particulier dans les pays en développement. En plus du risque aigu de mortalité et de morbidité, la chaleur diminue les capacités physiques et la productivité au travail, et peut ainsi aggraver la pauvreté et ses conséquences sanitaires à long-terme. En effet, dans certains pays, les recommandations internationales de confort thermique dans les environnements de travail sont déjà dépassées pendant les mois les plus chauds de l'année (3). Par exemple, la chaleur a été associée à une mortalité et une morbidité accrue chez

les ouvriers agricoles aux Etats-Unis, chez les travailleurs de la confection au Cambodge, ou chez les ouvriers du bâtiment au Qatar.

Les vagues de chaleur peuvent avoir des impacts tragiques sur un temps très court, et requièrent la mobilisation de nombreux acteurs pour protéger les populations. La variabilité des températures est également un facteur de risque en dehors des vagues de chaleur. Ainsi, plusieurs études récentes confirment une augmentation de la mortalité aux températures extrêmes, chaudes ou froides, mais également, de manière plus surprenante à des températures modérées (6). Les extrêmes de températures peuvent être associés à une surmortalité massive en un temps courts, mais l'impact cumulé de la chaleur ou du froid modéré est également substantiel. Cependant, ces études sont réalisées majoritairement dans les pays développés. **La variabilité à court-terme de la température est ainsi un facteur de risque important pour la santé. A plus long-terme, la variabilité climatique menace également la santé humaine via son influence sur les systèmes naturels.**

La contribution du changement climatique aux risques sanitaires liés aux événements extrêmes peut être plus indirecte. Par exemple, pendant la tempête Xynthia en France en 2010, ou la tempête Sandy aux Etats-Unis en 2012, l'impact a pu être aggravé par l'augmentation du niveau de la mer en partie attribuable au changement climatique. L'impact sanitaire d'événements similaires pourrait augmenter, alors que les zones côtières sont de plus en plus habitées. Les événements climatiques extrêmes comme les inondations ont des impacts sanitaires immédiats (décès, blessures), le plus souvent limités dans les pays développés, mais pouvant être très importants dans les pays en développement. Des impacts sanitaires se manifestent également à long-terme. Par exemple, au Royaume-Uni, le coût monétaire des impacts sur la santé mentale des inondations a été estimé entre 1 et 9 millions de livres sterling par an (7). Cet exemple montre ainsi que **les systèmes de santé assument déjà les coûts d'impacts sanitaires en partie liés au changement climatique.**

Les événements climatiques extrêmes peuvent également interférer avec le fonctionnement des infrastructures de santé et l'ensemble du système de soin. **Les impacts du changement climatique sur l'environnement peuvent également contribuer à des crises sanitaires, par exemple via les famines, l'insécurité alimentaire, le déplacement de populations, ou des modifications dans la répartition des vecteurs de maladies infectieuses (3).**

**Le changement climatique aggrave également les inégalités sociales de santé.** Pour tous les risques sanitaires climato-sensibles, les facteurs de susceptibilité contribuant à la vulnérabilité sont souvent liés à des facteurs socio-économiques. Par exemple, dans les pays développés, un accès limité aux espaces verts, ou la pauvreté, augmentent les risques de décès liés à la chaleur et au froid (8). Dans les pays en développement, la chaleur augmente la pauvreté, en interférant avec la capacité de travail, les plus pauvres étant par ailleurs souvent les plus exposés à l'extérieur. De plus, des millions de travailleurs dans des manufactures ont rarement accès à des systèmes de ventilation et de climatisation efficace, et travaillent dans des environnements dangereux pendant la saison chaude (9). Le changement climatique peut également aggraver les inégalités de genre. Par exemple, l'insécurité alimentaire ou l'accès réduit à l'eau affecte majoritairement les filles et les femmes des pays en développement (10).

