

P0526 - Longévité et vieillissement en santé

Responsables du projet : Emmanuelle Cambois, Nadine Ouellette

Autres participants INED : Carole Bonnet, Didier Breton, Nicolas Brouard, Giancarlo Camarda, Florence Jusot, Claude-Valentin Marie, France Meslé, Gilles Pison, Jean-Marie Robine, Marc Thévenin, Jacques Vallin.

Participants hors-INED : Robert Bourbeau, Amélie Carrère, Siu Lan Karen Cheung, Maude Crouzet, Bertrand Desjardins, Viorela Diaconu, Shiro Horiuchi, Julie Landes, Trifon Missov, Wilma Nusselder, Herman Van Oyen, Samuel Pavard, Michel Poulain, Jean-François Ravaut, Alexander Scheuerlein, Aida Solé-Auró, John R. Wilmoth.

Contexte et positionnement du projet

La baisse de la mortalité, particulièrement concentrée aux âges élevés au cours des dernières décennies, a induit un allongement de la durée de vie et un formidable accroissement des effectifs de population aux grands et très grands âges. En France, les plus de 100 ans qui sont au nombre de 24 000 actuellement pourraient être treize fois plus nombreux en 2060, d'après le scénario central des dernières projections de l'INSEE. Si ces chiffres sur les centenaires, et leur évolution, apparaissent spectaculaires, ils ne reflètent qu'une infime partie du phénomène. En considérant aussi les nonagénaires, les chiffres atteignent 700 000 hommes et femmes aujourd'hui et trois fois plus dans cinquante ans. A l'échelle individuelle comme à l'échelle de la population, ce gonflement du haut de la pyramide des âges a des implications en matière de santé et, plus généralement, des implications sociales, familiales et économiques. Ce projet explore d'une part les ressorts de l'évolution de la mortalité à ces grands âges, encore très mal connus, et d'autre part les conditions, en particulier de santé, dans lesquelles se déroule le vieillissement dans ce contexte d'allongement de l'espérance de vie.

Cette évolution nous interroge sur les risques et causes de décès à ces très grands âges. A quel rythme la mortalité progresse-t-elle après 90 ans et après 100 ans et comment les risques ont-ils évolué au cours du temps : ces questions donnent lieu à d'importants débats scientifiques et sont cruciales pour anticiper l'évolution future de la population et de ses effectifs les plus âgés. Or, les projections des effectifs sont aujourd'hui doublement imprécises. Les mesures de la mortalité aux grands âges sont souvent sujettes à des incertitudes importantes, d'une part en raison de problèmes d'exagération des âges et, d'autre part parce que les effectifs par année d'âge y sont encore relativement faibles. Nous ignorons par ailleurs si la vie humaine a une limite ou si elle est susceptible d'évoluer et d'élargir d'autant les perspectives de développement du nombre de « supercentenaires » (au-delà de 110 ans). En réponse à ces questionnements, la première partie de ce projet rassemble les projets visant à améliorer les estimations des risques de décès aux âges très élevés, à apporter un éclairage inédit sur la courbe de mortalité au-delà de 90 ans, et à analyser les tendances des espérances de vie maximales et des records individuels de durée de vie au niveau international. Il s'agira aussi de mieux comprendre les ressorts de cette baisse de la mortalité aux très grands âges et de développer la réflexion sur le choix des indicateurs les plus adéquats pour en résumer les dynamiques.

Ces dynamiques sont liées aux avancées sanitaires, médicales et sociales qui ont permis cet allongement de la vie jusqu'à des âges élevés. Ces âges sont aussi ceux auxquels nombre de problèmes de santé surviennent ; des problèmes de santé qui ne sont pas nécessairement létaux, mais susceptibles d'affecter le fonctionnement et la qualité de vie. Par ailleurs, les progrès ont aussi augmenté les chances de survie en présence de maladies, dont certaines sont potentiellement invalidantes.

Ainsi la France présente des espérances de vie aux grands âges particulièrement élevées, mais on s'interroge sur la qualité de ces années de vie. La seconde partie de ce projet prolonge les questionnements en cherchant à déterminer dans quelle mesure les plus âgés doivent leur plus grande survie en France à une meilleure santé ou à une réduction généralisée des risques de décès, y compris parmi les personnes malades. Nous nous demanderons si la France qui se démarque en matière de mortalité aux âges élevés se démarque aussi en matière d'espérance de vie en bonne santé et sans incapacité. Il s'agira aussi d'analyser comment vieillissent les personnes, notamment celles atteintes de troubles de santé ou d'incapacités en identifiant des différences selon le sexe ou le statut social. On cherchera à déterminer des circonstances favorisant les chances de survie en bonne santé, au niveau individuel et au niveau collectif. Nous étudierons aussi les conditions de la prise en charge des incapacités permettant de maintenir ses activités, et de la prise en charge de la dépendance pour les femmes et les hommes qui ont besoin d'une assistance dans leurs activités du quotidien. Ces problématiques seront abordées par l'analyse des évolutions de l'état de santé, dans une perspective internationale, et par l'analyse des circonstances de vieillissements différenciés au sein de la population française et au niveau international. On s'interrogera enfin sur l'impact des politiques publiques sur le vieillissement en bonne santé et sur les inégalités que l'on observe en la matière.

Partie 1.

Les mesures et possibles limites de la longévité

Depuis plusieurs décennies déjà, l'augmentation de l'espérance de vie résulte principalement d'un recul de la mortalité aux âges élevés. Les individus ne décèdent plus que rarement de maladies infectieuses autrefois très meurtrières, notamment aux jeunes âges. Aujourd'hui, les décès se concentrent de plus en plus aux âges élevés (autour de 85 ans actuellement) et les gains d'espérance de vie à venir dépendent désormais presque exclusivement du recul de la mortalité aux grands âges. Il est ainsi devenu plus important que jamais d'obtenir des mesures précises de la mortalité aux âges avancés.

À ces âges, les mesures de la mortalité sont souvent sujettes à des incertitudes importantes en raison de problèmes d'exagération des âges. De plus, par les moyens classiques, on observe très mal la mortalité aux âges très élevés, non seulement parce qu'au-delà de 90 ans et, plus encore, de 100 ans, les effectifs par année d'âge sont trop faibles pour suivre annuellement la mortalité sans se heurter à d'importantes fluctuations aléatoires, mais surtout parce que les théories actuelles sur la longévité humaine laissent sans réponse la question de savoir si elle se limite aux 122,4 ans de Jeanne Calment ou si elle est susceptible d'évoluer et d'élargir d'autant les perspectives de développement du nombre de supercentenaires (personnes âgées de 110 ans ou plus).

La forme même de la courbe de mortalité au-delà de 100 ans continue donc de faire l'objet de nombreuses controverses (Horiuchi et Wilmoth 1998; Gavrilov et Gavrilova 2011, 2015; Brouard 2012; Ouellette et Bourbeau 2014). Dans la communauté scientifique, le débat est vif à propos de l'utilisation de la loi de Gompertz (1825). Rappelons que celle-ci stipule que la force de mortalité croît exponentiellement avec l'âge. Certains l'observent *au niveau d'une population*, d'autres la postulent *au niveau individuel*. Ces derniers font également l'hypothèse que chaque individu est différent et soumis dès sa naissance à un sur- ou sous- risque de mortalité qu'il conservera toute sa vie. S'il y a un consensus sur la bonne adéquation de la loi de Gompertz sur une très grande plage de la vie humaine, de l'entrée de la vie adulte à environ 95 ans (dans les populations à faible mortalité), les opinions divergent sur la forme de la courbe aux très grands âges : certains considèrent qu'à ces âges très élevés, les données souffrent d'imperfections (effectifs de décès trop faibles, âges mal déclarés) qui ne permettent pas une bonne estimation, d'autres prévoient un ralentissement de l'augmentation avec l'âge dû à l'homogénéisation de la population sous l'effet de la sélection des individus les plus « robustes ». Avec l'augmentation rapide des effectifs de personnes très âgées observée récemment, l'adéquation de la loi de Gompertz se vérifie jusqu'à des âges de plus en plus élevés. Au-delà de 100 ans, toutefois, l'incertitude demeure.

Par ailleurs, au cœur des recherches sur la mortalité aux grands âges se pose la question des indicateurs les mieux à même de refléter les dynamiques spécifiques qui les caractérisent. Des débats se sont ouverts sur la nécessité d'accompagner les indicateurs d'espérance de vie d'indicateurs autres, notamment l'âge modal au décès (i.e. l'âge le plus commun ou le plus fréquent au décès) qui est uniquement influencé par la mortalité aux âges avancés (Horiuchi et al. 2013).

Dans ce contexte, la première partie de ce projet phare se décline en deux axes. Un premier axe s'attachera à estimer les risques de décès aux âges très élevés en s'appuyant sur des données empiriques validées pour décrire la forme de la courbe de mortalité au-delà de 90 ans, à explorer les fondements théoriques de cette trajectoire et à savoir si les limites de la longévité humaine pourront encore être beaucoup repoussées. À partir des résultats de ces travaux, il sera possible de formuler des hypothèses d'évolution de la mortalité aux âges élevés pour mieux estimer notamment l'espérance de vie et améliorer les projections de population. Dans un second axe, nous chercherons à mieux comprendre les ressorts de la baisse de la mortalité aux très grands âges en accordant une attention particulière au choix des indicateurs les plus pertinents pour résumer les dynamiques spécifiques qui caractérisent cette baisse. Concrètement, nous nous appuyerons sur des données historiques et internationales pour montrer la pertinence des différents indicateurs. Les distributions des durées de vie individuelles pouvant varier considérablement dans le temps, dans l'espace, selon le sexe, la cause de décès et encore davantage d'une espèce à l'autre, des comparaisons entre populations humaines et non humaines viseront à mieux documenter et comprendre les différences observées en matière de longévité et de vieillissement.

Axe 1. La mortalité aux très grands âges dans les pays développés

1. La forme de la courbe de mortalité aux âges élevés

➤ *Supercentenaires et semi-supercentenaires (FM, NO, JMR, JV)*

Un projet de recherche international impliquant la plupart des pays de l'OCDE vise à fournir un point de référence mondial sur la mortalité à partir de 110 ans (Maier et al. 2010), qui permettrait de mieux modéliser la courbe de mortalité entre 90 et 110 ans et son évolution annuelle au cours des dernières décennies pour l'extrapoler aux décennies à venir.

Pour y parvenir, l'idée est de retrouver toutes les personnes réputées avoir atteint l'âge de 110 ans entre 1950 et aujourd'hui, dans le plus grand nombre de pays développés possible et de valider leurs dates exactes de naissance et de décès sur la base d'un protocole rigoureux afin de pouvoir calculer avec précision un taux de mortalité à 110 ans sur lequel pourraient se caler les différents travaux démographiques nationaux de projection des populations âgées. Le réseau international de recherche sur les supercentenaires a pris, en 2002, la forme plus officielle d'un consortium tripartite (MPIDR/INSERM/INED) assorti d'un Conseil scientifique (une quinzaine de chercheurs d'une dizaine de pays), dont la principale responsabilité est de veiller aux aspects de confidentialité et de définir les normes de validation des âges.

Un séminaire, organisé à peu près annuellement, permet de faire le point sur l'avancement du projet dans les pays impliqués et d'étendre la recherche à de nouveaux pays en invitant des chercheurs prêts à s'engager dans le projet. Ces rencontres ont permis d'encadrer et d'assurer la cohérence des travaux d'authentification des âges ainsi que d'orienter les premières analyses, puis d'aboutir à la publication d'une monographie internationale sur les supercentenaires (Maier et al. 2010). En 2014, le séminaire s'est tenu à l'INED.

Pour la France, une convention entre l'INED et l'INSEE a récemment été signée. Selon celle-ci, l'INSEE fournira chaque année à l'INED (à compter de 2014) l'extrait des données nominatives du Répertoire national d'identification des personnes physiques (RNIPP) relatif aux personnes nées en France et décédées à l'âge de 105 ans ou plus lors des deux années calendaires précédentes. Avant la signature de cette convention, l'INSEE nous avait fourni à deux reprises un extrait du RNIPP et nous avons réuni ces données avec deux autres sources imparfaites : la statistique des décès de l'état civil et une liste nominative issue d'un dépouillement de coupures de presse sur les célébrations de très grands anniversaires. Ces trois sources de données ont été couplées cas par cas pour établir une liste aussi complète que possible de supposés supercentenaires. Chaque cas a ensuite été validé par enquête auprès de la mairie de naissance. Jusqu'à présent, il a ainsi été possible de valider 165 cas de supercentenaires. Les résultats obtenus à diverses étapes de la validation ont été présentés dans plusieurs publications (Meslé, Vallin et Robine 2000; Robine et al. 2002) et ont fait l'objet de deux chapitres de la monographie internationale (Meslé et al. 2010a et b). Les résultats les plus complets ont été présentés lors de la réunion du groupe "Supercentenaires" de 2015 à Copenhague.

