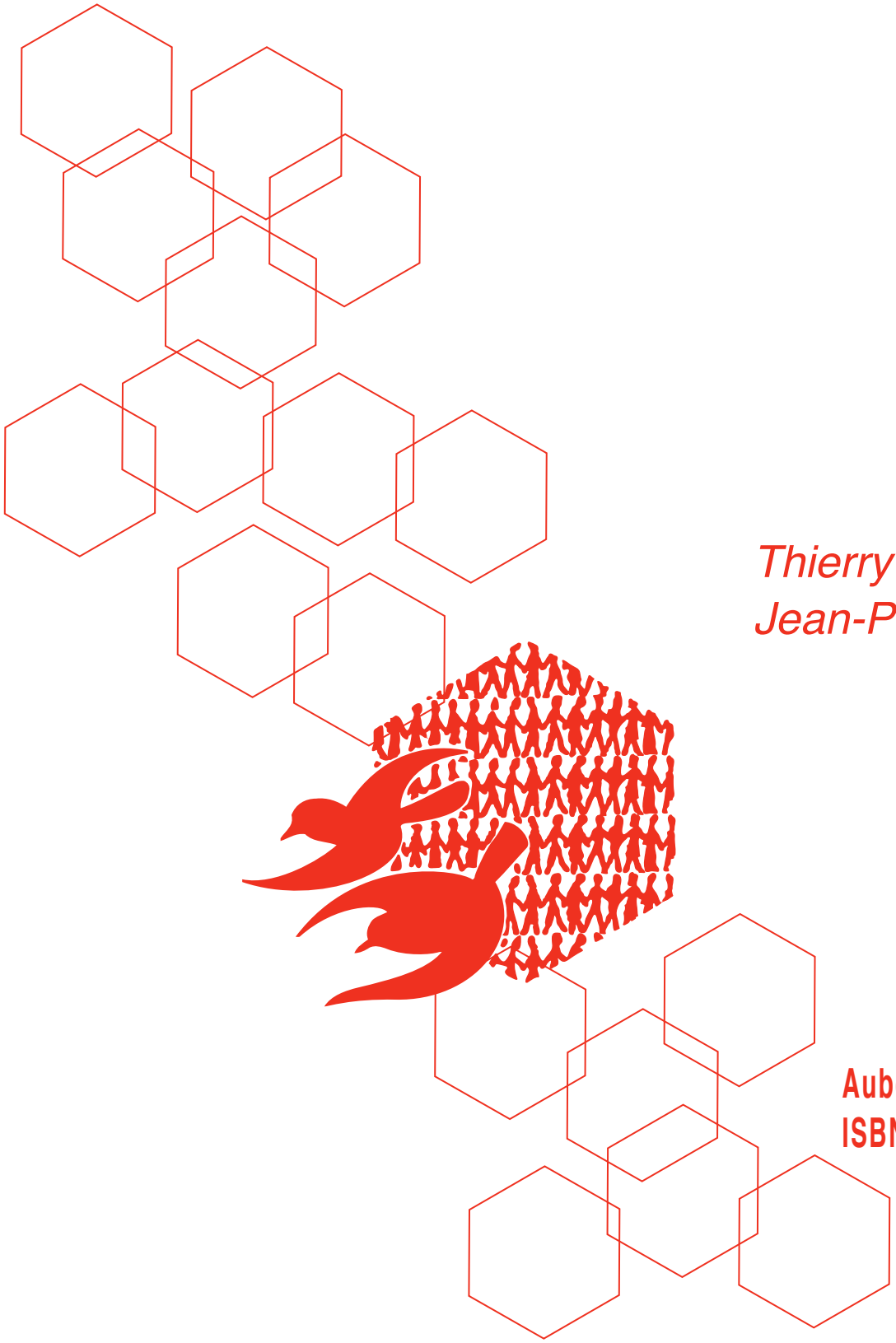
Regards démographiques sur quelques crises climatiques



Thierry Eggerickx,
Jean-Paul Sanderson
(éditeurs)

Aubervilliers, 2024
ISBN 978-2-901107-07-1

ASSOCIATION INTERNATIONALE DES DÉMOGRAPHES DE LANGUE FRANÇAISE
AIDELF · *9, cours des Humanités - CS 50004 – 93322 Aubervilliers Cedex (France) – http://www.aidelf.org*

Regards démographiques sur quelques crises climatiques

Édité par Thierry Eggerckx et Jean-Paul Sanderson
2024

Thierry Eggerickx, Jean-Paul Sanderson 5
Regards démographiques sur quelques crises climatiques

Frédéric Sandron 9
Vieillissement de la population
et réchauffement climatique au 21e siècle : une crise en perspective ?

Armelle Klein 31
Vieillissement de la population et gestion des crises de chaleur :
retour sur 19 années de politiques publiques françaises pour lutter contre le risque canicule

Jacques Véron, Aswini Kumar Nanda 47
Le passage des cyclones en Inde de l'Est (Odisha) : réponses et résilience

Njingouo Mounchingam Aoudou, Golaz Valérie 63
Impact des cyclones sur la morbidité
et la malnutrition des enfants de moins de cinq ans à Madagascar

Association internationale des démographes de langue française

Vieillissement de la population et réchauffement climatique au XXIe siècle : une crise en perspective ?

SANDRON Frédéric *

Introduction

Au-delà du réchauffement global, la fréquence et l'intensité des vagues de chaleur ont doublé au cours des trente dernières années, et les spécialistes prévoient un nouveau doublement d'ici 2050 avec des épisodes de canicule deux à trois degrés supérieurs à celles d'aujourd'hui (IPCC. 2021). Si la montée des eaux évoque le sort des populations côtières, avec une estimation de 280 millions de potentiels futurs déplacés climatiques au cours du XXIe siècle, les épisodes caniculaires quant à eux touchent davantage les personnes vulnérables et notamment les personnes âgées. En France, l'épisode de canicule de 2003 a provoqué une surmortalité de 15 000 personnes, avec les caractéristiques épidémiologiques suivantes : 1) augmentation sensible de la surmortalité avec l'âge, 2) surmortalité particulièrement marquée pour les décès ayant eu lieu à domicile ou dans les maisons de retraite, 3) surmortalité plus élevée dans les départements ayant subi les plus grands nombres de jours de forte chaleur pendant les deux premières décades d'août 2003 (Hémon & Jougla. 2004).

Parallèlement aux changements climatiques, il est une autre mutation de grande ampleur au niveau mondial : le vieillissement de la population. En 2019, un habitant de la planète sur onze a plus de 65 ans, ce sera un sur six en 2050, et un sur quatre en Europe et en Amérique du Nord. Le nombre de personnes âgées de 80 ans et plus, les plus vulnérables et les plus fragiles, devrait passer de 143 millions en 2019 à 426 millions en 2050 (United Nations. 2019). Ce bouleversement démographique a et aura des implications dans de nombreux domaines de la société : niveau de vie, croissance économique, structure des emplois, modes de consommation, financement des retraites, protection sociale, relations intergénérationnelles, santé publique, etc. Si ces domaines sont bien étudiés par les sciences humaines et sociales, en revanche le vieillissement de la population face aux changements climatiques mobilise pour l'instant moins de travaux de recherche.

L'objet de ce chapitre est d'étudier sur le long terme les interrelations avérées et celles potentiellement en devenir entre la crise environnementale et le vieillissement de la population (que d'aucuns considèrent comme une crise démographique). Plus précisément, il est proposé d'étudier les principales répercussions prévisibles des changements climatiques sur l'état de santé et le bien-être des personnes âgées. C'est donc à la question « comment la crise environnementale, et en particulier les changements climatiques, risquent-ils d'affecter le Bien Vieillir ? » que nous tenterons de répondre.

Pour ce faire, dans les deux premières sections, nous évoquerons les deux phénomènes de société que sont le vieillissement de la population mondiale et le réchauffement climatique pour en préciser l'ampleur

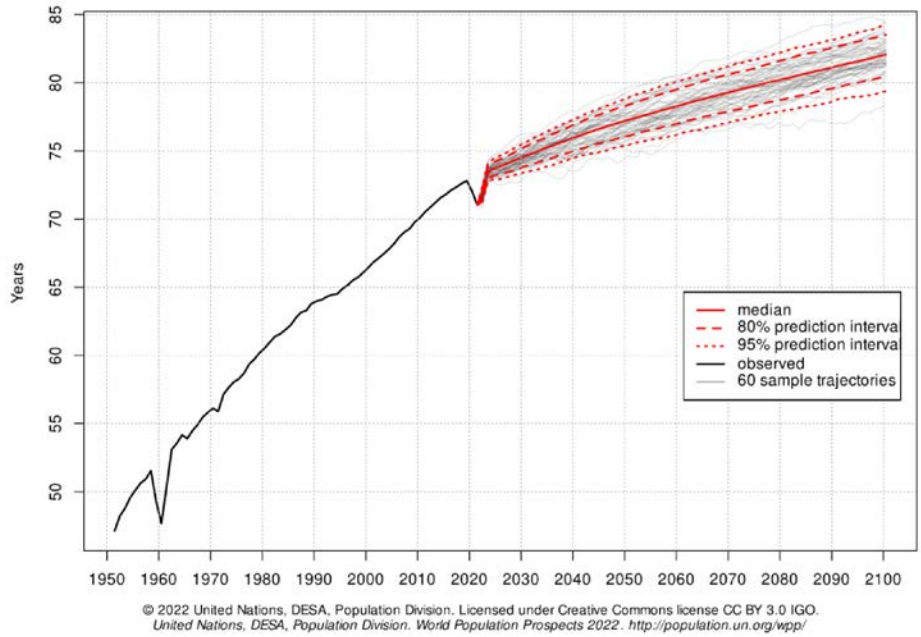
* Directeur de Recherche, IRD, Ceped (Université Paris-Cité, IRD)
frederic.sandron@ird.