Ainsi, le changement climatique impacte déjà la santé de plusieurs manières, le plus souvent négativement. Dans les cas les plus graves, il contribue à l'insécurité sanitaire. **Le changement climatique entrave les améliorations en matière de santé dans les pays en développement.**

**Ces impacts sanitaires négatifs vont très probablement s'accroître dans le futur, dans des proportions qui dépendront de l'intensité et de la vitesse du réchauffement.** Les impacts pressentis sous différents scénarii climatiques sont longuement décrits dans les rapports du Giec sur la santé humaine et la vulnérabilité (3). Des évaluations régionales sont également disponibles ; par

exemple en Europe le projet IMPACT2C estime les conséquences possibles sur divers secteurs dont la santé d'un réchauffement de +2°C par rapport à l'ère pré-industrielle.

Au vu de l'ampleur des impacts présents et à venir, **la prévention des risques sanitaires déjà augmentés par le changement climatique est une première étape pour se préparer au climat futur.** L'adaptation, autrement dit la mise en place de mesures pour prévenir ou réduire les impacts, est essentielle pour protéger la santé humaine et le bien-être. L'adaptation recouvre des mesures très spécifiques ciblant des risques ou des populations vulnérables, mais également des politiques plus larges, comme le développement de système de surveillance pour des risques sanitaires climato-sensibles. **En particulier, dans les pays en développement, la première mesure d'adaptation devrait être la mise en place de systèmes de santé résilients et durables, de capacité de santé publique, et l'accès à une électricité durable.** De telles mesures amélioreraient la santé tout en se préparant à faire face aux événements climatiques extrêmes et aux autres impacts possibles, et sont ainsi des stratégies « sans-regret ». Cependant, la santé n'est toujours pas perçue comme une priorité pour l'adaptation dans les pays en développement. Les investissements pour améliorer les infrastructures et le système de santé ne représentent ainsi que 7% des budgets alloués à l'adaptation. Dans les pays développés, la crise économique en cours pourrait de plus réduire les capacités d'adaptation des systèmes de santé.

Des systèmes d'alerte précoces devraient être développés autant que possible, présentant l'avantage d'un coût faible, mais de bénéfices potentiellement élevés. Ils devraient conduire à l'activation de mesures et à la communication, la production et la communication d'informations pertinentes est réactive étant un de leurs enjeux majeurs. **Les plans d'adaptation déjà existants devraient être régulièrement évalués et améliorés.** Par exemple, l'organisation mondiale de la santé a revu les plans nationaux de réponse aux vagues de chaleur pour 18 pays européens. Ces plans incluent en général une coordination et des acteurs aux responsabilités bien définies, des systèmes d'alertes rapides, des systèmes de surveillance et d'information sanitaires, des actions pour réduire l'exposition à l'intérieur, des actions ciblant des groupes à risques, une préparation en amont des systèmes sanitaires et sociaux, et des recommandations à plus long-terme pour l'aménagement urbain. Cependant, ces mesures à long-terme demeurent peu développées, et l'efficacité de ces plans n'a pas été suffisamment évaluée (11).

L'évaluation et le parangonnage figuraient parmi les objectifs du projet européen PHASE (<http://www.phaseclimatehealth.eu/>). Un des volets de ce projet a estimé l'impact de la chaleur sur la mortalité avant (1996-2002) et après (2004-2010) l'été 2003 dans neuf villes européennes (Athènes, Barcelone, Budapest, Helsinki, Londres, Paris, Rome, Stockholm, Valence). Les résultats montrent que le risque de décès dus à la chaleur a diminué à Athènes, Rome et Paris pour les plus âgés et les personnes atteintes de pathologies cardiovasculaires, peut-être en partie grâce aux mesures de prévention prises en faveur de ces populations. A l'inverse, une augmentation de l'impact était observée dans des villes avec des conditions climatiques plus douces, et moins exposées à la chaleur, comme Helsinki et dans une moindre mesure Stockholm. Ce type d'étude montre que **bien que la mortalité liée à la chaleur ait pu diminuer, la chaleur demeure un risque important de mortalité dans les villes européennes, qui ne doit pas être sous-estimé.**