Les données individuelles (nominatives ou non) rassemblées dans le cadre de cette recherche sont conservées sous la responsabilité du consortium et sont mises à disposition sous une forme anonymisée dans une base de données mise en ligne (IDL pour International Database on Longevity). Le paradoxe est que désormais, la mortalité au-delà de l'âge de 110 ans commence à être mieux mesurée que la mortalité entre 105 et 110 ans, soit celle des semi-supercentenaires pour lesquels les données courantes ne sont pas vraiment fiables. Cependant, entreprendre une vérification exhaustive des âges est une entreprise nettement plus coûteuse pour cette tranche d'âge beaucoup plus nombreuse. Depuis 2008, le groupe "Supercentenaires" s'est tout de même engagé dans cette voie, sur la base d'un échantillon. Les premiers résultats ont été discutés lors des dernières réunions du groupe (Madrid, 2011 ; Rome, 2012 ; Paris, 2014 ; Copenhague, 2015). Des résultats plus complets feront l'objet d'un chapitre d'une seconde monographie internationale, qui portera cette fois sur tous les plus de 105 ans. La prochaine réunion (Tallinn, 2016) sera l'occasion de finaliser cette nouvelle monographie et de valider la version définitive du site Web IDL hébergé au Max Planck Institute for Demographic Research à Rostock.

➡ ***La mortalité à partir de 90 ans au Canada, en Belgique et en France (RB, BD, FM, NO, MP, JMR, JV)***

Au cours des vingt dernières années, plusieurs études ont suggéré que le rythme d'accroissement de la mortalité avec l'âge tend à s'estomper aux grands âges, un phénomène communément appelé la décélération de la mortalité (Horiuchi et Coale 1990; Gavrilov et Gavrilova 1991; Horiuchi et Wilmoth 1998; Lynch et Brown 2001; Rau, Muszynska et Baudisch 2009; Wrigley-Field 2014). Plutôt que de croître de façon exponentielle avec l'âge (loi de Gompertz, 1825), le taux instantané de mortalité aux grands âges ressemble davantage à une courbe logistique. Les deux hypothèses les plus courantes pour expliquer l'occurrence de cette décélération de la mortalité aux très grands âges sont : l'hypothèse d'hétérogénéité des populations (une sélection des individus les plus « robustes » au sein de la population s'effectue avec l'âge) et l'hypothèse d'adaptation de l'individu au stress au cours de la vie.

Toutefois, le débat au sujet de la forme de la courbe de mortalité aux grands âges demeure viv. Par exemple, des travaux récents contestent le fait que la décélération de la mortalité aux âges élevés est réelle (Gavrilov et Gavrilova 2011, 2015). Selon ces auteurs, la décélération observée

pourrait tenir uniquement aux trois facteurs suivants : 1) le fait de combiner plusieurs cohortes de naissance avec des expériences différentes de mortalité, ce qui résulte en une population excessivement hétérogène ; 2) le fait de poser des hypothèses non valables pour l'estimation du taux instantané (infinitésimal) de mortalité aux grands âges où le risque de décès est très élevé ; 3) le fait d'utiliser des données présentant des problèmes d'exagération de l'âge chez les personnes très âgées. Nous participons actuellement à ce débat avec nos collègues canadiens et belges, notre objectif étant de produire des estimations fiables des taux de mortalité au-delà de 90 ans pour le Québec, la Belgique et la France et de documenter leurs évolutions depuis 1980. Ces estimations doivent bien entendu s'appuyer sur des données empiriques validées pour les trois populations.

Pour le Québec, la procédure de validation des âges requiert d'abord qu'on obtienne de l'Institut de la statistique du Québec des listes annuelles nominatives de toutes les personnes décédées à partir de 90 ans. Les âges au décès des Canadiens-français catholiques nés (avant la fin du XXe siècle) et décédés au Québec peuvent ensuite être validés à l'aide de données issues des registres paroissiaux du Québec ancien (cela demande de retrouver l'acte de baptême de chaque personne sur certains sites d'archives ou dans la base de données du Registre de la population du Québec ancien) et des recensements canadiens de 1901 et 1911 (qui fournit la liste des personnes, incluant leur âge, résidant dans un ménage au moment du recensement). Compte tenu des très bons résultats de la validation (Bourbeau et Desjardins 2002; Beaudry-Godin 2010), on ne vérifie désormais systématiquement que les âges des personnes réputées être décédées à l'âge de 105 ans ou plus.

Pour la Belgique, l'identification des nonagénaires et des centenaires nés et décédés en Belgique se fait par l'entremise du Registre national, un registre de population centralisé et informatisé couvrant l'ensemble de la population résidant dans le pays. La validation des dates exactes de naissance et de décès des personnes renseignées dans ce registre se fait à partir de leurs actes de naissance et de décès (Poulain, Chambre et Foulon 1999). Les erreurs dans le registre ayant été démontrées négligeables avant l'âge de 100 ans, nous ne validons plus les décès de personnes décédées avant cet âge.

Pour la France, l'âge des décédés a été validé de manière exhaustive à partir de 108 ans et sur un échantillon entre 105 et 108 ans. La procédure de validation, abordée à la section précédente dans le cadre du projet international sur les semi- et supercentenaires, se fait par la vérification systématique de l'acte de décès et de l'acte de naissance, en consultant les registres d'état civil des communes où les événements ont été enregistrés. En revanche aucune validation n'a été effectuée pour les décès survenus avant 105 ans. Toutefois pour les générations concernées, nées à la fin du XIXe siècle, on a pu montrer que les erreurs sur l'âge étaient probablement négligeables (Meslé et al. 2010a).

Ces données empiriques validées sur les âges au décès nous permettent d'examiner les facteurs 1) et 2) énoncés ci-dessus, sans se préoccuper du facteur 3). Cela revient à tester différents modèles de façon à produire le meilleur ajustement, en privilégiant à la fois des approches paramétriques (modèles exponentiel, logistique, log-quadratique, Weibull, etc.) pour tirer profit de la nature explicative de leurs paramètres et des approches non paramétriques pour davantage de souplesse dans la modélisation (e.g., lissage par P-splines (Eilers et Marx 1996)). Ces tests sont réalisés sur différentes périodes, pour différentes générations, et en considérant différents intervalles d'âges (12 mois vs. 3 ou 6 mois) et étendues d'âges (à partir de 90, 95 ou

100 ans). Des bandes de confiance sont systématiquement calculées afin de permettre des comparaisons et surtout de juger de la précision de nos estimations des risques de décès, en particulier aux âges les plus extrêmes.

Les premiers résultats obtenus pour les nonagénaires et centenaires Canadiens-français et Belges (Ouellette et Bourbeau 2014; Ouellette, Poulain et Bourbeau 2015) suggèrent que le rythme d'accroissement de la mortalité s'amenuise avec l'âge au sein de ces deux populations, même en l'absence des facteurs 1) à 3) énoncés plus haut. Les données françaises seront prochainement intégrées à l'analyse et l'ensemble des tests prévus seront effectués sur les populations prises séparément, puis les résultats comparés. Une demande de financement a été déposée auprès de la Fondation SCOR pour la Science au printemps 2015. Cette subvention serait principalement utilisée pour recruter un(e) doctorant(e) sur le projet qui pourrait être accueilli(e) à l'INED.

➔ **Mortalité et hétérogénéité de la population (NB)**

Déjà, à la fin des années 70, Jean Bourgeois-Pichat mettait en garde contre les risques d'erreur d'estimation de la force de mortalité après 90 ans si l'on considérait le quotient de mortalité et non le taux infinitésimal. À l'inverse des premiers calculs faits dans d'autres pays, il montrait qu'en France la courbure du logarithme de la force de mortalité en fonction de l'âge conduisait à une concavité vers le haut aux âges élevés. Aujourd'hui, rien n'a changé, si ce n'est que la mortalité ayant baissé, la proportion des survivants à un âge élevé ne fait qu'augmenter dans le temps et à des rythmes beaucoup plus rapides que celui de la baisse du taux de mortalité au même âge (effet de crête d'une vague). La mise à disposition des données de l'enquête IPSEN sur les centenaires français donne l'opportunité de tester l'ajustement de la loi de Gompertz aux très grands âges. Ce sont près de 800 centenaires qui ont accepté de subir un examen médical, condition indispensable pour entrer dans l'étude, et d'être régulièrement suivis jusqu'au décès.

Si on croit à la pertinence de la loi de Gompertz, les niveaux de mortalité à 100 et 110 ans sont d'une part très élevés et d'autre part très différents, tout autant qu'entre 90 et 100 ans. Ainsi, le délai de convocation nécessaire pour l'examen médical d'une personne de 110 ans devrait être beaucoup plus court que pour celui d'une personne de 100 ans faute de quoi la prise en compte des décédés les plus âgés sera biaisée. Or dans l'ensemble de cohortes de centenaires que nous avons pu examiner, l'enquête IPSEN en particulier, le délai de convocation, de 2 mois en moyenne est suffisant pour que la non prise en compte, tant dans le numérateurs que dans les dénominateurs, des personnes qui sont à 2 mois de la mort, biaise les taux de mortalité. Dès lors, la sous-représentation de centenaires proches du décès aura davantage d'influence sur la mortalité à 110 ans qu'à 100 ans, induisant un faux ralentissement de la mortalité avec l'âge. D'autre part un taux de mortalité ne peut être estimé en un point (temps, âge) du diagramme de Lexis, mais sur un domaine ayant une certaine largeur et hauteur autour de ce point de sorte qu'il y ait suffisamment de décès et suffisamment de personnes-années pour que le rapport des deux quantités ait un sens. Or, aux âges très élevés, le nombre des personnes survivantes devient très faible et le nombre des décès est aléatoire, d'où la tendance à élargir le domaine d'estimation tant sur les âges (annuel ou quinquennal) que sur la durée d'exposition. Outre que l'estimation des dénominateurs devient de plus en plus difficile, le taux calculé ne peut plus être considéré comme une estimation de la force de mortalité à l'âge moyen de l'intervalle mais plutôt comme celle à l'âge du début de l'intervalle. Aux âges très élevés, le biais sur un taux annuel même correctement estimé peut atteindre une demi-année. Outre une énumération des

biais qui concourent à infléchir la force de mortalité aux très grands âges, nous proposons également une méthode d'estimation mais surtout un programme informatique (ImaCh version > 0.97) qui permet d'estimer la force de mortalité dans une enquête transverso-longitudinale comme les enquêtes LSOA, HID etc. à partir d'une modélisation a priori de la loi de mortalité (Gompertz, Makeham, etc.) et d'une estimation par la méthode de maximum de vraisemblance dès lors que l'échantillon est représentatif à une date donnée de la population d'âge supérieur à un âge donné et que l'inventaire complet des décès survenus dans cette population est également connu. L'influence de la croissance, différente selon l'âge en raison de la baisse de la mortalité passée, sur la structure initiale de la pyramide fera l'objet d'une attention particulière.

Les auteurs qui rejettent l'adéquation de la loi de Gompertz au-delà de 85 ans, expliquent cette déviance par l'effet de l'hétérogénéité. Il est certainement trop simple de dire que l'hétérogénéité expliquerait l'infléchissement de la courbe de la mortalité aux grands âges, dans la mesure où les effectifs à ces âges s'amenuisent entraînant une forte incertitude dans l'estimation de la mortalité et que des biais tels que ceux de l'enquête IPSEN existent. La contribution de l'hétérogénéité dans la durée de survie n'est pas claire. Son rôle dans la mesure de la mortalité aux grands âges doit être précisé. Il s'agit donc de mener une réflexion sur ce sujet qui permettra de faire le lien entre les travaux que nous avons effectués sur la mortalité des centenaires en France et les méthodes de calculs d'espérance de vie en santé que nous avons développées, qui supposent que les personnes ne sont pas toutes au même risque de décéder. En effet, les personnes en incapacité ont une mortalité plus forte que les personnes en bonne santé mais la croissance de cette mortalité avec l'âge y est plus faible.

➤ **Tables de mortalité par génération pour la France (FM, NO, JV)**

Les connaissances acquises dans le cadre de ces recherches sur l'évolution observée du niveau des taux de mortalité aux très grands âges servira de base à la formulation d'hypothèses sur l'évolution future de la mortalité, hypothèses qui s'appuieront également sur les travaux déjà existants sur les évolutions de mortalité en-deçà de 90 ans dans les pays les plus avancés (projet phare P0536). Compte tenu des hypothèses retenues, de nouvelles tables de mortalité par génération seront élaborées pour la France, permettant d'estimer l'espérance de vie probable des générations nées au XXe siècle. Nous avons déjà calculé un premier jeu de tables de mortalité de ce type au début des années 2000 (Vallin et Meslé 2001). Il sera possible de mettre à jour ces tables et de les raccorder aux tables déjà existantes pour les générations nées au XIXe siècle. Dans le précédent exercice, faute de données suffisantes, toutes les tables avaient été closes à 105 ans avec une espérance de vie à cet âge de 1,7 an quels que soient la génération et le sexe. Les nouvelles estimations de la mortalité aux très grands âges permettront d'affiner ces valeurs pour chaque sexe et de les faire évoluer dans le temps. Ce nouvel ensemble de tables sera publié par l'INED et mis à la disposition de tous sur son site Web.

