



HAL
open science

Analyse des caractéristiques départementales et résidentielles favorisant l'autonomie fonctionnelle des personnes âgées

Caroline Laborde

► **To cite this version:**

Caroline Laborde. Analyse des caractéristiques départementales et résidentielles favorisant l'autonomie fonctionnelle des personnes âgées. Santé publique et épidémiologie. Université Paris-Saclay, 2023. Français. NNT : 2023UPASR022 . tel-04341683

HAL Id: tel-04341683

<https://theses.hal.science/tel-04341683v1>

Submitted on 13 Dec 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Analyse des caractéristiques
départementales et résidentielles
favorisant l'autonomie fonctionnelle des
personnes âgées

*Analysis of departmental and residential characteristics promoting the
functional independence of the older adults*

Thèse de doctorat de l'université Paris-Saclay

École doctorale n° 570 : Santé publique (EDSP)

Spécialité de doctorat : Epidémiologie

Graduate School : Santé Publique. Référent : Université de Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines

Thèse préparée dans l'unité de recherche du **CESP (Université Paris-Saclay, UVSQ, Inserm)**, sous la direction de **Joël ANKRI**, PU-PH Santé publique, émérite et la co-direction de **Emmanuelle CAMBOIS**, Directrice de recherche

Thèse soutenue à Paris, le 13 novembre 2023, par

Caroline LABORDE

Composition du Jury

Membres du jury avec voix délibérative

Jean-Paul HUBERT

Directeur de recherche IFSTTAR, Président
Université Gustave Eiffel

Sandrine ANDRIEU

PU-PH, Université Toulouse III Rapporteur & Examinatrice

Karine PERES

Chargée de recherche HDR Rapporteur & Examinatrice
INSERM

Nicolas SIRVEN

Professeur des universités Examineur
EHESP

Titre : Analyse des caractéristiques départementales et résidentielles favorisant l'autonomie fonctionnelle des personnes âgées

Mots clés : Perte d'autonomie fonctionnelle ; Restrictions d'activité ; Environnement ; Vieillesse

Résumé : Dans un contexte de vieillissement de population, il est crucial de mieux comprendre comment environnement et autonomie fonctionnelle (AF) s'articulent. A ce jour, aucune étude française n'a étudié ces mécanismes à l'échelle des départements ; on ne sait pas comment les effets résidentiels interagissent avec les caractéristiques individuelles (tel qu'état fonctionnel et niveau social) face aux restrictions d'activité. Nous avons mobilisé 2 enquêtes transversales, Vie Quotidienne et Santé 2014 (N=166 800, 60+) et CARE-Ménages Seniors 2015 (N=10 628, 60+), pour identifier les facteurs départementaux et résidentiels associés à AF. A l'échelle des départements, nos modèles multivariés ont mis en évidence que les conditions socioéconomiques des départements et leur offre en services de santé et de support aux personnes âgées sont associées à AF. A l'échelle des environnements résidentiels, plusieurs barrières environnementales ont été identifiées (diversité des commerces alimentaires, qualité des trottoirs, lieux de repos, marches/escaliers). Nous avons constaté une pression croissante de l'environnement résidentiel sur AF en fonction du nombre de limitations fonctionnelles. Les effets de ces barrières environnementales semblent être similaires pour tous les niveaux de diplôme. Ces résultats suggèrent qu'un ensemble de politiques (de santé mais aussi des politiques sociales, d'aménagement du territoire...) à des échelles départementales et locales pourraient être mobilisées comme un outil favorisant AF et seraient susceptibles d'avoir un impact sur un grand nombre de personnes âgées.

Title: Analysis of departmental and residential characteristics promoting the functional independence of older adults

Keywords: Disablement process; Activity limitations; Environment; Ageing

Abstract: In the context of population ageing, it is crucial to better understand how environment and functional independence (FI) interact. To date, no French study has investigated these mechanisms on a departmental scale; we do not know how residential effects interact with individual characteristics (such as functional status and social level) for FI. We mobilized 2 cross-sectional surveys, Vie Quotidienne et Santé 2014 (N=166,800, 60+) and CARE-Ménages Seniors 2015 (N=10,628, 60+), to identify departmental and residential factors associated with FI. At the *département* level, our multivariate models highlighted that the socioeconomic conditions of the *départements* and their supply of healthcare and services for older persons were associated with FI. At the residential environment level, several environmental barriers were identified (diversity of food outlets, quality of sidewalks, rest areas, steps/stairs). We found growing pressure from the environment to FI according to the number of functional limitations. Environmental barriers appear to alter FI in a similar way across educational status groups. These results suggest that a range of policies (health, social, regional planning, etc.) at departmental and local levels could be mobilized as a tool to promote FI and are likely to have an impact on many older people.



Cette thèse a bénéficié du financement de la Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie (CNSA), obtenu dans le cadre d'appels à projets lancés par l'Institut de Recherche en Santé Publique (IReSP) en 2018 [IReSP-18-Hand9-06].

Cette thèse a été réalisée dans le cadre de mon activité professionnelle à l'Observatoire Régional de Santé Île-de-France, département de L'Institut Paris Region.

REMERCIEMENTS

Mes premiers remerciements vont à Joël Ankri et Emmanuelle Cambois, mon directeur et co-directrice de thèse. Un grand merci à vous deux pour votre confiance, pour m'avoir si formidablement soutenue et épaulée pendant cette grande aventure. J'ai eu énormément de chance de pouvoir bénéficier de votre grande expérience professionnelle. Joël, c'est en grande partie grâce à toi que je me suis engagée dans cette thèse. Depuis que j'ai rejoint ton équipe d'enseignement de Master II MISP (ça fait presque 10 ans maintenant), tu m'as inlassablement répété qu'il fallait absolument que je fasse une thèse. Sans ton insistance, pas sûre que je me serais lancée ! Emmanuelle, j'ai une pensée émue car c'est avec toi que j'ai commencé à travailler sur le vieillissement, sur le processus de perte d'autonomie fonctionnelle (en 2005...) et depuis, il s'est passé beaucoup de choses...Des séminaires avec des supers moments scientifiques et de convivialité, des articles publiés, un coaching en règle pour mon entretien à l'ORS et puis, cette thèse. En près de 20 ans à tes côtés, j'ai tellement appris scientifiquement et humainement parlant.

Je remercie Jean-Paul Hubert d'avoir accepté de présider ce jury de thèse, Sandrine Andrieu et Karine Pérès d'avoir accepté de participer au jury de thèse en qualité de rapporteurs et Nicolas Sirven d'avoir accepté de participer à ce jury de thèse en qualité d'examineur. Merci d'avoir consacré du temps à la lecture et à la discussion de ce manuscrit.

Je remercie chaleureusement Isabelle Grémy, directrice de l'Observatoire Régional de Santé Île-de-France (aujourd'hui malheureusement à la retraite). Merci à toi pour avoir convaincu nos partenaires financiers de l'apport de cette thèse pour la région Île-de-France. Merci pour ta bienveillance, pour nos échanges scientifiques, pour la confiance que tu m'as toujours accordée dans tous mes projets.

Je remercie également L'Institut Paris Region, et notamment Nicolas Bauquet (Directeur Général), Fouad Awada (ex-Directeur Général), Laurence Deruelle (Directrice des ressources), Yves Boulet (Directeur des services financiers) pour avoir compris l'importance de cette thèse, pour votre soutien, vos encouragements et m'avoir permis de la réaliser dans de bonnes conditions. Je remercie particulièrement Charlotte Rouchon, Myriam Poezevara et Yves Boulet pour m'avoir aidée à construire mon projet de financement dans le cadre de l'appel d'offres à l'IReSP, votre aide a été plus que précieuse. Je remercie également les services de communication, et notamment Sophie Roquelle et Cédric Lavallart, pour votre soutien et l'énergie fédératrice autour de ma participation à la finale de « Ma Thèse en 180 secondes ».

Je remercie la Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie (CNSA) qui a financé ce projet de recherche dans le cadre d'appels à projets lancé par l'Institut de Recherche en Santé Publique (IReSP) en 2018 (IReSP-18-Hand9-06]. Je remercie également l'Agence Régionale de Santé Île-de-France et la Région Île-de-France pour avoir soutenu ce projet de recherche.

Je remercie chaleureusement Véronique Saint-Gès, rencontrée dans le programme de tutorat de l'association « Femmes et Sciences ». A raison d'une fois par mois, autour de bons repas, tu m'as accompagnée dans mes réflexions, mes doutes.

Je remercie également avec émotion et reconnaissance Nathalie Bajos et Nathalie Beltzer. Travailler avec vous sur CSF a été une expérience extrêmement riche scientifiquement et humainement parlant. Certaines personnes laissent des traces et vous en faites partie. Je remercie sincèrement Laurent Gobillon pour tous ces échanges sur les modèles d'analyse spatiale, tu m'as tellement aidé. Je remercie également toutes les personnes avec qui j'ai pu travailler ces dernières années sur le vieillissement : Marie Herr, Amélie Carrère, Maude Crouzet. Nos échanges m'ont toujours beaucoup apporté. Je remercie sincèrement Hélène Joinet, Martin Omhovere et Sophie Mariotte notre collaboration commence et je tenais à vous remercier pour votre compréhension et votre soutien dans cette fin de thèse.

Je remercie très chaleureusement tous mes collègues actuels de l'ORS: Valérie Féron, Isabelle Dubois, Laëtitia Firdion, Catherine Mangeney, Maylis Telle-Lamberton, Khadim Ndiaye, Muriel Dubreuil, Catherine Embersin-Kyprianou, Célia Colombier, Sabine Host, Jean-Philippe Camard, Adrien Saunal, Christine Canet et Bobette Matulonga. Et puis les anciens : Edouard Châtignoux, Stéphanie Rousseau, Mathilde Rateau, Sandrine Halfen, Claire Sauvage, Patrick Zouary. Vous n'êtes pas seulement des collègues mais aussi des amis avec qui j'ai d'incroyables souvenirs (vivement les prochains !). Merci à Isabelle pour avoir minutieusement relu mon manuscrit. Merci à Edouard pour ton écoute et partage sur les moments difficiles dans la thèse et dans la vie en général : tu es le prochain à soutenir ! Merci à Mathilde pour ces moments de partage qui me tiennent à cœur. Un énorme merci à toi Valérie pour être toujours là, pour ton écoute et soutien inconditionnels.

Je remercie avec beaucoup de joie mes amies et amis d'enfance : Marie, Betty, Quitterie, Annabel, Marion, Lilian, Mickaël, Edwin. Merci pour vos encouragements, votre soutien inconditionnel, pour l'intérêt que vous portez à ce que je fais, pour être là !

Je remercie également avec beaucoup de reconnaissance mes parents, Françoise et Michel, mon frère Aïtor et mes beaux-parents, Sylviane et Yvon. Merci pour votre soutien, votre intérêt, votre envie de comprendre mes travaux. Un énorme merci à mes parents pour avoir relu mon manuscrit avec tant d'attention et de questionnements.

Enfin, Benoît, merci de m'avoir poussée à faire cette thèse, merci pour ton soutien inconditionnel, pour tes encouragements dans ces moments de thèse joyeux comme difficiles. Sans toi, je ne suis pas sûre que j'aurais osé. Marius, Lou, vous êtes mes rayons de soleil. Vous continuez de m'étonner chaque jour, j'apprends beaucoup de vous. Merci d'être là, merci d'être vous.

PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS ISSUES DES TRAVAUX DE LA THESE

Articles scientifiques publiés

Laborde C, Ankri J, Cambois E (2022) Environmental barriers matter from the early stages of functional decline among older adults in France. PLOS ONE 17:e0270258. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270258>

Laborde C, Crouzet M, Carrère A, Cambois E (2020) Contextual factors underpinning geographical inequalities in disability-free life expectancy in 100 French départements. Eur J Ageing. <https://doi.org/10.1007/s10433-020-00589-0>

Crouzet M., Carrère A., Laborde C., Cambois E. (2020). "Différences d'espérance de vie sans incapacité dans les départements français : premiers résultats à partir de l'enquête Vie Quotidienne et Santé". Journal Quételet

Articles scientifiques en cours

Laborde C. (en cours). Do barrier-free neighbourhoods foster functional independence equally among older people with lower and higher educational status?

Communications scientifiques orales

International

Laborde C, Ankri J et Cambois E (2021) Environmental barriers and disablement process among older adults in France: to what extent do stairs, street conditions and food amenities matter for the functional independence in daily outdoor activities? REVES, May 2021

Laborde C, Ankri J et Cambois E (2020) Physical environment, difficulties and independence in outdoor activities of daily living, among older adults. ONU-Habitat: "Cities for all: ageing and inclusion", November 2020

France

Laborde C (2022) Participation table ronde « Habitat, espaces et territoire », symposium ILVV, Juin 2022

Dissémination scientifique

Grémy I, Host S, Laborde C (2022) « Vivre la ville en bonne santé, marcher, bouger ! », Chronique de la marche et de l'espace public n°4. L'Institut Paris Region.

Finaliste de l'Université de Paris Saclay, Ma thèse en 180 secondes (Mars 2021)

TRAVAUX REALISES EN PARALLELE DE LA THESE

Articles scientifiques

Weisz D, Gusmano MK, Laborde C, et al (2022) The evolution of infant mortality and neighbourhood inequalities in four world cities: 1988–2016. *The International Journal of Health Planning and Management* 37:1545–1554. <https://doi.org/10.1002/hpm.3423>

Laborde C, Bigossi F, Grémy I (2022) Santé des proches aidants et interventions de santé publique pour améliorer leur santé. *ADSP* 117:6–11

Laborde C, Bigossi F, Grémy I (2021) Proches aidants : qui sont-ils et que font-ils ? *ADSP* 116:6–9. <https://doi.org/10.3917/aedesp.116.0006>

Livres

Laborde C et Joinet H (parution prévue en 2024) « Repenser le vieillissement ». *Les Cahiers de L'Institut Paris Region* n°182. PUF

Coordination scientifique d'enquête

Co-coordination scientifique et mise en place de l'enquête ABENA 3 sur les bénéficiaires de l'aide alimentaire en collaboration avec Santé publique France

Rapports d'études

ORS Île-de-France (2023). *La santé des Franciliens : Diagnostic pour le projet régional de santé 2023-2027*. Paris: ORS Île-de-France

Maurice A-C, Féron V, Laborde C. *Soins palliatifs en Île-de-France*. (2022) L'Institut Paris Region, Observatoire Régional de Santé Île-de-France

Mangeney C, Ndiaye K, Embersin C, Féron V, Laborde C, Matulonga B (2021). *Perspectives d'évolution à l'horizon 2035 de la patientèle du CHNO (Centre hospitalier national d'ophtalmologie des Quinze-Vingts)*. Paris: ORS Île-de-France.

Host S, Colombier C, Arnaud A, Camard J-P, Canet C, Embersin C, Laborde C et Matulonga B (2021). *Covid-19 : Circonstances de contamination et mesures de prévention*. Paris: ORS Île-de-France.

Camard J-P, Laborde C, Canet C, Arnaud A, Embersin C, Host S et Matulonga B (2021). *Covid-19 : Tests et stratégies de dépistage*. Paris: ORS Île-de-France.

Bigossi F, Laborde C (2020). *Santé des proches aidants et interventions en santé publique*. Focus Santé – IDF : 40

Lesage A, Féron V, Laborde C, Embersin C (2019). Grossesses non prévues en Île-de-France. Paris: ORS Île-de-France.

Communications orales

Laborde C, Maurice Anne-Claire et Valérie Féron (2022). « Soins palliatifs en Île-de-France ». Rencontre organisée par CORPALIF

Laborde C (2020). « Vieillissement en bonne santé en Île-de-France : Etats des lieux et enjeux » Audition au Conseil économique, social et environnemental régional (CESER) Île-de-France – Section Prospective (Février 2020)

Laborde C (2019). « Vieillissement et perte d'autonomie en Île-de-France » Rencontre organisée par le Comité régional pour l'information économique et sociale (CRIES) Île-de-France (Juin 2019)

Laborde C (2018). « Offre de soins palliatifs : Etat des lieux en Île-de-France » Audition au Conseil Régional Île-de-France (Juin 2018)

Dissémination scientifique

Interview par Le Monde sur la thématique des soins palliatifs (Février 2023)

Interview par le JDD sur la thématique des soins palliatifs (Février 2022)

Membre de comités scientifiques

Membre du comité scientifique et pédagogique du département universitaire Santé Publique, Prévention, Observation, Territoires (SPOT), UFR Simone Veil – Santé, UVSQ (depuis juin 2023)

Membre du comité de concertation de l'enquête EHPA 2023 (Drees) et du comité d'exploitation de l'enquête EHPA 2019 (Drees)

Membre du comité de concertation de l'enquête Autonomie 2021-2024 (Drees) et du groupe de travail « Limitations fonctionnelles et restrictions d'activité »

Membre du comité d'exploitation de l'enquête CARE-Ménages 2015 (Drees)

Activité d'enseignement

Responsable de l'unité d'enseignement « Observation de la santé » dans le Master II MISP (Méthodologie des interventions en santé publique) (depuis septembre 2014)

PREAMBULE

Conditions de réalisation de cette thèse

En 2012, j'ai intégré l'Observatoire Régional de Santé Île-de-France (ORS IDF), département de L'Institut Paris Region (IPR), en tant que chargée d'études responsable de la thématique du vieillissement. Auparavant, j'avais travaillé six ans dans des instituts de recherche : à l'Ined, sur les questions de mortalité et de perte d'autonomie fonctionnelle avec Emmanuelle Cambois ; au CESP-Inserm, sur les questions de genre, santé sexuelle et reproductive avec Nathalie Bajos. J'ai pu réaliser cette thèse de santé publique dans le cadre de mon activité professionnelle à l'ORS IDF et IPR, grâce au financement de la Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie (CNSA), obtenu dans le cadre d'appels à projets lancés par l'Institut de Recherche en Santé Publique (IReSP) en 2018 ([IReSP-18-Hand9-06]). Une partie de mon activité professionnelle était dédiée à la réalisation de ce projet de recherche ; une autre partie était consacrée à la réalisation d'études pour l'ORS. En parallèle de cette thèse, j'ai notamment dirigé des travaux (sur la santé des proches aidants, les soins palliatifs, les grossesses non prévues), publié des rapports d'études et des articles scientifiques, menés des activités d'enseignement. Actuellement, je co-dirige la publication d'un Cahier sur le vieillissement au sein de l'IPR (sortie prévue en 2024) ainsi que la mise en place d'une enquête sur les bénéficiaires de l'aide alimentaire avec Santé publique France (terrain prévu en 2024-2025). Cette thèse a donc été réalisée à temps partiel, ce qui explique en partie sa durée (un peu plus de 4 ans), à cela s'ajoutent la naissance de mon deuxième enfant en début de thèse, le confinement avec deux enfants de 1 et 5 ans. Pour toutes ces raisons, j'ai obtenu des dérogations pour allonger le temps nécessaire à la réalisation de ma thèse.