et la temporalité. Nous nous attacherons donc à décrire les projections de population indiquant in fine le vieillissement de la population mondiale au cours du XXIe siècle et nous rappellerons les caractéristiques majeures du réchauffement climatique telles que nous les connaissons aujourd'hui, notamment grâce aux travaux du GIEC. Dans une troisième section, nous verrons les impacts du changement climatique sur la santé humaine de manière générale. Dans une quatrième section, il sera question d'affiner cette perspective en segmentant les effets du réchauffement climatique selon un ensemble de variables mobilisées dans la littérature scientifique. Nous verrons notamment en quoi les changements environnementaux, s'ils sont souvent présentés de manière homogène, affectent de manière différenciée les populations selon des critères démographiques, sociologiques, économiques, géographiques ou politiques. Si parmi ces variables, l'âge est un critère souvent retenu, c'est avant tout pour déterminer un « état de fragilité » de manière générique associant ainsi le plus souvent enfants, personnes âgées et femmes enceintes au sein de cette même catégorie. C'est pourquoi la cinquième et dernière section proposera un zoom sur les spécificités des effets du réchauffement climatique et plus spécialement des vagues de chaleur sur la santé et le bien-être des personnes âgées eu égard à un ensemble de variables et de comportements qui leur sont propres.

Vieillissement de la population mondiale

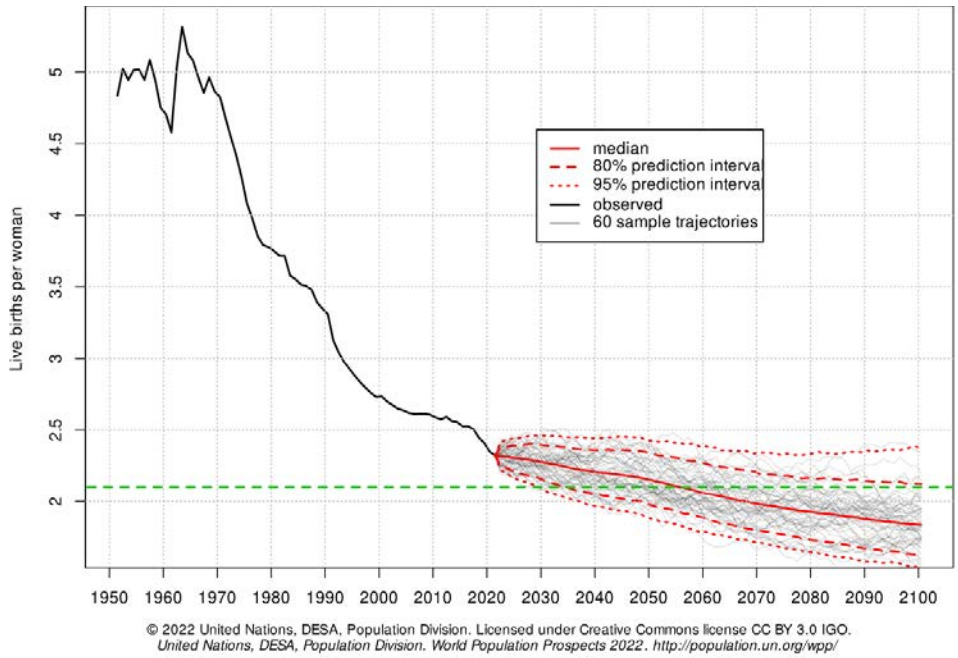
La population mondiale atteint en 2022 8 milliards d'habitants et le scénario médian des projections des Nations-Unies prévoit un effectif de 9,7 milliards en 2050 et de 10,4 milliards en 2100 (United Nations. 2022). Sous l'impulsion de la baisse de la fécondité (graphique 1) et de l'augmentation de l'espérance de vie (graphique 2), la population mondiale va connaître une phase de vieillissement démographique inédite dans son histoire au cours du XXIe siècle. Ainsi, la proportion des personnes âgées de 65 ans et plus dans la population totale va passer de 10 % en 2022 à 16 % en 2050 et 24 % en 2100, toujours selon le même scénario médian (United Nations. 2022) (graphique 3). Alors qu'en 2018, la proportion des personnes âgées de 65 ans et plus a dépassé celle des enfants de moins de cinq ans, en 2050, la proportion des personnes âgées de 65 ans et plus dépassera celle des enfants de moins de douze ans.

Graphique 1. Espérance de vie à la naissance dans le monde (ans)

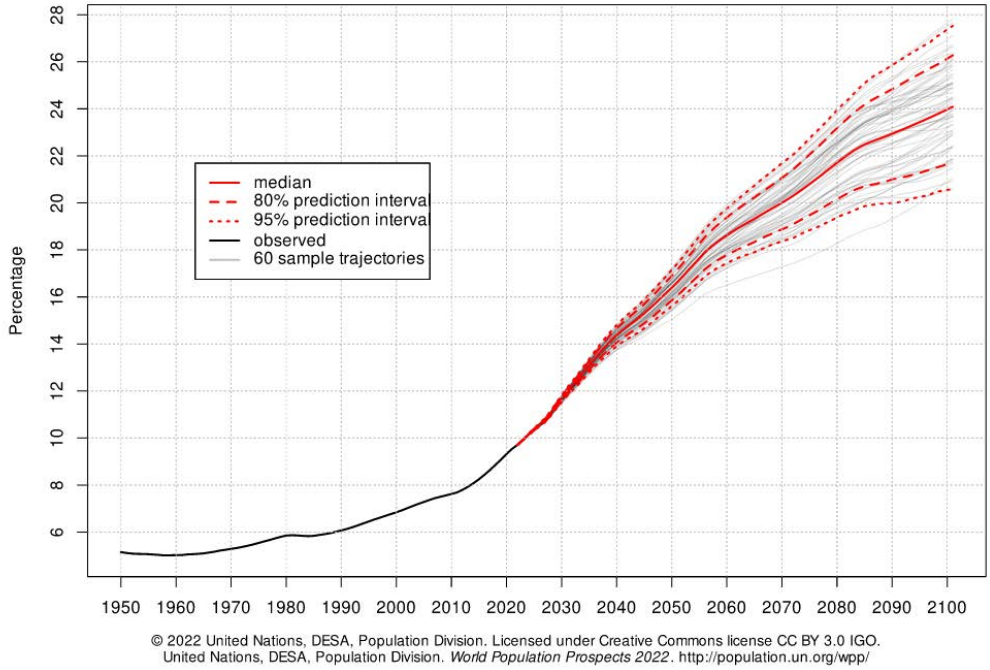


© 2022 United Nations, DESA, Population Division. Licensed under Creative Commons license CC BY 3.0 IGO.
United Nations, DESA, Population Division. World Population Prospects 2022. http://population.un.org/wpp/

Graphique 2. Indice synthétique de fécondité dans le monde (nombre moyen d'enfants par femme)

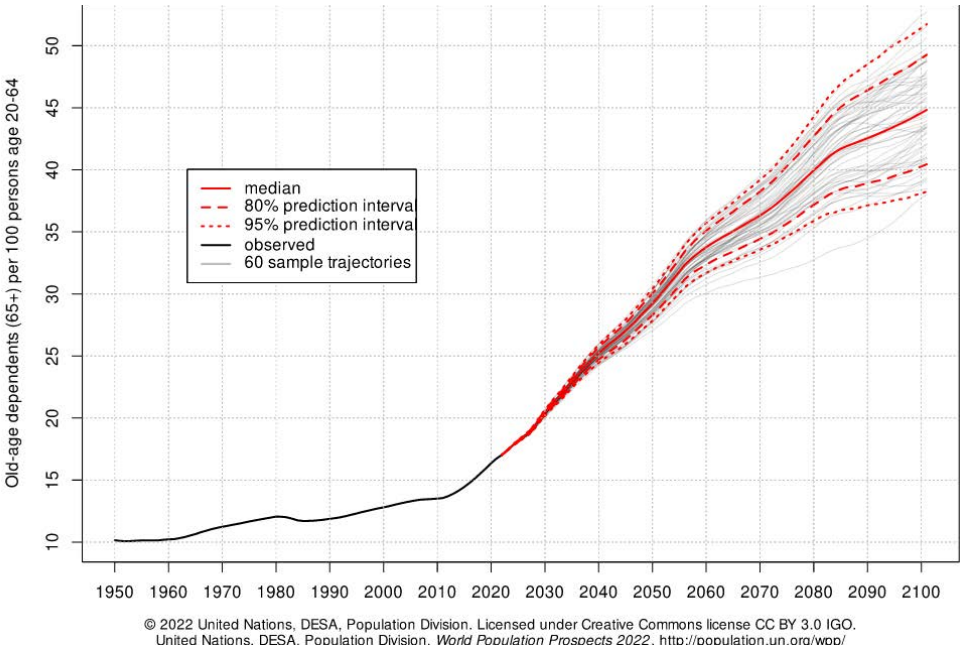


Graphique 3. Part de la population mondiale âgée de 65 ans et plus (%)