2. Peut-on repousser les limites de la longévité humaine indéfiniment ?

➤ **Les tendances de l'espérance de vie maximale (GC, FM, JV)**

Grâce aux progrès remarquables accomplis par l'être humain en matière de mortalité au cours des deux derniers siècles, l'espérance de vie à la naissance a fait un bond énorme dans les pays développés, passant d'environ 30-40 ans au milieu du XIXe siècle à plus de 80 ans récemment (Meslé et Vallin 2011). Peut-on imaginer que cette formidable progression de la durée de vie moyenne se poursuive encore longtemps et jusqu'où ?

L'idée de proposer des valeurs maximales pour la durée de vie moyenne pour l'être humain n'est pas nouvelle. De nombreux chercheurs et grands organismes internationaux effectuent des projections dans cet objectif bien précis. Or, dans leur célèbre article de 2002, J. Oeppen et J. Vaupel ont montré qu'à maintes reprises, les experts avaient eu tort d'affirmer que l'espérance de vie à la naissance cesserait bientôt d'augmenter puisqu'elle tendait vers une limite (biologique) supérieure. Leur article montre que la tendance de l'espérance de vie à la naissance la plus élevée atteinte chaque année depuis 1841 dans le monde suit une ligne droite avec une pente de 24% pour les femmes et de 22% pour les hommes. Plus récemment, en 2009, en contrôlant mieux la qualité des données, nous avons suggéré que l'évolution de l'espérance de vie féminine maximale pouvait être fractionnée en quatre périodes (segments) successives avec des progressions (pentes) différentes (Vallin et Meslé 2009). Même si l'on observe une décélération du rythme de progrès depuis que ce progrès repose pour l'essentiel sur la baisse de la mortalité à des âges de plus en plus élevés, cette recherche montre que l'espérance de vie à la naissance peut encore progresser beaucoup.

Dans ce précédent exercice, l'identification des quatre segments dans la série était intuitive, simplement suggérée par la forme générale du nuage de points. L'analyse statistique de ces points de rupture, basée sur une méthode de régressions linéaires fragmentées, nous a permis d'en identifier précisément le nombre et leur calendrier. Les premiers résultats obtenus concernent les femmes seulement, celles-ci ayant une espérance de vie nettement supérieure à celle des hommes dans tous les pays développés. Nous travaillons actuellement à répéter ces analyses sur les données masculines. Une autre piste sous exploration est celle du fractionnement des droites pour l'espérance de vie partielle, qui a pour objectif d'identifier s'il y a des phases de la transition épidémiologique spécifiques à certains groupes d'âges. L'aboutissement de cette recherche est crucial pour proposer des hypothèses de progression de l'espérance de vie dans un proche avenir.

➡ ***La pérennité des records individuels de durée de vie (NO, JRW)***

Une autre façon d'aborder le débat sur les limites à la vie humaine consiste à examiner les durées de vie maximales plutôt que moyennes. Jeanne Calment est décédée à Arles en 1997 à l'âge de 122,4 ans (Robine et Allard 1999) et elle détient toujours le record individuel de longévité humaine. Pourquoi son record n'a-t-il pas été battu depuis ce temps ? Est-ce que l'absence d'un nouveau record durant une aussi longue période suggère que la durée de vie maximale tend vers une forme de limite imposée par la biologie à l'organisme humain, comme le proposent certains travaux récents (Finch et al. 2014) ? Ou cela s'explique-t-il plutôt par le caractère aléatoire des durées de vie maximales ? Ces questions sont fondamentales pour les recherches dans les domaines de la longévité et du vieillissement et nous les abordons avec J. Wilmoth, en adaptant un modèle stochastique pour la tendance mondiale de l'âge maximal au décès issu d'un exercice précédent (Wilmoth et al. 2000).

Nous montrons qu'en dépit de : (a) la baisse remarquable de la mortalité aux grands âges dans les pays développés depuis le milieu du XXe siècle et (b) l'augmentation séculaire de l'âge maximal au décès observé chaque année dans divers pays disposant de longue date d'un excellent enregistrement des naissances, il n'est pas étonnant que le record de Jeanne Calment n'ait pas encore été battu. En effet, d'après nos calculs, la probabilité d'occurrence d'un nouveau record entre le moment de son décès en 1997 et la fin de l'année 2015 s'avère très faible, en-deçà de 5%. En revanche, chez les hommes, le nouveau record masculin établi par Jiroemon

Kimura (décédé à 116,1 ans au Japon en 2013), succédant à Christian Mortensen (décédé à 115,7 ans aux États-Unis en 1998), était grandement attendu, avec une probabilité atteignant 85%. Suivant nos projections, Jeanne Calment pourrait conserver son précieux titre pendant plusieurs décennies additionnelles, non pas parce que la limite extrême de la vie humaine se situe autour de 122 ans, mais plutôt en raison de la nature très exceptionnelle de sa longue durée de vie. Un article est en cours d'évaluation.

Axe 2. Indicateurs de longévité : les développements actuels/récents

1. L'âge modal au décès : un indicateur particulièrement adapté à l'étude de la longévité

➤ Promouvoir un nouvel indicateur (SLKC, SH, NO, JMR)

L'espérance de vie à la naissance est sans équivoque l'indicateur de mortalité le mieux connu et le plus utilisé pour résumer la tendance centrale de la distribution des décès par âge. Depuis une douzaine d'années cependant, l'âge modal au décès (i.e. l'âge le plus commun ou le plus fréquent au décès), une autre mesure de tendance centrale, retient de plus en plus l'attention des chercheurs. Dès le XIXe siècle, Quetelet (1835) et Lexis (1878) utilisèrent l'âge modal au décès dans leurs travaux, mais il faut attendre la publication des recherches de Kannisto (2001) pour voir cet indicateur gagner en popularité auprès des chercheurs s'intéressant à la longévité (Cheung et Robine 2007; Canudas-Romo 2008; Ouellette et Bourbeau 2011; Missov et al. 2015).

Aujourd'hui, nous pouvons affirmer que l'âge modal au décès est un indicateur particulièrement adapté à l'étude de la longévité puisqu'il est uniquement influencé par la mortalité aux grands âges (Horiuchi et al. 2014). Dans cette recherche avec nos collègues S. Horiuchi et S.L.K. Cheung, nous avons aussi montré que comparé aux espérances de vie aux âges élevés (à 55, 65 ou 75 ans par exemple), l'âge modal au décès rend mieux compte des gains de mortalité enregistrés depuis 1950 parce qu'il n'est affecté par aucune limite d'âge arbitraire.

Bien que l'espérance de vie à la naissance doive, à notre avis, demeurer l'un des principaux indicateurs démographiques pour résumer le niveau de la mortalité à tous les âges de la vie, dans le contexte actuel où l'allongement de la vie résulte essentiellement des gains de mortalité aux âges avancés, il est utile d'avoir un indicateur complémentaire qui concerne plus particulièrement la survie aux grands âges. Au cours des prochaines années, nous poursuivrons nos travaux sur l'âge modal au décès, notamment pour identifier d'autres caractéristiques qui serviront à justifier davantage son ajout à la liste des principaux indicateurs démographiques. Une piste qui mérite entre autres d'être approfondie concerne les modèles mathématiques de mortalité (e.g., modèles de Gompertz, logistique, Weibull) reformulés, au sein desquels l'âge modal au décès devient le principal paramètre d'intérêt. Comme les premiers résultats obtenus suggèrent une interprétation facilitée pour les modèles ainsi reformulés, il est possible que l'âge modal au décès soit d'une importance théorique substantielle pour les recherches sur le vieillissement (Horiuchi et al. 2014; Missov et al. 2015).

➤ L'ajout d'une dimension fondamentale : les causes de décès (RB, GC, VD, NO)

L'étude des évolutions de l'âge modal au décès sera enrichie par la prise en compte des causes de décès. L'ajout de cette dimension permettra à terme d'expliquer plus précisément l'évolution de l'indicateur et des différences observées entre les pays ou régions.

Pour faire intervenir les causes de décès dans l'analyse, il a d'abord fallu adapter la méthode que nous avons développée précédemment (Ouellette et Bourbeau 2011) pour l'estimation de l'âge modal au décès pour toutes les causes de décès réunies. Cette réflexion méthodologique s'est effectuée avec deux collègues canadiens, V. Diaconu et R. Bourbeau, et un article présentant la nouvelle méthode d'estimation vient d'être soumis. Dans l'article, la méthode est appliquée aux données canadiennes pour les cinq principales causes de décès suivantes : (1) maladies du cœur, (2) maladies cardiovasculaires, (3) cancers du larynx, de la trachée, des bronches et du poumon, (4) cancer colorectal, (5) cancer du sein (femmes) et cancer de la prostate (hommes). Des analyses similaires pour d'autres pays développés sont en cours. Les résultats obtenus pour le Canada montrent une nette augmentation de l'âge modal au décès depuis les années 1970 jusqu'en 2010 pour chaque sexe et à un rythme assez semblable selon les différentes causes, alors qu'on aurait pu s'attendre à des évolutions contrastées. Ces résultats suggèrent qu'en matière de mortalité des adultes, les bénéfices de la révolution cardiovasculaire (Vallin and Meslé 2004), amorcée autour de 1970 au Canada, ne se limiteraient pas aux maladies cardiovasculaires. Les effets positifs de cette révolution sont susceptibles d'avoir largement profité aux autres principales causes de décès. Nous comptons étudier prochainement l'évolution de la dispersion des distributions des durées de vie, de manière à déterminer si l'accroissement de l'âge modal au décès observé pour chaque cause s'accompagne d'une compression, d'une stagnation ou encore d'une expansion de la distribution des durées de vie adultes dans le temps. Ces trois régimes ont des consonances fort différentes à la fois pour les populations et les personnes, et des conséquences diverses pour les sociétés qui doivent assurer leur bien-être.

➔ ***Qu'apprend-on des écarts d'âge modal au décès entre les sexes, en France et ailleurs ? (GC, FM, NO, JV)***

L'évolution des différences d'espérance de vie à la naissance entre les sexes au cours du XXe siècle dans les pays développés est bien documentée, notamment grâce aux travaux des chercheurs de l'unité MSE, mais celle des différences d'âge modal au décès l'est très peu. Pour l'espérance de vie à la naissance, la plupart des pays (hormis quelques exceptions, dont le Japon) adhèrent au schéma général suivant : après une augmentation prolongée des différences entre les deux sexes après la seconde guerre mondiale, on observe une diminution marquée dans les décennies les plus récentes. Le retard avec lequel les hommes ont franchi les premières étapes de la transition sanitaire par comparaison aux femmes explique en grande partie le creusement de l'écart entre les deux sexes (Vallin 2002). Inversement, le rattrapage des hommes peut expliquer le rétrécissement récent de l'écart (Meslé 2004).

Si l'on compare les évolutions des écarts d'espérance de vie à la naissance entre les sexes à celles des différences de l'âge modal au décès, des distinctions notables ressortent pour certains pays. En France par exemple, le rattrapage des hommes en matière d'âge modal débute en 1978 et précède ainsi clairement celui qui s'observe vers le début des années 1990 pour l'espérance de vie à la naissance. Le cas de l'Autriche est très similaire à celui de la France. Cependant, au Canada, en Suède et en Suisse par exemple, le rattrapage des hommes survient environ au même moment, que l'on utilise l'espérance de vie à la naissance ou l'âge modal au décès. Cette diversité de situations est étonnante et ces premières analyses ont fait l'objet d'une présentation au colloque de l'Aidelf à Bari en mai 2014. Cette recherche se poursuit.

En nous appuyant sur le fait que l'âge modal au décès et l'espérance de vie à la naissance sont tous deux des indicateurs qui résument la tendance centrale de la distribution des décès par âge et son corollaire, c'est-à-dire que la distance entre ces indicateurs provient de la distance entre une simple loi gaussienne et la distribution des décès par âge observée, nous cherchons à identifier les fondements méthodologiques et épidémiologiques qui pourraient expliquer les différentes trajectoires d'écart entre les sexes d'âge modal et d'espérance de vie à la naissance. Nous comptons tirer profit de la richesse des données de la Human Mortality Database (projet phare P0536) pour étendre notre analyse à un grand éventail de pays développés.

2. La longévité des populations humaines et non humaines

➤ *Le projet DATLife (pour Demography of Aging across the Tree of Life) (GC, AS)*

Dans le cadre d'une collaboration internationale réunissant près d'une quinzaine de démographes, biologistes et écologistes, nous avons cherché à comparer les trajectoires de vie de 46 espèces animales et végétales (11 mammifères dont l'être humain, 12 autres vertébrés, 10 invertébrés, 12 plantes vasculaires et une algue verte). Les premiers résultats de cette recherche, publiés dans la revue *Nature*, ont révélé une diversité étonnante de courbes d'évolution de la mortalité et de la fécondité par âge après la maturité entre ces espèces (Jones et al. 2014). Cette diversité invite forcément les chercheurs à développer des perspectives plus larges sur le processus de sénescence et à étendre leurs travaux démographiques à d'autres espèces.