Difficultés majeures rencontrées pendant la thèse

Le projet initial était d'analyser les liens entre l'environnement socioéconomique, physique (i.e. l'accès à des ressources et équipements) et l'autonomie fonctionnelle des personnes âgées à une échelle géographique fine. Pour cela, nous souhaitons apparier au volet Seniors de l'enquête CARE-Ménages 2015 (Capacités, Aides et REssources des seniors) menée par la Drees des indicateurs contextuels permettant de caractériser très finement l'environnement résidentiel des participants (dans les 200 mètres autour de leur résidence). Nous disposions à l'échelle de la maille (200m x 200m) des indicateurs socioéconomiques (fournis par l'Insee) ainsi que des indicateurs d'accès à des équipements calculés par L'Institut Paris Region (notamment commerces, services de santé, équipements sportifs et culturels, espaces verts, etc.). Mais nous avons connu d'importantes difficultés pour obtenir l'autorisation d'apparier ces données¹. Ces difficultés administratives nous ont pris beaucoup de temps et d'énergie et

¹ La première étape a consisté à préparer le dossier en partie avec la Drees pour répondre aux nouvelles réglementations du règlement général de protection des données (RGPD). Ce dossier a été déposé en juillet 2019 pour obtenir l'accord du comité

nous regrettons qu'elles n'aient pas pu être résolues à temps pour être intégrées dans ce projet de recherche et ce travail de thèse. Pour contourner cette difficulté, nous avons utilisé d'autres données qui permettent de produire des analyses au niveau de la commune de résidence. Toutefois, cela n'a que peu handicapé le projet de recherche et sa qualité. Les résultats que nous proposons sont prometteurs et novateurs et répondent à la plupart des objectifs de la thèse et du projet de recherche. Ces données à l'échelle du quartier seront très certainement analysées par la suite car nous souhaitons continuer à investiguer ce sujet. Les résultats de cette thèse auront de véritables applications concrètes dans le cadre de mon activité professionnelle à L'Institut Paris Region (voir Partie 4).

du secret statistique, qui nous a été donné en octobre 2019. Cet accord a permis le dépôt de la demande d'habilitation par la CNIL. Dès lors, il a fallu répondre à différentes demandes (nouvelles contraintes RGPD) qui se sont étalées sur plus d'un an pour obtenir cette dernière (novembre 2020). Nous avons alors mis en place les démarches pour l'ouverture d'un accès au CASD pour pouvoir procéder à l'appariement en janvier 2021. Malheureusement, la mise à disposition des données géolocalisées de CARE via le CASD nous a alors été refusée au motif que l'intitulé de notre dossier validé par le comité du secret était erroné (mentionnant VQS comme on nous l'avait demandé, la base CARE ne faisant pas partie des bases proposées en 2019) et en dépit du fait que le contenu dudit dossier explicitait tout à fait clairement le passage de VQS à CARE pour l'appariement. Nous avons eu beaucoup de mal à comprendre cette fin de non-recevoir qui nous a conduit à nous adapter en nous appuyant sur d'autres données. Après de nouveaux échanges pour trouver une solution, il nous a été demandé de redéposer le dossier au comité du secret en remplaçant VQS par CARE dans l'intitulé. La nouvelle autorisation a été obtenue en juin 2021 (avec effet en juillet 2021).

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS.....	4
PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS ISSUES DES TRAVAUX DE LA THESE.....	6
Articles scientifiques publiés.....	6
Articles scientifiques en cours.....	6
Communications scientifiques orales.....	6
Dissémination scientifique.....	6
TRAVAUX REALISES EN PARALLELE DE LA THESE.....	7
Articles scientifiques.....	7
Livres.....	7
Coordination scientifique d'enquête.....	7
Rapports d'études.....	7
Communications orales.....	8
Dissémination scientifique.....	8
Membre de comités scientifiques.....	8
Activité d'enseignement.....	8
PREAMBULE.....	9
Conditions de réalisation de cette thèse.....	9
Difficultés majeures rencontrées pendant la thèse.....	9
TABLE DES MATIERES.....	11
LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES.....	15
LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX.....	17
Figures.....	17
Tableaux.....	18
INTRODUCTION GENERALE.....	21
Contexte.....	23
Eléments de cadrage.....	23
Approche systémique de la perte d'autonomie fonctionnelle.....	25
Perte d'autonomie fonctionnelle et environnement contextuel.....	28
Perte d'autonomie fonctionnelle et environnement résidentiel.....	29
Positionnement de la thèse.....	31

Objectifs et apports de la thèse.....	31
Périmètre de la thèse.....	32
Démarche de la thèse.....	33
PARTIE 1. ETAT DES CONNAISSANCES ET CADRE D'ANALYSE.....	37
Chapitre 1. Cadre et modèles conceptuels.....	39
Perte d'autonomie fonctionnelle.....	39
Modèle d'adéquation Personne-Environnement (<i>P-E fit</i>).....	44
Modèles des inégalités sociales en santé.....	47
Chapitre 2. Facteurs individuels et environnementaux de la perte d'autonomie fonctionnelle.....	52
Prévalence de la perte d'autonomie fonctionnelle.....	52
Facteurs de risque individuels de la perte d'autonomie fonctionnelle.....	54
Facteurs de risque environnementaux de la perte d'autonomie fonctionnelle.....	57
Chapitre 3. Synthèse, hypothèses et objectifs de la thèse.....	85
Synthèse.....	85
Hypothèses et objectifs de la thèse.....	86
PARTIE 2. DONNEES, INDICATEURS ET DEMARCHE D'ANALYSE.....	89
Chapitre 1. Enquêtes du dispositif CARE.....	92
Chapitre 2. Enquête VQS, mobilisée dans l'étude départementale.....	93
Objectifs de l'enquête VQS.....	93
Mesure de la perte d'autonomie fonctionnelle dans VQS.....	93
Indicateurs individuels de VQS.....	94
Indicateurs environnementaux (départementaux).....	94
Chapitre 3. Enquête CARE-Ménages, mobilisée dans les études résidentielles.....	98
Objectif de l'enquête CARE-Ménages.....	98
Mesure de la perte d'autonomie fonctionnelle dans CARE-Ménages.....	98
Indicateurs individuels de CARE-Ménages.....	102
Indicateurs environnementaux associés à CARE-Ménages.....	103
Chapitre 4. Démarche méthodologique générale.....	105
PARTIE 3. RESULTATS.....	111
Chapitre 1. Environnement contextuel et perte d'autonomie fonctionnelle : une analyse départementale des espérances de vie sans incapacité en France.....	114

Introduction.....	114
Méthodes	115
Résultats.....	118
Discussion de l'étude.....	124
Conclusion de l'étude.....	127
Chapitre 2. Environnement résidentiel, état fonctionnel et perte d'autonomie fonctionnelle	128
Introduction.....	128
Méthodes	129
Résultats.....	131
Discussion de l'étude.....	142
Conclusion de l'étude.....	146
Chapitre 3. Environnement résidentiel, niveau de diplôme et perte d'autonomie fonctionnelle	148
Introduction.....	148
Méthodes	149
Résultats.....	151
Discussion de l'étude.....	160
Conclusion de l'étude.....	162
PARTIE 4. DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALES	165
Chapitre 1. Discussion générale	167
Synthèse des résultats et apports principaux.....	167
Limites.....	168
Implications et perspectives.....	170
Chapitre 2. Conclusion générale	173
REFERENCES	177
ANNEXES	219
Annexe 1. Environnement contextuel et perte d'autonomie fonctionnelle : Article scientifique (étude 1)	221
Annexe 2. Environnement résidentiel, état fonctionnel et perte d'autonomie fonctionnelle : Article scientifique (étude 2).....	243
Annexe 3. Environnement résidentiel, niveau de diplôme et perte d'autonomie fonctionnelle : Article scientifique (étude 3).....	263

Annexe 4. Module « Restrictions d'activité » du questionnaire de l'enquête CARE-Ménages 2015.....	285
Annexe 5. Questions du module « Limitations fonctionnelles » retenues pour évaluer le statut fonctionnel des participants	287
Annexe 6. Tableaux complémentaires de l'étude 1	289
Annexe 7. Tableaux complémentaires de l'étude 3	294

LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES

AAP : Average adjusted predictions, ou Prédictions moyennes ajustées

AME : Average marginal effects, ou Effets moyens marginaux

APA : Allocation personnalisée d'autonomie

APR : Average predictions at representative values, ou Prédictions moyennes à des valeurs représentatives

AVC : Accident vasculaire cérébral

ADL : Activities of daily living, ou Activités de la vie quotidienne

BPE : Base permanente des équipements

CARE : Capacités, Aides et REssources des seniors (enquête)

CASD : Centre d'accès sécurisé aux données

CIF : Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé

CIH : Classification internationale des handicaps

CNAMTS : Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés

CNIL : Commission nationale de l'informatique et des libertés

CNIS : Conseil national de l'information statistique

CNSA : Caisse nationale de solidarité pour l'autonomie

DGE : Direction générale des entreprises

DREES : Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques

E3N : Etude épidémiologique auprès de femmes de l'Education Nationale

EHIS : European Health Interview Survey (enquête)

EV : Espérance de vie

EVI : Espérance de vie avec incapacité / **EVSII** : Espérance de vie sans incapacité

GALI : Global activity limitation indicator, ou Indicateur de restriction globale d'activité

HiAP : Health in all policies, ou Santé dans toutes les politiques

IADL : Instrumental of activities of daily living, ou Activités instrumentales de la vie quotidienne

IMC : Indice de masse corporelle

INSEE : Institut national de la statistique et des études économiques

IPR : L'Institut Paris Region

IReSP : Institut pour la recherche en santé publique

ISCED : International standard classification of education, ou Classification internationale type de l'éducation

MAPT : Multidomain alzheimer preventive Trial, ou Essai d'intervention multidomaine dans la prévention de la maladie d'Alzheimer

MERV : Marginal effects at representative values, ou Effets marginaux aux valeurs représentatives

MG : Médecins généralistes

MHI-5 : Mental health inventory en 5 items

MK : Masseurs-kinésithérapeutes

OADL : Outdoor activity daily living, ou Activités de la vie quotidienne en extérieur

OECD : Organisation for economic co-operation and development ou Organisation de coopération et de développement économique

OMS : Organisation mondiale de la santé

ORS : Observatoire régional de la santé

P-E : Person-Environment, ou Personne-Environnement (modèle conceptuel)

PIB : Produit intérieur brut

RAPR : Relative average predictions at representative values

RGPD : Règlement général de protection des données

RP : Recensement principal

SAD : Services à domicile

SNIIR-AM : Système national d'information inter-régimes de l'assurance-maladie

SSIAD : Services de soins infirmiers à domicile

SIG : Système d'information géographique

SIRS : Santé, inégalités, ruptures sociales (cohorte)

SNDS : Système national des données de santé

VQS : Vie quotidienne et santé

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figures

Figure 1. Cadre théorique d'analyse des liens entre environnement et perte d'autonomie fonctionnelle

Figure 2. Trajectoire principale du processus de perte d'autonomie fonctionnelle

Figure 3. Compétence-environmental press model

Figure 4. Exemples de schémas illustrant les mécanismes par lesquels les facteurs individuels et environnementaux contribuent à impacter l'état de santé

Figure 5. Cadre théorique d'analyse des liens entre perte d'autonomie fonctionnelle et environnement contextuel

Figure 6. Représentations des associations identifiées dans la littérature entre environnement physique résidentiel, comportements en santé et processus de perte d'autonomie fonctionnelle

Figure 7. Cadre théorique d'analyse des liens entre perte d'autonomie fonctionnelle et environnement résidentiel

Figure 8. Vue d'ensemble des enquêtes du dispositif CARE

Figure 9. Distribution des restrictions dans les activités du quotidien en extérieur (OADL) selon le nombre de limitations fonctionnelles sévères. *Enquête CARE-Ménages (60+ avec au moins une limitation fonctionnelle sévère), 2015, France*

Figure 10. Déclaration de restrictions d'activités ADL selon la catégorie de OADL. *Enquête CARE-Ménages (60+ avec au moins une limitation fonctionnelle sévère), 2015, France*

Figure 11. Espérances de vie (EV), espérances de vie sans incapacité (EVSI), espérances de vie avec incapacité (EVI) à 60 ans, hommes et femmes, par département. *Enquête VQS (60+), 2014, France*

Figure 12. Distribution de l'espérance de vie (EV) à 60 ans et de la part des espérances de vie sans incapacité (EVSI) sur l'espérance de vie (EV) totale à 60 ans, par sexe. *Enquête VQS (60+), 2014, France*

Figure 13. Adjusted Predictions at Representative values (APRs) des difficultés liées aux activités de la vie quotidienne et du recours à l'aide, de 1 à 10+ limitations fonctionnelles sévères (Modèle 2) : (A) diversité des commerces alimentaires dans la commune de résidence ; (B) Escaliers/marches pour sortir de chez soi; (C) Zones piétonnes de mauvaise qualité ; (D) Absence/manque de lieux de repos. *Enquête CARE-Ménages (60+ avec au moins 1 limitation fonctionnelle sévère) 2015, France*

Figure 14. Différences selon le niveau d'instruction dans les difficultés OADL et le recours à l'aide stratifiées par la présence/absence de barrières environnementales parmi les hommes

(A) et les femmes (B) (Model 3). *Enquête CARE-Ménages (60+ avec au moins une limitation fonctionnelle sévère), 2015, France*

Figure 15. Différences résidentielles dans les difficultés OADL et recours à l'aide stratifiées selon le niveau de diplôme parmi les hommes, pour les zones piétonnes de mauvaise qualité (A) et le manque/absence de lieux de repos (B) (Model 4). *Enquête CARE-Ménages (60+ avec au moins une limitation fonctionnelle sévère), 2015, France*

Tableaux

Tableau 1. Statistiques descriptives pour les neuf indicateurs départementaux

Tableau 2. Distribution des difficultés et du recours à l'aide pour chacune des activités extérieures sélectionnées et pour l'indicateur synthétique. *Enquête CARE-Ménages (60+ avec au moins une limitation fonctionnelle sévère), 2015, France*

Tableau 3. Vue d'ensemble des trois études incluses dans cette thèse

Tableau 4. Analyses descriptives pour l'espérance de vie (EV), espérances de vie sans incapacité (EVSI), espérances de vie avec incapacité (EVI) et la part des années de vie vécues sans incapacité sur l'espérance de vie totale (EVSI)/EV à 60 ans, pour les hommes et les femmes. *Enquête VQS (60+), 2014, France*

Tableau 5. Analyses des résultats des modèles de méta-régressions testant les associations entre les espérances en santé à 60 ans et les facteurs environnementaux contextuels. *Enquête VQS (60+), 2014, France*

Tableau 6. Caractéristiques générales de l'échantillon d'étude. *Enquête CARE-Ménages (60+ avec au moins une limitation fonctionnelle sévère), 2015, France*

Tableau 7. Nombre moyen de limitations fonctionnelles sévères selon les caractéristiques générales de l'échantillon d'étude. *Enquête CARE-Ménages (60+ avec au moins une limitation fonctionnelle sévère), 2015, France*

Tableau 8. Probabilités prédites (AAPs) des difficultés dans les OADL et du recours à l'aide (Modèle 1). *Enquête CARE-Ménages (60+ avec au moins 1 limitation fonctionnelle sévère), 2015, France*

Tableau 9. Probabilités prédites (APRs) des difficultés dans les OADL et du recours à l'aide, pour 1 à 10+ limitations fonctionnelles sévères (Modèle 2). *Enquête CARE-Ménages (60+ avec au moins 1 limitation fonctionnelle sévère) 2015, France*

Tableau 10. Caractéristiques générales de l'échantillon d'étude selon le niveau d'instruction. *Enquête CARE-Ménages (60+ avec au moins une limitation fonctionnelle sévère), 2015, France*

Tableau 11. Probabilités prédites (AAPs) des difficultés OADL et du recours à l'aide et des effets marginaux (AMEs) selon le niveau d'instruction avant (Modèle 1) et après (Modèle 2) l'ajustement sur les barrières environnementales, parmi les hommes et les femmes. *Enquête CARE-Ménages (60+ avec au moins une limitation fonctionnelle sévère), 2015, France*

INTRODUCTION GENERALE

Le développement d'environnements favorables à un vieillissement en bonne santé rencontre de plus en plus d'intérêt dans la recherche ainsi que dans les politiques publiques. Cet axe de travail est particulièrement important dans un contexte de vieillissement de la population et de volonté des politiques françaises du grand âge de privilégier le maintien à domicile des personnes âgées en perte d'autonomie. En effet, vieillir à domicile nécessite le maintien en autonomie fonctionnelle des personnes âgées chez elles mais aussi dans leur capacité à réaliser des activités basiques à l'extérieur. Travaillant dans une agence régionale d'urbanisme, j'ai souhaité investiguer les mécanismes par lesquels l'environnement, à travers différentes échelles territoriales, pouvait influencer sur la perte d'autonomie fonctionnelle des personnes âgées. Est-ce que les politiques et les actions mises en place par les départements permettent aux personnes âgées de vieillir plus longtemps en bonne santé ? Quelles influences peuvent avoir le développement socioéconomique d'un département ou les politiques visant à augmenter sa dotation en offre de soins sur l'autonomie fonctionnelle de la population âgée ? Par ailleurs, observe-t-on des effets de facteurs locaux ? Quel impact peuvent avoir des opérations visant à développer les commerces de proximité, à améliorer l'aménagement des voiries et des places publiques sur la préservation de l'autonomie fonctionnelle ? Ces adaptations de l'environnement résidentiel profiteront-elles à toutes les personnes âgées ou contribueront-elles à accroître les inégalités sociales ? En mobilisant les données d'enquêtes en population, nous avons voulu identifier les facteurs départementaux et résidentiels augmentant les chances de maintenir l'autonomie fonctionnelle et observer leurs potentielles interactions avec les facteurs individuels.