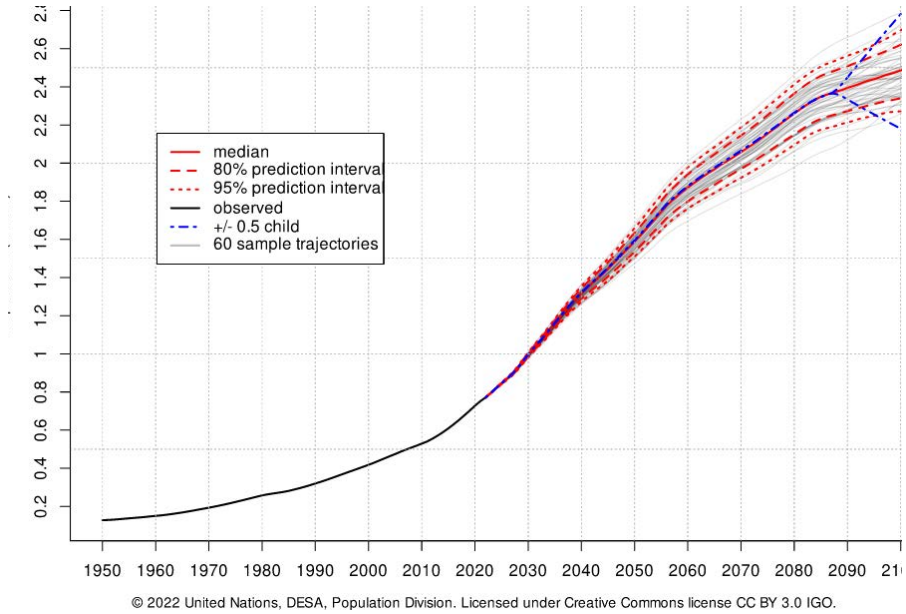
Cette révolution démographique ne sera évidemment pas neutre sur les sociétés mais il est difficile d'en mesurer et prévoir précisément les impacts. Ceux-ci sont multiples et complexes dans leurs interactions, que ce soit au niveau des rapports entre consommation et épargne, du système des retraites, de la demande et de la structure des logements, de la protection sociale, des relations intergénérationnelles, etc. (Sandron. 2021). Ce que l'on retiendra ici comme indicateur essentiel et synthétique est le taux de dépendance des seniors sur les tranches d'âge actif, qui va connaître une forte progression passant de 16 % en 2020 à 29 % en 2050 et 45 % en 2100 (graphique 4).

Graphique 4. Ratio de dépendance (65 ans + / 20-64 ans)



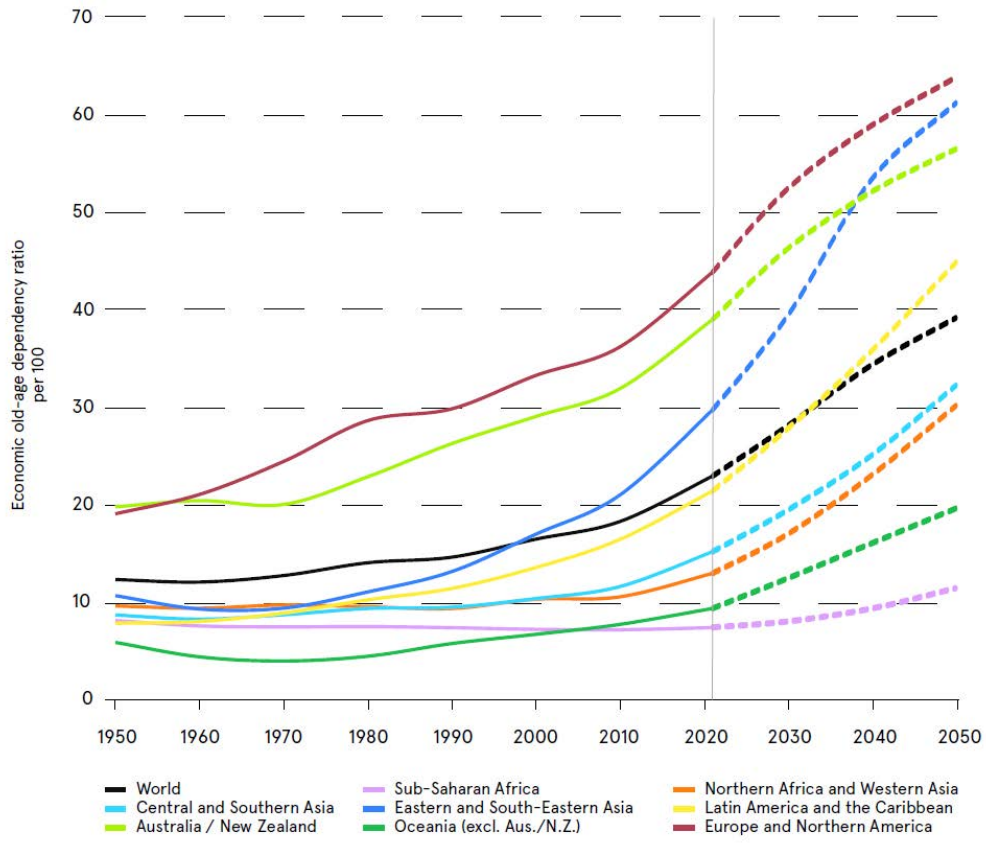
Ce qui est certain, c'est que l'augmentation du nombre absolu de personnes âgées va devoir être prise en compte par les États pour la gestion des infrastructures et des services spécifiques, comme les transports, l'aménagement urbain ou les systèmes de santé par exemple. En effet, toujours à l'échelle mondiale, le nombre de personnes âgées de 65 ans et plus devrait plus que doubler d'ici trente ans, passant de 761 millions en 2021 à 1,6 milliard en 2050 (United Nations. 2023 ; graphique 5). Et au sein de cette croissance, celle des personnes très âgées, les 80 ans et plus, est la plus forte en termes relatifs puisque leur nombre devrait être multiplié par trois en trente ans, passant de 155 millions en 2021 à 459 millions en 2050 (United Nations. 2023). Or, comme nous le verrons, ce sont ces personnes les plus âgées qui sont les plus vulnérables aux effets du réchauffement climatique.

Graphique 5. Effectif de la population mondiale âgée de 65 ans et plus (en milliards)



Enfin, mentionnons que tous les pays du monde vont être touchés par ce phénomène de vieillissement démographique, selon des intensités et rythmes différents en fonction de la dynamique démographique et de la phase de transition démographique dans lesquelles ils se trouvent (graphique 6).

Graphique 6. Proportion de personnes âgées de 65 ans et plus, par grandes régions (%)



Source. United Nations. 2023

Changements environnementaux et réchauffement climatique

Créé en 1988, dans le cadre du Programme des Nations-Unies pour l'Environnement et l'Organisation Météorologique Mondiale, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a pour mission de « fournir des évaluations détaillées de l'état des connaissances scientifiques, techniques et socio-économiques sur les changements climatiques, leurs causes, leurs répercussions potentielles et les stratégies de parade »[1]. Ainsi, depuis 1990, le GIEC produit des rapports détaillés sur la situation en cours en matière environnementale et sur les différents scénarios futurs eu égard à une série d'hypothèses sur l'émission des gaz à effet de serre.

Cet intérêt croissant pour les questions climatiques et environnementales fait écho à la prise de conscience de l'impact désormais avéré des activités humaines sur la nature et les écosystèmes mais

[1] https://www.ipcc.ch/

aussi en retour de l'impact des changements climatiques sur les activités humaines. Actuellement, on ne recense pas moins de 20 000 publications scientifiques annuelles incluant le mot-clé « climat » (Masson-Delmotte. 2020). Sur la base de l'analyse approfondie de ces publications scientifiques, trois groupes d'environ 200 chercheurs chacun établissent des rapports thématiques et quelque 200 scientifiques établissent ensuite un rapport de synthèse qui a été soumis auparavant à plusieurs milliers de relecteurs selon la pratique en vigueur dans le monde de la recherche. Les résultats de ces analyses sont affinés au fil des années en fournissant des degrés de confiance à chacune des assertions conclusives, établissant ainsi leur niveau de robustesse quant à leur certitude.

Pour la thématique qui nous intéresse, voici quelques résultats issus des travaux du GIEC (2019, p. 6, 7, 9) :

– « S'inscrivant dans la tendance au réchauffement à long terme enregistrée depuis l'époque préindustrielle, la température moyenne à la surface du globe observée pour la décennie 2006-2015 a été supérieure de 0,87 °C (avec une fourchette probable comprise entre 0,75 °C et 0,99 °C) à la température moyenne pour la période 1850-1900 (degré de confiance très élevé). Le réchauffement planétaire anthropique estimé correspond au niveau de réchauffement observé à ± 20 % près (fourchette probable) et augmente actuellement de 0,2 °C (fourchette probable comprise entre 0,1 °C et 0,3 °C) par décennie sous l'effet des émissions passées et présentes (degré de confiance élevé) » (graphique 7).