Les données rassemblées pour cette recherche précédente sont conservées sous forme d'une base de données (DATLife) hébergée au Max Planck Institute for Demographic Research à Rostock, qui sera prochainement accessible au public sur le Web. Cette base est continuellement enrichie par l'ajout de données nouvellement recueillies et plus d'un millier de trajectoires sont maintenant disponibles. Avec A. Scheuerlein, nous tirons profit de ces trajectoires pour mesurer le rythme d'accroissement relatif de la mortalité avec l'âge (i.e., le taux de vieillissement) et vérifier si l'évolution tend à classer les diverses espèces selon cette mesure. Un article est en cours d'écriture.

➤ *Comparer les distributions des durées de vie des espèces (GC, SH, JL, NO, SP, GP, JMR)*

Une approche complémentaire à celle décrite ci-dessus se focalise sur les durées de vie plutôt que sur la mortalité ou encore la survie. Moins traditionnelle et peu exploitée jusqu'à présent, cette approche a pourtant révélé un tableau très contrasté en matière de distribution des durées de vie entre les humains et les invertébrés (Horiuchi 2003). Dans un premier temps, nous souhaitons rassembler, au-delà de ce qu'offre la base de données DATLife décrite plus haut, un maximum de collections disponibles sur les durées de vie individuelles de populations humaines présentant divers niveaux de développement économique et différentes cultures (i.e., des tribus de chasseurs cueilleurs d'Amérique latine aux populations japonaises qui présentent aujourd'hui les plus grandes longévités), ainsi que sur les durées de vie individuelles de populations non humaines, que les espèces soient sauvages (e.g., primates, ongulés, tortues, amphibiens, poissons, coraux), captives (e.g., les populations des parcs zoologiques, d'élevage, de laboratoire, de compagnie). Nous avons constitué dans ce cadre un groupe de travail réunissant notamment des démographes, biologistes, écologistes et anthropologues pour discuter du périmètre du projet et de sa mise en place. Un séminaire se tiendra à l'EPHE en janvier 2016.

Ce projet suppose de choisir et/ou de mettre au point des méthodes, des indicateurs et des standards communs pour décrire la distribution des durées de vie individuelles et les principaux traits de vie des différents organismes sélectionnés. Il faut mieux décrire la forme des distributions et mieux la résumer, que ce soit avec des indicateurs de tendance centrale, de dispersion ou de valeurs extrêmes. Il faut mettre au point et tester de nouveaux indicateurs. En pratique, on souhaite disposer d'indicateurs communs et d'une méthode unique de standardisation permettant la comparaison des distributions pour tous les organismes étudiés. Ce travail méthodologique permettra des analyses nouvelles sur la variabilité des durées de vie, souvent identifiée comme une inégalité sociale face à la mort dans les sociétés humaines.

Tout ce matériel devrait permettre de mieux comprendre comment la variabilité des durées de vie individuelles varie d'une espèce à l'autre, avec la complexité biologique et avec diverses formes d'organisation ou encore de contrôle des populations. On devrait pouvoir tirer de nouvelles hypothèses sur l'évolution de la variabilité des durées de vie individuelles au cours de l'évolution et/ou au cours du développement des civilisations humaines et établir des ponts ou des parallèles entre les deux.

3. Les humains partagent-ils le même taux de vieillissement ? (GC, TM)

Dans le domaine de la longévité humaine, l'hypothèse émise par J. Vaupel (2010), selon laquelle tous les humains partagent le même (ou pratiquement) taux de vieillissement, fait débat. L'unité MSE participe au débat par l'affiliation d'un de ses membres au projet de recherche sur l'analyse du taux de vieillissement, le "b Team", qui réunit depuis 2011 une quinzaine de chercheurs du Max Planck Institute for Demographic Research (Allemagne) et d'ailleurs.

En collaboration avec T. Missov, nous cherchons à délimiter l'ensemble des modèles statistiquement appropriés pour l'estimation du taux de vieillissement humain. La classe de modèles étudiée repose uniquement sur les deux hypothèses suivantes : (1) l'évolution de la mortalité par âge pour chaque individu est décrite par la loi de Gompertz, un modèle de croissance exponentielle de la mortalité et (2) l'hétérogénéité non observée au sein de la population, résultat du fait que les individus ne sont pas tous aussi vulnérables les uns que les autres face à la mort, est décrite par une distribution gamma. Nous n'imposons aucune structure paramétrique prédéterminée pour décrire l'évolution de la mortalité par année calendaire et/ou par génération. Cette classe de modèles peut être estimée à partir de données agrégées issues de la statistique des décès de l'état civil et des recensements.

Afin de mesurer le rendement de notre classe de modèles, nous testons actuellement chacun des modèles à l'aide des données disponibles dans la Human Mortality Database (projet phare P0536), qui couvre une grande variété d'expériences de mortalité au sein des pays développés. Un article est en préparation.

Partie 2

Les diverses formes de vieillissement en France et ailleurs

L'évolution de la mortalité, notamment aux âges élevés soulève la question de l'état de santé dans ces populations vieillissantes : les plus âgés en France doivent-ils leur plus grande survie à une meilleure santé qu'ailleurs ? Leur survie à des âges élevés ne les expose-t-elle pas aux (nombreux) troubles de santé survenant tardivement ?

Les avancées sanitaires, médicales et sociales ont en fait réduit certains risques de santé et les risques de décès à chaque âge (Meslé 2006). Et elles ont permis aussi cet allongement de la vie jusqu'à des âges élevés, pour cette partie de la population qui a échappé aux décès prématurés. On l'a vu, un nombre croissant de personnes atteignent les âges élevés ; âges "à risques" de problèmes de santé susceptibles d'affecter la qualité de vie et la participation sociale (Lopez et al. 2006).

Face à ce constat, trois théories ont décrit, dans les années 1980, les évolutions possibles de l'état de santé des populations : 1) le vieillissement conduirait à une pandémie des troubles de santé, notamment mentaux, et une *expansion* des années d'incapacité au sein de l'espérance de vie (Kramer 1980) ; 2) l'espérance de vie finissant par atteindre sa limite, les progrès induiraient au contraire une *compression* des années de mauvaise santé au sein des années à vivre (Fries 1980) ; 3) on observerait un *équilibre dynamique* par une augmentation de la prévalence des incapacités, mais une diminution de leur sévérité (Manton 1982). En écho à ces scénarios, ce sont développés les indicateurs d'espérance de vie en santé (sans incapacité, en bonne santé perçue, sans maladie chronique...) (Katz et al. 1983; Sullivan 1971). Ces indicateurs visent à combiner les données de mortalité et de santé. Les espérances de vie en santé résument le nombre moyen d'années vécues en bonne et en mauvaise santé au sein de l'espérance de vie à l'échelle des populations. Ils tiennent ainsi compte non seulement la « quantité » mais aussi de la « qualité » des années à vivre. Ils permettent de tenir compte de manière simultanée des dynamiques liées de la mortalité et de la santé. Il existe autant d'indicateurs d'espérance de vie en santé que de dimensions de la santé, les plus courants s'appuient sur des indicateurs de santé fonctionnelle, c'est-à-dire des incapacités.

En France, les premiers indicateurs ont été mis au point au début des années 1980 (Robine and Colvez 1984). Des calculs sont réalisés régulièrement depuis, à partir des différentes sources disponibles. Les travaux récents en France visent en effet à analyser simultanément l'ensemble des données afin de dégager des conclusions plus robustes, comme cela a été fait aux Etats-Unis (Freedman et al. 2004). Jusqu'au début des années 2000, les EVSI françaises indiquaient une évolution de type « équilibre dynamique » dans laquelle les années de vie gagnées s'accompagnaient de troubles fonctionnels courants aux âges élevés, mais pas de situations d'incapacité sévère ou de dépendance (Cambois et al. 2008a; Robine et al. 2003; Robine and Mormiche 1994). Les estimations les plus récentes ont fait toutefois ressortir une tendance inattendue, témoignant d'une expansion des années d'incapacité chez les 50-65 ans, plus prononcées chez les femmes, comme nous le détaillerons plus loin (Cambois, Blachier and Robine 2013a). Dans ce contexte, on s'interroge sur les formes multiples de vieillissement et notamment sur les facteurs qui modifient les risques de maladies et incapacités. Comment ont-ils évolué, sont-ils différents selon le sexe ou selon d'autres caractéristiques, notamment sociales ?

Parmi ces dimensions, l'incapacité est intéressante pour mesurer la santé en lien avec le vieillissement et de mettre en lumière les différences. D'abord, elle appréhende non pas les maladies ou troubles, parfois difficiles à identifier par les personnes, mais leurs répercussions sur les fonctions (*difficultés à voir, marcher...*) et le fonctionnement (*difficultés dans les activités*) (Verbrugge and Jette 1994). Elle appréhende aussi les situations de "dépendance" des personnes âgées, à travers le *besoin d'aide* pour les activités du quotidien. L'incapacité se définit comme un processus permettant d'envisager des séquences ayant chacune une évolution et des facteurs propres : d'abord les maladies peuvent induire des altérations de fonctions, qui peuvent à leur tour générer des restrictions d'activités. Les risques de maladies et de limitations fonctionnelles dépendent des expositions, comportements et soins disponibles. Le risque que les limitations génèrent des restrictions d'activités dépend des ressources (individuelles, collectives, environnementales) permettant la compensation des limitations (aides techniques, rééducation...) et le maintien des activités (Agree 1999). L'intérêt est de pouvoir analyser l'évolution et les disparités d'incapacité à ces deux niveaux, d'expositions et de compensation. Il s'agit d'identifier des déterminants au niveau individuel et au niveau du contexte des pays, susceptibles de réduire les expositions à des risques de troubles invalidants, et d'améliorer les chances d'en compenser les conséquences. Aujourd'hui, l'objectif est d'élever de 2 années l'espérance de vie sans incapacité européenne d'ici 2020 (Lagiewka 2012) ; une manière d'y parvenir est de réduire les disparités face à l'incapacité entre pays européens et au sein des pays européens (Jagger et al. 2013).

Dans ce contexte, et alors que la mortalité aux âges élevés continue de diminuer, l'enjeu est double. Dans le prolongement des travaux passés, un premier axe s'attachera à l'analyse des nouvelles tendances des EVSI. Ces analyses seront réalisées à partir des dernières données disponibles pour la France de manière à suivre les tendances récentes, mais aussi à partir des données européennes. Nous porterons une attention particulière aux disparités selon le sexe et selon le statut social. Dans un deuxième axe, nos recherches viseront à analyser ces évolutions et disparités à travers l'analyse des facteurs déterminants dans le vieillissement en bonne santé, en comparant les groupes de population et les pays. Il s'agira de mettre en évidence la pluralité des vieillissements pour suggérer des pistes d'intervention permettant d'accroître et d'égaliser les chances de survie en bonne santé.

Axe 1. Les espérances de vie en santé en France et en Europe

1. Les nouvelles estimations : tendances et disparités

➔ *Les nouvelles tendances françaises contrastent-elles avec les précédentes ? (EC, JMR, MT)*

Les dernières estimations françaises, réalisées dans le projet précédent de l'unité MSE étaient basées sur l'ensemble des enquêtes disponibles au moment de l'étude, allant jusqu'en 2008 (Cambois et al. 2013a) : *Handicap, santé, dépendance* (INSEE-DREES) et *Santé et Protection Sociale* (IRDES). Ces dernières chiffrèrent l'espérance de vie à 50 ans des hommes à 30 ans et celle des femmes à 36 ans dont 46 % et 38 % respectivement *sans limitation fonctionnelle physique ou sensorielle* et 60% et 50% *sans limitations d'activité générale* et 90% et 85% *sans gêne pour les soins personnels* ; les femmes vivent toujours nettement plus longtemps que les hommes, et plus longtemps avec des incapacités. En rapprochant toutes les enquêtes et estimations, on montrait aussi qu'aux âges élevés, la tendance à l'équilibre dynamique se prolongeait dans la première décennie des années 2000, mais la France se trouverait dans un

schéma d'expansion de l'incapacité pour les générations de quinqu- et sexagénaires pour les limitations fonctionnelles et pour les gênes dans certaines activités du quotidien. Cette tendance inattendue a été constatée aussi aux Etats-Unis et en Suède (Freedman et al. 2013; Martin et al. 2009; Parker, Lennartsson and Kelfve 2010; Weir 2007). La question est donc de savoir si elle était conjoncturelle ou si elle s'est prolongée dans les années les plus récentes.