CONTEXTE

Éléments de cadrage

En 2018, 13,1 millions de personnes sont âgées de 65 ans ou plus en France, ce qui représente un individu sur cinq (Blanpain 2018). Le vieillissement de la population française n'est pas un phénomène nouveau. En effet, la part de personnes âgées de plus de 65 ans dans la population totale française augmente depuis plusieurs décennies et continuera d'augmenter dans les prochaines années : elle est passée de 9 % en 1920 à 20 % en 2018 et devrait atteindre 30 % en 2070 (Blanpain 2018). A partir de 2040, le nombre des très âgés (85 ans ou plus) augmentera considérablement, du fait de l'avancée en âge des générations nombreuses du baby-boom et des gains d'espérance de vie davantage marqués aux âges très élevés (Meslé 2005; Papon 2019). Si en 1950, moins de 1 % des femmes étaient âgées de 85 ans ou plus, elles représenteront 8 % de la population totale en 2050 (Bonnet et al. 2021). Or à partir de ces âges, les risques de dépendance deviennent de plus en plus importants : en 2018, un tiers des personnes âgées de 85 ans ou plus bénéficient de l'allocation personnalisée d'autonomie (APA) et sont donc en état de dépendance ; à partir de 90 ans, c'est la moitié de la population qui en bénéficie (Abassi et al. 2020).

Être en situation de dépendance entraîne des répercussions évidentes sur la qualité de vie des personnes âgées et a également de forts impacts économiques et sociaux sur les familles et la société. La Cour des comptes a récemment estimé qu'un gain d'un an d'espérance de vie en bonne santé ou sans incapacité (EVSI) ferait économiser environ 1,5 milliard d'euros à l'Assurance Maladie (Cour des Comptes 2021). Si le montant est considérable, il inclut uniquement les économies relatives aux dépenses de santé² et ne considère pas les différents rôles assurés par les personnes âgées en bonne santé qui sont autant de manques à gagner lorsqu'elles ne sont plus autonomes. En effet, les individus âgés jouent un rôle important dans l'économie du pays et sont des consommateurs importants de biens et de services (notamment dans l'alimentation, les transports, les assurances, les loisirs...) (Hébel 2010). Ils assurent un rôle économique et social crucial auprès des familles notamment par la garde occasionnelle des petits-enfants (deux tiers des enfants de moins de 6 ans sont concernés) (Kitzmann 2018). Enfin, ils sont un élément essentiel dans leurs communautés via un partage intergénérationnel des connaissances (Ermine 2010) et par leur implication dans la vie citoyenne (Scheider and Moulaert 2015) et associative³. La préservation de leur autonomie fonctionnelle est un des éléments-clés permettant de maintenir leurs rôles auprès de leur famille et leurs communautés.

Or les chances d'être autonome ne sont pas les mêmes pour tout le monde. Elles varient selon les caractéristiques des individus mais aussi selon les caractéristiques de leur environnement. Le rôle des caractéristiques individuelles est bien établi dans la littérature : les plus âgés, les femmes, les plus défavorisés, les moins diplômés ont davantage de risque d'être restreints dans leurs activités que les moins âgés, les hommes, les plus favorisés ou encore les plus diplômés (Serrano-Alarcón and Perelman 2017; Liu and Wang 2022). Le rôle de l'environnement sur la perte d'autonomie fonctionnelle peut jouer à plusieurs niveaux géographiques. Tout d'abord, des liens ont été identifiés à des échelles territoriales plus ou moins larges (allant des pays aux régions) : les territoires avec un revenu socioéconomique élevé, avec des dépenses de soins pour les personnes âgées élevées sont associés à davantage d'autonomie fonctionnelle (Jagger et al. 2008; Fouweather et al. 2015; Minagawa and Saito 2017). Dans ce contexte, les politiques sociales et les aides publiques à destination des personnes âgées fournies par les départements (échelle géographique que l'on souhaite étudier ici) pourraient contribuer à leur autonomie fonctionnelle. Des associations sont également observées à l'échelle résidentielle où les environnements propices à la marche et dotés de ressources et d'équipements sont associés à davantage d'autonomie fonctionnelle (Clarke and George 2005; Clarke et al. 2008; Brenner and Clarke 2019). La ville est devenue un territoire pertinent pour la mise en place d'actions de promotion de la santé des personnes âgées, étant donné que 75 % des personnes âgées vivent dans des communes urbaines (Secrétariat général du Conseil d'orientation des retraites 2015).

² Cette estimation a été calculée à partir du modèle de Pandore de projection des dépenses de santé sur l'hypothèse d'un gain d'un an d'espérance de vie sans incapacité observé sur 10 ans (2021-2031). À noter que cette estimation est minorée. En effet, elle ne considère ni les économies en matière d'APA, ni celles attendues en matière d'hébergement et d'accueil de jour.

³ Selon les données de l'Insee (dispositif SRCV-Silc 2016), 46% des personnes âgées de 65 ans ou plus ont adhéré à au moins une association en 2016.

En témoigne le réseau mondial des villes et communautés amies des aînés créé par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) en 2010. Le réseau regroupe aujourd'hui 1 445 villes et communautés dans 51 pays. En France, ce sont 270 collectivités (allant de grandes villes comme Paris à des petits villages, mais aussi des intercommunalités et des départements) qui se sont engagées à optimiser les opportunités en santé, la participation et la sécurité des personnes qui vieillissent. L'OMS a publié un guide pour accompagner les villes et collectivités à adapter leur aménagement, leur structure et leurs services pour être accessibles et inclusives avec l'ensemble des personnes âgées, quels que soient leurs besoins (World Health Organization 2007). Dès lors, développer des contextes et des lieux de vie adaptés semble une opportunité pour soutenir les personnes âgées dans le maintien et la préservation de leur autonomie fonctionnelle et leur permettre de vieillir à domicile.

Si le rôle de l'environnement sur la perte d'autonomie fonctionnelle commence à être bien étudié, nous avons identifié des manques dans la littérature (que nous détaillerons ci-après). L'objectif principal de cette thèse est d'explorer les liens entre la perte d'autonomie fonctionnelle et les ressources apportées par l'environnement à deux échelles géographiques : le département et l'environnement résidentiel. Tout d'abord, nous nous sommes attachés à comprendre les relations entre autonomie fonctionnelle et environnement à une échelle départementale, notamment en termes de développement socioéconomique et de dotation en offres de soin (objectif 1). Ensuite, nous nous sommes concentrés sur les liens à l'échelle résidentielle et notamment sur l'accès aux commerces/services et à la qualité de l'aménagement urbain. Nous avons investigué les potentielles interactions entre les caractéristiques de l'environnement résidentiel et celles des individus, notamment en termes d'état fonctionnel (objectif 2) et de niveau de ressources socioéconomiques (objectif 3).

Approche systémique de la perte d'autonomie fonctionnelle

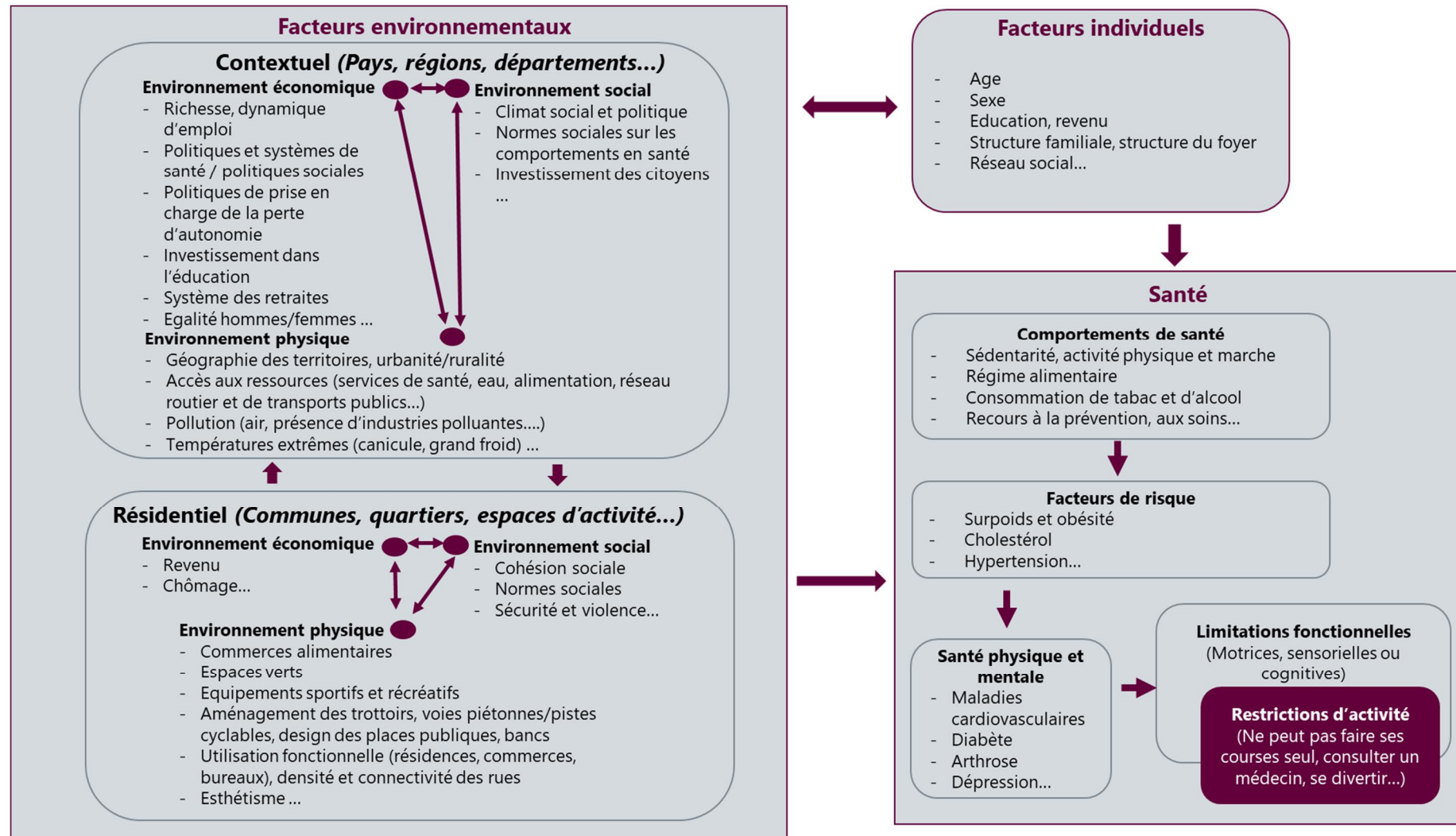
Dans cette thèse, nous proposons une approche systématique et globale de la perte d'autonomie fonctionnelle. Pour cela, nous mobilisons des modèles conceptuels du processus de la perte d'autonomie fonctionnelle (Verbrugge and Jette 1994; World Health Organization 2001) ; des modèles explicatifs des déterminants de la santé (Dahlgren and Whitehead 1991; Solar and Irwin 2010) ; des modèles explicatifs des liens entre environnement et santé (Macintyre and Ellaway 2003; Diez Roux 2003; Roux and Mair 2010) ; le modèle d'adéquation Personne-Environnement (*P-E fit*) (Lawton and Nahemow 1973) ; et enfin, le modèle des ressources collectives et l'hypothèse de la déprivation relative (Stafford and Marmot 2003).

La Figure 1 schématise les différents mécanismes par lesquels l'environnement peut interagir avec la perte d'autonomie fonctionnelle. La perte d'autonomie fonctionnelle intervient quand une personne est restreinte dans ses activités du quotidien, autrement dit quand elle rencontre des difficultés à les réaliser seule. Nous mobilisons les modèles conceptuels qui décrivent la perte d'autonomie fonctionnelle comme un processus au cours duquel les maladies chroniques provoquent des altérations des fonctions, qui à leur tour peuvent engendrer des restrictions dans la réalisation d'activité (Verbrugge and Jette 1994; World Health Organization 2001). Dans

ces modèles, la restriction d'activité n'est pas systématique mais découle d'interactions complexes entre les caractéristiques de la personne et les facteurs environnementaux auxquels elle est exposée. Dans cette thèse, nous nous concentrons sur la dernière étape du processus de perte d'autonomie fonctionnelle : les restrictions d'activités (identifiées en couleur prune sur la Figure 1).

Pour démêler la complexité des mécanismes par lesquels les facteurs individuels et environnementaux peuvent affecter la perte d'autonomie fonctionnelle, nous avons mobilisé le *disablement process model* (Verbrugge and Jette 1994) ainsi que plusieurs modèles explicatifs des déterminants de la santé dont celui de Dahlgren et Whitehead (1991) et celui de la commission des déterminants sociaux de la santé de l'OMS (Solar and Irwin 2010). Nous nous sommes également appuyés sur les nombreux travaux de Macintyre, Ellaway et Roux qui proposent de conceptualiser les liens entre environnement résidentiel et santé (Macintyre and Ellaway 2003; Diez Roux 2003; Roux and Mair 2010). Comme illustré en Figure 1, un ensemble de facteurs individuels (comme l'âge, le sexe, le statut socioéconomique, le réseau et le soutien social) et de facteurs environnementaux peuvent agir sur le processus de perte d'autonomie fonctionnelle et à terme, sur les restrictions d'activité. Dans ces modèles, les facteurs environnementaux relèvent de différentes échelles géographiques et de différentes échelles d'actions. Dans cette thèse, nous nommons facteurs contextuels, les facteurs correspondant à une échelle géographique large (comme les pays, régions, départements) et facteurs résidentiels, ceux correspondant à une échelle géographique plus fine (comme la commune de résidence ou le quartier). Ces facteurs contextuels et résidentiels comportent des dimensions économiques (comme les opportunités d'emploi), sociales (comme la cohésion sociale) et physiques (comme l'accès à des ressources ou services). Ces différentes dimensions interagissent probablement entre elles et peuvent se renforcer les unes avec les autres (Macintyre and Ellaway 2003; Roux and Mair 2010), rajoutant ainsi à la complexité des mécanismes liant environnement et perte d'autonomie fonctionnelle. Par exemple, la ségrégation résidentielle (qu'elle soit en termes de statut social ou d'âge) peut conduire à des dotations différentes dans les ressources et équipements du quartier et renforcer la ségrégation existante. Il est également probable que les facteurs contextuels et résidentiels soient liés sans que l'on sache vraiment aujourd'hui évaluer l'importance de ces associations (Noordzij et al. 2019). Par exemple, la politique des départements en termes de délivrance de permis de construire des grandes surfaces pourrait conduire à modifier la structure des commerces de proximité dans les centres-bourgs ou les centres villes. Tous ces facteurs environnementaux peuvent impacter la santé fonctionnelle des individus avec des délais d'impact différents selon l'échelle géographique de ces facteurs (le délai d'impact sur l'autonomie fonctionnelle d'une politique de santé pourrait être plus long que celui de l'aménagement de voies piétonnes) et selon les indicateurs de santé (on peut supposer que l'aménagement de voies piétonnes ait un impact visible plus rapidement sur les comportements de marche que sur le risque de maladies cardiovasculaires). Enfin, si les territoires peuvent exercer une influence sur les individus et leur santé, les individus peuvent à

Figure 1. Cadre théorique d'analyse des liens entre environnement et perte d'autonomie fonctionnelle



Note : Les facteurs environnementaux, individuels et les indicateurs de santé sont mentionnés à titre d'exemple ; ces listes ne sont pas exhaustives.

leur tour façonner les territoires (en déménageant et investissant de nouveaux quartiers, en se mobilisant pour demander la piétonnisation de rues, en s'investissant dans les conseils municipaux...). De plus, il est probable que l'ampleur des effets environnementaux résidentiels varient selon les caractéristiques des individus (ceux avec un état fonctionnel dégradé sont peut-être plus vulnérables à leur environnement que les autres).

Dans cette thèse, nous avons souhaité explorer les interactions des caractéristiques de l'environnement résidentiel avec celles de l'individu, et notamment avec son niveau de dégradation de l'état fonctionnel. Pour construire nos réflexions, nous avons mobilisé le modèle d'adéquation Personne-Environnement. Ce modèle suggère que l'environnement et les compétences d'un individu (ce qu'il peut faire) doivent être alignés pour permettre les performances de cet individu (ce qu'il fait) (Lawton and Nahemow 1973). L'*environmental docility hypothesis* sur laquelle est basé ce modèle établit que les pressions environnementales deviennent de plus en plus importantes au fur et à mesure que les compétences de l'individu diminuent. En parallèle de ce modèle conceptuel, nous avons bien évidemment continué à mobiliser ceux du processus de perte d'autonomie fonctionnelle (Verbrugge and Jette 1994; World Health Organization 2001) pour considérer que d'autres facteurs que l'environnement (comme les facteurs individuels, à savoir l'âge, le sexe, le niveau socio-économique, le statut marital, etc.) pourraient expliquer la relation entre les compétences et les performances d'un individu âgé.

Enfin, nous avons également souhaité explorer les potentielles interactions entre le statut socioéconomique de l'individu et l'environnement résidentiel face aux restrictions d'activités. Pour encadrer nos recherches, nous avons mobilisé le modèle des ressources collectives (Stafford and Marmot 2003) pour analyser comment l'environnement résidentiel pourrait agir différemment selon les ressources socioéconomiques des individus âgés. Ce modèle stipule que vivre dans des quartiers bien dotés en ressources et équipements pourraient apporter davantage de bénéfices pour les personnes de faible niveau socioéconomique car plus dépendantes des ressources locales ; ce qui serait moins le cas pour les personnes de niveau socioéconomique élevé qui disposent de plus de ressources privées pour accéder aux biens et aux services en dehors de leur quartier. A l'inverse, l'hypothèse de la déprivation relative (Stafford and Marmot 2003) suggère que les avantages pourraient être plus importants chez les personnes de niveau socioéconomique élevé, dont les ressources individuelles leur permettent de mieux tirer parti des ressources locales.

Perte d'autonomie fonctionnelle et environnement contextuel

Les chances de vieillir en bonne santé varient considérablement selon le pays dans lequel on vit, que ce soit en Europe (Jagger et al. 2008, 2013; Jagger and EHEMU Team 2015; Fouweather et al. 2015; Cambois and Robine 2017), aux Etats-Unis (Farina et al. 2021) ou dans des pays avec des économies différentes, comme la Chine, l'Inde ou encore la Russie (Santosa et al. 2016; Chirinda and Chen 2017; Prina et al. 2019). Des différences importantes dans les espérances de vie sans restriction d'activité ont également été identifiées à l'intérieur d'un même pays, comme

au Brésil à l'échelle des régions (Szwarcwald et al. 2016), au Japon à l'échelle des préfectures (Minagawa and Saito 2017) ou encore au Royaume-Uni à l'échelle de petites aires géographiques calculées à partir du recensement (Smith et al. 2010b). Pour comprendre ce qui peut expliquer de telles variations territoriales, des chercheurs ont testé des associations entre les caractéristiques contextuelles des territoires et le niveau de restrictions d'activité des populations résidant sur ces territoires. En dépit des limites inhérentes à ce type d'études (Cho et al. 2016; Neumark 2017), les résultats soulignent le rôle majeur des conditions socioéconomiques dans ces disparités (Gutierrez-Fisac et al. 2000; Groenewegen et al. 2003; Jagger et al. 2008; Liu et al. 2010; Wohland et al. 2014; Fouweather et al. 2015; Minagawa and Saito 2017). Quelques études infranationales ont exploré le rôle de l'offre en services en santé. Mais ces recherches sont rares et les résultats ne sont pas cohérents sur le sens des associations entre la densité d'infirmiers, de médecins généralistes et la perte d'autonomie (Groenewegen et al. 2003; Kondo et al. 2005; Liu et al. 2010).