– « Une évolution de l'intensité et de la fréquence de certains phénomènes climatiques et météorologiques extrêmes a été détectée sur des périodes pendant lesquelles le réchauffement planétaire a augmenté d'environ 0,5 °C (degré de confiance moyen). Cette évaluation est fondée sur plusieurs éléments de preuve, y compris des études d'attribution concernant les variations des phénomènes extrêmes depuis 1950 ».

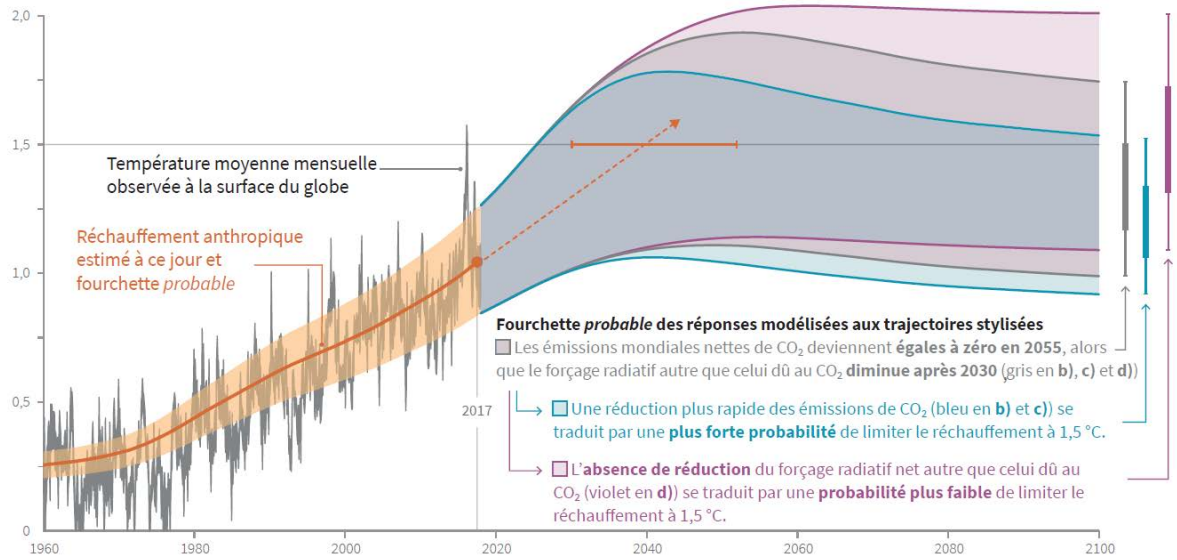
– « Le réchauffement dû aux émissions anthropiques mondiales qui ont eu lieu depuis l'époque préindustrielle jusqu'à présent persistera pendant des siècles à des millénaires et continuera de causer d'autres changements à long terme dans le système climatique tels que l'élévation du niveau de la mer, avec des impacts associés à ces modifications (degré de confiance élevé) ».

– « Les impacts du réchauffement planétaire sur les systèmes naturels et humains sont déjà visibles (degré de confiance élevé). De nombreux écosystèmes terrestres et océaniques et certains des services qu'ils rendent ont déjà changé sous l'effet du réchauffement planétaire (degré de confiance élevé) ».

– « Des mesures d'adaptation et d'atténuation sont déjà appliquées (degré de confiance élevé). Les risques futurs liés au climat seraient réduits par l'amplification et l'accélération de mesures d'atténuation des effets du changement climatique à grande échelle, multi-niveaux et transsectorielles et par la mise en œuvre d'une adaptation à la fois incrémentale et transformationnelle (degré de confiance élevé) ».

– « Selon les projections, les extrêmes de température sur les terres émergées devraient augmenter davantage que la température moyenne à la surface du globe (degré de confiance élevé) : ainsi, les extrêmes de température des journées chaudes pourraient augmenter d'environ 3 °C aux latitudes moyennes pour un réchauffement planétaire de 1,5 °C et d'environ 4 °C pour un réchauffement de 2 °C. Les extrêmes de température des nuits froides pourraient augmenter d'environ 4,5 °C aux latitudes élevées pour un réchauffement de 1,5 °C et d'environ 6 °C environ pour un réchauffement de 2 °C (degré de confiance élevé). Toujours selon les projections, le nombre de journées très chaudes devrait augmenter dans la plupart des régions continentales, et c'est en zone tropicale que cette augmentation devrait être la plus marquée (degré de confiance élevé) ».

Graphique 7. Réchauffement planétaire par rapport à la période 1850-1900 (°C)



Source : GIEC. 2019, p. 8

Pour résumer ces propos sur les changements climatiques en cours et projetés, disons que les températures augmentent, que le nombre de jours par an présentant des pics de température extrême augmente, que les extrêmes de température par jour augmentent et que dans les prochaines décennies ces phénomènes vont perdurer et s'amplifier.

Les impacts du réchauffement climatique sur la population humaine

Les impacts du réchauffement climatique tels que décrits dans les rapports du GIEC concernent non seulement les variables macro-physiques, les écosystèmes mais aussi les sociétés humaines. Ainsi, le rapport GIEC (2019) comprend dans son titre même les termes « développement durable » et « pauvreté ». Ce rapport met en avant quelques transformations majeures concernant les populations et les établissements humains (p. 11).

– « Selon les projections, les risques liés au climat pour la santé, les moyens de subsistance, la sécurité alimentaire, l'approvisionnement en eau, la sécurité des personnes et la croissance économique devraient augmenter en cas de réchauffement planétaire de 1,5 °C, et même davantage en cas de réchauffement de 2 °C ».

– « Selon les projections, toute augmentation du réchauffement planétaire devrait affecter la santé, avec des conséquences principalement négatives (degré de confiance élevé). Les risques devraient être moins importants à 1,5 °C qu'à 2 °C de réchauffement pour ce qui concerne la morbidité et la mortalité liées à la chaleur (degré de confiance très élevé) et la mortalité liée à l'ozone si les émissions nécessaires à la formation d'ozone restent élevées (degré de confiance élevé). Les îlots de chaleur urbains amplifient souvent l'impact des vagues de chaleur dans les villes (degré de confiance élevé). D'après les projections, les risques associés à certaines maladies à transmission vectorielle telles que le paludisme ou la dengue devraient s'accroître avec un réchauffement passant de 1,5 °C à 2 °C, y compris par suite de déplacements potentiels de l'aire d'extension géographique de ces maladies (degré de confiance élevé) ».

Les vagues de chaleur sont aujourd'hui les risques naturels causant le plus de décès dans les sociétés industrielles (Poumadère & *al*. 2005) et les événements climatiques extrêmes les plus meurtriers (Pascal & *al*. 2019). Leur intensification et leur intensité sont les effets les plus visibles du réchauffement climatique en cours.

Les incidences du stress thermique sont avant tout une augmentation de la mortalité. Howard & Krishna (2022) répercutent le chiffre de l'OMS selon lequel entre 1997 et 2017, 166 000 personnes sont mortes à cause d'un stress thermique dans le monde, et qu'entre 2000 et 2016, ce sont 125 millions de personnes supplémentaires qui ont été soumises à une vague de chaleur intense. Ces expositions à de fortes chaleurs sont source d'épuisement et peuvent provoquer un coup de chaleur potentiellement synonyme de dommages irrémédiables au cerveau, au cœur, aux reins, aux muscles, une déshydratation sévère et des troubles vasculaires cérébraux aigus, entraînant par là-même des accidents et des décès. En effet, lorsque la température ambiante est élevée, ce sont la transpiration et une circulation sanguine cutanée qui sont mobilisées pour réguler la température corporelle. Or, lorsque ces mécanismes de régulation sont trop sollicités et/ou sont défaillants, le coup de chaleur est un facteur aggravant de maladies ou d'une faiblesse préexistante (Raggetli & Röösli. 2021). Nous reviendrons en détail sur ce point qui concerne plus spécifiquement les personnes âgées.