Le premier objectif de cet axe est donc de réaliser de nouvelles estimations de l'EVSI en France à partir des enquêtes disponibles depuis 2008, pour prolonger les séries antérieures. Il s'agit des éditions de 2010, 2012 et 2014 de l'enquête ESPS de l'IRDES (qui a pris le relai des enquêtes décennales françaises), des données de l'enquête annuelle EU-SILC (qui ne fournit qu'une seule question sur l'incapacité, mais annuellement), des éditions 2010, 2012, 2014 de l'enquête SHARE ainsi que de l'enquête CARE sur la dépendance conduite en 2015-2016. Ces données sont combinées aux tables de mortalité à partir de la méthode dite de Sullivan (Sullivan 1971). L'approche multisources vise à produire des conclusions sur les évolutions à partir de l'analyse de l'ensemble des estimations, pour pallier la « rareté » des données issues d'enquêtes comparables dans le temps. Dans ce nouveau projet, la mise à jour des estimations sera l'occasion de mettre en place un dispositif permettant de systématiser le traitement des données d'incapacité issues des différentes enquêtes conduites en France (construire les indicateurs, calculer les prévalences, produire des tests de cohérence). Ce dispositif sera mis en œuvre par M. Thévenin (Service des Méthodes Statistiques). Ce traitement préalable facilitera le calcul et l'analyse des EVSI, alors que ces indicateurs font partie dorénavant des batteries d'indicateurs des politiques publiques qui demandent des mises à jour régulières (Loi de santé publique, Conseil d'orientation des retraites, développement durable).

➤ *Où en est le « paradoxe de genre » en France ... (EC, JMR)*

Les nouvelles estimations permettront plus spécifiquement d'éclairer l'évolution des différences entre femmes et hommes, communément qualifiée de paradoxe. Les femmes vivent bien plus longtemps que les hommes et ces différences font l'objet d'une attention particulière comme évoqué dans la première partie. Mais elles vivent aussi plus longtemps que les hommes avec des incapacités. Leur avantage face à la mortalité ne se traduit pas par un avantage équivalent en matière de santé. Cette situation se retrouve dans de nombreux pays (Crimmins, Kim and Sole-Auro 2011; Van Oyen H et al. 2010). Cette relation inversée entre longévité et santé lorsqu'on compare les deux sexes s'explique en partie par des profils de maladies différents (Oksuzyan et al. 2008) : des maladies invalidantes mais très létales plus fréquentes chez les hommes (notamment les maladies cardiovasculaires) et des maladies peu létales mais très invalidantes plus fréquentes chez les femmes que chez les hommes (notamment ostéo-articulaires et mentales). Nous avons confirmé ce résultat pour la population française, un article est en préparation. Par ailleurs, en France, nos dernières estimations semblaient indiquer une tendance moins favorable pour les 50-65 ans, et notamment chez les femmes ; nous nous étions interrogés sur les raisons de cette spécificité (Cambois et al. 2013a). Une des hypothèses portait sur cette génération des femmes du baby-boom qui ont connu des parcours et rôles sociaux, professionnels et familiaux différents de ceux des générations précédentes. En parallèle des travaux sur les inégalités de santé entre hommes et femmes (projets phares P0536 et P0410) visant à éclairer les facteurs sociaux de ces différences, la mise à jour des calculs d'EVSI à partir des sources récentes sera l'occasion de vérifier si les évolutions d'EVSI se montrent différentes selon le sexe et les générations.

➤ **... et la double peine des ouvriers et ouvrières, s'est-elle ou non aggravée ? (EC, JMR)**

Nous proposons aussi de travailler sur les inégalités sociales face à l'espérance de vie sans incapacité. En effet, au début des années 2000, les cadres à 35 ans pouvaient espérer vivre 10 années de plus que les ouvriers *sans limitation fonctionnelle* et 7 années de plus *sans restriction pour les soins personnels*. En termes de mortalité et de mauvaise santé « prématurées », les écarts sont aussi largement présents. Les espérances de vie sans incapacité partielles entre 50 et 65 ans indiquaient des chances inégales d'atteindre l'âge de 65 ans sans incapacité : sur les quinze ans restant à vivre dans cette tranche d'âge, les hommes cadres pouvaient espérer vivre *sans limitations fonctionnelles* (physiques ou sensorielles) en moyenne douze ans, contre neuf ans pour les ouvriers (Cambois et al. 2011). Les ouvriers vivaient moins longtemps que les cadres et passaient plus d'années en incapacité au sein de cette vie plus courte : c'est ce qu'on a appelé la double peine des ouvriers (Cambois, Laborde and Robine 2008b). Ce constat prolongeait celui qui avait été déjà mis en lumière pour la décennie 1980 (Cambois, Robine and Hayward 2001). On le retrouve au niveau européen (Majer et al. 2010; Maki et al. 2013) et plus généralement au niveau international (Crimmins and Cambois 2003). Il s'agira d'analyser l'évolution de l'EVSI dans les années récentes dans les différentes catégories sociales (niveau d'instruction, catégorie socioprofessionnelle) pour comparer l'ampleur des gains d'années de bonne santé et l'évolution des inégalités.

Pour obtenir des estimations selon le statut social, il faut disposer de tables de mortalité et de données d'incapacité selon le statut social. Si les dernières sont facilement accessibles dans les enquêtes, les données de mortalité selon le statut social ne sont pas disponibles en routine. L'Insee fournit des tables de mortalité selon la catégorie socioprofessionnelle ou le niveau d'instruction basées sur des périodes longues qui ne permettent pas d'avoir une bonne correspondance avec les enquêtes qui fournissent les données d'incapacité (Blanpain 2011). Les estimations réalisées précédemment ont porté sur des modélisations ponctuelles des données de mortalité différentielle. Dans ce nouveau projet, nous nous baserons sur les travaux que nous développerons dans le projet phare P0536 avec D. Bricard et G. Camarda, en collaboration avec l'INSEE (données issues de l'Échantillon démographique permanent). A partir des tables de mortalité développées, nous pourrions calculer plus régulièrement des EVSI selon le statut social. Les quelques enquêtes répétées nous permettraient alors d'en analyser l'évolution.

➤ **Les espérances de vie sans incapacité des départements d'Outre-mer (DB, EC, MC, CVM)**

L'enquête Migrations-Familles-Vieillesse conçue dans le cadre d'un projet de recherche à l'INED a été conduite en 2010 dans quatre DOM pour analyser les conséquences des dynamiques démographiques à l'œuvre, et notamment du vieillissement massif auquel trois de ces départements sont confrontés. Ces données permettent de rendre compte des situations sociales dans les DOM et d'aborder la santé à travers les trois questions du « mini-module santé européen » qui ont été intégrées dans le questionnaire. Nous développons actuellement un projet autour des conséquences du vieillissement en termes de santé et de dépendance. Un mémoire de master 1 (M. Couzet, université de Strasbourg) a jeté les premières bases des estimations d'EVSI dans les DOM ; ce premier travail va être poursuivi et finalisé dans l'année qui vient. Il sera alors prolongé par des recherches visant à établir les besoins en matière de soins et d'assistance dans les DOM (voir Axe 2).

➤ **Le suivi des « Années de vie en bonne santé » de l'Union Européenne (EC, JMR)**

A l'échelle européenne, les premiers calculs d'espérance de vie *sans limitation d'activité* basés sur les données du Panel Européen des Ménages ont été produits dans le cadre d'un projet Européen coordonné par JM. Robine (Jagger et al. 2009). Depuis 2005, l'indicateur baptisé par Eurostat « Années de vie en bonne santé » est calculé annuellement à partir des données de EU-SILC (European statistics on income and living conditions). Si aujourd'hui Eurostat a la charge de produire l'estimation, nous en accompagnons la diffusion à travers la production des « country-reports » d'une part et l'analyse des disparités au sein de l'Union Européenne d'autre part (Fouweather et al. 2015; Jagger et al. 2009; Jagger et al. 2008; Jagger et al. 2013; Robine and Cambois 2013). Ces travaux ont été réalisés dans le cadre de projets de recherche européens dont le dernier était l'Action Conjointe EHLEIS (Robine et al. 2013). Les évolutions les plus récentes ont été généralement modestes, peu significatives d'un point de vue statistique et quelquefois fluctuantes d'une année à l'autre ; on repère toutefois une tendance à l'expansion des années d'incapacité au-delà de l'âge de 50 ans pour l'Italie et la Grèce, le Danemark, les Pays-Bas, le Luxembourg, le Royaume Uni, l'Estonie et la Lituanie (Cambois and Robine A paraître; Cambois, Robine and Sole-Auro 2013b). Ces résultats demandent à être confirmés par des séries plus longues, pour dépasser les fluctuations annuelles. C'est ce que nous comptons faire dans ce projet. Parallèlement, nous avons participé au projet déposé en juin 2015 dans le cadre de l'appel de la *Joint Programming Initiative (JPI) « More Year Better Lives »*. Porté par notre collègue H. Van Oyen, ce projet propose de croiser les données sur les parcours professionnels et la santé pour analyser les disparités sociales et de genre en matière d'espérance de vie en santé et d'espérance de vie professionnelle. Nous sommes responsables d'un *Work Package* sur les disparités sociales et de genre, et selon le statut d'activité (voir Axe 2) (C. Bonnet, D. Rémillon et B. Rappoport collaborent à l'un des *Work Packages*).

2. Réflexions méthodologiques : mesure de l'incapacité et des transitions

➤ **La mesure auto-déclarée des incapacités : forces, limites et comparabilité (EC, JMR, HVO)**

Dans le cadre de nos projets de recherche européens, nous attachons une grande importance à la qualité de l'information collectée et aux déterminants des variations dans les déclarations, mises en évidence dans différentes études (Jurges 2007). Dans ce cadre, nous avons conduit un certain nombre de travaux sur l'indicateur d'incapacité présent dans le mini-module européen, afin d'en évaluer les propriétés de mesure : le GALI (Global Indicator on Activity Limitation) (Berger et al. 2015; Cox et al. 2009; Jagger et al. 2010). La « Task Force » d'Eurostat organisée autour de cet indicateur, a abouti au lancement d'un programme d'études pour tester la qualité de l'indicateur et d'éventuelles alternatives à la version actuelle (Eurostat 2015). Nous avons initié un travail en collaboration avec la DREES qui nous a permis de tester quatre versions de la question GALI dans le « baromètre d'opinion de la DREES » (Cambois et al. 2015). Ces travaux vont se poursuivre au niveau européen et au niveau international, notamment dans le cadre du réseau REVES et dans le cadre du groupe *United Nation Washington group on disability statistics*, dans lequel nous représentons les statistiques françaises (Madans, Loeb and Altman 2011).

Plus généralement, l'unité est largement impliquée dans la conception des enquêtes sur la santé et l'incapacité françaises. Cette implication permet de travailler sur les questionnaires et de participer à la mise au point des données qui permettent d'opérationnaliser nos recherches. Nous avons notamment participé au groupe de conception de l'enquête CARE actuellement sur le terrain, portant sur l'état de santé et la dépendance dans la population des plus de 60 ans.

➤ **La validité de la mesure des troubles de la santé mentale (NB)**

Du point de vue méthodologique, les problèmes de repérage et de mesure des troubles mentaux et du comportement dans les enquêtes sont abordés dans le cadre d'un projet piloté par des chercheurs de la Maison des sciences sociales du handicap (MSSH) auquel participe N. Brouard. Ce projet est transformé en un « axe transversal » de l'Institut fédératif de recherche sur le handicap (IFRH). En effet, l'IFRH a été renouvelé par l'HCERES pour 4 ans et de tous nouveaux projets sont présentés dont le programme transversal aux trois axes (sciences sociales, clinique, technologique) intitulé « Trajectoires et accompagnement » avec F. Weber et P. Roussel.

➤ **La modélisation des transitions entre états de santé et mortalité (NB)**

L'INED a développé depuis plusieurs années déjà une expertise dans le domaine du calcul des probabilités de transition entre états de santé. Les travaux entrepris dans le cadre de sa thèse par Agnès Lièvre sous la direction de N. Brouard et en collaboration avec C. Heathcote, professeur de statistique à l'ANU (Canberra, Australie), se sont notamment concrétisés par la mise au point d'un programme informatique qui permet la construction de tels indicateurs (<http://euroveves.ined.fr/imach>) (Lièvre, Brouard and Heathcote 2003). La méthode et le programme informatique semblent correspondre à un besoin si on en juge par le vif intérêt qu'il a suscité en particulier en Asie où la méthode a déjà été plusieurs fois enseignée (FNUAP, Bangkok -avril 2001), (Beijing University, Pékin - décembre 2001) (FNUAP/ Université de Nihon, Tokyo - avril 2002). Une séance de formation aux logiciels d'analyse statistique des enquêtes semi-longitudinale lors de l'avant dernière conférence du réseau REVES (réseau sur les espérances de vie en santé) à Edimbourg a donné un net avantage à l'utilisation de ce logiciel si bien que nous avons entrepris de rénover IMACh aussi dans le but de lui permettre d'être classé comme un logiciel scientifique dit « libre », c'est-à-dire pouvant être maintenu et amélioré par une communauté scientifique. Un des premiers obstacles était l'utilisation d'une bibliothèque scientifique « propriétaire » mais nous avons démontré lors de la dernière conférence REVES que cette bibliothèque n'était pas optimale, parfois erronée et que les nombreuses modifications apportées aux algorithmes démontraient que la paternité scientifique n'était plus unique.