Des projets similaires évaluant et comparant différentes stratégies d'adaptation devraient être encouragés. Les résultats devraient être largement diffusés, afin de partager les bonnes pratiques. Toutefois, compte-tenu de la diversité des facteurs en jeu, et de la complexité des mécanismes, l'élaboration d'un modèle unique pour l'adaptation est une illusion. **La diversité et la connaissance locale doivent être prises en considérations. Des actions s'étant montrées efficaces dans un lieu ou pour une population donnée doivent être réévaluées lorsqu'elles sont appliquées à un contexte différent.** De même, la co-production d'information entre les experts et la population concernée est une option intéressante pour améliorer le suivi des recommandations de prévention. Des témoignages de personnes exposées à des événements climatiques extrêmes, et des approches

participatives devraient contribuer à développer des actions de prévention innovantes, pertinentes et acceptables. **La recherche-action devrait être encouragée.**

Pour améliorer l'efficacité de l'adaptation, les professionnels de santé publique doivent travailler avec différentes parties prenantes : services météorologiques, urbanistes, responsables municipaux, organisation non-gouvernementales, entreprises... Par exemple, en Europe, plusieurs plans de prévention s'appuient sur des registres où la population s'inscrit pour avoir accès à des services ou à de l'information spécifiques (e.g. registres canicules en France, services de messages sur la pollution de l'air au Royaume-Uni). Cependant, les plus pauvres sont moins susceptibles de recourir à de tels services, et des interventions pro-actives auprès des populations demeurent nécessaires, notamment via les ONG.

Comprendre et limiter les impacts négatifs de l'îlot de chaleur urbain (ICU) constitue un autre exemple qui montre que la protection de la santé humaine dépend de nombreux secteurs. L'ICU contribue de façon importante à la mortalité due à la chaleur dans les grandes villes. Par exemple, à Birmingham, l'ICU a contribué à environ la moitié de la mortalité totale observée en août 2003 (12, 13). En plus d'augmenter localement la température, les caractéristiques urbaines à l'origine de l'ICU modifient également le ruissellement urbain, la qualité de l'eau, la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre de la ville. **Ainsi, a contrario, des stratégies d'urbanisme adaptées peuvent avoir plusieurs répercussions positives, tout en réduisant le risque sanitaire pendant les vagues de chaleur.** Ces stratégies incluent par exemple des programmes de végétalisation, une amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments ou des zones d'émissions réduites pour les polluants de l'air. **Ces mesures doivent être propres à chaque ville, et leur impacts sanitaires devraient être évalués, afin de maximiser les bénéfices et de réduire les impacts négatifs.** Par exemple, les espaces verts en villes peuvent réduire le stress et les risques de mortalité pour les populations riveraines(14), tout en contribuant à limiter l'ICU. De même, les forêts urbaines limitent l'ICU, et améliorent la biodiversité en ville, tout en offrant des espaces pour les loisirs, la marche et le vélo par exemple, avec des bénéfices pour la santé physique et mentale. Une revue systématique de la littérature suggère également que l'exposition à un environnement avec plus de biodiversité améliore la santé et le bien-être (15). Les espaces verts urbains pourraient également avoir des impacts sanitaires négatifs, par exemple via les pollens ou en offrant des gîtes pour les vecteurs ; ces impacts doivent être anticipés et gérés. Il pourrait également y avoir un effet protecteur de l'ICU pendant l'hiver, qui doit être confirmé. Ainsi, des évaluations intégrées des impacts sanitaires sont nécessaires pour garantir des mesures d'adaptation appropriées.

Les professionnels de santé publique doivent également **impliquer la population, et tout particulièrement les plus jeunes**, afin qu'ils développent des comportements adaptés pour notamment prendre soin des plus fragiles. Les événements climatiques extrêmes peuvent être des opportunités pour motiver des changements de comportements. Les nouvelles technologies pourraient être davantage utilisées pour diffuser des informations et des conseils pendant ces événements. Elles ont déjà prouvé leur utilité dans le domaine des maladies non-transmissibles, y compris dans les pays en voie de développement. La communication doit également cibler différentes populations, par exemple les migrants, qui doivent s'habituer à un climat parfois radicalement différent. Plus d'étude sur les connaissances, attitudes, croyances et comportements doivent être menées pour développer cette communication.