Les recherches sur les impacts des vagues de chaleur se sont multipliées ces dernières années, notamment en épidémiologie, et divers mécanismes ont pu être affinés. Tout d'abord, nous en savons davantage sur l'incidence de la temporalité des événements sur la mortalité. En effet, comme on peut s'y attendre, la mortalité augmente instantanément durant les épisodes de forte chaleur, mais elle augmente aussi les jours suivants et ce d'autant plus longtemps que les températures sont élevées, que les pics de chaleur sont longs et qu'ils concernent aussi les nuits (Pascal & *al*. 2019 ; Raggetli & Röösli. 2021). Deuxième constat, toutes les tranches d'âge sont concernées par une augmentation de la mortalité (Lourtioz. 2022). Troisièmement, les effets des vagues de chaleur sur la mortalité sont non linéaires. La valeur des températures extrêmes, la durée des épisodes de canicule, la précocité de la survenue des pics de chaleur dans la saison, la température durant les nuits sont des variables qui interagissent de manière complexe sur le niveau de la mortalité. Ceci est d'autant plus avéré que les épisodes de forte chaleur agissent selon des mécanismes nombreux et variés sur la santé des personnes. Pour simplifier, ces épisodes de chaleur entraînent une consommation excessive d'énergie pour réguler la température du corps et ceci fatigue le corps, comme si les personnes effectuaient « un exercice d'endurance en permanence » (Lourtioz. 2022, p. 237). Un quatrième point concerne la valeur des températures extrêmes « habituelles » et l'amplitude des variations climatiques au cours d'une année. Ainsi, dans les pays d'Europe du Nord, les pays scandinaves, l'augmentation de la valeur des températures chaudes extrêmes durant l'été pourraient voir leur incidence sur la mortalité à peu près compensée par celle de l'incidence de l'augmentation des températures froides extrêmes durant l'hiver sur la baisse de la mortalité (Lourtioz. 2022). Mais dans un pays comme la France, ce mécanisme de compensation n'existe pas, l'augmentation de la mortalité due aux températures élevées est supérieure à la baisse de la mortalité due aux températures les plus basses. Ce phénomène de surmortalité suite aux pics de chaleur est donc avéré dans les pays tempérés et à plus forte raison dans les pays chauds. Notons que l'ensemble de ces résultats tient compte de l'effet « moisson » c'est-à-dire qu'ils concernent l'ensemble de la population, par exemple les travailleurs exerçant des activités physiques, et pas seulement les personnes en très mauvaise santé dont le décès aurait été avancé de quelques jours seulement à cause des effets d'une vague de chaleur (Pascal & *al*.

2019). Enfin, mentionnons un dernier résultat concernant les aspects et profils socioéconomiques des personnes décédées suite aux vagues de chaleur. Dans le cas de la canicule du mois d'août 2003 à Paris, la plupart des victimes étaient des personnes âgées de plus de 60 ans, de condition modeste, vivant seules, dans des appartements de petite taille, mal isolés, sous les toits, et qui présentaient des antécédents pathologiques notamment cardiovasculaires et/ou psychologiques. Les rapports de police mentionnaient des températures dans leur logement de l'ordre de 36 °C à 40 °C (Poumadère & *al*. 2005).

Les impacts différentiels du réchauffement climatique

Au-delà de ces considérations générales, de nombreuses variables segmentent, intensifient ou nuancent les impacts du réchauffement climatique selon des critères démographiques, sociologiques, économiques, géographiques ou politiques. Ainsi, le rapport du GIEC (2019) distingue les conséquences du réchauffement climatique selon le degré de vulnérabilité des personnes et selon les caractéristiques géographiques et géophysiques majeures (p. 11,12) :

– « Les populations défavorisées et vulnérables, certains peuples autochtones et les communautés locales tributaires de moyens de subsistance liés à l'agriculture et aux ressources côtières sont exposées de façon disproportionnée aux conséquences néfastes du réchauffement planétaire de 1,5 °C et plus (degré de confiance élevé). Les régions confrontées à un tel risque comprennent les écosystèmes arctiques, les zones arides, les petits États insulaires en développement et les pays les moins avancés (degré de confiance élevé). La pauvreté et les préjudices devraient augmenter dans certaines populations à mesure que le réchauffement planétaire s'intensifie ; la limitation du réchauffement à 1,5 °C plutôt qu'à 2 °C pourrait, à l'horizon 2050, réduire de plusieurs centaines de millions le nombre de personnes exposées aux risques liés au climat et vulnérables à la pauvreté (degré de confiance moyen) ».

– « Selon l'évolution future de la situation socio-économique, la limitation du réchauffement planétaire à 1,5 °C plutôt qu'à 2 °C pourrait réduire de 50 % la fraction de la population mondiale exposée à une intensification du stress hydrique due au changement climatique, malgré la grande variabilité entre les régions (degré de confiance moyen). De nombreux petits États insulaires en développement devraient en outre faire face à un stress hydrique moins marqué par suite des variations anticipées de l'aridité si le réchauffement planétaire était limité à 1,5 °C plutôt qu'à 2 °C (degré de confiance moyen) ».

– « L'exposition aux risques multiples et complexes liés au changement climatique augmente entre 1,5 °C et 2 °C de réchauffement planétaire, avec une plus grande proportion de la population exposée à ces risques et à la pauvreté en Afrique et en Asie (degré de confiance élevé). En cas de réchauffement planétaire compris entre 1,5 °C et 2 °C, les risques concernant les secteurs de l'énergie, de l'alimentation et de l'eau pourraient se chevaucher dans l'espace et dans le temps, aggravant ainsi les dangers, les expositions et les vulnérabilités actuels et créant de nouveaux risques dont un nombre accru de personnes et de régions pourraient subir les effets (degré de confiance moyen) ».

De nombreuses études ont mis en exergue les aspects différentiels des impacts du réchauffement climatique sur des sous-populations spécifiques. Ces facteurs différentiels peuvent évidemment se conjuguer

et donner lieu à des formes de protection contre des phénomènes météorologiques extrêmes ou au contraire constituer un contexte préjudiciable lors de leur survenue.

En premier lieu, la distinction entre pays développés et pays en développement est largement citée dans les études. Les seconds sont plus touchés que les premiers en termes de surmortalité liée aux événements climatiques extrêmes pour une série de raisons ayant trait au climat, au niveau de vie, à la qualité des infrastructures et du bâti, à l'état de santé des populations et la malnutrition, à la pollution atmosphérique, à la propagation des maladies infectieuses, à la fréquence supérieure du travail physique en extérieur ou encore à la qualité globale du système de soins et des actions de prévention (Howard & Krishna. 2022 ; Paquet. 2019).

Cette géographie des risques face au stress thermique se retrouve aussi à un niveau infranational. Raggetli & Röösli (2021) pointent à cet égard les différences importantes entre les cantons en Suisse, qui sont l'échelle de mise en œuvre des mesures de protection des populations contre les vagues de chaleur extrême. Certains cantons suivent par exemple les recommandations « Heat-Health Action Plans » de l'Organisation Mondiale de la Santé en la matière, d'autre pas. Selon les auteurs, on observe en Suisse des différences visibles de surmortalité entre les cantons suite à des vagues de chaleur.

Toutes choses égales par ailleurs, les populations dites fragiles ou présentant certaines particularités au niveau sanitaire sont plus exposées aux conséquences négatives des vagues de chaleur. C'est le cas des enfants, des femmes enceintes, des personnes âgées, des personnes atteintes d'une maladie chronique ou ayant un traitement médicamenteux quotidien (Howard & Krishna. 2022). Ces populations possèdent une capacité d'adaptation au stress thermique plus faible que le reste de la population.

Outre les femmes enceintes, la variable sexospécifique est souvent mise en avant dans les articles scientifiques et rapports des organisations internationales. Ainsi, deux rapports du Fonds des Nations-Unies pour la Population sont consacrés à cette thématique. Ils mettent en avant des résultats ponctuels sur les effets directs de la chaleur, avec une augmentation de la mortinatalité lorsque les températures augmentent pendant la saison chaude, mais aussi des effets dérivés, plus difficiles à quantifier, avec par exemple l'augmentation des mariages arrangés de filles face aux difficultés économiques des familles observée dans des pays affectés par des crises climatiques (UNFPA. 2009 ; UNFPA. 2022).

En guise de synthèse, certains auteurs indiquent l'existence d'un continuum entre les personnes concernant le niveau d'adaptation aux pics de chaleur en fonction de leur niveau de sédentarité, de leur état de santé, etc. (Hanna & Tait. 2015), tandis que d'autres proposent une grille avec des catégories de personnes et leurs facultés potentielles de réaction face à la chaleur (Pascal & *al.* 2019). Pour ces derniers auteurs, par exemple, les personnes sans-abri et les personnes fragiles sont sensibles à des pics de chaleur même modérés, les adultes et enfants en bonne santé qui passent beaucoup de temps à l'intérieur et qui sont plutôt sédentaires réagissent bien à la chaleur modérée mais pas aux fortes chaleurs, tandis que les adultes en très bonne santé qui pratiquent une activité physique régulière et soutenue peuvent s'adapter à des pics de chaleur même à haut niveau d'intensité.

Pour conclure cette section, mentionnons que si l'âge est une variable citée dans la littérature scientifique comme discriminante face aux conséquences du réchauffement climatique et/ou des températures élevées, c'est à travers les sous-populations que constituent les enfants, les femmes enceintes, les travailleurs en plein air ou les personnes âgées, le plus souvent regroupées par leur degré de vulnérabilité et de dépendance plutôt que par leurs caractéristiques intrinsèques. Peu de travaux sont consacrés spécifiquement aux impacts du changement climatique sur les personnes âgées (Montoro-Ramírez & *al*. 2022). À cet égard, Harper (2019) écrit : « The convergence of climate change with the demographic trend of population ageing is clearly both complicated (knowable, predictable and controllable) and complex (unknowable nor predictable and thus difficult to control via interventions) » (p. 401). C'est dans cette perspective que nous allons nous focaliser maintenant sur un ensemble de variables propres aux personnes âgées qui les rendent spécialement vulnérables aux effets du réchauffement climatique.