En France, nous ne disposons pas d'estimations des inégalités territoriales dans les chances de vivre longtemps tout étant fonctionnellement autonome. Nous ne connaissons ni l'ampleur de ces inégalités, ni comment elles s'associent avec les caractéristiques des territoires. De plus, les résultats de la littérature internationale ne sont pas clairs sur le rôle de l'offre en services de santé dans les disparités territoriales des espérances de vie sans restriction d'activité. Or, ces informations sont essentielles pour guider les politiques publiques dans le but d'améliorer l'autonomie fonctionnelle des populations âgées et de réduire les inégalités potentiellement présentes sur le territoire français. Pour apporter des éléments de compréhension dans le contexte français, nous avons souhaité produire des estimations d'espérance de vie sans incapacité à l'échelle des départements (qui assurent la gestion de la politique des personnes âgées) et comprendre comment elles sont associées aux contextes socioéconomiques et socio-sanitaires des départements.

Perte d'autonomie fonctionnelle et environnement résidentiel

Des inégalités dans les chances de vieillir en bonne santé ont également été observées dans la littérature à l'échelle de l'environnement résidentiel des personnes âgées. Une étude réalisée dans le Connecticut indique qu'à 70 ans, une personne vivant dans un quartier favorisé peut espérer vivre 2 ans de plus sans incapacité qu'une personne vivant dans un quartier défavorisé, en tenant compte des différences de ressources socioéconomiques individuelles (Gill et al. 2021). Pour expliquer cet écart important, les auteurs font l'hypothèse que dans les quartiers défavorisés, les trottoirs seraient moins ou pas entretenus, proposeraient un moindre accès à des services de santé et à des commerces alimentaires et seraient davantage sujets à la criminalité et à la violence ; l'accumulation de ces caractéristiques défavorables contribueraient à augmenter les risques d'incapacité des populations résidentes. Si cette hypothèse de cumul de désavantages dans les quartiers défavorisés est discutée dans la littérature (Macintyre 2007), les barrières environnementales physiques et sociales mentionnées par Gill et ses coauteurs ont été largement identifiées dans la littérature comme étant liées avec le risque de perte

d'autonomie fonctionnelle aux âges élevés (Freedman et al. 2008; Ory et al. 2016; Danielewicz et al. 2017; Brenner and Clarke 2019; Matsumoto et al. 2019). En dépit de limites inhérentes aux données transversales (sur lesquelles reposent une grande partie des preuves) (Danielewicz et al. 2017; Fletcher and Jung 2019), la qualité de l'environnement résidentiel physique semble influencer la perte d'autonomie fonctionnelle à un âge avancé par le biais de deux mécanismes associés (Beard et al. 2009) : certaines caractéristiques physiques favoriseraient l'activité sociale et physique (Levasseur et al. 2011; Gong et al. 2014; Van Holle et al. 2016; Keskinen et al. 2018) chez les personnes âgées en bonne santé et pourraient prévenir le déclin du fonctionnement physique (Balfour and Kaplan 2002) et cognitif (de Keijzer et al. 2018) ; elles permettraient également aux adultes âgés présentant des limitations fonctionnelles d'effectuer des activités quotidiennes et ainsi de gagner en indépendance (Clarke and George 2005). C'est sur le deuxième mécanisme que l'on se concentre dans cette thèse (autrement dit sur les liens entre environnement résidentiel physique et restrictions d'activité, une fois que les limitations fonctionnelles sont apparues). En effet, ce deuxième mécanisme semble moins étudié dans la littérature et la possibilité que l'importance de ces liens varient selon les caractéristiques des individus âgés (socioéconomiques, familiales, état fonctionnel...) est peu questionnée. On trouve quelques résultats convergents sur les variations avec l'état fonctionnel : les bénéfices d'un lieu de vie favorable seraient visibles uniquement pour les états fonctionnels les plus détériorés, c'est-à-dire à partir d'un certain seuil de sévérité (Clarke and George 2005; Clarke et al. 2008; Portegijs et al. 2017).

En ligne avec le modèle de pression environnementale (Lawton and Nahemow 1973) suggérant que les effets environnementaux deviennent de plus en plus importants au fur et à mesure que l'état fonctionnel se dégrade, il nous semble essentiel d'explorer plus finement ces interactions, en investiguant les variations potentielles tout au long du gradient de l'état fonctionnel et selon le nombre de limitations fonctionnelles (ce qui n'a pas encore été fait). Au-delà de la santé fonctionnelle, il est possible que les effets de l'environnement résidentiel physique dans les restrictions d'activité varient selon le statut socioéconomique des individus âgés. Cependant la plupart des études qui ont investigué la possible existence d'interactions entre l'environnement résidentiel physique et le statut socioéconomique individuel se sont concentrées sur d'autres indicateurs de santé (Smith et al. 2017; Jones et al. 2021; Gullon et al. 2021) ; et nous n'avons pas trouvé de travaux étudiant ces interactions face aux restrictions d'activité parmi les individus âgés qui ont déjà des problèmes fonctionnels. Pourtant le statut socioéconomique joue un rôle très important dans le processus de perte d'autonomie fonctionnelle (Arrighi et al. 2017; Serrano-Alarcón and Perelman 2017) et il est probable que les caractéristiques physiques de l'environnement résidentiel aient des effets différents selon le niveau de ressources socioéconomiques des individus (notamment ceux avec des limitations fonctionnelles) dans leurs options et leurs décisions concernant le fait de sortir, de faire des courses et finalement dans le fait de maintenir leur autonomie fonctionnelle.

Ces informations manquent dans la littérature et sont pourtant essentielles pour comprendre à qui pourraient profiter des améliorations de l'environnement résidentiel, pour anticiper si des

interventions environnementales pourraient accentuer ou réduire les inégalités déjà en place entre les individus âgés. Pour apporter des éléments de réponse, nous avons investigué comment l'environnement physique résidentiel interagissait avec l'état fonctionnel et le niveau de diplôme (utilisé en proxy du statut socioéconomique) des personnes âgées ayant des problèmes fonctionnels face aux restrictions d'activité.

POSITIONNEMENT DE LA THESE

Objectifs et apports de la thèse

L'objectif principal de cette thèse est de mieux comprendre comment le lieu de vie des personnes vieillissant chez elles s'articule avec la perte d'autonomie fonctionnelle, à l'échelle du département et de l'environnement résidentiel. Les résultats permettront d'aider les futures recherches et les politiques publiques ayant pour but de favoriser l'autonomie fonctionnelle des personnes âgées et leur maintien à domicile. Nous avons dégagé trois objectifs spécifiques.

En objectif 1, nous cherchons à observer l'ampleur des inégalités départementales face à la perte d'autonomie fonctionnelle et à identifier les facteurs environnementaux départementaux favorisant l'autonomie fonctionnelle des populations âgées. Cette étude a donné lieu à un premier article scientifique publié dans *European Journal of Ageing* en 2020 (Annexe 1). Comprendre comment la perte d'autonomie fonctionnelle est distribuée dans les départements peut renseigner les pouvoirs publics sur l'allocation des ressources et sur l'identification des aires géographiques devant être ciblées par des interventions. Repérer les facteurs contextuels associés à la perte d'autonomie fonctionnelle permet aussi de comprendre que d'autres politiques (autres que celles de santé, comme les politiques sociales) peuvent contribuer à favoriser l'autonomie fonctionnelle des populations âgées et donc leur maintien à domicile.

En objectif 2 et 3, nous cherchons à identifier les environnements résidentiels favorisant le maintien de l'autonomie fonctionnelle des personnes âgées dans leurs activités extérieures. Plus précisément, en objectif 2, nous cherchons également à examiner si et comment la présence de barrières environnementales interagit avec le déclin fonctionnel des personnes âgées. Cette recherche a donné lieu à un deuxième article scientifique publié dans *Plos One* (Annexe 2). En objectif 3, nous cherchons à examiner si et comment la présence de barrières environnementales interagit avec le niveau de diplôme (proxy des ressources socioéconomiques) des personnes âgées. Cette recherche a donné lieu à la rédaction d'un troisième article scientifique qui sera prochainement soumis à une revue à comité de lecture (Annexe 3). Comprendre que modifier certaines caractéristiques de l'environnement physique puisse promouvoir l'autonomie fonctionnelle des personnes âgées peut permettre d'identifier que d'autres politiques (autres que celles de santé, comme les politiques d'aménagement) puissent favoriser le maintien de l'autonomie fonctionnelle. Cela peut permettre également aux collectivités locales qui vont connaître un fort vieillissement dans les années à venir de commencer à s'adapter. Observer comment ces facteurs environnementaux interagissent avec

les individus peut permettre de savoir à qui d'éventuelles modifications de l'environnement physique pourraient profiter et d'anticiper si elles contribueront à l'accentuation ou à la réduction des inégalités entre les individus. La compréhension de ces interactions permet aussi d'apprécier que les opérations d'aménagement menées par les politiques locales (interventions environnementales) puissent être complémentaires des politiques sociales menées auprès des individus âgés (interventions individuelles) pour favoriser leur autonomie fonctionnelle.

Périmètre de la thèse

Nous avons choisi de nous concentrer sur des facteurs modifiables par des interventions, à savoir les caractéristiques physiques de l'environnement (autrement dit l'accès aux services de santé, aux ressources, aux équipements et l'aménagement urbain). Dès que possible, nous avons considéré les caractéristiques socioéconomiques de ces environnements et les facteurs de risque individuels pour tenir compte des multiples liens qui existent entre environnement, individu et perte d'autonomie fonctionnelle. Malheureusement, nous n'avons pas eu accès à l'ensemble de ces informations pour les trois études. Nous avons alors porté une attention particulière à discuter nos résultats en considérant les liens ou les interactions n'ayant pas pu être observés.

A l'échelle départementale, cette recherche intègre les populations âgées résidant à domicile et en institution pour apprécier au mieux les inégalités départementales dans les années de vie vécues avec des restrictions d'activité (en effet, les départements ont des politiques différentes dans la prise en charge des personnes âgées en perte d'autonomie ; certains favorisent le maintien à domicile et d'autres l'institutionnalisation (Brunel et al. 2019)). En revanche, à l'échelle résidentielle, nous nous sommes focalisés sur les personnes âgées vivant à domicile. Les questions des liens entre la santé et l'environnement physique proposé par les institutions sont une problématique importante (Bourdon 2022) mais non explorées ici (notre objectif étant de comparer parmi les personnes restées à domicile, celles qui parviennent mieux ou moins bien à rester indépendantes dans leurs activités extérieures). Le logement n'entre pas dans le périmètre de cette recherche, même si son niveau d'adaptation est très important dès les premiers signes de perte d'autonomie fonctionnelle (Wahl et al. 2012; Szanton et al. 2016; Struckmeyer et al. 2021). De même, la pollution de l'air n'est pas considérée dans cette thèse, alors qu'elle pourrait jouer un rôle dans le processus d'autonomie fonctionnelle, à travers l'apparition ou l'exacerbation de maladies, comme les maladies cardiovasculaires (Hayes et al. 2020), les cancers du poumon (Huang et al. 2021) ainsi que les maladies neurodégénératives, telles que les maladies d'Alzheimer (Fu and Yung 2020) et de Parkinson (Murata et al. 2022) et qu'elle présente des interactions avec les conditions socioéconomiques du quartier face à la mortalité (Benmarhnia et al. 2014; Deguen et al. 2015). La recherche sur les quartiers et la santé est également étroitement liée aux travaux sur la ségrégation résidentielle, mais ces nombreuses publications ne sont pas examinées ici (Williams and Collins 2001; Gibbons et al. 2020; Smith et al. 2022). Pour finir, dans un souhait de proposer une approche systémique de la perte d'autonomie fonctionnelle, nous avons mobilisé la littérature examinant les effets

environnementaux sur les différentes étapes du processus de perte d'autonomie fonctionnelle et ce, tout au long de la vie (enfants, adultes, personnes âgées).

Démarche de la thèse

Pour mieux comprendre comment le lieu de vie s'articule avec la perte d'autonomie fonctionnelle (à l'échelle du département et de l'environnement résidentiel), nous avons mis en œuvre la démarche suivante.

Tout d'abord, dans la Partie 1 « Etat des connaissances et cadre d'analyse », nous avons identifié les différents mécanismes par lesquels individus et environnement pourraient contribuer aux restrictions d'activité. Il s'agit ici de proposer une approche systémique et globale de la perte d'autonomie fonctionnelle pour appréhender l'ensemble complexe auxquelles sont intégrées les relations particulières que l'on souhaite mieux comprendre. Pour cela, dans un Chapitre 1 « Cadre et modèles conceptuels », nous décrivons les modèles conceptuels mobilisés et la façon dont ils pourraient être opérationnalisés. Ensuite, dans le Chapitre 2 « Facteurs individuels et environnementaux de la perte d'autonomie fonctionnelle », nous présentons les preuves issues de la littérature scientifique existante sur les facteurs individuels et environnementaux associés au processus de perte d'autonomie fonctionnelle ; nous identifions les manques dans cette littérature ; nous exposons les limites identifiées dans la littérature, notamment sur la nature des données et les méthodes de définition des indicateurs sur lesquelles reposent ces preuves. Nous proposons ensuite deux cadres théoriques d'analyse : le premier à l'échelle contextuelle, sur lequel nous nous sommes appuyés pour tester les associations à l'échelle des départements ; le deuxième à l'échelle résidentielle. Sur la base de ces éléments, nous avons formulé des hypothèses de recherche et défini les objectifs de cette thèse dans un Chapitre 3 « Synthèse, hypothèses et objectifs de la thèse ».

Dans la Partie 2 « Données, Indicateurs et démarche d'analyse », nous avons décrit les données et les stratégies d'analyse qui nous ont permis de tester nos hypothèses de recherche. Nous avons mobilisé le dispositif d'enquêtes CARE (Capacités, Aides et REssources des seniors) menées par la Drees, à savoir l'enquête Vie Quotidienne et Santé (VQS 2014) et le volet Seniors de l'enquête CARE-Ménages (2015). Ces deux enquêtes fournissent des informations sur les restrictions d'activité de la population âgée vivant à domicile : VQS 2014 donne ces renseignements à l'échelle des départements ; CARE-Ménages Seniors à l'échelle résidentielle. Dans cette partie, nous avons décrit les indicateurs retenus et/ou construits pour mesurer les restrictions d'activité, les facteurs individuels, les facteurs environnementaux contextuels puis résidentiels. La stratégie d'analyse est également abordée dans cette partie mais de façon résumée : nous avons fait le choix de détailler les méthodes utilisées étude par étude dans la Partie 3.

Dans la Partie 3 « Résultats », nous présentons les trois études que nous avons réalisées pour tester nos hypothèses de recherche. Les deux premières études ont été valorisées par la

publication de deux articles scientifiques ; pour la troisième étude, l'article sera prochainement soumis. Pour chacune de ces études, nous présentons un résumé de la littérature (déjà bien détaillée en Partie 1), la stratégie d'analyse, les résultats, une discussion et une conclusion.

La Partie 4 « Discussion et conclusion générales » se concentre sur la synthèse des résultats et apports de la thèse ainsi que sur les limites de la recherche dans sa globalité. Nous décrivons ensuite les implications que peuvent avoir les résultats de cette recherche auprès des chercheurs mais aussi des décideurs publics. Nous proposons enfin des perspectives à ce travail de thèse.

Nous avons présenté les éléments de chaque partie dans une même chronologie. D'abord, nous proposons de présenter les éléments relatifs (1) à la perte d'autonomie fonctionnelle, puis de se concentrer sur les facteurs associés, à savoir (2) les facteurs individuels, (3) les facteurs environnementaux contextuels et enfin (4) les facteurs environnementaux résidentiels. Nous avons également essayé d'illustrer les concepts et les mécanismes de causalité par des exemples concrets. Notons que la partie sur l'environnement résidentiel est plus conséquente que celle sur l'environnement contextuel dans la mesure où une plus grande partie de cette thèse se concentre à cette échelle géographique.

PARTIE 1. ETAT DES CONNAISSANCES ET CADRE D'ANALYSE

CHAPITRE 1. CADRE ET MODELES CONCEPTUELS

Perte d'autonomie fonctionnelle

La perte d'autonomie fonctionnelle correspond au fait de ne pas pouvoir réaliser seul des activités du quotidien et de nécessiter l'aide de quelqu'un pour les effectuer. Dans la majorité des cas, la perte d'autonomie fonctionnelle fait partie d'un processus d'évolution des maladies chroniques qui s'intensifie avec l'avancée en âge. Plusieurs modèles conceptuels ont été proposés pour comprendre son développement. Les premiers modèles ont été théorisés dans les années 1970 par Nagi (Nagi 1976) et Wood et Badley (Wood and Badley 1978). Ils ont conduit dans les années 1980 au développement de la *Classification Internationale du Handicap* (CIH) par l'OMS (World Health Organization 1980). Ces modèles décrivent différents niveaux d'expression des maladies qui découlent les uns des autres, inscrivant l'incapacité dans un processus dynamique (Cambois and Robine 2003). En 1994, Lois Verbrugge et Alan Jette proposent le *disablement process model* qui définit la trajectoire principale par laquelle les maladies chroniques peuvent impacter la réalisation d'activités de la vie quotidienne (Figure 2) (Verbrugge and Jette 1994). Dans la plupart des cas, ces situations s'enchaînent de façon chronologique ; plus rarement, elles peuvent arriver simultanément (comme dans le cas d'un accident de la route, d'un accident vasculaire cérébral (AVC) ou encore d'une malformation congénitale).