**Il y a cependant des limites à l'adaptation ; les technologies et les comportements ne peuvent éviter tous les impacts.** Par exemple, des décès liés à la chaleur sont toujours observés même lorsque des plans de prévention sont en place. **Sans atténuation, dans le futur, l'activité physique en extérieur ou dans des bâtiments non climatisés pourrait être très limitée dans certaines régions du monde.** De plus, certaines stratégies peuvent être contre-productives en termes d'émissions de gaz à effet de serre (GES), mais également d'équité sociale. La climatisation pose de tels problèmes, en contribuant au changement climatique (via la consommation d'électricité provenant

de sources non renouvelables), et en augmentant la température de l'air extérieur, jusqu'à 2°C à Paris (16) et donc en surexposant les populations n'ayant pas accès à la climatisation. **Il est donc important de développer des bâtiments à faible émissions de GES et des technologies de refroidissement alternatives.** Les modes de vies et les villes occidentales ne sont pas adaptés aux canicules, alors que des stratégies pour gérer la chaleur ont été développées ailleurs dans le monde. Ceci est un exemple où le transfert de connaissance du sud vers le nord devrait être encouragé.

**Les émissions de GES doivent être réduites pour maintenir le réchauffement dans des limites où l'adaptation permettra de protéger la santé.** Ainsi, adaptation et atténuation sont complémentaires, et leurs impacts devraient être considérés globalement. Pour maintenir le réchauffement à moins de 2°C par rapport à l'ère pré-industrielle, les émissions de GES devront diminuer de 40 à 70% (1). Ceci implique des changements majeurs dans plusieurs secteurs de la société, comme la production et la consommation d'énergie, l'habitat, l'aménagement urbain, l'agriculture, les transports. **Prendre en compte les impacts sanitaires potentiels de ces changements est important pour éviter les choix mettant la santé humaine en danger, et pour maximiser les co-bénéfices sanitaires.** La protection de la santé des générations présentes et futures est une puissante motivation pour s'adapter au changement climatique et réduire les émissions de GES. **La santé est une motivation intergénérationnelle pour agir contre le changement climatique** ; les enfants nés aujourd'hui connaîtront 2100, et leurs enfants le siècle suivant. Ils subiront des changements climatiques majeurs si aucune action n'est entreprise aujourd'hui.

**Des outils pour évaluer les impacts sanitaires de stratégies d'atténuation existent déjà.** Par exemple, les Etats-Unis ont considérés différentes options pour contrôler les émissions de CO<sub>2</sub> du secteur de l'énergie. Les conséquences en termes d'émissions de particules fines, et les impacts sanitaires de cette pollution ont pu être évalués. L'amélioration du secteur de l'électricité sauverait ainsi 6,6 vies par millions de tonnes de CO<sub>2</sub> évitées, alors qu'intervenir sur le coût du carbone ne sauverait que 3,6 vies par millions de tonnes de CO<sub>2</sub> évitées (17). L'outil d'évaluation sanitaire et économique (HEAT) pour la marche et le vélo constitue un autre exemple d'outils utiles pour aider les décideurs à prendre en compte des co-bénéfices sanitaires de stratégies d'atténuation. HEAT évalue le ratio coût-bénéfices des politiques urbaines promouvant la marche et le vélo, à travers leurs conséquences sur la mortalité. Il peut être utilisé par exemple pour évaluer la réduction de la mortalité attendue pour des objectifs d'augmentation de ces modes de transport, ou suite à des interventions (18).

D'autres exemples de co-bénéfices sanitaires de stratégies d'atténuation sont détaillés dans un rapport 2015 de la commission du Lancet sur le changement climatique et la santé (19). Il montre par exemple que modifier des comportements individuels peut contribuer à l'atténuation tout en améliorant la santé, via les transports actifs, le régime alimentaire...Ainsi, **il est possible pour chacun d'agir positivement pour réduire le changement climatique tout en améliorant sa santé et celle des générations futures.** Le secteur de la santé devrait également travailler à améliorer les soins et les services tout en réduisant les émissions de CO<sub>2</sub>.