De nouvelles versions d'IMACh sortent régulièrement et répondent à des besoins scientifiques nouveaux. En effet, si la France n'a pas pu, essentiellement pour des raisons financières, renouveler sa première enquête longitudinale à deux passages comme le furent les enquêtes HID (1998-2000 et 1999-2001), les pays asiatiques, certes confrontés à des problèmes de vieillissement et de dépendance beaucoup plus soudains, développent des enquêtes à plusieurs passages, jusqu'à 14 passages pour une enquête chinoise. Ainsi, par collaboration avec ces jeunes chercheurs, nous sommes amenés à modifier le programme pour étudier par exemple comment les anciens modèles comportementaux qui consistaient à vivre en co-résidence avec ses enfants s'effondrent dans ces pays.

➤ **Mortalité selon le niveau d'incapacité (NB, JFR)**

Les enquêtes Handicap, incapacité, dépendances (HID) effectuées en institutions en 1998-2000 et en ménages lors du recensement de 1999-2001 prévoyaient la possibilité demandée et accordée par la CNIL que l'INSEE conserve les informations nominatives nécessaires pour qu'une interrogation sur le statut vital et la cause du décès éventuel de l'ensemble des participants (environ 30 000) puisse être recueillies respectivement auprès du RNIPP de Nantes et du CEPI/DC de l'INSERM durant 15 ans. La procédure d'appariement avec le statut vital a déjà eu lieu à 2 reprises, peu après les seconds passages dans le but de mesurer la mortalité entre les

deux passages et en 2011 pour tester la procédure. Il s'agit maintenant de pouvoir bénéficier du maximum de recul et de faire une nouvelle interrogation pour connaître le statut de chaque individu exactement 15 ans après leur interrogation. Il existe toujours un délai de quelques mois pour que l'information sur les décès remonte au RNIPP.

Le but est d'ajouter au fichier de l'enquête une variable sur le délai restant à vivre exprimé en mois pour les décédés ou vivant après 15 ans. Cette variable devrait permettre de mieux qualifier les situations de dépendance, d'incapacités ou mêmes les déficiences et maladies en y ajoutant la durée de survie. Certes nous ne connaissons pas les nouvelles incapacités ni les nouvelles maladies qui sont apparues depuis le second passage mais la recherche de la cause de décès auprès du CEPI/DC devrait permettre d'en savoir plus.

Axe 2. Les circonstances de vieillissements différenciés en France et ailleurs

1. Politiques publiques et inégalités face à l'incapacité

⇒ Inégalités sociales face à l'incapacité en Europe (EC, ASA, WN, JMR, HVO)

Nous l'avons évoqué plus tôt, la réduction des inégalités entre pays européens et entre groupes de population est devenue une priorité de santé publique en Europe et un moyen d'accroître et d'égaliser les chances de prolonger la vie en bonne santé (Jagger et al. 2013; Lagiewka 2012; Marmot et al. 2008; Rechel et al. 2013; Robine et al. 2013). Ces inégalités varient d'une manière considérable en Europe (Mackenbach et al. 2008). Les différentes politiques publiques, notamment de protection sociale, sont à même de protéger plus ou moins les groupes sociaux les moins favorisés, et donc de jouer sur l'ampleur des inégalités. Pour autant, d'autres facteurs propres à chaque pays peuvent modifier l'effet protecteur des politiques publiques. Par ailleurs, l'impact de ces politiques sur les plus favorisés n'est pas évident, de sorte que s'ils en tirent un plus grand avantage que les moins favorisés, les écarts s'en trouvent logiquement accrus. Et de fait, les études montrent la difficulté de mettre en évidence les liens entre les politiques publiques et l'ampleur des inégalités de santé (Bambra, Netuveli and Eikemo 2010; Eikemo et al. 2008a; Eikemo et al. 2008b; Huijts and Eikemo 2009).

Dans le cadre notre projet européen (JA-EHLEIS) qui a pris fin en 2014, nous avons analysé les inégalités sociales face à l'incapacité en s'intéressant plus précisément aux situations des plus instruits et des moins instruits de 26 pays européens (EU-SILC). Si on observe systématiquement un avantage des premiers et un désavantage des seconds face à l'incapacité, par rapport à la moyenne, nos analyses montrent que les inégalités sociales se construisent différemment d'un pays à l'autre. Par exemple le désavantage des moins instruits en Suède et en Finlande est plus faible que le désavantage observé en moyenne en Europe ; on constate aussi que dans un bon nombre de pays Baltiques et de l'Est les plus instruits bénéficient d'un avantage plus grand que l'avantage moyen (Cambois et al. *In Press*). Les contextes nationaux modulent les risques d'incapacité des différents groupes de population, notamment par les dispositifs de protection sociale en place. Ce travail doit se prolonger dans plusieurs directions. Il s'agira de mobiliser des variables contextuelles pour identifier les facteurs déterminants, notamment en mobilisant des informations relatives à la protection sociale. C'est ce que nous avons proposé de faire dans le projet européen déposé dans le programme JPI (juin 2015).

Dans ce projet nous avons aussi proposé d'analyser de la même façon la variation du désavantage des femmes en matière d'incapacité par rapport à celui des hommes au sein de l'Union Européenne. Il s'agira aussi de suivre l'évolution dans le temps des situations que nous avons mis en lumière pour l'instant à partir des données de 2009 ; les données de EU-SILC étant annuelles, nous pourrions suivre l'évolution des avantages/désavantages en matière d'incapacité des groupes sociaux, ce qui peut être une information précieuse dans une période de crise économique afin de voir si des décrochages ont été observés dans les pays européens.

➤ *Vieillissements et infrastructures dans les DOM (DB, EC, MC, CVM)*

En parallèle des estimations d'EVSI pour les DOM que nous mettons au point, nous souhaitons développer plus avant les recherches sur les conditions du vieillissement en bonne santé dans ces départements où les besoins en matière de prise en charge, notamment des situations de dépendance sont voués à croître fortement dans les prochaines années. Le contexte des DOM est préoccupant dans la mesure où une part importante de la population se trouve dans des situations socioéconomiques défavorables, qui les exposent davantage aux risques de mauvaise santé avec des moyens réduits pour prendre en charge les besoins associés. De plus, les infrastructures médico-sociales y sont largement moins développées qu'en métropole en moyenne. L'analyse des besoins et des ressources individuelles et collectives sera primordiale dans ce contexte pour anticiper les mesures à mettre en place.

L'enquête Migration-Famille-Vieillessement dans les DOM pourra être exploitée sur ces questions. Elle comprend peu de question sur la santé, mais se trouve particulièrement riche et précise sur les aspects de conditions et parcours de vie des résidents de ces départements. L'analyse des indicateurs de santé en fonction des statuts sociaux et familiaux ou des histoires migratoires apportera des résultats inédits. Les données issues de l'édition DOM du baromètre santé de l'INPES conduite en 2014 peuvent apporter des informations complémentaires sur les comportements et opinions sur la santé. Face au défi que représente la prise en charge de situations de vieillissement nécessitant soins et assistance, les analyses pourront aussi porter sur les données contextuelles utilisées dans les analyses conduites au niveau européen. Nous étudierons aussi le tissu des infrastructures et dispositifs disponibles en s'appuyant sur les données administratives. Autour de ces questions et de ces sources, nous envisageons de construire un projet de recherche dans cette direction, qui pourrait faire l'objet d'une thèse.

2. Incapacité, dépendance et prise en charge en France

➤ *Prise en charge de la dépendance et maintien à domicile en France (EC, AC, FJ)*

L'évolution de l'espérance de vie et du nombre de personnes âgées, et très âgées, posent différentes questions ayant trait à l'organisation des systèmes de santé : Quels sont les besoins en matière de soins et de prise en charge de ces situations : aide de l'entourage, aide formelle au travers de services d'aide à domicile, prise en charge en institution spécialisée ? Quels sont les coûts de cette prise en charge ? Une partie des différences en matière de prise en charge, notamment l'alternative « maintien à domicile » vs « institutionnalisation », est liée au niveau de prise en charge par les dépenses publiques. D'un point de vue institutionnel, en France le nombre de bénéficiaires de l'allocation personnalisée pour l'autonomie (APA) a progressé de 7 % entre 2009 et 2012 et il devrait continuer de progresser (Lecroart et al. 2013). Par ailleurs, l'âge d'entrée en APA est plus élevé, mais la durée de perception de l'APA s'est allongée entre 2007 et 2011 (Bérardier 2014).

Ces estimations posent d'autant plus question, que selon E. Agree deux tiers des personnes âgées doivent s'attendre à vivre leurs années d'incapacités avec des besoins non satisfaits (Agree 1999). La prise en charge publique, et particulièrement l'APA, ne couvre pas en effet l'ensemble des besoins et des coûts des personnes âgées (Fragonard 2011) : les dépenses de dépendance sont couvertes à environ 70% par un financement public.

Autour de ces questions, A. Carrère (actuellement responsable de la nouvelle enquête sur la dépendance CARE à la DREES) souhaite rejoindre l'INED pour préparer une thèse à partir de septembre 2016. L'objectif de son projet est de mettre en évidence les déterminants de l'entrée en institution ou du maintien à domicile. Il vise à déterminer si l'entrée en institution relève plus de l'organisation de la prise en charge institutionnelle, de l'entourage des personnes ou de la situation propre des personnes. La contribution de ces différents facteurs à la probabilité de rester à domicile ou d'entrer en institution sera estimée en tenant compte de leurs interactions. Ce projet s'appuiera notamment sur données de la nouvelle enquête « CARE 2015-2016 », sur les enquête Handicap-santé 2008-09 et SHARE. Une analyse comparative des populations à domicile et en institutions (situations sociales et familiales, besoin d'aide, réseau d'aidants), sur la base des méthodes de « matching ». Des modèles économiques de choix sous contrainte de ressources seront également mobilisés pour mettre en évidence des déterminants de la décision d'entrée en institution. Différents enrichissements de ces données d'enquête permettront de compléter ces analyses et notamment d'identifier des départs en institution et des retours à domicile (enquête « Vie Quotidienne et Santé » --VQS--, enrichissement avec les données du SNIIRAM, enrichissement avec les données des conseils départementaux,). Un financement pour la réalisation de la thèse a été demandé (réponse à l'appel à projet de l'IRESP en juin 2015).

➤ *Disparités sociales d'espérance de vie en situation de dépendance (EC, NO, GC, CB)*

Parmi les enjeux du vieillissement se trouvent les questions liées à la durée attendue de la prise en charge des situations de dépendance. Les données nord-américaines ont mis en évidence un accroissement des chances de survie des personnes ayant des restrictions d'activité sévères au premier passage de l'enquête chez les plus de 70 ans au cours des années 1980 et 1990 (Crimmins et al. 2009) ; un gain d'années de vie sans ce type d'incapacité est aussi observé (lié à des probabilités de sortir de ces situations). Parallèlement à ce résultat, on a évoqué l'allongement de la durée de perception de l'APA en France. La durée moyenne de perception de l'APA passerait de 4 ans en 2010 (Debout 2010) à environ 5 ans en 2020, puis 6 ans en 2040 (Froment, Marbot and Roy 2013). Ces constats révèlent d'abord que l'accroissement de la prévalence de l'incapacité peut bien être en partie dû à l'allongement de l'espérance de vie des personnes en incapacité. Ils soulignent ensuite la nécessité de planifier les besoins de prise en charge que cet accroissement implique. Ce qu'il implique pour la personne elle-même (quel lieu de vie envisager, quelle aide mobiliser, quel financement prévoir ?) en lien avec ses ressources, son entourage dont les caractéristiques ont évolué au cours des décennies passées du fait des changements des configurations familiales et des mobilités résidentielles (Gaymu and Felicie. 2008; Pennec and Gaymu 2011) et en lien avec les dispositifs médico-sociaux.

L'allongement de l'espérance de vie en situation de dépendance a également des implications pour les politiques publiques. Il signifie en effet une augmentation du nombre d'années-personnes nécessitant une prise en charge à domicile ou en institutions. On l'a évoqué ci-dessus, les coûts de cette prise en charge sont en partie seulement assumés par des dépenses publiques. Le reste à charge est important et détermine probablement un certain nombre de choix pour cette prise en charge. En particulier de nombreuses réflexions sont actuellement en cours, essentiellement dans le monde anglo-saxon (Brown and Finkelstein 2008; Mayhew, Karlsson

and Rickaysen 2010) sur la possibilité d'utiliser la richesse que constitue le logement (pour les propriétaires) pour aider au financement de la prise en charge dans cette période. Un axe de l'ANR « Vieilliradeux » (UR9) a ainsi pour objectif d'estimer l'apport que pourrait représenter la mise en œuvre de financements basés sur le logement (Masson A paraître) et d'étudier d'éventuelles implications sur les inégalités entre personnes dépendantes. Une des difficultés importantes à laquelle se heurtent aujourd'hui les rares travaux existants sur cette thématique concerne la durée de vie passée dans l'état de dépendance, dont la connaissance devient alors primordiale.