Les facteurs de sensibilité des seniors au réchauffement climatique

Au regard des mutations évoquées ci-dessus, tant dans le domaine démographique que dans celui du changement climatique, il s'agit maintenant de nous intéresser aux spécificités des impacts du réchauffement climatique sur la santé et le bien-être des seniors. Pour cela, nous étudierons les aspects sanitaires directement liés à l'âge et au grand âge, puis nous ferons un focus sur certaines variables physiologiques impactées par la chaleur avant de nous pencher sur le rôle des variables non physiologiques distinguant là encore les personnes âgées du reste de la popul ation.

Âge et état de santé : la sarcopénie

Précédemment, nous avons déjà mentionné plusieurs mécanismes, selon une approche épidémiologique, mettant en relation les impacts du réchauffement climatique et des vagues de chaleur sur la santé humaine. Il va être question ici de préciser quelques-uns de ces mécanismes d'un point de vue physiologique et aussi de montrer en quoi l'âge est un facteur aggravant de ces effets.

À l'origine, se trouve le mécanisme inhérent au vivant selon lequel « le vieillissement, à un niveau biologique, est caractérisé par une accumulation graduelle et continue de lésions moléculaires et cellulaires, qui se traduisent par une altération généralisée et progressive de nombreuses fonctions de l'organisme, et d'une vulnérabilité accrue aux défis de l'environnement, ainsi qu'un risque croissant de morbidité et de mortalité » (OMS. 2016, p. 59). C'est pourquoi l'avancée en âge est corrélée avec une détérioration de la condition physique. La capacité cardio-respiratoire diminue de 5 à 10 % chaque décennie à partir de 30 ans, tandis que la masse, la force et la puissance musculaires diminuent aussi avec l'âge. Une personne âgée de 75 ans a en moyenne perdu la moitié de la masse musculaire qu'elle avait à 25 ans. Avec l'avancée en âge, on observe aussi une altération de la souplesse, des capacités neuromusculaires et de la proprioception c'est-à-dire de la capacité à se repérer et se positionner dans l'espace, entraînant un nombre plus élevé de chutes chez les personnes âgées. Avec l'ostéoporose, c'est-à-dire la diminution de la résistance osseuse, ces chutes entraînent plus fréquemment des fractures et des complications. Tous ces changements physiologiques liés à l'âge (tableau 1), réduisent les capacités fonctionnelles des personnes âgées c'est-à-dire la possibilité d'effectuer un ensemble de tâches quotidiennes comme se laver, faire la cuisine ou marcher (HAS. 2019).

Tableau 1. Changements physiologiques et de la composition corporelle liés à l'âge

Variables	Changements avec l'âge
Fréquence cardiaque au repos	inchangée
Fréquence cardiaque maximale	diminuée
Pression artérielle au repos et à l'exercice	augmentée
Débit cardiaque maximal	diminuée
Capacité vitale (respiratoire)	diminuée
Capacité cardio-respiratoire (VO_2 max)	diminuée
Masse maigre corporelle (dont la masse musculaire)	diminuée
Pourcentage de masse grasse corporelle	augmentée
Masse osseuse	diminuée
Force et puissance musculaire	diminuée
Souplesse musculo-articulaire	diminuée
Tolérance au glucose	diminuée

Source : HAS. 2019

Bien sûr, il existe un continuum de situations où l'on connaît des malades d'Alzheimer de 20 ans et des marathoniens centenaires, mais malgré ceci, l'âge reste une variable très significativement corrélée à l'état de santé. Une partition assez classique pour décrire l'état de santé des personnes âgées, mais qui pourrait facilement être étendue à l'ensemble de la population, consiste en un classement en « robuste », « pré-fragile », « fragile », « dépendant » (tableau 2). Cette graduation permet de comprendre que ce sont surtout les personnes âgées fragiles et dépendantes qui sont les plus sensibles aux effets des vagues de chaleur.

Tableau 2. Classification selon l'état de santé des personnes âgées

- Les personnes âgées **robustes** sont en bonne santé, sans pathologie chronique invalidante, et ont des réserves physiologiques élevées. Elles ont des performances fonctionnelles élevées, mais leur condition physique et leur désir en AP restent variables et elles peuvent être actives, inactives et/ou sédentaires.
- Les personnes âgées fragiles et pré-fragiles sont autonomes, mais elles ont une diminution de leurs réserves physiologiques et de leur capacité à faire face à un stress, quelle que soit sa nature. Les personnes âgées **pré-fragiles** ont une incapacité légère et des performances fonctionnelles légèrement abaissées. Les personnes âgées **fragiles** ont une incapacité modérée et des performances fonctionnelles abaissées. Ces états de fragilité sont potentiellement réversibles par la prise en charge de leurs déterminants, dont fait partie l'inactivité physique.
- Les personnes âgées **dépendantes** ont une incapacité sévère avec une perte d'autonomie pour les activités de base de la vie quotidienne. Elles sont atteintes de handicaps physiques et/ou cognitifs et sont souvent polypathologiques.

Source : HAS. 20v19

Face à ce tableau clinique, on évoque donc, de manière générale, la plus grande vulnérabilité ou fragilité des personnes âgées. D'un point de vue médical ou physiopathologique, on emploie le terme « sarcopénie » (littéralement « perte de chair ») lorsque la masse et la force musculaire diminuent à tel point qu'elles altèrent les performances physiques. Plus précisément, le European Working Group on Sarcopenia in Older People en donne la définition suivante : « Sarcopenia is a syndrome characterised by progressive and generalised loss of skeletal muscle mass and strength with a risk of adverse outcomes such as physical disability, poor quality of life and death » (Cruz-Jentoft & *al*. 2010, p. 413). En fonction des définitions et des méthodes de détection et de mesure, une méta-analyse donne une fourchette de l'ordre de 10 % à 27 % de la population de 60 ans et plus atteinte de sarcopénie (Petermann-Rocha & *al*. 2022). Une autre référence cite une prévalence de 12 % chez les personnes âgées de 60 à 70 ans et de 30 % pour les personnes de plus de 80 ans (Pamoukdjian & *al*. 2015). Pour la Chine, ce chiffre serait de 14 % pour les plus de 60 ans (Xin & *al*. 2021). Les conséquences de la sarcopénie sont une incapacité fonctionnelle menant à un risque accru de chutes et de fractures, une perte d'indépendance dans les activités de la vie quotidienne, une altération de la mobilité, une augmentation des hospitalisations et de la probabilité d'entrée en institution, un risque accru de dépression, mais aussi plus généralement et plus génériquement une baisse de la qualité de vie, une augmentation de la mortalité ainsi que des dépenses importantes de santé à l'hôpital et en ambulatoire (Beaudart & *al*. 2015 ; Beaudart & *al*. 2021). Des projections effectuées à partir des données d'Eurostat évaluent à une augmentation de 64 % ou 72 %, selon les définitions, du nombre d'Européens atteints de sarcopénie entre 2016 et 2045 (Ethgen & *al*. 2017).

La sarcopénie est donc un syndrome qui explique les plus grandes difficultés des personnes âgées à s'adapter aux épisodes de stress comme le sont les événements climatiques extrêmes. C'est pourquoi les vagues de chaleur touchent particulièrement les seniors, et encore davantage les plus âgés d'entre eux. L'aspect multifactoriel de la sarcopénie et des effets du vieillissement entraînent différents risques qui se conjuguent comme les difficultés d'adaptation à la chaleur, les limitations physiques et cognitives, la prévalence accrue de maladies chroniques ou encore la prise de médicaments (Raggetli & Röösli. 2021). Cette difficulté d'adaptation explique ainsi les résultats déjà énoncés selon lesquels la surmortalité des seniors a lieu à la fois lors d'épisodes de chaleur intense prolongés sur plusieurs jours mais aussi lors de fluctuations de température importantes notamment lors des baisses rapides de température après un pic de chaleur. Ce dernier phénomène a touché notamment les seniors de 85 ans et plus lors de la canicule de 2019 en Suisse (Raggetli & Röösli. 2021). De la même manière, l'état de sarcopénie ou de faiblesse physiologique rend davantage vulnérables aux maladies infectieuses les seniors. Or, bien que des prédictions précises soient difficiles en la matière, certaines de ces maladies infectieuses pourraient progresser sous l'effet du réchauffement climatique dans les pays en développement (Paquet. 2019) mais aussi dans les pays développés où le réchauffement des températures permet à certains vecteurs de maladies de s'installer comme le moustique tigre (*aedes albopictus*) présent dans l'hexagone français depuis 1999 et aujourd'hui recensés dans les deux tiers des départements métropolitains (Lourtioz. 2022). De manière générale, toutes les conséquences environnementales du réchauffement climatique comme l'aggravation de la pollution atmosphérique ou les risques de malnutrition prennent une ampleur accrue face à un état de fragilité physiologique supérieur à la moyenne chez les personnes âgées. Cet état de faiblesse générale, ou tout au moins d'une moindre résistance que les plus jeunes, s'accompagne en outre de changements avec l'âge dans les mécanismes spécifiques pour lutter contre les vagues de chaleur.

