

dans certaines régions à forte exposition, qui reste largement méconnu des Français. En effet, le dernier baromètre IRSN confirme que seuls deux Français sur dix ont une connaissance complète de ce risque : à la fois de sa nature (risque pulmonaire) et du moyen de s'en prémunir (aération du logement), alors que des efforts notables d'information ont pourtant été faits sur ces questions (lire p. 27).

Ces deux exemples font apparaître de possibles divergences entre les mesures réalisées par les experts et les perceptions des populations (surestimation possible du risque allergique et de son lien à la pollution de l'air, sous-estimation du risque lié au radon). Mais bien d'autres pourraient être cités, comme la sous-estimation des risques liés à l'air intérieur ou encore celui des risques émergents, dont la gravité perçue est souvent surestimée du fait de la nouveauté de ces risques et des processus de forte médiatisation qui y sont souvent associés.

Conclusion

Il semble important d'insister, comme nous l'avons déjà mentionné dans les conclusions et recommanda-

tions du rapport d'évaluation des PNSE, sur le fait que les perceptions en santé-environnement sont encore insuffisamment prises en compte dans l'élaboration des politiques publiques.

Pour mettre en place ces politiques, il faut, dans une démarche interdisciplinaire, mobiliser largement les sciences humaines et sociales [67]. Cela permettra de mieux comprendre les processus liés à la mobilisation des acteurs et de la population, l'existence des convergences et divergences de vues entre les parties prenantes sur l'appréciation de la gravité des enjeux, ainsi que les interactions entre les inégalités sociales et les questions environnementales.

Il est donc essentiel de mettre au jour ces perceptions, de les expliciter et de les analyser pour améliorer les dispositifs de concertation, de même qu'il est indispensable d'accorder une place majeure aux questions d'information et de communication, qui sont à l'évidence un aspect incontournable dans la prévention des risques. Ce sont en effet, en dernier ressort, les messages sanitaires clairement exposés qui seront le garant de politiques publiques reconnues par tous. ▀

Faire de la santé un véritable levier d'action face au changement climatique

Depuis 1990, le Groupe intergouvernemental d'experts pour le climat alerte sur la diversité et la gravité des impacts du changement climatique, et sur la nécessité de l'adaptation. Cette adaptation doit être encore renforcée en France, malgré la mise en place d'une stratégie nationale d'adaptation au changement climatique, dont le premier objectif était la protection de la santé publique, en 2006, et de deux plans nationaux d'adaptation successifs.

En pratique, dans le domaine de la santé, l'adaptation demeure principalement réactive, en réponse à des crises sanitaires, canicules, cyclones ou épidémies par exemple. Mais la multiplication et la complexification des crises appellent à une adaptation structurelle, agissant sur les environnements, et compatibles avec l'atténuation et la protection de la biodiversité. La promotion d'environnements favorables à la santé doit être mise au cœur des projets d'adaptation, ce qui nécessite de développer des espaces de dialogues interdisciplinaires. Des outils tels que les évaluations quantitatives d'impacts sanitaires peuvent accompagner ces réflexions. Le renforcement des moyens dédiés à l'animation et au pilotage des politiques d'adaptation, ainsi qu'une plus grande intersectorialité intégrant les enjeux de santé publique sont identifiés comme des leviers essentiels pour accroître l'adaptation structurelle.

L'été 2022 a été à travers le monde une illustration aiguë de la diversité et de la gravité des impacts sanitaires du changement climatique identifiés par le Groupe intergouvernemental d'experts pour le climat (Giec) [52]. Événements climatiques extrêmes multiples, chaleur, incendie et sécheresse conduisant à des modifications durables et parfois irréversibles des écosystèmes, difficultés d'accès à des ressources en eau et en alimentation en qualité et quantité suffisantes, augmentation de la mortalité et de la morbidité, dégradation de la santé mentale posent désormais de manière aiguë la question de l'adaptation.