Nous nous situons dans l'analyse de la mortalité des plus âgés qui se trouvent en situation de dépendance, en rejoignant ainsi les questions de recherches développées dans les deux grandes parties de ce projet phare. Il s'agira de réfléchir à l'exploitation des données appariées permettant de croiser les sources renseignant sur l'état de santé fonctionnel des personnes, leur statut vital et des informations sociales et familiales. Plusieurs pistes sont envisageables. L'utilisation des suivis de mortalité des enquêtes comprenant des questions sur la dépendance et de situations sociales et familiales, notamment l'enquête CARE-2015-2016 : comme évoqué plus tôt avec l'analyse des données de mortalité de l'enquête HID, ce type de suivi permettrait de calculer des probabilités de survie des personnes dépendantes au moment de l'enquête. Il s'agirait alors d'utiliser la multitude d'informations complémentaires disponibles dans ces enquêtes relative à la situation des personnes. Ces données permettraient ainsi de mieux qualifier les disparités sociales face à la durée de vie en situation de dépendance. Les données de cohortes sont aussi possiblement exploitables (PAQUID, CONSTANCES). Le recours à des données administratives sera étudié, notamment dans le cadre de l'appariement de CARE avec différents dispositifs.

Conclusion : Insertion internationale et institutionnelle

L'accroissement de la longévité et le vieillissement de la population ont des implications fortes d'une part en termes de projection de la population aux âges les plus élevés dont on connaît mal aujourd'hui les chances de survie (effectifs, espérance de vie) et d'autres part en termes de conditions de vie des personnes et de leurs chances de survies en bonne santé. Les travaux de ce projet visent à approfondir les savoirs sur les lois de mortalité qui conduisent à l'allongement de la vie et à de nouveaux records de longévités, et à éclairer les évolutions et disparités en matière d'état de santé et de besoins individuels et institutionnels. L'insertion de ces recherches au sein des collaborations et programmes de recherche internationaux permet d'inscrire les tendances observées en France dans un contexte plus large et de confronter les situations et leurs évolutions dans des contextes sociaux et politiques variés. Elle permet aussi de bénéficier des discussions sur les indicateurs, mesures et méthodes mobilisées.

Les nouveaux développements que nous envisageons nous permettront d'abord d'affiner les connaissances quant aux conditions de mortalité aux grands âges qui concentrent aujourd'hui la quasi-totalité des décès. Ces dynamiques demandent de repenser les modèles et les mesures de la mortalité utilisés jusqu'ici en démographie, en s'appuyant notamment sur les bases de données que nous avons contribué à mettre en place au cours des décennies récentes. Les nouveaux développements que nous proposons permettront ensuite d'améliorer les connaissances sur les conditions de vie à ces grands âges en étudiant à la fois l'état de santé des personnes vieillissantes, les inégalités dans les chances de vieillissement en bonne santé et les enjeux liés à la prise en charge des situations de dépendance auxquelles fait face une partie de la population.

Ce projet traite d'un problème de politique publique crucial, que ce soit pour la définition des projections de population ou pour l'anticipation des besoins en matière de participation sociale et de prise en charge et la réduction des inégalités. Nos travaux donnent aussi une large place aux collaborations avec les collègues des instances publiques à la fois en échangeant sur nos travaux et en éclairant le contexte national et international, mais aussi en prenant part à la conception des données et des statistiques du champ.

Références

- Beaudry-Godin, M. 2010. *La démographie des centenaires québécois : Validation des âges au décès, mesure de la mortalité et composante familiale de la longévité*. Thèse de doctorat. Montréal: Département de démographie, Université de Montréal.
- Berger, N., H. Van Oyen, E. Cambois, T. Fouweather, C. Jagger, W. Nusselder, and J.-M. Robine. 2015. "Assessing the validity of the Global Activity Limitation Indicator in fourteen European countries." *BMC Medical Research Methodology* 15(1).
- Blanpain, N. 2011. "L'espérance de vie s'accroît, les inégalités sociales face à la mort demeurent." *INSEE Première*(1372):1-4.
- Bourbeau, R. and B. Desjardins. 2002. "Dealing with Problems in Data Quality for the Measurement of Mortality at Advanced Ages in Canada." *North American Actuarial Journal* 6(3):1-13.
- Lièvre, A., N. Brouard, and C. Heathcote. 2003. "The estimation of health expectancies from cross-longitudinal surveys. ." *Math. Pop. Studies* 10(4):211-248.
- Brouard, N. 2012. "Some biases which hide the Gompertz law of mortality at old ages and some statistical evidences that life expectancy will plateau." Poster presented at the Annual Meeting of the Population Association of America, May 3-5, San Francisco, CA.
- Brown, J. and A. Finkelstein. 2008. "The Interaction of Public and Private Insurance: Medicaid and the Long-Term Care Insurance Market." *American Economic Review* 93(3):1083-1102.
- Cambois, E. and J.-M. Robine. A paraître. "Le vieillissement de la population et les années de vie sans incapacité." in *Abrégé de gérontologie préventive (3e édition)*: Masson.
- Cambois, E., A. Blachier, and J.-M. Robine. 2013a. "Aging and health in France: an unexpected expansion of disability in mid-adulthood over recent years." *Eur J Public Health* 23(4):575-581.
- Cambois, E., A. Clavel, J.-M. Robine, and I. Romieu. 2008a. "Trends in Disability-Free Life Expectancy at Age 65 in France: Consistent and Diverging Patterns According to the Underlying Disability Measure." *European Journal of Ageing*(5):287-298.
- Cambois, E., A. Solé-Auró, H. Brønnum-Hansen, V. Egidi, C. Jagger, B. Jeune, W.J. Nusselder, H. Van Oyen, C. White, and J.-M. Robine. In Press. "Educational differentials in disability vary across and within welfare regimes: a comparison of 26 European countries in 2009." *Journal of Epidemiology and Community Health*
- Cambois, E., C. Laborde, and J.-M. Robine. 2008b. "La "double peine" des ouvriers : plus d'années d'incapacité au sein d'une vie plus courte." *Population et sociétés*(441):1-4.
- Cambois, E., C. Laborde, I. Romieu, and J.-M. Robine. 2011. "Occupational inequalities in health expectancies in France in the early 2000s: Unequal chances of reaching and living retirement in good health." *Demographic Research* 25:407-436.
- Cambois, E., J.-M. Robine, and A. Sole-Auro. 2013b. "Démographie et état de santé des personnes âgées." *Actualité et dossiers en santé publique*(85):12-19.
- Cambois, E., J.-M. Robine, and M. Hayward. 2001. "Social inequalities in disability-free life expectancy in the French male population (1980-1991)." *Demography* 38(4): 513-524.
- Cambois, E., S. Grobon, J.-M. Robine, and H. Van Oyen. 2015. "Impact of question wording on the measurement of activity limitation: evidence from a randomized test in France." Pp. 1-14 in *Eurostat Task Force*. Luxembourg.
- Canudas-Romo, V. 2008. "The Modal Age at Death and the Shifting Mortality Hypothesis." *Demographic Research* 19:1179-1204.
- Cheung, S.L.K. and J.-M. Robine. 2007. "Increase in Common Longevity and the Compression of Mortality: The Case of Japan." *Population Studies* 61(1):85-97.
- Cox, B., H. Van Oyen, E. Cambois, C. Jagger, S. Le Roy, J.-M. Robine, and I. Romieu. 2009. "The reliability of the Minimum European Health Module." *International Journal of Public Health*(54):55-60.
- Crimmins, E. and E. Cambois. 2003. "Social inequalities in health expectancy." Pp. 111-126 in *Determining health expectancies*, edited by J.M. Robine, C. Jagger, C. Mathers, E. Crimmins, and R. Suzman. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.

- Crimmins, E., M. Hayward, A. Hagedorn, Saito Y, and B. N. 2009. "Change in Disability-Free Life Expectancy for Americans 70 Years Old and Older." *Demography* 46(3):627-646
- Crimmins, E.M., J.K. Kim, and A. Sole-Auro. 2011. "Gender differences in health: results from SHARE, ELSA and HRS." *Eur J Public Health* 21(1):81-91.
- Debout, C. 2010. "La durée de perception de l'APA : 4 ans en moyenne – Premier résultats des données individuelles APA 2006-2007." *DREES, Études et Résultats*(724):1-8.
- Eikemo, T.A., C. Bambra, K. Joyce, and E. Dahl. 2008a. "Welfare state regimes and income-related health inequalities: a comparison of 23 European countries." *Eur J Public Health* 18(6):593-599.
- Eikemo, T.A., M. Huisman, C. Bambra, and A.E. Kunst. 2008b. "Health inequalities according to educational level in different welfare regimes: a comparison of 23 European countries." *Sociol Health Illn* 30(4):565-582.
- Eilers, P.H.C., B.D. Marx. 1996. "Flexible Smoothing with B-splines and Penalties." *Statistical Science* 11(2):89-102.
- Eurostat. 2015. "Final report of the Task-Force on the Global Activity Limitation Indicator: Global Activity Limitation Indicator (GALI) as a core variable." Pp. 14: European Commission Directorate F Social Statistics.
- Finch, C.E., H. Beltrán-Sánchez, and E.M. Crimmins. 2014. "Uneven Futures of Human Lifespans: Reckonings from Gompertz Mortality Rates, Climate Change, and Air Pollution." *Gerontology* 60(2):183-188.
- Fouweather, T., C. Gillies, P. Wohland, H. Van Oyen, W. Nusselder, J.M. Robine, E. Cambois, and C. Jagger. 2015. "Comparison of socio-economic indicators explaining inequalities in Healthy Life Years at age 50 in Europe: 2005 and 2010." *Eur J Public Health* <http://dx.doi.org/10.1093/eurpub/ckv070>.
- Fragonard, B. 2011. "Stratégie pour la couverture de la dépendance des personnes âgées." Pp. 309: Ministère des solidarités et de la cohésion sociale.
- Freedman, V., E. Crimmins, R. Schoeni, B. Spillman, H. Aykan, E. Kramarow, K. Land, J. Lubitz, K. Manton, L. Martin, D. Shinberg, and T. Waidman. 2004. "Resolving inconsistencies in trends in old-age disability: report from a technical working group." *Demography* 41(3):417-441.
- Freedman, V.A., B.C. Spillman, P.M. Andreski, J.C. Cornman, E.M. Crimmins, E. Kramarow, J. Lubitz, L.G. Martin, S.S. Merkin, R.F. Schoeni, T.E. Seeman, and T.A. Waidmann. 2013. "Trends in late-life activity limitations in the United States: an update from five national surveys." *Demography* 50(2):661-671.
- Fries, J.F. 1980. "Aging, natural death, and the compression of morbidity." *N Engl J Med* 303(3):130-135.
- Froment, O., C. Marbot, and D. Roy. 2013. "Projection des trajectoires et de l'entourage familial des personnes âgées dépendantes à l'horizon 2040." *Dossiers Solidarité et Santé*(43):19-27.
- Gavrilov, L.A. and N.S. Gavrilova. 1991. *The Biology of Life Span: A Quantitative Approach*. New York: Harwood Academic.
- Gavrilov, L.A. and N.S. Gavrilova. 2011. "Mortality Measurement at Advanced Ages: A Study of the Social Security Administration Death Master File." *North American Actuarial Journal* 15(3):432-447.
- Gavrilov, L.A. and N.S. Gavrilova. 2015. "Biodemography of Old-age Mortality in Humans and Rodents." *Journals of Gerontology: Biological Sciences* 70(1):1-9.
- Gaymu, J. and É. Felicie. 2008. "Comment les personnes dépendantes seront-elles entourées en 2030? Projections européennes." *Population et sociétés*(444):1-4.
- Gompertz, B. 1825. "On the Nature of the Function Expressive of the Law of Human Mortality, and on a New Mode of Determining the Value of Life Contingencies." *Philosophical transactions of the Royal Society of London* 115:513-583.
- Horiuchi, S. 2003. "Interspecies Differences in the Life Span: Humans versus Invertebrates." *Population and Development Review* 29(Supplement: Life Span: Evolutionary, Ecological, and Demographic Perspectives):127-151.
- Horiuchi, S. and A.J. Coale. 1990. "Age Patterns of Mortality for Older Women: An Analysis Using the Age-specific Rate of Mortality Change With Age." *Mathematical Population Studies* 2:245-267.
- Horiuchi, S. and J.R. Wilmoth. 1998. "Deceleration in the Age Pattern of Mortality at Older Ages." *Demography* 35(4):391-412.