Toutefois, **l'épidémiologie des effets du changement climatique sur la santé est une thématique relativement nouvelle qui doit être renforcée.** Le chapitre santé est l'un des moins documentés dans les rapports du Giec. Ceci ne remet pas en cause les conclusions précédentes, mais **appelle à plus de recherche interdisciplinaire et intersectorielle pour évaluer et proposer des solutions bénéfiques pour la santé, le climat et l'environnement dans son ensemble.** Des initiatives en ce sens existent déjà, et devraient être soutenues par un effort de recherche international pour étudier les impacts et l'adaptation partout dans le monde, en s'appuyant sur des **budgets de recherche spécifiques changement climatique et santé.** Ces budgets devraient financer des initiatives conjointes, des projets de transfert de compétences, y compris à l'international. En Europe, un budget spécifique changement climatique et santé devrait être ajouté au programme Horizon 2020, qui dispose déjà d'un budget conséquent pour des projets ciblant le changement climatique seul.

Améliorer le financement dans les pays en voie de développement est essentiel. Il faut souligner que des collaborations fructueuses entre pays développés et en voie de développement peuvent s'appuyer sur des contacts, des échanges de données et de méthodes, des formations... qui ne nécessitent pas toujours des fonds très importants. Les exemples de besoins de recherche incluent la définition d'un référentiel commun pour étudier de manière intégrée les impacts du changement climatique, de l'adaptation et de l'atténuation, le développement de méthodes standardisées, et la collecte de données environnementales et sanitaires pertinentes. Par exemple, les projets Hothaps and ClimateCHIP facilitent l'accès à des données climatiques locales et à des outils d'analyses en ligne gratuits pour évaluer les risques professionnels liés à la chaleur (<http://www.climatechip.org/>).

Il faut également comprendre **comment les risques relatifs actuels évolueront avec les modifications du climat**, avec les projections concernant la démographie de la population, comment les impacts se différencieront selon les populations.... Les effets sociaux, économiques et non-cliniques du changement climatique doivent être mieux étudiés, par exemple les impacts sur l'incapacité, la productivité, la vie quotidienne, l'absentéisme scolaire... S'ils sont pertinents, **le transfert des résultats des recherches vers les politiques d'adaptation pour la santé publique devra être assuré avec diligence**. Par exemple, les études épidémiologiques récentes montrent que la variabilité des températures peut être un risque important. Ceci devrait être mieux pris en compte dans les politiques de prévention, d'alerte et de communication sur les événements extrêmes.

**La surveillance sanitaire et environnementale doit être développée, en particulier la surveillance des risques sanitaires climato-sensibles.** Des données environnementales ne sont pas disponibles pour de nombreuses régions du monde, ou de manière insuffisante, y compris dans les pays développés. Par exemple, aujourd'hui la plupart des études utilisent des capteurs de températures qui ne prennent pas en compte les variations spatiales fines de la température. L'ICU n'est pas intégré dans les modèles climatiques, ce qui peut conduire à des sous-estimations importantes des impacts sanitaires. Les stations météorologiques ne permettent pas toujours de caractériser l'ICU. Des données de télédétection peuvent alors être utilisées, comme ce fut le cas pour étudier l'ICU à Paris en 2003 (20) par exemple.

Les professionnels de la santé devraient reconnaître que la communication joue un rôle majeur dans la promotion de comportements plus sains, dans le contexte de l'adaptation et de l'atténuation. **Les professionnels de la santé devraient collaborer avec des spécialistes de la communication et des sciences humaines et sociales pour développer des narrations engageantes.** Ils devraient également collaborer avec des économistes pour alimenter les études coûts-bénéfices largement utilisées par les décideurs, mais qui inclue rarement les aspects sanitaires.

La formation des professionnels de santé devrait être renforcée. **Les cursus médicaux et de santé publique devraient inclure des cours sur l'écologie de la santé, et la santé environnementale**, afin de créer une masse critique de professionnels promouvant des comportements adaptés. Plusieurs sociétés savantes dans le monde ont déjà exprimé leur inquiétude face au changement climatique (e.g. l'European respiratory society, l'American thoracic society, la société française de santé publique ...). S'adapter au changement climatique implique également des interventions concrètes, quotidiennes. Par exemple, durant les vagues de chaleur, des décès continuent à être observés dans des hôpitaux sans climatisation. Les patients à l'hôpital ont besoin de plus d'attention pendant les vagues de chaleur, ce dont les professionnels de santé ne sont pas forcément toujours conscients.