Ces risques étaient déjà identifiés dans le premier rapport du Giec en 1990. Si la France a été novatrice en se dotant en 2006 d'une stratégie nationale d'adaptation au changement climatique, dont le premier objectif était la protection de la santé publique, comme nous l'avons dit en introduction, le Sénat a conclu en 2019 à une insuffisance de l'adaptation en France. Les liens entre climat et santé émergent dans les différentes politiques publiques mais n'ont eu jusqu'à présent qu'une place marginale dans les deux plans nationaux d'adaptation au changement climatique (Pnacc), ainsi que dans les plans nationaux santé-environnement (PNSE) [31].

La santé n'est pas non plus explicitement identifiée dans la loi climat et résilience, alors même que plu-

Mathilde Pascal
Arnaud Mathieu
Karine Laaidi
Marie-Claire Paty
Valérie Pernelet Joly
Guillaume
Boulangier
Sébastien Denys
Santé publique
France

sieurs mesures d'atténuation du changement climatique pourraient s'accompagner de bénéfices majeurs pour la santé publique (par exemple, la promotion des mobilités actives), et que des actions de santé publique pourraient contribuer à l'atténuation du changement climatique (par exemple, la promotion d'une alimentation plus végétale, recommandée par le plan national nutrition santé) [52]. Cet article retrace la prise en compte des enjeux santé et climat au cours des dernières années, et propose des pistes pour faire de la santé un véritable levier d'action face au changement climatique.

Une adaptation peu formalisée, en réaction à des événements spécifiques

L'adaptation a longtemps été mise de côté, probablement car elle était perçue comme un échec et un abandon. Face aux défis actuels, le Giec souligne le besoin d'une adaptation systémique, transformationnelle, compatible avec l'atténuation des impacts du changement climatique et la protection de la biodiversité [52]. Historiquement, l'adaptation s'est cependant construite en réaction à un événement donné, sans aucune préméditation explicite ni axée sur la lutte contre le changement climatique.

La mise en place du plan canicule en 2004, suite à la canicule de 2003, est un exemple d'une telle adaptation réactive, fondée majoritairement sur les comportements individuels, l'identification des personnes les plus fragiles, et la prise en charge médicale, suite aux conclusions d'une enquête du Sénat. Le système d'alerte canicule français a été l'un des premiers et des plus innovants dans le monde grâce à une collaboration étroite entre Météo France et les acteurs de la santé, à la réactivité des données de morbidité *via* la surveillance syndromique, et à une couverture géographique nationale prenant en compte les spécificités départementales.

Ce système, et la prévention qu'il déclenche, sont désormais mis en difficulté par l'aggravation des vagues de chaleur (plus longues, plus fréquentes, plus étendues géographiquement, plus intenses), induite par le changement climatique. Plus de 10 000 décès en excès ont déjà été observés entre 2004 et 2021, faisant des canicules les événements extrêmes les plus importants en termes de mortalité en France. Face à des canicules de plus en plus longues et intenses, les mesures d'adaptation structurelles, comme la lutte contre les îlots de chaleur urbains, ou la modification des environnements de travail, sont de plus en plus fréquemment mises en œuvre à petite échelle (collectivités, entreprises). Elles sont cependant encore peu évaluées, en particulier du point de vue de la santé.

Météo France a analysé que, sans mesure d'adaptation et de protection, des événements comme la tempête Xynthia risqueraient de provoquer de plus en plus de dégâts au fur et à mesure de la montée du niveau moyen des mers résultant du réchauffement climatique provoqué par l'homme. Des simulations climatiques identifient par ailleurs le lien entre le réchauffement global et le développement d'un événement majeur tel que l'ouragan Irma,

et la possibilité de cyclones plus intenses dans l'avenir. Au-delà des victimes immédiates, de tels événements ont un impact à long terme sur la santé physique et mentale. Les destructions massives d'infrastructures liées aux ouragans Irma et Maria ont nécessité l'envoi de matériel de première urgence et de réservistes sanitaires pendant plusieurs mois après les ouragans. Cette expérience a conduit à mettre en place des postes sanitaires mobiles afin de faciliter la réponse immédiate.