- Horiuchi, S., N. Ouellette, S.L.K. Cheung, and J.-M. Robine. 2013. "Modal Age at Adult Death: Lifespan Indicator in the Era of Longevity Extension." *Vienna Yearbook of Population Research* 11:37-69.
- Huijts, T. and T.A. Eikemo. 2009. "Causality, social selectivity or artefacts? Why socioeconomic inequalities in health are not smallest in the Nordic countries." *Eur J Public Health* 19(5):452-453.
- Jagger, C., C. Gillies, E. Cambois, H. Van Oyen, W. Nusselder, and J.-M. Robine. 2010. "The Global Activity Limitation Indicator (GALI) measured function and disability similarly across European countries." *J Clin Epidemiol* 63(8):892-899.
- Jagger, C., C. Gillies, E. Cambois, H.V. Oyen, W. Nusselder, J.-M. Robine, and EHLEIS-team. 2009. "Trends in Disability-free Life Expectancy at age 16 and age 65 in the European Union 1995-2001: a comparison of 13 EU countries." Pp. 26 (http://www.ehemu.eu/pdf/Reports_2009/2009TR20_05_2001_Trends_2013EUMS.pdf).
- Jagger, C., C. Gillies, F. Moscone, E. Cambois, H. Van Oyen, W. Nusselder, J.-M. Robine, and E. team. 2008. "Inequalities in Healthy life expectancies in EU25: a cross-national meta-regression analysis." *Lancet* 9656(372):2124-2131.
- Jagger, C., M. McKee, K. Christensen, K. Lagiewka, W. Nusselder, H. Van Oyen, E. Cambois, B. Jeune, and J.M. Robine. 2013. "Mind the gap--reaching the European target of a 2-year increase in healthy life years in the next decade." *Eur J Public Health*:1-5.
- Jurges, H. 2007. "True health vs response styles: exploring cross-country differences in self-reported health." *Health Econ* 16(2):163-178.
- Kannisto, V. 2001. "Mode et dispersion de la durée de vie." *Population* 56(1-2):183-198.
- Katz, S., L. Branch, M. Branson, J. Papsidero, J. Beck, and D. Greer. 1983. "Active life expectancy." *N Engl J Med* 309:1218-1224.
- Kramer, M. 1980. "The rising pandemic of mental disorders and associated chronic diseases and disabilities." *Acta Psychiatrica Scandinavica* 62:282-297.
- Lagiewka, K. 2012. "European innovation partnership on active and healthy ageing: triggers of setting the headline target of 2 additional healthy life years at birth at EU average by 2020." *Archives of Public Health* 70(1):23.
- Lecroart, A., O. Froment, C. Marbot, and D. Roy. 2013. "Projection des populations âgées dépendantes : deux méthodes d'estimation." *Dossier Solidarité Santé*(43):1-27.
- Lexis, W. 1878. "Sur la durée normale de la vie humaine et sur la théorie de la stabilité des rapports statistiques." *Annales de Démographie Internationale* 2(5):447-460.
- Lièvre, A., N. Brouard, and C. Heathcote. 2003. "The estimation of health expectancies from cross-longitudinal surveys. ." *Math. Pop. Studies* 10(4):211-248.
- Lopez, A.D., C.D. Mathers, M. Ezzati, D.T. Jamison, and C.J. Murray. 2006. "Global and regional burden of disease and risk factors, 2001: systematic analysis of population health data." *Lancet* 367(9524):1747-1757.
- Lynch, S.M. and J.S. Brown. 2001. "Reconsidering Mortality Compression and Deceleration: An Alternative Model of Mortality Rates." *Demography* 38:79-95.
- Mackenbach, J.P., I. Stirbu, A.J. Roskam, M.M. Schaap, G. Menvielle, M. Leinsalu, and A.E. Kunst. 2008. "Socioeconomic inequalities in health in 22 European countries." *N Engl J Med* 358(23):2468-2481.
- Madans, J.H., M.E. Loeb, and B.M. Altman. 2011. "Measuring disability and monitoring the UN Convention on the Rights of Persons with Disabilities: the work of the Washington Group on Disability Statistics." *BMC Public Health* 11 Suppl 4:S4.
- Maier, H., J. Gampe, B. Jeune, J.-M. Robine, and J.W. Vaupel. 2010. *Supercentenarians*. Berlin: Springer-Verlag.
- Majer, I.M., W.J. Nusselder, J.P. Mackenbach, and A.E. Kunst. 2010. "Socioeconomic inequalities in life and health expectancies around official retirement age in 10 Western-European countries." *J Epidemiol Community Health* 65(11):972-979.
- Maki, N., P. Martikainen, T. Eikemo, G. Menvielle, O. Lundberg, O. Ostergren, D. Jasilionis, and J.P. Mackenbach. 2013. "Educational differences in disability-free life expectancy: a comparative study of long-standing activity limitation in eight European countries." *Soc Sci Med* 94:1-8.
- Manton, K. 1982. "Changing concepts of morbidity and mortality in the elderly population " *The Milbank Memorial Foundation Quarterly / Health and Society* 60:83-244.

- Marmot, M., S. Friel, R. Bell, T.A.J. Houweling, and S. Taylor. 2008. "Closing the gap in a generation: health equity through action on the social determinants of health." *The Lancet* 372(9650):1661-1669.
- Martin, L.G., V.A. Freedman, R.F. Schoeni, and P.M. Andreski. 2009. "Health and Functioning Among Baby Boomers Approaching 60." *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 64B(3):369-377.
- Masson, A. A paraître. "L'épargnant propriétaire face à ses vieux jours." *Revue Française d'Economie*.
- Mayhew, L., M. Karlsson, and B. Rickaysen. 2010. "The role of private finance in paying for long term care." *Economic Journal*(120):F478-F504.
- Meslé, F. 2004. "Écart d'espérance de vie entre les sexes : les causes du recul de l'avantage féminine." *Revue d'épidémiologie et de santé publique* 52:333-352.
- Meslé, F. 2006. "Progrès récents de l'espérance de vie en France : les hommes comblent une partie de leur retard." *Population-F* 61(4):437-462.
- Meslé, F. and J. Vallin. 2011. "Historical Trends in Mortality." Pp. 9-47 in *International Handbook of Adult Mortality*, edited by R.G. Rogers and E.M. Crimmins. New York: Springer.
- Meslé, F., J. Vallin, and J.-M. Robine. 2000. "Vivre plus de 110 ans en France." *Gérontologie et société* 94:101-120.
- Meslé, F., J. Vallin, J.-M. Robine, G. Desplanques, and A. Cournil. 2010a. "Supercentenarians in France." Pp. 119-133 in *Supercentenarians*, edited by H. Maier, J. Gampe, B. Jeune, J.-M. Robine, and J.W. Vaupel. Berlin: Springer.
- Meslé, F., J. Vallin, J.-M. Robine, G. Desplanques, and A. Cournil. 2010b. "Is it Possible to Measure Life Expectancy at 110 in France?" Pp. 231-245 in *Supercentenarians*, edited by H. Maier, J. Gampe, B. Jeune, J.-M. Robine, and J.W. Vaupel. Berlin: Springer.
- Missov, T.I., A. Lenart, L. Nemeth, V. Canudas-Romo, and J.W. Vaupel. 2015. "The Gompertz Force of Mortality in Terms of the Modal Age at Death." *Demographic Research* 32:1031-1048.
- Nusselder, W., E. Cambois, D. Wapperom, C. Looman, and J.-E. team. 2013. "Contribution of specific chronic diseases to gender differences in disability and life expectancy with disability in France." in *Annual REVES meeting*. Austin.
- Oeppen, J. and J.W. Vaupel. 2002. "Broken Limits to Life Expectancy." *Science* 296:1029-1031.
- Oksuzyan, A., K. Juel, J.W. Vaupel, and K. Christensen. 2008. "Men: good health and high mortality. Sex differences in health and aging." *Aging Clin Exp Res* 20(2):91-102.
- Ouellette, N. and R. Bourbeau. 2011. "Changes in the Age-at-death Distribution in Four Low mortality Countries: A Nonparametric Approach." *Demographic Research* 25:595-628.
- Ouellette, N. and R. Bourbeau. 2014. "Measurement of Mortality Among Centenarians in Canada." 2014 Living to 100 Monograph, Society of Actuaries.
- Ouellette, N., M. Poulain, and R. Bourbeau. 2015. "The Age Trajectory of Mortality Beyond Age 90: French-Canadian and Belgian Populations." Paper presented at the 11th Supercentenarian Workshop, September 7-8, Copenhagen.
- Parker, M., C. Lennartsson, and S. Kelfve. 2010. "Approcher l'âge de la retraite en Suède : santé et ressources des 50-64 ans entre 1968 et 2000." (59):39-60.
- Pennec, S. and J. Gaymu. 2011. "La durée de vie de l'isolement conjugal chez les personnes âgées en France : quelles évolutions entre hommes et femmes au fil des générations ?" *Cahiers Québécois de démographie* 40(2):175-208.
- Poulain, M., D. Chambre, and M. Foulon. 1999. "Centenarian Validation in Belgium." Pp. 97-118 in *Validation of Exceptional Longevity*, edited by B. Jeune and J.W. Vaupel. Odense: Odense University Press.
- Quételet, A. 1835. *Sur l'homme et le développement de ses facultés, ou essai d'une physique sociale*. London: Bossange & Co.
- Rau, R., M. Muszynska, and A. Baudisch. 2009. "At What Age Does Mortality Start to Decelerate?" Paper presented at the Annual Meeting of the Population Association of America, April 30-May 2, Detroit, MI.
- Rechel, B., E. Grundy, J.M. Robine, J. Cylus, J.P. Mackenbach, C. Knai, and M. McKee. 2013. "Ageing in the European Union." *Lancet* 381(9874):1312-1322.
- Robine, J., C. Jagger, C. Mathers, E. Crimmins, and R. Suzman. 2003. *Determining health expectancies*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.
- Robine, J.-M. and A. Colvez. 1984. "Espérance de vie sans incapacité et ses composantes : de nouveaux indicateurs pour mesurer la santé et les besoins de la population." *Population* 39(1):27-45.

Robine, J.-M. and E. Cambois. 2013. "Les espérances de vie en bonne santé des européens." *Population et sociétés*(499):1-4.

Robine, J.-M. and M. Allard. 1999. "Jeanne Calment: Validation of the duration of her life." Pp. 145-172 in *Validation of Exceptional Longevity*, edited by B. Jeune and J.W. Vaupel. Odense: Odense University Press.

Robine, J.M. and P. Mormiche. 1994. "Estimation de la valeur de l'espérance de vie sans incapacité en France en 1991." *Solidarité santé* 1:17-36.

Robine, J.M., E. Cambois, W. Nusselder, B. Jeune, H. Van Oyen, and C. Jagger. 2013. "The joint action on healthy life years (JA: EHLEIS)." *Arch Public Health* 71(1):1-5.

Sullivan, D. 1971. "A single index of mortality and morbidity." *HSMHA Health Rep* 86(4):347-354.

Vallin, J. 2002. "Mortalité, sexe et genre." Pp. 319-350 in *Démographie Analyse et Synthèse: Les déterminants de la mortalité* (vol. III), edited by G. Caselli, J. Vallin, and G. Wunsch. Paris: Ined.

Vallin, J. and F. Meslé. 2001. *Tables de mortalité françaises pour les XIXe et XXe siècles et projections pour le XXIe siècle*, Paris: Ined (coll. Données statistiques; n° 4-2001) + CD-Rom.

Vallin, J. and F. Meslé. 2004. "Convergences and Divergences in Mortality. A New Approach to Health Transition." *Demographic Research (Special Collection 2: Determinants of Diverging Trends in Mortality)*:11-44.

Vallin, J. and F. Meslé. 2009. "The Segmented Trend Line of Highest Life Expectancies." *Population and Development Review* 35(1):159-187.

Van Oyen H, Cox B, Jagger C, Cambois E, Nusselder W, Gilles C, and R. JM. 2010. "Gender gaps in life expectancy and expected years with activity limitations at age 50 in the European Union: associations with macro-level structural indicators." *European Journal of Ageing* 7(4):229-237.

Vaupel, J.W. 2010. "Biodemography of Human Ageing." *Nature* 464:536-542.

Verbrugge, L. and A. Jette. 1994. "The disablement process." *Social science and medicine* 38:1-14.

Weir, D. 2007. "Are baby boomers living well longer?" Pp. 95-111 in *Redefining Retirement: How Will Boomers Fare?*, edited by B. Madrian, O. Mitchell, and B. Soldo. Oxford: Oxford University Press.

Wilmoth, J.R., L.J. Deegan, H. Lundström, and S. Horiuchi. 2000. "Increase of Maximum Life-span in Sweden, 1861-1999." *Science* 289:2366-2368.

Wrigley-Field, E. 2014. "Mortality Deceleration and Mortality Selection: Three Unexpected Implications of a Simple Model." *Demography* 51(1):51-71.