Nous décrivons ici les quatre concepts du processus de perte d'autonomie fonctionnelle, donnons des exemples et présentons les façons habituelles de les mesurer dans les enquêtes en santé :

Les **pathologies** font référence à des anomalies biochimiques et physiologiques liées à des maladies, des blessures ou des maladies congénitales ; elles peuvent être chroniques ou temporaires (Verbrugge and Jette 1994). Chez les personnes âgées, ce sont plus souvent des maladies chroniques comme les maladies ostéoarticulaires, les cancers, le diabète, les maladies cardiovasculaires, les démences ou la maladie d'Alzheimer ou encore les maladies anxio-dépressives. Les enquêtes en santé permettent d'évaluer la prévalence de ces pathologies en population générale à travers une question faisant partie du mini-module européen : « Avez-vous une maladie ou un problème de santé qui soit chronique ou de caractère durable ? ». Ces pathologies sont déclarées par les participants à l'enquête (ou par un répondant *proxy*, souvent issu de la famille ou de l'entourage) et ne correspondent pas forcément à un diagnostic : elles reflètent toutes sortes d'affections, réellement chroniques ou ressenties comme telles. Cette question est cependant utile pour identifier des maladies qui pourraient nécessiter des soins ou conduire à une perte d'autonomie fonctionnelle (Cox et al. 2009). Récemment, s'est ouverte la possibilité de pouvoir apparier les enquêtes en santé avec des indicateurs provenant du Système national des données de santé (SNDS) (sous condition d'autorisation préalable). Ces indicateurs sont construits à partir d'algorithmes mobilisant des données de consommation d'actes et de soins, de remboursements de médicaments, de déclaration d'affection longue

durée et/ou de motifs de séjours hospitaliers. Contrairement aux données auto-déclarées, les pathologies identifiées dans le SNDS reposent sur un diagnostic et sont traitées par le corps médical. Toutefois, le repérage de ces pathologies dépend de la propension des individus à recourir à un système de soins. Une étude récente a croisé les estimations de prévalence de pathologies fournies par l'enquête santé européenne (EHIS) et les algorithmes du SNDS : le niveau de sensibilité varie entre 28% pour les coronaropathies et 90% pour le diabète (respectivement 14% et 84% pour la précision) (Luzy et al. 2023). Les auteurs appellent à repenser la formulation de certaines questions et la construction des algorithmes de détection de pathologies dans le SNDS.

Les **déficiences** désignent des dysfonctions et des anomalies anatomiques, physiologiques, intellectuelles ou émotionnelles (Nagi, 1976). Elles sont la forme extériorisée de la maladie, la malformation ou l'accident (Cambois and Robine 2003). Elles sont généralement utilisées pour diagnostiquer la présence d'une pathologie et son niveau de sévérité, bien qu'une pathologie puisse être présente sans déficience (porteur sain, rémission) (Verbrugge and Jette 1994). La maladie étant souvent associée à la déficience qu'elle entraîne, la frontière entre ces deux concepts est floue (Cambois and Robine 2003).

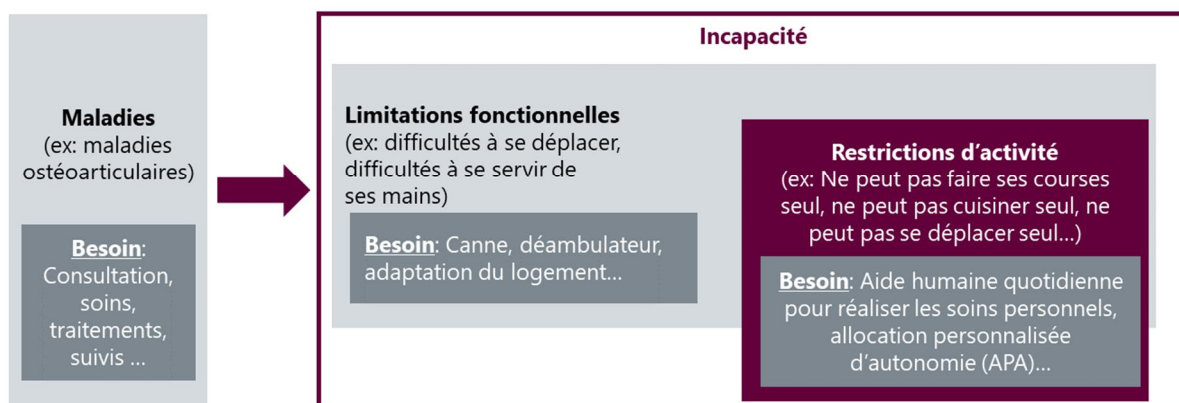
Les **limitations fonctionnelles** correspondent à une diminution ou à la perte de fonctions sensorielles, motrices, intellectuelles, psychiques ou cognitives. Elles sont appréhendées par la présence de difficultés concernant des actions (voir, marcher, saisir avec ses mains, se souvenir). Elles sont généralement la conséquence des déficiences et des maladies. Par exemple, des maladies ostéoarticulaires (maladies) peuvent engendrer des difficultés à se déplacer ou à se servir de ses mains (limitations fonctionnelles). Elles constituent des qualités intrinsèques de l'individu et sont mesurées en termes d'aptitudes – peut ou ne peut pas faire telle action. Elles révèlent un dysfonctionnement de l'organisme. Les limitations fonctionnelles peuvent être mesurées de plusieurs façons : dans les enquêtes en santé, elles peuvent être testées par des scénarios proposés aux participants (ou au proxy) qui auto-évaluent leur difficulté à faire une action (sans difficulté, quelques difficultés, beaucoup de difficultés, ne peut pas du tout) ; elles peuvent être aussi évaluées par un observateur extérieur dans des mises en situation standardisées ou sans instruction spécifique. Les actions proposées dans ces enquêtes s'inspirent de la grille proposée par Nagi en 1976 permettant d'évaluer les performances de l'organisme. Cette capacité est déterminée indépendamment de toute aide technique (comme les cannes, aménagement du logement...), de toute aide humaine et du contexte dans lequel cette action est réalisée (Cambois and Robine 2003).

Les **restrictions d'activité** font référence aux difficultés rencontrées dans les activités du quotidien (comme se laver seul, se nourrir seul, réaliser les tâches ménagères seul, utiliser un moyen de transport seul). Elles sont mesurées en termes de performances – réalise ou ne réalise pas telle activité. La nature des activités peut varier selon les objectifs de l'étude : elles peuvent concerner les soins personnels (activities of daily living ou ADL) (Katz et al. 1963), la gestion du foyer ou des activités en extérieur (instrumental activities of daily living ou IADL) (Lawton and Brody 1969), ou encore le travail (Lerner et al. 2001). Les ADL font référence à des activités

essentielles à la survie comme se laver, manger, se lever d'une chaise ou d'un fauteuil, s'habiller, etc. Elles reflètent des situations de dépendance sévère et les difficultés à se laver seul sont par exemple un facteur de risque d'hospitalisation chez les patients atteints d'Alzheimer (Andrieu et al. 2002). Les IADL sont des activités plus complexes qui sont nécessaires au maintien de l'autonomie à domicile comme préparer ses repas, faire le ménage, faire des tâches administratives, faire ses courses, etc. En 1994, Verbrugge et Jette faisaient la critique que les activités considérées ne couvraient pas assez de domaines qui pourtant pouvaient se révéler comme essentiels à l'identité des personnes âgées (comme la pratique d'un sport, jardiner, coudre, s'occuper des petits-enfants, aller dans un club jouer aux cartes, se promener, etc.) (Verbrugge and Jette 1994). Dans les enquêtes en santé, les restrictions d'activités sont souvent mesurées par l'évaluation du niveau de difficultés (aucune, quelques, beaucoup, ne peut pas le faire) dans la réalisation des ADL et des IADL. Ces difficultés sont majoritairement auto-déclarées (par le participant ou le proxy) ; l'évaluation par un tiers serait coûteuse en termes de temps et d'argent notamment en ce qui concerne les activités en extérieur. Enfin, les restrictions d'activité peuvent être également évaluées par l'indicateur global des limitations d'activité (Global Activity Limitation indicator ou GALI), intégré dans le mini-module européen (Van Oyen et al. 2018): « Etes-vous limité(e), depuis au moins six mois, à cause d'un problème de santé, dans les activités que les gens font habituellement ? ». Très associé aux mesures des ADL et IADL, le GALI a été évalué par plusieurs travaux comme pertinent pour mesurer les restrictions d'activité (Jagger et al. 2010; Berger et al. 2015; Van Oyen et al. 2018; Hsiao et al. 2019).

Un point important à préciser est la différence entre le concept des limitations fonctionnelles et celui des restrictions d'activité. Les restrictions d'activité évaluent les conséquences réelles des limitations fonctionnelles dans le contexte de vie quotidien. Ainsi, elles intègrent dans leur questionnement l'usage des aides techniques ou d'aménagements utilisés habituellement (Cambois and Robine 2003). Une personne âgée, avec des difficultés à monter et descendre des escaliers (limitation fonctionnelle), rencontrera des difficultés à sortir de son logement si elle habite au 6^{ème} étage sans ascenseur (restriction d'activité), ce qui ne sera pas le cas si elle habite dans une maison de plain-pied (pas de restriction d'activité). Ainsi avoir des limitations fonctionnelles n'induit pas forcément de restrictions d'activité. Parmi ceux qui ont des limitations fonctionnelles, certains vont les compenser avec des aides techniques (comme une canne ou un déambulateur), certains vont vivre dans des environnements adaptés à leurs besoins (comme un appartement de plain-pied), d'autres vont développer des restrictions dans leurs activités du quotidien. En 1997, Verbrugge et ses coauteurs montraient que l'utilisation d'aides techniques réduisait les difficultés pour la majorité des personnes (75% à 85%) et résolvait complètement les difficultés pour un quart d'entre elles (Verbrugge et al. 1997). Néanmoins, les limitations fonctionnelles sont des prédicteurs d'une incapacité future, et c'est notamment le cas des limitations des membres inférieurs (Lawrence and Jette 1996), des limitations visuelles (Daien et al. 2014; Pérès et al. 2017; Bouscaren et al. 2019) et des problèmes cognitifs (Amieva et al. 2008; Dartigues et al. 2012; Jekel et al. 2015).

Figure 2. Trajectoire principale du processus de perte d'autonomie fonctionnelle



Adapté de Cambois E, Laborde C, Romieu I, Robine J-M (2011) Occupational inequalities in health expectancies in France in the early 2000s: Unequal chances of reaching and living retirement in good health. *Demogr Res* 25:407–436.

L'emploi du terme « processus » fait référence à une progression dans le temps, à une accumulation de situations, mais renvoie également à une dynamique à travers laquelle les facteurs individuels et environnementaux peuvent modifier la direction, le rythme de cette trajectoire et ses conséquences. C'est la théorie formulée dans le *disablement process model* (Verbrugge and Jette 1994) et soutenue par d'autres travaux (Minaire 1992; Fougeyrollas 1995). À la suite de ces travaux, l'OMS décide de réviser la CIH et propose une nouvelle classification : la *Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé* (CIF) (World Health Organization 2001). La CIF prend davantage en considération l'impact des facteurs individuels et environnementaux sur le développement de l'incapacité et est aujourd'hui considérée comme le modèle de référence universel permettant de proposer un langage uniformisé et des mesures communes de l'incapacité (Kostanjsek 2011).

Les facteurs individuels font référence aux caractéristiques biologiques, démographiques, sociales, aux pratiques ou comportements en santé et aux habitudes de vie des individus. Ainsi les plus âgés (Martinho et al. 2013; Connolly et al. 2017), les femmes (Béland and Zunzunegui 1999; Serrano-Alarcón and Perelman 2017; Bloomberg et al. 2021), les catégories socioéconomiques défavorisées (Cambois and Lièvre 2004; Serrano-Alarcón and Perelman 2017; Kail et al. 2020; Bloomberg et al. 2021), être séparé ou divorcé (Connolly et al. 2017), ou encore consommer du tabac (Wang et al. 2002) ou, ne pas pratiquer d'activité physique même légère (Wang et al. 2002; Martinho et al. 2013; de Souto Barreto et al. 2016; van Assen et al. 2022) sont des caractéristiques ou des situations associées au risque d'incapacité et de perte d'autonomie fonctionnelle. Ces facteurs individuels jouent à plusieurs niveaux, autrement dit ils peuvent affecter la présence et la sévérité d'une maladie et aussi le risque que cette maladie occasionne de l'incapacité. Pour exemple, des études examinant les variations de risque selon

l'origine ethnique ont montré que les femmes afro-américaines étaient davantage affectées, que les femmes blanches non-hispaniques, par des restrictions d'activité du fait de l'arthrose et ce, de façon disproportionnée (en tenant compte des différences d'âge, de diplôme, de revenus, d'indice de masse corporelle, etc.) (Burns et al. 2007; Allen et al. 2009). D'autres études fournissent des pistes d'explication pour comprendre cette différence : les femmes afro-américaines seraient plus nombreuses à être diagnostiquées comme ayant de l'arthrose (Jordan et al. 2007; Nelson et al. 2011) ; et parmi celles atteintes d'arthrose, elles ont deux fois plus de risque d'avoir des difficultés dans la réalisation d'activités quotidiennes, probablement en lien avec les différences d'accès aux services de santé (Song et al. 2007).

Ensuite, Verbrugge et Jette (1994) énumèrent dans le *disablement process model*, les facteurs environnementaux qui selon eux pourraient éviter, ralentir voire inverser le processus de perte d'autonomie fonctionnelle. Ces facteurs incluent les modifications structurelles faites dans le logement, des modifications facilitant l'accès aux bâtiments et aux transports publics, l'amélioration de la qualité de l'air, les réductions de bruit, un meilleur accès aux soins médicaux et à l'assurance maladie, les lois et les régulations, moins de discriminations à l'emploi, etc. A noter que ces facteurs environnementaux font référence à plusieurs échelles géographiques : les lois sont définies au niveau national, alors que l'accès aux bâtiments dépend davantage des communes et les aménagements du logement de la personne âgée ou de ses proches. Selon Verbrugge et Jette, le délai entre la modification du facteur et l'effet sur le fonctionnement de la personne âgée serait variable : les effets peuvent être observés à long terme (comme pour une loi) ou immédiatement (comme l'installation d'une rampe d'accès devant une banque). Enfin, les facteurs mentionnés pouvaient intervenir dès les premiers stades du processus de perte d'autonomie fonctionnelle (un meilleur accès aux services de santé étant bénéfique dès l'apparition de maladies) ou uniquement en fin (l'installation d'une douche étant bénéfique alors que les personnes âgées se sentent en difficulté pour se laver seule).

Parallèlement au développement des modèles conceptuels de la perte d'autonomie fonctionnelle, le concept de fragilité a pris de l'importance dans le champ de la gérontologie. Selon Morley et al. (2013), la fragilité est un « syndrome médical aux multiples causes, avec une réduction de la réserve physiologique, une vulnérabilité accrue exposant à un excès de mortalité ou à la dépendance en cas d'exposition à un stress ». La fragilité est reconnue comme jouant un rôle précurseur de la perte d'autonomie fonctionnelle (González-Bautista et al. 2021), étant fortement associée à des événements de santé indésirables (comme les hospitalisations (Ida et al. 2019) ou la mortalité (Herr et al. 2018; Stow et al. 2018; Schoenborn et al. 2022)) et entraînant davantage de polymédication (Herr et al. 2015b, 2017) et de dépenses médicales (Sirven and Rapp 2017). Même s'il n'y a pas de véritable consensus sur la façon de mesurer la fragilité, deux approches sont fréquemment utilisées pour la mesurer (Rockwood et al. 1994; Fried et al. 2001). L'approche de Rockwood et al. (1994) propose de mesurer la fragilité des personnes par une combinaison de caractéristiques médicales, fonctionnelles et psychosociales (comme les pathologies aiguës et chroniques, la polymédication, la malnutrition, les troubles de la marche et de l'équilibre, les troubles sphinctériens, les troubles

sensoriels, les troubles cognitifs, les restrictions d'activité (ADL et IADL), la dépression ou encore l'isolement social). Une autre approche portée par Fried et ses co-auteurs (2001) se base sur la dimension fonctionnelle motrice (force de préhension ou vitesse de marche, perte de poids, fatigue ou sédentarité) (Fried et al., 2001). Nécessitant moins d'informations que l'approche de Rockwood, l'approche de Fried est plus souvent utilisée car plus facilement mesurables dans les enquêtes en population générale. Si l'approche de Rockwood reste ambiguë avec les concepts d'incapacités, celle de Fried considère la fragilité comme une dimension de santé se distinguant des maladies et de la dépendance fonctionnelle (Fried et al. 2004; Robine and Andrieu 2015). Des inégalités ont été établies face à la fragilité selon les caractéristiques des individus (comme le sexe et la catégorie sociale) (Herr et al. 2015a; Feng et al. 2017; Hoogendijk et al. 2018; Rohrmann 2020; Dugravot et al. 2020) et du quartier de résidence (Yu et al. 2018; Duppen et al. 2019; Caldwell et al. 2019; Fritz et al. 2020). Réversible et dynamique, la fragilité présente des inégalités sociales dans l'accélération des symptômes de fragilité (Etman et al. 2012; Sirven et al. 2020). Considérée comme un stade précurseur de la perte d'autonomie fonctionnelle, il est essentiel dans une perspective de santé publique de repérer ces situations et limiter leur progression vers la perte d'autonomie fonctionnelle. Dans cette thèse, nous avons fait le choix de nous concentrer sur les restrictions d'activité (fin du processus de perte d'autonomie fonctionnelle) et nous ne considérons donc pas cette notion de fragilité (qui se situe davantage en amont du processus).

Tout au long de cette thèse, nous mobilisons donc le disablement process model (Verbrugge and Jette 1994) et le modèle de la CIF (World Health Organization 2001). En effet, ces modèles conceptuels rendent particulièrement pertinente l'analyse des facteurs individuels et environnementaux comme pouvant modifier la direction, le rythme du processus et ses conséquences en termes de restrictions d'activité. Ils fournissent un cadre théorique dans lequel asseoir les associations entre l'environnement et les restrictions d'activités que nous avons identifiées dans cette thèse. Ces modèles ont été adoptés par les enquêtes du dispositif CARE (mobilisées dans cette thèse), ce qui nous permet de facilement les opérationnaliser.