Variables physiologiques et vieillissement

Au-delà du syndrome de sarcopénie comme facteur dépréciatif lors des épisodes de forte chaleur, les personnes âgées connaissent une série d'altérations physiologiques et de pathologies qui les rendent plus vulnérables. Une caractéristique majeure des personnes âgées fragiles étant la polypathologie, il est souvent difficile de déceler une cause unique dans la survenue d'un événement morbide ou mortel. Malgré tout, à travers les causes de décès selon la classification internationale des maladies (CIM10) relevées lors de la canicule de 2003 en France, on perçoit que certaines pathologies préexistantes ou certains états de santé sont davantage sensibles aux effets de la chaleur extrême que d'autres (Hémon & Jougla. 2004). Tout d'abord, la majorité des causes identifiées de décès lors de cette canicule sont directement liées à la chaleur : déshydratation, hyperthermie ou coup de chaleur. Ensuite, une surmortalité « très prononcée » (80 à 100 % de décès en plus) concerne les maladies de l'appareil respiratoire (pneumonie), du système nerveux (Alzheimer et Parkinson), les troubles mentaux, les maladies infectieuses et les maladies génito-urinaires. Une surmortalité « prononcée » (40 à 70 % de décès en plus) est observée pour les maladies endocriniennes (diabète), les maladies du système ostéoarticulaire, du sang et de la peau, les maladies cardiovasculaires. Enfin, la mortalité par cancer a peu progressé (+ 10 %), les autres causes de maladies ont peu ou pas augmenté durant cet épisode de canicule à l'exception des chutes accidentelles (Hémon & Jougla. 2004). L'ensemble de ces décès concernent pour 96 % d'entre eux des personnes de 55 ans + et 91 % des personnes de 65 ans +. Selon les tranches d'âge, la surmortalité observée est de + 20 % chez les 45-54 ans, + 40 % chez les 55-74 ans, + 70 % chez les 75-94 ans et + 120 % chez les 95 ans +.

Avec l'avancée en âge, les changements physiologiques, la sarcopénie, la survenue de pathologies multiples et la prise de médicaments constituent des facteurs négatifs quant à la régulation thermique du corps humain. Celle-ci est pourtant nécessaire pour éviter le « coup de chaleur », défini comme une « température corporelle supérieure à 40 °C, une peau chaude et sèche ainsi qu'une atteinte du système nerveux central. Le coup de chaleur peut mener à de la léthargie, de la confusion, de l'ataxie, des convulsions ou au coma » (Gauthier & *al*. 2005, p. 124). Il peut aggraver des maladies existantes ou contribuer à en faire émerger de nouvelles (Tillaut & *al*. 2003) et dans les cas les plus graves provoquer la mort. Sans entrer dans les détails, mentionnons que la régulation thermique mobilise plusieurs mécanismes physiologiques qui peuvent se trouver altérés chez les personnes âgées. On retrouve notamment les difficultés suivantes de manière croissante avec l'avancée en âge : baisse de la capacité à distinguer des variations de température, augmentation du seuil de température déclenchant la sudation, diminution voire absence de sudation, amincissement de la peau et vieillissement cutané, diminution de la sensation de soif, diminution des réserves hydriques liée à une diminution de la masse maigre au profit de la masse grasse, diminution des apports hydriques liée à l'alimentation, altération des réponses rénales avec comme conséquence une plus grande sensibilité à la déshydratation, diminution du débit sanguin, réactions vasodilatatrices cutanées affaiblies, etc. (Paillard. 2015 ; Gauthier & *al*. 2005). Ces fonctions physiologiques essentielles dans la régulation thermique peuvent en outre être davantage dégradées avec l'âge par des comorbidités (insuffisance cardiaque, insuffisance respiratoire, diabète, maladie de Parkinson, maladie psychiatrique ou démence, troubles de l'alimentation, infection, fièvre) ainsi que par une iatrogénie médicamenteuse notamment avec la prise de diurétiques, neuroleptiques, anticholinergiques, antihistaminiques, antiparkinsoniens, bêta-bloquants, etc. (Puisieux. 2007 ; Gauthier & *al*. 2005).

Variables non physiologiques

Outre les implications directes du vieillissement de l'organisme sur les possibilités de réaction face aux vagues et aux coups de chaleur, il existe un ensemble de variables très diverses qui jouent un rôle clé dans ce domaine, le plus souvent de manière interactive. Pour les classer en grandes catégories, on peut citer le niveau de vie, l'entourage social et l'environnement proche incluant l'habitat. Les mécanismes jouant sur les capacités de réaction et d'adaptation aux températures extrêmes des seniors à travers ces variables sont trop nombreux et trop complexes pour être listés ici, nous en présenterons quelques-uns à titre d'illustration.

Pour faire écho aux variables précédentes, signalons d'abord que le niveau de vie est lui-même corrélé avec l'état de santé des personnes. Par exemple, l'obésité qui est un facteur aggravant de la sarcopénie et des nombreuses maladies listées dans les causes de mortalité durant les canicules, est corrélée négativement avec le niveau de revenu. Conditions de logement, comportement alimentaire, type d'emploi, accès au système de santé, les variables intermédiaires sont nombreuses et en interrelation pour expliquer ce constat. Parallèlement, le niveau de vie va aussi déterminer plus ponctuellement l'accès ou non à certaines réponses apportées pendant les épisodes caniculaires, à savoir la possession ou non d'un climatiseur, la possibilité d'employer une aide à domicile pour les personnes âgées isolées afin de les aider à appliquer les gestes adaptés à la situation ou encore prendre les transports pour se déplacer dans des endroits plus frais que son domicile.

L'entourage social est aussi une variable importante dans les stratégies de réaction face aux épisodes caniculaires de la part des personnes âgées. Qu'il s'agisse de la famille, d'aidants professionnels, de voisins ou des services médicosociaux, les personnes proches d'un senior, surtout d'un senior fragile ou dépendant, peuvent l'aider à se rafraîchir, s'hydrater, se nourrir convenablement. Des solutions individuelles aux politiques publiques, la palette des initiatives et des échelles de réflexion est très étendue dans cette sphère sociale (Bungener. 2004).

Une réflexion croissante est aussi menée dans la littérature scientifique et parmi les décideurs quant au proche environnement de vie des seniors. Le milieu urbain, et en particulier les grandes villes, concentre à la fois des problèmes de pollution atmosphérique et d'îlots de chaleur en présence de béton et d'asphalte. À un niveau plus fin, les matériaux de construction des appartements, l'isolation, l'étage, le fait que l'air soit circulant ou pas dans le logement, l'exposition au soleil, sont des variables qui vont jouer sur le niveau de risque des habitants (Pascal & *al*. 2019). Ainsi, comme nous l'avons vu, les personnes âgées vivant seules, ayant un faible revenu et qui sont logées dans des petits appartements sous les toits et sans ascenseur cumulent une série de facteurs qui les rendent davantage vulnérables aux risques climatiques extrêmes et notamment aux coups de chaleur.

Conclusion : quelles pistes pour la prévention ?

L'ampleur de ces deux révolutions écologiques et démographiques que sont le réchauffement de la planète et le vieillissement de la population indique les défis à relever collectivement au cours du XXIe siècle. Si le vieillissement de la population est inéluctable, et signe aussi d'une progression inédite de l'espérance de vie, ce qui est un succès de notre civilisation, les modes de développement et leurs impacts environnementaux font l'objet de politiques et de débats récurrents. Au-delà de ces interven-

tions macroscopiques au niveau international sur l'environnement et les émissions de gaz à effet de serre, il nous semble que deux pistes d'action se dessinent pour tenter d'agir plus spécifiquement sur une réduction de la morbidité et de la mortalité des seniors lors des épisodes de chaleur extrême.

La première piste est celle d'une action publique visant à réduire l'exposition au risque et à en atténuer les conséquences en se référant aux épisodes passés et aux enseignements de la recherche. C'est ce que suggèrent Pascal & *al*. (2019, p. 23) en soulignant qu'« une partie des impacts sanitaires est jugée évitable par des mesures individuelles, collectives et structurelles visant à réduire l'exposition à la chaleur, et à faciliter l'identification des symptômes et la prise en charge des victimes » ainsi que Nader & *al*. (2018, p. 10) lorsqu'ils écrivent que « le niveau local est à privilégier pour la mise en place d'une politique territoriale du vieillissement, qui permet de répondre aux besoins spatialisés et temporalisés des personnes âgées et, au-delà, de l'ensemble des habitants de la ville ». Cette piste est d'ailleurs déjà largement suivie puisque les plans d'action des gouvernements et des collectivités territoriales en la matière donnent des résultats positifs dans la durée que ce soit en Espagne entre 1983 et 2018 (Navas-Martín & *al*. 2023) au Japon ou aux États-Unis entre 1993 et 2006 (Gasparrini & *al*. 2015). Les leviers d'action sont multiples, qu'il s'agisse de la conception en amont du bâti et de la végétalisation des espaces urbains, de l'identification et du suivi des seniors isolés lors des épisodes de canicule ou de la diffusion de messages de sensibilisation aux pratiques à adopter en cas de fortes chaleur.