Le changement climatique joue également sur le risque épidémique infectieux, et notamment vectoriel, en modifiant les écosystèmes et les relations interspécifiques au sein de ces écosystèmes. Vingt et un agents pathogènes ou groupes d'agents pathogènes ont été identifiés comme pouvant être impactés par le changement climatique en France métropolitaine. Par exemple, depuis 2004, le moustique tigre, vecteur de la dengue, du chikungunya et du virus Zika, qui colonise le territoire français et s'étend toujours plus au nord, profite du changement climatique associé à la globalisation, la déforestation et l'urbanisation pour transmettre de plus en plus fréquemment ces virus sur le territoire métropolitain. On comptait ainsi en France métropolitaine, en 2022, six épisodes de transmission autochtone de dengue, totalisant plus de cinquante cas y compris dans des départements jusque-là épargnés. En termes d'adaptation, l'accroissement du risque vectoriel nécessitera, au-delà de la promotion de gestes individuels de protection et de la lutte contre les gîtes larvaires, une stratégie d'urbanisation prenant en compte ce risque, et le développement de nouvelles techniques de démoustication.

La mise à l'agenda politique de l'adaptation dans les outils de planification

Suite à la stratégie nationale d'adaptation au changement climatique et au Grenelle de l'environnement, le premier plan national d'adaptation au changement climatique (Pnacc) a été mis en place en 2009, pour la période 2011-2015. Il a été prolongé par un deuxième plan, le Pnacc 2, allant jusqu'en 2022 [42]. Ces Pnacc incluaient peu l'approche santé. Le Pnacc 2 souhaite la mise en place de points réguliers sur la connaissance des impacts, la production d'indicateurs d'impact, le renforcement des moyens de surveillances et d'alertes épidémiologiques, et la mobilisation du service sanitaire des étudiants en santé pour la prévention. Il ne fournit cependant pas de moyens financiers ni de cadre pour la réalisation de ces objectifs. Le Haut Conseil de la santé publique (HCSP) avait formulé plusieurs recommandations pour renforcer la prise en compte de la santé dans les Pnacc, notamment intégrer la thématique climat et santé dans les PNSE, créer des observatoires climat, biodiversité et santé, ou encore confier à Santé publique France une mission de prévention des impacts sanitaires du changement climatique [29].

Au niveau territorial, différents plans peuvent fournir des outils aux décideurs pour agir en matière d'adaptation et d'atténuation, dont les plans climat-air-énergie territoriaux (PCAET), les schémas régionaux climat-air-énergie

(SRCAE) et les schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET). Mais une vision globale des actions visant la santé dans ces différents plans reste à construire.

Ainsi, les deux dernières décennies ont vu l'installation très progressive de démarches d'adaptation et d'atténuation, portant principalement sur les activités socio-économiques et les écosystèmes, mais prenant peu en compte la santé. Cependant, les moyens alloués à ces plans et leurs échéances interrogent sur la définition d'actions pragmatiques et opérationnelles au regard des réalités qu'impose dès à présent le climat. Il serait par ailleurs pertinent de travailler à une meilleure complémentarité des plans d'adaptation et d'atténuation, et de cadrer la prise en compte des risques de maladaptation, *i. e.* les actions susceptibles d'aggraver les effets du changement climatique.