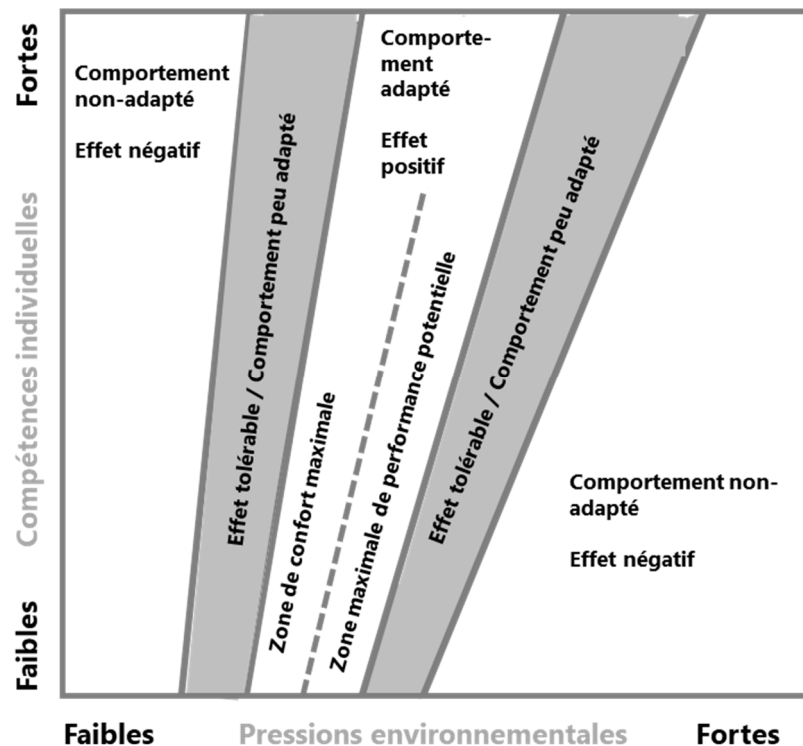
Modèle d'adéquation Personne-Environnement (*P-E fit*)

Outre le *disablement process model* (Verbrugge and Jette 1994) et le modèle de la CIF (World Health Organization 2001), d'autres modèles conceptuels peuvent être utiles pour examiner les mécanismes pouvant lier l'environnement physique et les restrictions d'activité. Le modèle d'adéquation Personne (P)-Environnement (E) (*P-E fit*) suggère que les compétences d'un individu et de son environnement doivent être alignées pour permettre les performances de l'individu dans ses activités (Lawton and Nahemow 1973). Le modèle *P-E fit* est une composante essentielle du vieillissement en bonne santé fonctionnelle, les environnements adaptés favorisant le maintien de l'état de santé, l'indépendance fonctionnelle et le bien-être aux âges élevés (Iwarsson et al. 2007, 2009; Oswald et al. 2007; Wahl et al. 2012). Les modèles *P-E fit* sont mobilisés dans les recherches sur le vieillissement, notamment dans les études questionnant le niveau d'adaptation des logements (Werngren-Elgström et al. 2009; Lien et al.

2015; Bhidayasiri et al. 2015), des environnements urbains ou des quartiers (Oswald et al. 2005; Park and Lee 2017) et des institutions (Jao et al. 2021). Les modèles *P-E fit* sont également largement mobilisés dans les recherches sur le développement de l'enfant (Wachs 2008) et dans le milieu professionnel (Xi et al. 2022; Haapakangas et al. 2022). Des dérivés des *P-E fit* sont alors proposés comme le Person-Organisation (*P-O fit*) (Merecz and Andysz 2012) ou encore le Person-Group (*P-G fit*) (Herkes et al. 2019; Seong and Choi 2021).

Plusieurs modèles théoriques du vieillissement ont exploré la théorie de *P-E fit*. En 1951, Lewin a supposé que les comportements humains (B) étaient fonction (f) des caractéristiques de la personne (P) et de son environnement (E), ou $B=f(P,E)$ (à noter que la notion d'interaction entre la personne et l'environnement n'est pas présente dans cette équation). Puis, Lawton et Nahemow (1973) ont conceptualisé la théorie écologique du vieillissement, considérée comme clé dans la gérontologie environnementale. Cette théorie introduit le modèle de *press-competence* qui fait l'hypothèse que les performances d'une personne sont optimales quand ses compétences sont alignées avec les pressions exercées par son environnement (Figure 3). Une diminution des capacités fonctionnelles ou une augmentation des pressions environnementales compromet l'adéquation entre la personne et l'environnement. L'*environmental docility hypothesis* (sur laquelle est basé le concept de *press-competence*) établit que les pressions environnementales deviennent de plus en plus importantes au fur et à mesure que les compétences de l'individu diminuent. Ainsi pour chaque perte de compétence, les barrières ou les facilitateurs environnementaux font une différence de plus en plus importante dans la capacité des personnes à réaliser des activités.

Figure 3. Competence-environmental press model



Théorie écologique du vieillissement ("Competence Press Model") (traduit à partir de Lawton & Nahemow, 1973)

Pour les personnes avec des compétences très faibles, la Figure 3 illustre le champ particulièrement large des pressions environnementales restreignant les chances d'être en adéquation avec elles. Une caractéristique importante de ce modèle est que les environnements peuvent être délétères si les pressions environnementales sont trop fortes (la présence de marches pourra constituer un obstacle pour les personnes âgées qui rencontrent des difficultés à marcher) mais aussi pas assez fortes et donc peu stimulantes (en effet, un environnement naturel avec des obstacles modérés pourrait conduire à exercer régulièrement une activité physique et ainsi freiner le déclin fonctionnel).

Ce modèle de *press-compétence* a été critiqué pour sa vision passive sur le rôle de la personne dans l'environnement, les personnes étant sujettes à des défis d'ajustement P-E quelles que soient leurs compétences. À la suite de ces critiques, Kahana (1982) a proposé l'idée de la congruence P-E, ou de l'existence d'une relation mutuelle entre les personnes et leur environnement. Carp et Carp (1984) ont élargi le modèle de congruence (Kahana, 1982) en considérant les perceptions qu'a une personne de son environnement comme composante essentielle de l'adéquation P-E. Leur équation $B = [f(P, E, PcE)]$ met en évidence l'interaction personne-environnement et suggère que l'état de l'un ou de l'autre peut affecter la pertinence ou la perception de l'adéquation P-E. Pour autant, ce modèle d'adéquation Personne-Environnement (P-E fit) reste particulièrement utilisé dans les recherches actuelles sur le vieillissement (Oswald et al. 2005, 2007; Iwarsson et al. 2007; Werngren-Elgström et al. 2009; Wahl et al. 2012; Lien et al. 2015; Park and Lee 2017; Jao et al. 2021).

Nous avons mobilisé ce modèle dans cette thèse pour comprendre comment l'état fonctionnel et l'environnement résidentiel physique interagissent pour contribuer à une perte d'autonomie fonctionnelle. Pour cela, si l'on reprend les différentes composantes de ce modèle (Figure 3), nous pouvons mesurer les compétences individuelles à travers le nombre de limitations fonctionnelles : plus un individu a de limitations fonctionnelles, plus ses compétences diminuent. Les pressions environnementales pourraient être qualifiées par la présence d'obstacles dans l'environnement résidentiel de la personne âgée (comme éloignement des ressources et des équipements, présence de marches, etc.). Ceci nous permet d'observer la présence d'une pression environnementale mais, contrairement à ce que propose ce modèle, ne nous permet pas de qualifier son intensité. Enfin le niveau d'adaptation du comportement pourrait être mesuré par la présence ou non de restrictions dans les activités et le recours à l'aide d'une tierce personne. En opérationnalisant ce modèle de cette façon, nous pouvons explorer ce type de questionnements : à quel moment du déclin fonctionnel, la présence d'une barrière environnementale entretient les fonctions ? A quel moment, éliminer une barrière permettrait de maintenir l'autonomie fonctionnelle des personnes âgées ou à l'inverse conduirait une personne qui a des capacités fonctionnelles à les perdre progressivement ? Ces questions sont des exemples et nous ne serons pas en mesure d'y répondre en totalité dans le cadre de cette thèse. En résumé, les principes de ce modèle se montrent particulièrement pertinents pour comprendre comment construire une meilleure

adéquation entre les besoins d'un individu liés à son état fonctionnel et son environnement résidentiel.

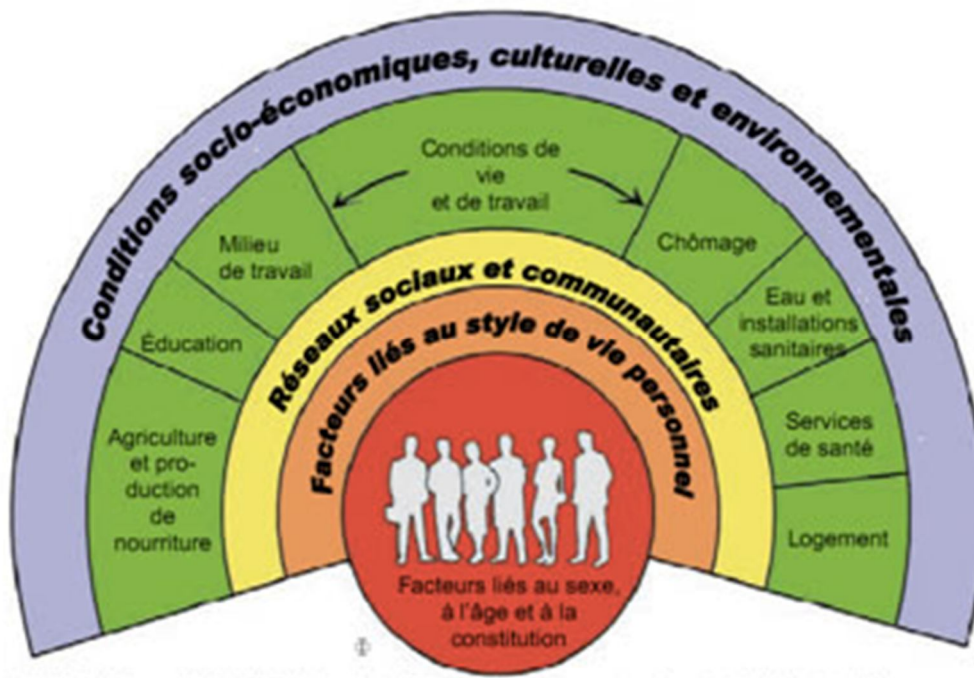
Modèles des inégalités sociales en santé

Plusieurs modèles conceptuels ont été proposés pour théoriser les différents mécanismes pouvant contribuer aux inégalités sociales en santé observées aux âges élevés. Certains de ces modèles donnent une vision à un instant t de l'enchevêtrement de ces mécanismes, d'autres proposent une approche « parcours de vie » permettant de rendre compte de l'impact des trajectoires (professionnelles, familiales, etc.) sur les chances de vieillir en bonne santé. L'ensemble de ces modèles peuvent être mobilisés pour nous aider à identifier les potentielles trajectoires par lesquelles les facteurs environnementaux et individuels pourraient contribuer aux inégalités sociales face à l'incapacité aux âges élevés.

A un instant t , les individus sont exposés à différents facteurs de risques socioéconomiques et environnementaux agissant à différentes échelles (individus, contextes des lieux de vie et de travail) et ces facteurs sont emboîtés les uns dans les autres (Dahlgren and Whitehead 1991; Émond et al. 2010) (Figure 4). L'état de santé d'un individu est lié à des facteurs génétiques et à sa constitution mais également à des expositions à des risques de santé, à des pratiques et des comportements de santé individuels (comme la consommation de tabac, d'alcool, la pratique de la marche ou l'activité physique, la qualité de l'alimentation) (Hiscock et al. 2012; Lhuissier et al. 2013; Darmon and Drewnowski 2015; de Souto Barreto et al. 2016, 2018; Monnet et al. 2019; Oude Groeniger et al. 2019). Connaître des conditions de vie matérielles difficiles (en termes de logement, de revenus...), avoir une carrière dans des métiers à forte pénibilité physique, avoir des pratiques ou des comportements à risque pour la santé sont liés au niveau d'instruction, à la profession, au milieu social dans lequel on évolue, aux caractéristiques du lieu dans lequel on vit... qui sont eux-mêmes liés à un contexte social, environnemental, culturel et politique. Par exemple, le fait de fumer relève d'une pratique individuelle qui est influencée par le milieu culturel et social de l'individu (présence d'autres fumeurs dans l'entourage, normes sociales...), par l'environnement (présence de bureau de tabac à proximité) mais aussi du contexte politique (taxes sur le tabac, politiques anti-tabagisme...).

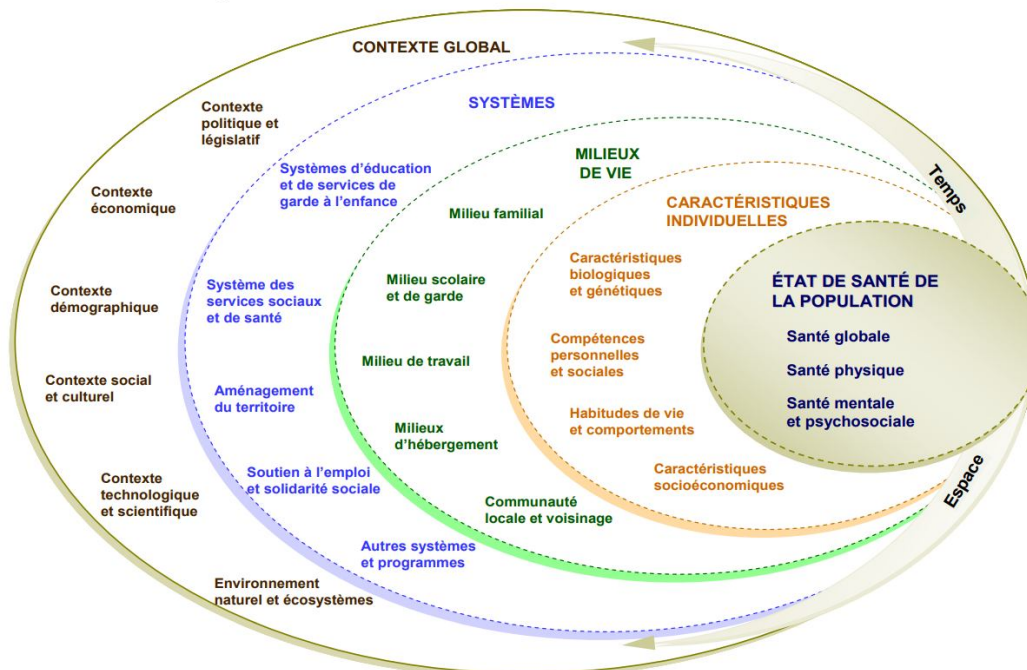
Figure 4. Exemples de schémas illustrant les mécanismes par lesquels les facteurs individuels et environnementaux contribuent à impacter l'état de santé

A. Cadre conceptuel proposé par Dahlgren et Whitehead en 1991



Dahlgren G, Whitehead M (1991) Policies and strategies to promote social equity in health. Stockh SE Inst Future Stud.

B. Cadre conceptuel proposé le ministère de la santé et des services sociaux du Québec en 2010



Extrait du rapport publié en 2010 par le ministère de la santé et des services sociaux du Québec (page 9) (Émond et al. 2010)

L'exposition aux facteurs de risque intervient également tout au long de la vie des individus et la complexité est de représenter cet enchaînement de facteurs entremêlés dans une perspective longitudinale. Plusieurs modèles explicatifs relatifs à la « life-course epidemiology » ont été proposés pour représenter la façon dont ces facteurs de risque pourraient modifier l'état de santé tout au long de la vie en se succédant, se cumulant ou se compensant :

- Un premier modèle est celui des **périodes critiques**. Dans sa forme brute, ce modèle établit qu'il existe des périodes de vie (notamment pendant les périodes de développement et l'enfance) durant lesquelles l'individu est particulièrement vulnérable aux facteurs de risque avec des effets néfastes sur la santé, permanents et irréversibles ; un second modèle apporte des nuances en envisageant que les effets néfastes ne se manifesteront que si l'individu est ultérieurement exposé à d'autres facteurs stressants (Ben-Shlomo and Kuh 2002). Une période critique souvent donnée en exemple est celle de la période intra-utérine : le développement in utero est susceptible de déterminer les fonctions respiratoires, rénales, pancréatiques ou vasculaires à l'âge adulte (Barker et al. 1991). La période intra-utérine et la prime enfance sont des périodes où les individus sont particulièrement sensibles à l'environnement dans lequel ils grandissent, en témoigne le programme des 1 000 jours mis en place en 2020 (Ministère des solidarités et de la santé et al. 2020). La période critique de l'enfance a été particulièrement étudiée. En 1990, Davey Smith et ses coauteurs suggéraient que les maladies cardiovasculaires et respiratoires à l'âge adulte avaient pour origine des conditions défavorables pendant l'enfance. Depuis d'autres études ont montré que les conditions de vie, la précarité sociale et les expériences négatives vécues pendant l'enfance ont des répercussions sur la santé et l'incapacité aux âges adultes (Cambois and Jusot 2011; Anderson et al. 2017; Zhong et al. 2017; Peele 2019; Sallis et al. 2021; Lin et al. 2021b). Pour exemple, une étude longitudinale au Royaume-Uni, portant sur 2 221 femmes, a montré que des conditions socioéconomiques défavorables pendant l'enfance étaient associées à des capacités physiques et cognitives plus faibles à l'âge de 50 ans, indépendamment des conditions socioéconomiques à l'âge adulte (Anderson et al. 2017). Cette étude soulignait également que des conditions sociales défavorables pendant l'enfance étaient associées à des capacités physiques plus faibles et ce, indépendamment du statut socioéconomique dans l'enfance.
- Un deuxième modèle est celui de **l'accumulation des risques**. S'il existe des périodes critiques où les expositions ont un impact très important sur la santé ultérieure, les facteurs peuvent également s'accumuler progressivement au cours de la vie : au fur et à mesure que le nombre ou la durée des expositions augmentent, les effets néfastes sur la santé se cumulent et augmentent (Ben-Shlomo and Kuh 2002). Par exemple, Cambois et Jusot montrent que si les risques de mauvaise santé sont augmentés pour celles et ceux qui ont subi des expériences critiques pendant l'enfance ou pendant l'âge adulte, le risque se cumule pour ceux qui ont connu ce type d'expériences pendant les

deux périodes (Cambois and Jusot 2011). A partir de la cohorte Witehall II, une étude indique que le risque de maladies cardiovasculaires augmente progressivement et de façon linéaire au fur et à mesure que la personne accumule des périodes avec des conditions socioéconomiques défavorables (Singh-Manoux 2004). De plus, une autre étude souligne l'existence d'une relation dose-réponse avec le nombre d'expériences critiques vécues pendant l'enfance et l'apparition de maladies chroniques (Lin et al. 2021b). Ainsi, un cumul d'expositions à des conditions de vie défavorables tout au long de la vie entraîne un risque accru de problèmes de santé aux âges élevés (Melchior et al. 2006; Gruenewald et al. 2012; Harber-Aschan et al. 2020). Les désavantages peuvent également se regrouper de manière socialement structurée (Ben-Shlomo and Kuh 2002). En effet, les conditions de vie défavorables, qu'elles soient économiques, sociales ou environnementales, ont tendance à concerner toujours les mêmes personnes, d'abord pendant l'enfance puis à l'âge adulte, puis aux âges élevés. Pour exemple, le niveau des nuisances sonores auxquelles sont exposés les enfants sont fortement associées avec le niveau socioéconomique de la famille (Grelat et al. 2016). Une autre étude réalisée à Porto suggère que plus un quartier est défavorisé, plus les parcs seraient distants et moins ils offriraient d'infrastructures sportives, de cafés ou de toilettes (Hoffmann et al. 2017).