D'un point de vue organisationnel, **de nouvelles manières de connecter la santé et les autres secteurs devraient être explorées.** Par exemple, en France, un plan national d'adaptation au changement climatique, couvrant la période 2011-2015, résulte d'une collaboration entre différents ministères et secteurs d'activité. La santé a été incluse dans le développement de ce plan (21). Les

conséquences sanitaires à long-terme de ce plan national d'adaptation ont également été évaluées par le haut conseil de santé publique, dont les conclusions serviront à améliorer les futurs plans (22). La ville de New York est un autre exemple de politique proactive pour l'adaptation. Le New York City Panel on climate change rassemble des climatologues, des sociologues, et des gestionnaires du risque pour conseiller les décideurs sur les risques climatiques futurs. Les risques pour la santé publique y ont été largement examinés, avec un focus sur la chaleur, le froid, les inondations et les tempêtes (23). Une autre initiative est le consortium pour les risques climatiques dans les villes du Nord-Est, qui évalue et propose des actions de gestion des risques liés à la variabilité et au changement climatique dans le nord Est des Etats-Unis. Ce consortium connecte quatre secteurs : l'eau, les côtes, la santé, et les infrastructures vertes, et s'appuie sur des études observationnelles, des modèles, et une collaboration entre climatologues, professionnels de la santé et décideurs. L'OMS devrait créer un comité scientifique changement climatique et santé pour soutenir des initiatives similaires.

En résumé, le changement climatique affecte déjà la santé humaine, et les impacts à venir pourraient être dramatiques sous les scénarii les plus pessimistes. Face à la complexité et à l'ampleur des impacts, le secteur de la santé devrait agir. **L'adaptation et l'atténuation sont deux piliers en cours de construction dans de nombreuses régions du monde, et qui concernent un large éventail d'activités. Elles constituent une opportunité unique pour promouvoir la prévention de la santé, et le développement d'une société favorable à la santé et au bien être.**

#### **Participants:**

Pascal Beaudeau (InVS), Saran Branchi (DGS), Jean-Claude Desenclos (InVS), Jérôme Duvernoy (Observatoire national des effets du réchauffement climatique), Fabrice Candia (Medde), Didier Ché (InVS), Francesco Forastiere (Rome department of Epidemiology), Anne Fouillet (InVS), Clare Heaviside (Public Health England), Maelle Jean-Baptiste (DGS), Tord Kjellstrom (Health and Environment International Trust), Alice Kopel (DGS), Karine Laaidi (InVS), Agnès Lefranc (InVS), Francelyne Marano (Société française santé environnement), Sylvia Medina (InVS), Bettina Menne (World Health Organization Europe), Paola Michelozzi (Rome department of Epidemiology), Muriel Moisy (Dress), Adetoun Mustapha (Imperial College), John Nairn (Australian bureau of meteorology), Anna Paldy (Hungarian Ministry of Health), Mathilde Pascal (InVS), Caroline Paul (DGS), Elisabeth Petkova (Columbia University Medical Center), Philippe Pirard (InVS), Rémi Poirier (Anses), Rainer Sauerborn (Heidelberg University), Joel Schwartz (Harvard school of public health), Stefanie Schutte (Centre Virchow-Villermé), Tim Taylo (University of Exteter Medical School), Jean-François Toussaint (Haut Conseil de Santé Publique), Anne-Catherine Viso (InVS)

#### **Synthèse : Mathilde Pascal**

1. IPCC. Climate change 2013 : The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Royaume-Uni et New-York, Etats-Unis: Cambridge University Press, 2013.
2. IPCC. Climate Change 2014: impacts, adaptation and vulnerability. Part A: global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge, Royaume-Uni, New-York, Etats-Unis: 2014.
3. Smith KRW, A.; Campbell-Lendrum, D.; Chadeed, D. D.; Honda, Y.; Liu, Q.; Olwoch, J.; Revich, B.; Sauerborn, R.;. Human health: impacts, adaptation, and co-benefits. Cambridge, United Kingdom: IPCC, 2014.
4. Kjellstrom T, McMichael AJ. Climate change threats to population health and well-being: the imperative of protective solutions that will last. Global health action. 2013;6:20816.
5. Fischer EMK, R. Anthropogenic contribution to global occurrence of heavy-precipitation and high temperature extremes. Nature Climate Change. 2015:1-5.