Une deuxième piste, à plus long terme, et relevant davantage de la santé publique en général, est d'agir sur les capacités individuelles des individus à faire face aux épisodes de chaleur. Nous avons vu comment la sarcopénie, associée au grand âge, était un facteur aggravant pour lutter contre les effets d'un stress comme celui d'une vague de chaleur. L'OMS (2016) assimile le vieillissement, et ses conséquences physiologiques que nous avons décrites précédemment, à une réduction générale des réserves physiologiques. Cette notion de « réserves » est fondamentale car elle détermine la capacité d'un individu à affronter un stress important. Selon l'OMS (2016, p. 34), « cette capacité comprend à la fois les composantes intrinsèques à chaque individu (par exemple, des caractéristiques psychologiques qui aident à cerner des problèmes individuels de manière à mener à un résultat positif, ou des réserves physiologiques qui permettent à une personne âgée de récupérer rapidement après une chute), et les composantes environnementales qui peuvent atténuer les carences (par exemple, des réseaux sociaux solides qui peuvent apporter leur soutien en cas de besoin, ou un bon accès aux soins et aux services sociaux ». Agir sur les manières efficaces d'augmenter les réserves des seniors en amont est donc une priorité dans la lutte contre les conséquences sanitaires néfastes des canicules.

Enfin, il nous semble important de multiplier les recherches à différents échelons et de diffuser les résultats de manière large pour sensibiliser les parties prenantes aux impacts du réchauffement climatique sur la population spécifique des personnes âgées.

Bibliographie

Beaudart Charlotte, Bonnefoy Marc, Gilbert Thomas, Paillaud Elena *and al*. 2021. Quelle qualité de vie pour le patient sarcopénique ? *Gériatrie et Psychologie Neuropsychiatrie du Vieillissement*, 19(3), p. 245-52. doi:10.1684/pnv.2021.0948

Beaudart Charlotte, Reginster Jean-Yves, Petermans Jean, Bruyère Olivier. 2015. Qualité de vie du patient sarcopénique : apport de l'étude liégeoise SarcoPhAge, *Gériatrie et Psychologie Neuropsychiatrie du Vieillissement*, 3(4), p. 391-395. doi:10.1684/pnv.2015.0571

Bungener Martine. 2004. Canicule estivale : la triple vulnérabilité des personnes âgées, *Mouvements*, 2(32), p. 75-82.

Cruz-Jentoft Alfonso J, Baeyens Jean-Pierre, Bauer Jürgen M, Boirie Yves, *et al*. 2010. Sarcopenia: European Consensus on Definition and Diagnosis Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People, *Age and Ageing*, 39(4), p.412-423. doi: 10.1093/ageing/afq034

Ethgen O, Beaudart C, Buckinx F, Bruyère O, Reginster JY. 2017. The Future Prevalence of Sarcopenia in Europe: A Claim for Public Health Action, *Calcified Tissue International*, 100, p. 229-234. doi:10.1007/s00223-016-0220-9

Gasparrini Antonio, Guo Yuming, Hashizume Masahiro, Kinney Patrick,… Armstrong Ben G. 2015. Temporal Variation in Heat-Mortality Associations: A Multicountry Study. *Environmental Health Perspectives*, 123(11), p. 1200-1207. doi: 10.1289/ehp.1409070

Gauthier Josianne, Morais José A., Mallet Louise. 2005. Impact des vagues de chaleur en gériatrie et risques associés aux médicaments, *Pharmactuel*, 38(3), p. 123-133.

GIEC. 2019. *Réchauffement planétaire de 1,5 °C*, Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels et les trajectoires associées d'émissions mondiales de gaz à effet de serre, dans le contexte du renforcement de la parade mondiale au changement climatique, du développement durable et de la lutte contre la pauvreté, Résumé à l'intention des décideurs, OMM, PNUE, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, New York, 32p.

Hanna Élizabeth G., Tait Peter W. 2015. Limitations to thermoregulation and acclimatization challenge human adaptation to global warming, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(7), p. 8034-74.

Harper Sarah. 2019. The Convergence of Population Ageing with Climate Change, *Journal of Population Ageing*, 12, p. 401-403.

HAS. 2019. *Prescription d'activité physique et sportive. Les personnes âgées*, Haute Autorité de Santé, juillet, 19p. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2019-07/app_248_ref_aps_pa_vf.pdf

Hémon Denis, Jougla Éric. 2004. Surmortalité liée à la canicule d'août 2003, *Rapport remis au Ministre de la Santé et de la Protection Sociale*, Inserm, Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, 76p.

Howard Sally, Krishna Geetanjali. 2022. How hot weather kills: the rising public health dangers of extreme heat. *British Medical Journal*, 378, 1741. doi:10.1136/bmj.o174

IPCC. 2021. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*, Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391p. doi:10.1017/9781009157896

Lourtioz Jean-Michel. 2022. Impact des changements climatiques, in Lourtioz Jean-Michel, Lecomte Jane, Szopa Sophie (dir), *Enjeux de la transition écologique*, Les Ulis, EDP Sciences, p. 221-243.

Masson-Delmotte Valérie. 2020. Réchauffement climatique : état des connaissances scientifiques, enjeux, risques et options d'action, *Comptes Rendus. Géoscience — Sciences de la Planète*, 352 (4-5), p. 251-277. doi:10.5802/crgeos.29

Montoro-Ramírez Éva, Parra-Anguita Laura, Álvarez-Nieto Carmen, Parra Gema, López-Medina Isabel. 2022. Effects of climate change in the elderly's health: a scoping review protocol, *BMJ Open*, 12 (4), doi:10.1136/bmjopen-2020-046333.

Nader Brigitte, Prandato Lauriane, Mobillion Virginie, Bochaton Audrey, Charreire Hélène, Baron Myriam. 2018. *Pollution atmosphérique*, p. 237-238, doi:10.4267/pollution-atmospherique.6664

Navas-Martín Miguel Ángel, López-Bueno José Antonio, Ascaso-Sánchez María Soledad, Fernando Follos, Vellón José Manuel, Mirón Isidro Juan, Luna María Yolanda, Sánchez-Martínez Gerardo, Linares Cristina, Díaz Julio. 2023. Heat Adaptation among the Elderly in Spain (1983-2018). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), 1314. doi:10.3390/ijerph20021314

OMS. 2016. *Rapport mondial sur le vieillissement et la santé*, Organisation Mondiale de la Santé, Genève, 296p.

Paillard Thierry. 2015. Risques spécifiques de la pratique physique chez les personnes âgées, *Revue Médicale de Liège*, 70(1), p. 22-26.

Pamoukdjian Frédéric, Tine Samir, Sebbane Georges. 2015. Le repérage clinique de la sarcopénie. Pourquoi, pour qui, comment ?, *Repères en Gériatrie*, 17 (140), p. 180-184.

Paquet Christophe. 2019. Changements climatiques et santé dans les pays en développement : quels sont les enjeux ? *Les Tribunes de la santé*, 61 (3), p. 31-40.

Pascal Mathilde, Laaidi Karine, Verrier Agnès. 2019. L'évolution des canicules : un défi pour la santé publique, *Les Tribunes de la santé*, 3 (61), p. 23-29.

Petermann-Rocha Fanny, Balntzi Viktoria, Gray Stuart R., Lara Jose, Ho1Frederick K., Pell Jill P. Celis-Morales Carlos. 2022. Global prevalence of sarcopenia and severe sarcopenia: a systematic review and meta-analysis, *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 13, p. 86–99 doi: 10.1002/jcsm.12783

Poumadère Marc, Mays Claire, Le Mer Sophie, Blong Russel. 2005. Dangerous climate here and now: The 2003 heat wave in France. *Risk Analysis*, 25, p. 1483-1494.

Puisieux François (dir). 2007. *Les bonnes pratiques de soins en Ehpad*, Ministère de la santé, de la Jeunesse et des Sports, Société Française de Gériatrie et Gérontologie, 115p.

Raggetli Martina S., Röösli Martin. 2021. Mortalité liée à la chaleur durant l'été 2019. *Primary and Hospital Care - Médecine Interne Générale*, 21 (3), p. 90-95.

Sandron Frédéric. 2021. Aging, in Charbit Y. (dir), *Demographic Dynamics and development*, ISTE Editions, London, p. 221-256.

Tillaut Hélène, Ravault Coralie, Rambourg Marie-Odile, Pascale Mathilde. 2003.Vague de chaleur et santé : revue bibliographique. *BEH*, 45-46, p. 218-219.

UNFPA. 2009. *Face à un monde qui change : les femmes, la population et le climat*, Fonds des Nations-Unies pour la Population, New York, 96p.

UNFPA. 2022. Cinq façons dont les changements climatiques affectent les femmes et les filles, Fonds des Nations-Unies pour la Population, New York.

https://www.unfpa.org/fr/news/cinq-facons-dont-les-changements-climatiques-affectent-les-femmes-et-les-filles

United Nations. 2015. *World Population Ageing*, United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, ST/ESA/SER.A/390, New York, 164p.

United Nations. 2019. *World Population Prospects 2019: Highlights*, United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, ST/ESA/SER.A/423, New York, 46p.

United Nations. 2022. *World Population Prospects 2022. Summary of Results*, United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, UN DESA/POP/2021/TR/NO. 3, New York, 52p.

United Nations. 2023. *Leaving No One Behind In An Ageing World. World Social Report 2023*, United Nations, Department of Economic and Social Affairs, ST/ESA/379, New York, 150p.

Xin Caihong, Sun Xin, Lu Li, Chan Ling. 2021. Prevalence of sarcopenia in older Chinese adults: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*, 11, e041879. doi:10.1136/bmjopen-2020-041879