- Le dernier modèle concerne les **chaînes de causalité (pathways)**. Un désavantage précoce dans la vie d'un individu le place sur une chaîne de risques entraînant d'autres désavantages par la suite (Ben-Shlomo and Kuh 2002). Les individus ayant été désavantagés dans le passé seraient plus à risque de prendre des trajectoires désavantagées. Ce modèle n'est pas antinomique avec les deux autres. En effet, soit chaque exposition augmente le risque de santé par effet cumulatif ; soit c'est uniquement le dernier maillon de la chaîne qui affecte l'état de santé. Dans ce dernier scénario, les conditions de vie pendant l'enfance n'auraient pas d'effet direct sur l'état de santé à l'âge adulte mais placent l'enfant sur une trajectoire qui aura à terme des effets sur la santé. Dans une perspective de santé publique, éliminer le dernier maillon de la chaîne annulerait tout risque négatif associé aux événements antérieurs de la chaîne. Dans le cas d'un effet cumulatif, stopper la réaction en chaîne permettrait d'avoir des bénéfices en santé mais des effets néfastes des événements antérieurs pourraient persister. Enfin, Ben-Shlomo et Kuh (2002) ont proposé également une lecture intergénérationnelle des chaînes de causalité : le parcours de vie ne se limiterait pas seulement aux individus et il s'agirait de questionner la possibilité que les générations passées transmettent leurs caractéristiques biologiques et sociales. Pour exemple, les conditions économiques des parents vont impacter le niveau d'instruction des enfants, qui à son tour impactera leur profession, le milieu social dans lequel ils évoluent et leur état de santé.

Enfin, la santé est aussi une ressource. Un mauvais état de santé peut conduire à une position sociale défavorisée (processus de sélection) : des problèmes de santé peuvent freiner la personne dans ses études ou sa carrière professionnelle. A partir d'une étude de la cohorte SIRS (Santé, inégalités, ruptures sociales), Chauvin et Parizot indiquent que les résidents de quartiers populaires reportent plus souvent des problèmes de santé ayant eu des impacts sur leur scolarité, leur carrière et/ou leur niveau de revenu ; les auteurs précisent toutefois ne pas pouvoir clairement apprécier si cet impact relevait d'événements de santé particulièrement graves ou reflétait une plus grande vulnérabilité sociale à la maladie (Chauvin and Parizot 2009). Toute la difficulté est de pouvoir différencier les effets de la santé sur le niveau social (effet causal de santé) des effets du niveau social sur la santé (effets causaux sociaux). Une revue systématique de littérature sur les liens entre le statut socioéconomique et la santé aux âges élevés souligne que la présence et la prédominance des deux effets sont soutenues avec une fréquence similaire par des résultats empiriques ; les auteurs concluent qu'il est impossible de déterminer quel sens causal serait le plus fréquemment établi (Kröger et al. 2015).

Ces modèles conceptuels des inégalités sociales de santé seront appliqués tout au long de la thèse. Ils sont cohérents avec les modèles de perte d'autonomie fonctionnelle et d'adéquation Personne-Environnement que nous mobilisons également, dans la mesure où ils soulignent le rôle conjugué des caractéristiques individuelles (démographiques, sociales et économiques) et environnementales face à la santé. En ce sens, ils nous permettent de théoriser comment l'environnement pourrait, à différentes échelles (contextuelles et résidentielles) et à travers différentes dimensions (socioéconomiques, politiques, sociales, physiques), jouer sur la santé fonctionnelle et la perte d'autonomie fonctionnelle aux âges élevés. De plus, ils fournissent un cadre conceptuel pertinent pour nos analyses sur l'interaction du niveau de diplôme avec l'environnement résidentiel. Pour ces analyses, nous mobiliserons également le modèle des ressources collectives (Stafford and Marmot 2003) qui stipule que les avantages de vivre dans des environnements sans obstacles pourraient être plus importants pour les personnes de faible niveau socioéconomique car plus dépendantes des ressources locales ; ce qui serait moins le cas pour les personnes de niveau socioéconomique élevé qui disposent de plus de ressources privées pour accéder aux biens et aux services en dehors de leur quartier. Nous mobilisons également l'hypothèse inverse qui est celle de la déprivation relative (Stafford and Marmot 2003) : les avantages à vivre dans des environnements sans obstacles pourraient être plus importants chez les personnes de niveau socioéconomique élevé, dont les ressources individuelles leur permettent de mieux tirer parti des ressources locales.

Dans cette thèse, nous ne pourrions pas opérationnaliser l'approche « parcours de vie », dans la mesure où les enquêtes mobilisées ne renseignent ni les lieux de vie passés ni les conditions de vie ou de travail antérieures. Néanmoins en utilisant le niveau de diplôme (comme proxy des ressources socioéconomiques), nous pouvons approcher indirectement les conditions de vie passées. Il est en effet très corrélé au niveau socioéconomique des parents, aux comportements et pratiques actuels en santé, aux capacités à mobiliser des ressources privées et probablement aux opportunités offertes par les lieux de vie passés en matière de scolarité.

CHAPITRE 2. FACTEURS INDIVIDUELS ET ENVIRONNEMENTAUX DE LA PERTE D'AUTONOMIE FONCTIONNELLE

Prévalence de la perte d'autonomie fonctionnelle

En 2015, les données de l'enquête française CARE-Ménages indiquent que 42 % des personnes âgées de 60 ans ou plus vivant à domicile déclarent au moins une limitation fonctionnelle sévère (Abassi et al. 2020). Ce sont les fonctions impliquant les membres supérieurs et inférieurs qui sont les plus fréquemment sévèrement atteintes (32 % des 60 ans ou plus), puis les fonctions sensorielles (20 %) et cognitives (10 %). Une part non négligeable de la population âgée déclare être sévèrement limitée dans les activités du quotidien, soit 26 %. Des questions détaillées montrent que ce sont souvent dans les activités instrumentales de la vie quotidienne (IADL) que ces limitations interviennent (20 % des 60 ans ou plus) ; les difficultés dans les activités liées aux soins personnels sont plus rarement mentionnées (8 %).

Le processus de perte d'autonomie fonctionnelle commence souvent par un déclin des fonctions motrices, fréquentes et invalidantes. Plusieurs travaux ont illustré l'importance de la qualité des fonctions motrices dans le développement de restrictions d'activité (Buchman et al. 2009; Gonzalez-Bautista et al. 2022, 2023). Ainsi, une étude à partir de l'essai de contrôle randomisé Français MAPT (Multidomain Alzheimer Preventive Trial) indiquait que les participants avec un déclin moteur clinique significatif (évalué cliniquement et mesuré par la capacité à se lever cinq fois de suite d'une chaise) avait un risque augmenté de 74% de développer des restrictions dans les ADL cinq ans plus tard (Gonzalez-Bautista et al. 2022). Une étude de cohorte menée auprès d'Américains âgés a montré des résultats cohérents avec l'étude précédente : une augmentation d'un écart-type dans les capacités motrices était associée à une diminution d'environ 50 % des risques d'incapacité ultérieure dans les ADL et IADL, en tenant compte du déclin cognitif et des autres covariables (Buchman et al. 2009). Les auteurs de cette dernière étude relevaient par ailleurs que de bonnes fonctions motrices étaient d'autant plus protectrices des restrictions d'activité que les fonctions cognitives étaient élevées.

En effet, le déclin cognitif est déterminant dans le processus de perte d'autonomie fonctionnelle (Nourhashémi et al. 2001; Wang et al. 2002; Barberger-Gateau et al. 2005; Peres et al. 2011). Une étude de cohorte qui a suivi, pendant presque 4 ans, 384 personnes âgées montre que le risque de développer des restrictions d'activité et la vitesse de transitions vers ces restrictions varient selon l'évolution des fonctions cognitives : ils sont plus élevés et plus rapides pour les personnes ayant développé un déficit cognitif léger (que celles n'en n'ayant pas) et encore plus importants et plus rapides pour celles ayant développé des démences (Farias et al. 2013). Des résultats cohérents ont été trouvés par une étude portant sur une cohorte française de 682 patients atteints d'Alzheimer vivant à domicile : le déclin dans la capacité à réaliser des ADL est plus important chez les patients pour lesquels le déclin cognitif a le plus augmenté au cours des 2 ans de suivi (Nourhashémi et al. 2008). Les travaux de Pérès et collaborateurs suggèrent que des restrictions dans les IADL pourraient être un marqueur

précoce de démences ; en effet, 10 ans avant que la démence soit cliniquement diagnostiquée, les patients montraient davantage de restrictions dans les IADL (notamment dans la capacité à gérer les finances) (Pérès et al. 2008).

Enfin, le déclin des fonctions sensorielles favorise aussi les restrictions d'activité. Une étude de la sous-cohorte française des personnes âgées E3N (Etude épidémiologique auprès des femmes de l'Education Nationale) indique qu'après 4 ans de suivi, le risque de développer des IADL est augmenté de 1,18 [0,98 ;1,41] pour les personnes ayant des difficultés auditives, 1,98 [1,26 ;3,11] pour celles ayant des difficultés visuelles et 2,61 [1,50 ; 4,54] pour celles ayant les deux, en comparaison aux personnes n'ayant aucune limitation sensorielle en début d'observation (Bouscaren et al. 2019). Une étude à partir de la cohorte des 3 Cités (Bordeaux, Montpellier et Dijon) a souligné l'importance de préserver la vision de près et de loin pour maintenir un niveau d'activité dans la réalisation d'activités du quotidien (comme marcher, emprunter des escaliers, faire les courses, utiliser les transports en commun, gérer un budget, prendre ses médicaments) (Pérès et al. 2017).

La littérature a également permis d'identifier des facteurs individuels accélérant la perte d'autonomie fonctionnelle, notamment en rendant plus systématiques les transitions vers les restrictions d'activité. En matière de risque de dégradation fonctionnelle, Artaud et ses coauteurs ont montré grâce à l'étude des 3 Cités (3C) que, 12 ans après l'inclusion, le risque de développer des incapacités augmentait progressivement avec le nombre de comportements défavorables (comme une non-consommation quotidienne de fruits et légumes, un faible niveau d'activité physique, fumer ou avoir arrêté récemment) (Artaud et al. 2013). D'autres études longitudinales soulignent également le rôle important du manque d'exercice physique et de la consommation de tabac dans l'accélération de la perte d'autonomie fonctionnelle (Wang et al. 2002; d'Orsi et al. 2014; Bonneuil and Kim 2019; Calderón-Larrañaga et al. 2021). Le nombre de maladies chroniques, la présence de certaines maladies (comme les maladies cardiovasculaires, les accidents vasculaires cérébraux, le diabète, l'arthrite, la dépression) semblent également être des facteurs prédictifs de transitions plus prononcées vers la perte d'autonomie fonctionnelle (Béland and Zunzunegui 1999; Peres et al. 2005; Bonneuil and Kim 2019).

Cependant, si les problèmes fonctionnels peuvent être considérés comme prédictifs des restrictions d'activité, leur transition vers les restrictions d'activité n'est pas systématique : il existe des chances de maintenir ses activités en dépit d'atteintes fonctionnelles, voire d'améliorer son état fonctionnel. A partir de l'enquête longitudinale de *Handicaps, incapacités, dépendance (HID)*, constituée de deux vagues réalisées à domicile en 1999 et 2001, Cambois et Lièvre (2004) ont évalué les risques de dégradation et de récupération de l'état fonctionnel chez les personnes âgées de 55 ans ou plus. Les auteures concluent que, sur les deux ans d'observation, les probabilités de ne plus avoir de problèmes fonctionnels sont plus élevées que celles de développer une restriction d'activité (Cambois and Lièvre 2004). Ainsi parmi les 55 ans ou plus ayant des problèmes fonctionnels, 20 % n'en ont plus deux ans plus tard et 10 % déclarent des restrictions d'activité. Les auteures montrent également qu'il existe une

chance de récupérer une certaine autonomie : 20 % des personnes ayant des restrictions d'activité sévères n'en avaient plus deux ans plus tard. Le caractère potentiellement réversible du processus de perte d'autonomie fonctionnelle est également illustré dans d'autres études empiriques (Wang et al. 2002; d'Orsi et al. 2014; Amemiya et al. 2019). Ces résultats sont cohérents avec les modèles conceptuels de la perte d'autonomie fonctionnelle (Verbrugge and Jette 1994; World Health Organization 2001) qui suggèrent que le processus de perte d'autonomie fonctionnelle est évitable, modifiable, et potentiellement réversible et que les risques d'incapacité diffèrent selon les individus.

Facteurs de risque individuels de la perte d'autonomie fonctionnelle

Dans cette partie, nous nous concentrons sur les principaux facteurs de risque individuels (à savoir l'âge, le genre et le statut socioéconomique). Nous résumons les éléments de preuve issus de la littérature scientifique permettant de décrire les mécanismes par lesquels les facteurs individuels peuvent influencer tout au long du processus de perte d'autonomie fonctionnelle.

1. Différences d'âge et de sexe dans les risques de dégradation et dans les chances de récupération

L'âge est certainement le facteur individuel avec lequel le processus de perte d'autonomie fonctionnelle évolue le plus fortement. Des fortes différences d'âge s'observent en effet tout le long du processus : les risques de dégradation fonctionnelle augmentent avec l'âge ; et, à état fonctionnel équivalent, les plus âgés ont plus de risque d'être restreints dans leurs activités (Béland and Zunzunegui 1999; Cambois and Lièvre 2004; Connolly et al. 2017). Des études longitudinales montrent qu'à partir de 70 ans, les chances de récupérer ses fonctions et de maintenir son autonomie s'amenuisent, toutes choses égales par ailleurs (Béland and Zunzunegui 1999; Cambois and Lièvre 2004).

Avec l'âge, le genre est un des principaux facteurs individuels de la perte d'autonomie fonctionnelle. Les femmes sont davantage concernées par la perte d'autonomie fonctionnelle que les hommes (Edwards et al. 2020) et les écarts semblent devenir de plus en plus important avec l'avancée en âge (Béland and Zunzunegui 1999). Ces différences de genre s'observent face à la fragilité (Rohrmann 2020), puis tout au long du processus de perte d'autonomie fonctionnelle : les femmes souffrent de problèmes fonctionnels plus tôt et plus sévèrement que les hommes (Serrano-Alarcón and Perelman 2017) ; quand les problèmes fonctionnels apparaissent, les hommes ont un léger avantage sur les femmes de pouvoir récupérer leurs fonctions entre 60 et 75 ans (Cambois and Lièvre 2004) ; les femmes ont plus de risques que les hommes d'entrer et de rester dans le stade des restrictions d'activité (Béland and Zunzunegui 1999). Ces différences de sexe persistent en tenant compte de la répartition genrée des tâches domestiques (Sheehan and Tucker-Drob 2019) mais semblent s'atténuer dès lors qu'on considère les différences de statut socioéconomique entre les hommes et les femmes (Zhong et al. 2017; Bloomberg et al. 2021). Néanmoins, de nombreuses preuves

indiquent que si les femmes vivent plus longtemps, elles passent également une plus grande partie de leur vie en incapacité (en valeur absolue et relative). En 2020, l'espérance de vie avec incapacité représente 23 % de l'espérance de vie des femmes et 19 % de celle des hommes. Ces différences de sexe sont qualifiées de paradoxales et sont observées dans les pays avec des économies développées (Brønnum-Hansen et al. 2009; Kingston et al. 2014) mais également dans des pays à faibles ou moyens revenus (comme en Chine, en Inde ou en Russie) (Chirinda and Chen 2017; Prina et al. 2019).

Ces différences en santé entre les hommes et les femmes s'expliquent en grande partie par des différences de sexe dans le risque d'exposition à des maladies invalidantes. Parmi les maladies invalidantes, on compte les troubles musculosquelettiques, les accidents vasculaires cérébraux (AVC) et autres maladies cardiovasculaires, les maladies respiratoires, ou encore les maladies neurologiques. En France, ces pathologies contribueraient à plus de la moitié des incapacités (Palazzo et al. 2012). Or, les femmes sont plus nombreuses à avoir des maladies chroniques fortement invalidantes et non létales (comme l'arthrite, l'hypertension (Kingston et al. 2014) ou les troubles mentaux (Marengoni et al. 2008)). En revanche, les hommes sont davantage touchés par des maladies dont les chances de survie sont réduites (comme les maladies cardiaques, les cancers ou les lésions traumatiques) (Gold et al. 2002; Crimmins et al. 2011). Les différences de sexe face aux années de vie sans et avec incapacité seraient principalement expliquées par d'un côté, une plus faible mortalité des femmes par maladies cardiovasculaires et cancers ; et d'un autre, par une plus forte incapacité des femmes par maladies musculosquelettiques, anxiété ou dépression (Nusselder et al. 2019). Les maladies cardiovasculaires plus fréquentes chez les hommes les exposent davantage à des incapacités liées à ces maladies, qui restent néanmoins une cause importante de l'incapacité chez les femmes (Nusselder and Looman 2004). Dans cette étude de 2004, les auteurs soulignaient également que la majorité des incapacités des femmes provenaient de maladies non mesurées dans les enquêtes et de différences dans des facteurs constitutionnels, comme la force musculaire ou la densité osseuse. A ces différences dans le risque d'exposition à des maladies invalidantes, semblent se greffer des différences dans le risque de limiter les conséquences des maladies en termes d'incapacité et de décès. En effet, les femmes ont plus de risque de développer une incapacité pour toutes les maladies que les hommes, excepté les cancers et les limitations cognitives ; et même lorsqu'elles n'ont pas de maladie clairement identifiée, les femmes ont plus de risque d'être en incapacité, après ajustement sur les conditions socioéconomiques (Kingston et al. 2014). Le diabète aussi entraîne plus souvent des incapacités chez les femmes que chez les hommes (Klijs et al., 2011).