6. Gasparrini A, Guo Y, Hashizume M, Lavigne E, Zanobetti A, Schwartz J, et al. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. *Lancet*. 2015.
7. Hames DV, S. Climate change risk assessment for the health sector. London, United Kingdom: 2012.
8. Zanobetti A, O'Neill MS, Gronlund CJ, Schwartz JD. Susceptibility to mortality in weather extremes: effect modification by personal and small-area characteristics. *Epidemiology (Cambridge, Mass)*. 2013;24(6):809-19.
9. Kjellstrom T. Productivity Losses Ignored in Economic Analysis of Climate Change: United Nations University; 2014 [cited 2015]. Available from: <http://ourworld.unu.edu/en/productivity-losses-ignored-in-economic-analysis-of-climate-change>.
10. Organization WH. Gender, climate change and health. Genève, Switzerland.
11. Bittner MI, Matthies EF, Dalbokova D, Menne B. Are European countries prepared for the next big heat-wave? *European journal of public health*. 2014;24(4):615-9.
12. Heaviside C, Cai XM, Vardoulakis S. The effects of horizontal advection on the urban heat island in Birmingham and the West Midlands, United Kingdom during a heatwave. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. 2015;141(689):1429-41.
13. Heaviside CC, X.-M.; Vardoulakis, S. The contribution of the Urban Heat Island to heat related mortality during the 2003 heatwave and for projected future climate in the West Midlands. *Environmental Health*. 2015.
14. Richardson EA, Mitchell R. Gender differences in relationships between urban green space and health in the United Kingdom. *Social science & medicine (1982)*. 2010;71(3):568-75.
15. Lovell R, Wheeler BW, Higgins SL, Irvine KN, Depledge MH. A systematic review of the health and well-being benefits of biodiverse environments. *Journal of toxicology and environmental health Part B, Critical reviews*. 2014;17(1):1-20.
16. Drias. Projections climatiques pour l'adaptation de nos sociétés Paris: Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie; 2015 [cited 2015].
17. Schwartz JB, J.; Levy, J.; Driscoll, D.; Fallon Lambert, K.; Reid, S.;. Health Co-benefits of Carbon Standards for Existing Power Plants. Boston, United States: 2014.
18. Kalmeier SK, P.; Foster, C.; Götschi, T.; Cavill, N.; Disndale, H.; Woodcock, J.; Schweizer, C.; Rutter, H.; Lieb, C.; Oja, P.; Racioppi, F.;. Health economic assessment tools (HEAT) for walking and for cycling. Methodology and user guide. Economic assessment of transport infrastructure and policies. 2014 Update. Bonn, Germany: 2014.
19. Watts N, Adger WN, Agnolucci P, Blackstock J, Byass P, Cai W, et al. Health and climate change: policy responses to protect public health. *The Lancet*.
20. Laaidi K, Zeghnoun A, Dousset B, Bretin P, Vandentorren S, Giraudet E, et al. The impact of heat islands on mortality in Paris during the August 2003 heat wave. *Environmental health perspectives*. 2012;120(2):254-9.
21. climat Dgdléed. Plan national d'adaptation de la France aux effets du changement climatique 2011-2015. Paris.
22. Toussaint J-F. Impacts sanitaires de la stratégie d'adaptation au changement climatique - Méthodologie de recherche et d'évaluation - Observations et recommandations. Paris, France: Haut Conseil de Santé Publique, 2015.
23. Kinney PL, Matte T, Knowlton K, Madrigano J, Petkova E, Weinberger K, et al. New York City Panel on Climate Change 2015 Report. Chapter 5: Public health impacts and resiliency. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2015;1336:67-88.