Renforcer l'intersectorialité pour mieux coordonner les politiques climatiques et de santé publique

La gravité des impacts du changement climatique sur la santé fait désormais l'objet d'un consensus scientifique [52]. L'accord de Paris a marqué un tournant, en 2015, en reconnaissant la nécessité de prendre en compte le droit à la santé dans les politiques climatiques. En 2021, les Nations unies ont reconnu « *le droit à un environnement sain* » pour « *assurer une transition juste vers un monde écologiquement sain et socialement équitable* ». L'action climatique est une action fondamentale de santé publique, et la santé publique a un rôle à jouer dans la construction de politiques d'adaptation et d'atténuation efficaces et équitables.

Tout domaine d'activité du secteur du bâti, de l'aménagement, de l'équipement (construction, rénovation, conception, recherche et développement...) devrait être invité à interroger ses projets et les impacts qu'ils sont susceptibles d'induire sur la santé, afin de promouvoir des

environnements sains et protecteurs des perturbations du climat. Les territoires urbanisés, qui rassemblent la majorité de la population, ont une vulnérabilité accrue face au changement climatique [52], et sont des lieux privilégiés pour développer des actions concertées climat-biodiversité-santé. Pour cela, il faut rendre possible la mise en pratique des nouveaux paradigmes que sont « une seule santé » ou « santé planétaire » en développant, à toutes les échelles de décisions, et en particulier au niveau local, des espaces de rencontres et de discussions intersectorielles. Des outils comme l'évaluation quantitative des impacts sur la santé peuvent être utiles pour accompagner les parties prenantes dans la compréhension des enjeux sanitaires sur leurs territoires. L'outil AirQ+, développé par l'Organisation mondiale de la santé, permet par exemple d'estimer les bénéfices attendus de l'amélioration de la qualité de l'air. Un champ important de recherche interdisciplinaire, nécessairement construite avec les parties prenantes, s'ouvre également pour accompagner, observer et capitaliser sur les différentes initiatives en cours.

Les principaux leviers pour mettre en œuvre des politiques d'adaptation efficaces, tous secteurs confondus, sont l'intersectorialité, la prise en compte des évolutions climatiques dès la conception des politiques, le développement d'outils pour mieux évaluer les impacts et bénéfices sanitaires des interventions, et la mise en œuvre de transformations structurelles pour développer des environnements favorables à la santé et au climat.

L'Institute for Climate Economics, fondé en juillet 2015 par la Caisse des dépôts et l'Agence française de développement, a estimé à 2,5 millions d'euros par an l'investissement nécessaire à un programme national pour anticiper et prévenir les effets du changement climatique sur la santé [20]. À titre de comparaison, le seul coût des impacts sanitaires des vagues de chaleur en France entre 2015 et 2019 était estimé à 25,5 milliards d'euros. ■

L'histoire de l'exposome depuis la proposition de Wild

Né en 2005 grâce à Chris Wild, le concept d'exposome, qui correspond à l'ensemble des expositions tout au long de la vie d'un individu ou d'une population, s'est enrichi de diverses contributions ces dernières années pour occuper une place centrale dans le champ environnement-santé. Des apports venant de la chimie analytique, de la toxicologie, de la biologie systémique, de la modélisation, des sciences sociales et des sciences environnementales ont permis de mieux préciser les objectifs des travaux sur l'exposome ainsi que les méthodes et les outils pour mieux l'explorer.

Cette revue courte retrace les jalons les plus importants dans la maturation de ce concept.

Même si beaucoup diront qu'ils étudiaient depuis bien longtemps l'exposome sans le savoir, il est malgré tout clair que ce concept est né lors de la publication de l'article fondateur de Chris Wild et que sa paternité ne prête pas à contestation [69]. Chris Wild était à l'époque directeur du Centre international de recherche sur le cancer (Circ) à Lyon. En bon épidémiologiste, il s'intéressait aux déterminants du cancer et il avait constaté qu'en ce qui concerne le rôle du génome, les

Robert Barouki
Xavier Coumoul
Université Paris Cité,
Inserm, UMR-S 1124,
Service de biochimie
métabolomique
et protéomique,
hôpital Necker
enfants malades,
Paris