Ces différences en santé entre les hommes et les femmes sont expliquées dans la littérature par des différences biologiques, sociales et de comportements. Tout d'abord, les hormones sexuelles féminines favoriseraient la santé des femmes en modulant les taux de lipides et donc le risque cardiovasculaire (Gold et al. 2002) et par contraste, la testostérone pourrait être un facteur de risque de mortalité précoce (Min et al. 2012). Mais si la biologie joue un rôle dans les différences en santé entre les hommes et les femmes, les différences dans les conditions de

vie semblent en expliquer une grande partie (Malmusi et al. 2012). Les différences dans les niveaux de vie, les carrières, les conditions de travail ou encore les implications dans la vie familiale sont autant de facteurs qui contribuent aux inégalités de genre en santé (Eek et al. 2010; Campos-Serna et al. 2013; Borrell et al. 2014; Matud et al. 2015; Cambois et al. 2017; Gomez-Baya et al. 2020; Roxo et al. 2021). Aussi les politiques publiques mises en place à l'échelle des pays peuvent affecter les inégalités de genre en santé, comme les systèmes politiques favorisant l'égalité entre les hommes et les femmes sur la conciliation des activités familiales et professionnelles mais aussi sur les opportunités sur le marché du travail ou sur la représentation politique (Borrell et al. 2014; Palència et al. 2014).

2. Facteurs sociaux jouant dans le processus de perte d'autonomie fonctionnelle

Les conditions de vie socioéconomiques des individus sont un prédicteur robuste du risque de perte d'autonomie fonctionnelle aux âges élevés. Un niveau de diplôme élevé et une bonne situation économique sont des facteurs protecteurs de l'incapacité aux âges élevés (Liu et al. 2013; Zhong et al. 2017; Serrano-Alarcón and Perelman 2017; Gómez et al. 2021). Des disparités entre les groupes sociaux sont observées face à la fragilité (Herr et al. 2015a; Feng et al. 2017; Hoogendijk et al. 2018; Dugravot et al. 2020; Sirven et al. 2020), ainsi que pour chacune des étapes du processus de perte d'autonomie fonctionnelle. Premièrement, les personnes âgées avec un faible niveau socioéconomique ont un risque plus élevé de maladies, comme les maladies cardiovasculaires (Ramsay et al. 2009), la dépression (Fiske et al. 2009), les démences et notamment la maladie d'Alzheimer (Nourhashémi et al. 2000; Yu et al. 2020) et de multimorbidité (Marengoni et al. 2008). Les inégalités sociales face à la perte d'autonomie fonctionnelle seraient expliquées à la fois par des différences dans la prévalence de ces maladies et dans leur impact sur l'incapacité (Palazzo et al. 2019). Deuxièmement, les catégories sociales les plus défavorisées ont également un risque plus élevé de problèmes fonctionnels et on observe des variations par exemple, avec le niveau de revenu (Berkman and Gurland 1998; von dem Knesebeck et al. 2017), le niveau d'instruction (Berkman and Gurland 1998; Serrano-Alarcón and Perelman 2017; Klokgieters et al. 2021) ou encore l'origine ethnique (El Fakiri et al. 2022). Troisièmement, elles déclarent également davantage de restrictions d'activité dans les activités du quotidien, à état fonctionnel équivalent (Keddie et al. 2005; Ramsay et al. 2008; Zitko Melo and Cabieses Valdes 2011; Liu et al. 2013; Cambois et al. 2016; Liu and Wang 2022).

Plusieurs hypothèses pourraient permettre d'expliquer ces inégalités sociales dans les transitions des problèmes fonctionnels vers les restrictions d'activité. Tout d'abord, comme le suggèrent Carrière et ses coauteurs, elles pourraient refléter des différences dans les déclarations de problèmes fonctionnels (les personnes âgées les plus favorisées pourraient moins accepter le déclin fonctionnel et déclarer ainsi des problèmes fonctionnels de sévérité moins importante, et donc plus facilement compensables et réversibles) ou des différences dans le recours aux aides techniques et aux aménagements du logement (les personnes âgées les plus favorisées mobiliseraient davantage ces aides techniques et aménagements, ce qui

leur permettrait de réduire les conséquences de leur déclin fonctionnel) (Carrière et al. 2009). Outre ces inégalités dans les transitions vers les restrictions d'activité, la littérature met en évidence des inégalités sociales dans les chances de récupérer son autonomie fonctionnelle : des variations sont observées selon le statut socioéconomique (Chiu et al. 2005; Harber-Aschan et al. 2020), le niveau de diplôme (Chiu et al. 2005; Huisman et al. 2005; Jagger et al. 2007; Amemiya et al. 2019; Calderón-Larrañaga et al. 2021), de revenu (Broese van Groenou et al. 2003; Zimmer and House 2003; Matthews et al. 2005) ou encore l'origine ethnique (Ellis et al. 2015). Les moindres chances de récupération des personnes avec un faible statut socioéconomique pourraient être expliquées par un moindre accès aux services de soins en santé (notamment en kinésithérapie dont seule une partie est prise en charge par la sécurité sociale) (Mortieruel et al. 2018). De plus, des études ont suggéré que le stress et le manque de soutien social seraient susceptibles d'être plus importants chez les personnes avec un faible statut socioéconomique (Duchaine et al. 2017; Kung et al. 2022), ce qui constitue également des obstacles à l'amélioration de la capacité physique (Avlund et al. 2004; Escobar Bravo et al. 2008; Hall et al. 2011; Hand et al. 2014; Gontijo et al. 2016). Ces résultats sont cohérents avec les modèles conceptuels des inégalités sociales de santé qui proposent des pistes d'explication aux inégalités sociales observées aux âges élevés face à la perte d'autonomie fonctionnelle : les lieux de vie, les conditions de travail, les conditions de vie, les comportements en santé actuels ou passés contribueraient à créer des inégalités sociales aux âges élevés.

Facteurs de risque environnementaux de la perte d'autonomie fonctionnelle

Dans cette partie, nous nous concentrons sur les facteurs environnementaux identifiés dans la littérature comme pouvant jouer un rôle dans certaines ou toutes les étapes du processus de perte d'autonomie fonctionnelle. Nous avons organisé notre propos en deux parties : la première partie se concentre sur les facteurs environnementaux à l'échelle contextuelle (échelle géographique large comme les pays, régions, etc.) ; la deuxième partie traite des facteurs environnementaux à l'échelle résidentielle (échelle locale comme les communes, les quartiers, etc.). Pour chacune de ces deux parties, nous présentons les indicateurs habituellement utilisés pour mesurer les caractéristiques environnementales à l'échelle géographique considérée ; nous apportons les limites identifiées dans la littérature ; nous exposons les principaux éléments de preuve issus de la littérature scientifique ; enfin, sur la base de ces éléments et des modèles conceptuels, nous proposons un cadre théorique d'analyse pouvant encadrer nos analyses. Nous avons investigué la littérature portant sur les différentes dimensions (physiques, sociales et socioéconomiques) de l'environnement pour être en mesure de considérer la multiplicité des mécanismes liant environnement et autonomie fonctionnelle. A noter que la partie sur l'environnement résidentiel est plus conséquente dans la mesure où une plus grande partie de cette thèse se concentre sur les mécanismes à l'œuvre à cette échelle géographique.

1. Facteurs contextuels (Pays, départements, territoires)

1.1. Caractérisation du territoire et associations avec la santé fonctionnelle

Pour comprendre les inégalités territoriales face à la perte d'autonomie fonctionnelle, de nombreuses études mobilisent des facteurs économiques. Ces facteurs peuvent directement qualifier le territoire (tels que le niveau de richesse avec le PIB par habitant ou le montant des dépenses pour la santé ou les personnes âgées) ou résulter de l'agrégation de données individuelles et donc refléter les caractéristiques de la population résidente (comme la part des cadres ou des ouvriers, le taux de chômeurs, le taux d'illettrisme...). Ces indicateurs sont synthétiques et peuvent refléter indirectement les conditions de vie de la population, l'offre et l'accès aux services (tels que les services en santé, sociaux, sociaux-sanitaires, les équipements sportifs ou récréatifs) et aux biens liés à la santé (tels que les médicaments ou les aliments sains) ainsi que les dépenses de santé (auprès de la population générale ou âgée). Plus rares sont les études qui cherchent à expliquer ces inégalités territoriales en caractérisant directement l'accès aux services et aux équipements. Et dans ce cas, c'est surtout l'accès aux services de santé qui est apprécié à travers la densité de médecins généralistes, d'infirmiers libéraux ou encore d'hôpitaux et de cliniques. La géographie du territoire est aussi parfois envisagée comme facteur de risque à travers des indicateurs d'urbanité ou de ruralité (tels que part d'habitants vivant dans des grandes aires urbaines). Tous ces indicateurs contextuels sont très certainement fortement associés entre eux : les territoires ruraux offrant une moindre accessibilité aux professionnels de santé et étant caractérisés par une moindre proportion de professions intellectuelles supérieures par les emplois qu'ils proposent.

Le rôle majeur des facteurs socioéconomiques dans les variations territoriales de la perte d'autonomie fonctionnelle est reconnu par la majorité des travaux. Il est observé à l'échelle des pays européens (Jagger et al. 2008, 2013; Jagger and EHEMU Team 2015; Fouweather et al. 2015; Cambois and Robine 2017) et à l'intérieur même des pays (Gutierrez-Fisac et al. 2000; Liu et al. 2010; Minagawa and Saito 2017). Ainsi les territoires avec un niveau de richesse élevé (tels que PIB élevé par habitant, revenu moyen élevé) (Jagger et al. 2008; Liu et al. 2010; Fouweather et al. 2015; Minagawa and Saito 2017), offrant des opportunités d'emploi élevées (tels que taux d'emploi élevé, taux de non-emploi faible) (Gutierrez-Fisac et al. 2000; Groenewegen et al. 2003; Jagger et al. 2008; Wohland et al. 2014; Fouweather et al. 2015; Minagawa and Saito 2017), avec une forte proportion de catégories sociales supérieures (Wohland et al. 2014) et un niveau élevé d'instruction de la population (Gutierrez-Fisac et al. 2000; Groenewegen et al. 2003; Jagger et al. 2008; Szwarcwald et al. 2016) sont associés avec davantage d'autonomie fonctionnelle.

Le rôle des systèmes de santé et de protection sociale est également mis en évidence dans la littérature. Très différents d'un pays à un autre, ils sont plus ou moins propices à la prévention et à la prise en charge des problèmes de santé (Rechel et al. 2013; Bergqvist et al. 2013). Par exemple, à l'échelle des pays, les dépenses pour les soins des personnes âgées sont associées à des espérances en santé à 50 ans plus élevées (Jagger et al. 2008). Minagawa et Saito (2017)

montrent également que les préfectures japonaises avec un haut niveau de dépenses sociales et de dépenses en assurance dépendance ont des espérances de vie en santé plus élevées, en tenant compte des différences de structures socioéconomiques.

Quelques études infranationales ont questionné les associations entre l'offre en services de santé et les espérances en santé. Mais ces recherches sont rares et les résultats sont mitigés : une étude japonaise a montré une association positive entre les espérances en santé et le nombre d'infirmières et de médecins, mais pas d'association significative avec les hôpitaux ou les cliniques (Kondo et al. 2005); une étude chinoise a montré l'exact inverse (Liu et al. 2010); une troisième étude aux Pays-Bas n'a trouvé aucune corrélation et a conclu que les facteurs socioéconomiques jouent un rôle prédominant (Groenewegen et al. 2003).

Le rôle majeur des ressources socioéconomiques dans les différences territoriales face à la perte d'autonomie fonctionnelle est souligné par de nombreuses études. Toutefois, on peut se demander si ce rôle prédominant ne reflète pas des biais de mesure mais aussi d'intérêt. En effet, contrairement à d'autres indicateurs comme l'offre de soins, les indicateurs économiques sont très souvent étudiés et sont mesurés par un grand nombre d'indicateurs. De plus, les conditions socioéconomiques d'un territoire reflètent probablement l'offre en services de soins et de santé disponible sur ce territoire. Il apparaît donc nécessaire d'avoir une discussion sur les mécanismes causaux pour comprendre comment les facteurs contextuels s'articulent entre eux et peuvent influencer la perte d'autonomie fonctionnelle de la population âgée.

1.2. Limites identifiées dans la littérature

Ces études comportent de nombreuses limites bien identifiées dans la littérature (Morgenstern 1982, 1995; Neumark 2017) qui peuvent freiner leur utilisation. Une première limite fréquemment mentionnée est le biais écologique. Si ces études cernent un lien écologique entre la santé moyenne du territoire et ses caractéristiques, les associations mises en évidence à une échelle macro ne peuvent pas être appliquées à l'échelle individuelle (Neumark 2017). Ainsi observer que les chances d'autonomie fonctionnelle sont plus élevées dans les territoires favorisés socio-économiquement ne nous permet pas de conclure que les personnes avec un statut socio-économique élevé ont elles-mêmes davantage de chances d'être autonomes. Même si cette hypothèse est raisonnable, elle ne peut pas être démontrée par l'utilisation de données agrégées.

Une autre limite importante est celle de l'inférence causale (limite non inhérente à ce type d'études et qui se retrouve dans toutes les études mobilisant des données transversales). Observer une relation entre le taux de diplômés et l'autonomie fonctionnelle à l'échelle d'un territoire ne permet pas de conclure sur l'effet direct du diplôme sur l'autonomie fonctionnelle. En effet, cette association peut refléter à la fois l'effet bénéfique du diplôme sur l'autonomie fonctionnelle (à travers les emplois occupés et les ressources économiques pouvant être associés à un niveau de diplôme) mais aussi un effet de sélection (les personnes avec un

mauvais état de santé ayant moins de chance de pouvoir poursuivre leurs études et d'accéder à un haut niveau de diplôme).

Une troisième limite est que ces études mobilisent souvent des territoires délimités par l'administration (comme les pays, les régions ou les provinces), avec l'avantage de pouvoir disposer rapidement de données. Mais ces grands territoires administratifs sont extrêmement hétérogènes et ne permettent pas d'apprécier l'ampleur des variations internes (Apparicio et al. 2008; Bissonnette et al. 2012). Ainsi, en l'absence de données à une échelle géographique plus fine (telle que le quartier), il n'est pas possible de distinguer les effets contextuels intervenant à différentes échelles géographiques et de voir comment tous ces effets se combinent sur l'autonomie fonctionnelle. De plus, s'il est difficile de tenir compte des effets confondants à l'échelle individuelle, c'est sûrement encore plus compliqué à l'échelle macro et il est très probable que les indicateurs contextuels reflètent plusieurs caractéristiques des territoires du fait de leur nature synthétique.

Enfin, il y a également une limite temporelle importante à considérer dans ces études (et dans les études observationnelles en général) : on teste des corrélations entre des indicateurs contextuels observés aujourd'hui avec un état de santé à l'échelle populationnelle (qui s'est construit tout au long de la vie) sans savoir quels étaient les indicateurs contextuels qui prévalaient dans le passé. Mais les conséquences de ce décalage sont sûrement moins importantes à l'échelle contextuelle qu'à l'échelle résidentielle : les indicateurs macros se modifient certainement plus lentement dans le temps, avec des délais d'effets et de non-effets probablement plus longs. Une politique d'emploi favorisant l'égalité entre les hommes et les femmes mettra certainement plus de temps à avoir un effet sur le niveau d'autonomie fonctionnelle des individus que l'aménagement de bancs sur une place publique ; mais imaginons que cette politique soit retirée, son effet pourra retentir encore un certain moment contrairement au retrait du banc qui pourrait avoir un effet négatif immédiat.

En dépit de ces limites, ce type d'étude est particulièrement intéressant pour questionner le rôle de facteurs non visibles à l'échelle des individus comme le rôle des politiques publiques, l'investissement d'un pays ou d'un département sur un sujet (tels que les systèmes de retraite, les systèmes favorisant l'égalité entre les hommes et les femmes, les différents systèmes de santé, les différentes politiques sociales, l'investissement sur l'instruction, les politiques départementales vers les personnes âgées, etc.).

1.3. Proposition d'un cadre d'analyse des liens entre le contexte d'un territoire et l'autonomie fonctionnelle

La Figure 5 propose un cadre théorique d'analyse des liens entre la perte d'autonomie fonctionnelle et l'environnement à l'échelle d'un territoire (comme le pays ou le département). Elle reprend la Figure 1 proposée en « Introduction générale » en se focalisant sur l'échelle contextuelle. L'état de santé fonctionnel d'une population est impacté par les caractéristiques

socio-démographiques de cette population, ses comportements en santé mais aussi par les facteurs environnementaux contextuels et résidentiels auxquels cette population est exposée.

Les facteurs contextuels comportent des dimensions économiques (comme le niveau de richesse), sociales (comme le climat social) et physiques (comme l'accès aux services de santé, qui nous intéresse particulièrement ici). Toutes ces dimensions peuvent impacter la santé de la population que ce soit par effet direct (vivre dans un territoire viticole ou agricole et être exposé aux pesticides peut augmenter les risques de cancer) ou indirect, en agissant sur les comportements et pratiques en santé (une politique nationale anti-tabac peut conduire à diminuer le nombre de fumeurs). De plus, toutes ces dimensions sont susceptibles d'interagir entre elles et de se renforcer les unes avec les autres. Par exemple, la géographie d'un territoire (la présence de montagnes) peut influencer ses caractéristiques économiques (opportunités d'emplois liés au tourisme), qui à leur tour peuvent impacter les caractéristiques sociales (relations sociales, cohésion sociale, normes sociales). Toutes ces dimensions peuvent être concomitantes, se cumuler, avec des temps d'action que l'on suppose longs. Il est également probable que les facteurs contextuels soient liés aux facteurs résidentiels sans qu'on sache vraiment aujourd'hui évaluer l'importance de ces associations (Noordzij et al. 2019). Pour rappel, la pollution de l'air n'est pas considérée dans cette thèse, alors qu'elle pourrait jouer un rôle dans le processus d'autonomie fonctionnelle, à travers l'apparition ou l'exacerbation de maladies, comme les maladies cardiovasculaires (Hayes et al. 2020) et les cancers du poumon (Huang et al. 2021) ainsi que les maladies neurodégénératives, telles que les démences ou les maladies d'Alzheimer (Fu and Yung 2020; Mortamais et al. 2021; Letellier et al. 2022) et de Parkinson (Murata et al. 2022).

Les trajectoires inverses peuvent également être envisagées : le niveau d'autonomie fonctionnelle d'une population peut conduire à modifier les facteurs environnementaux contextuels. Par exemple, un nombre de plus en plus important de personnes âgées très dépendantes peut conduire le pays ou le département à développer de nouvelles politiques publiques et à augmenter les dépenses pour les personnes âgées.

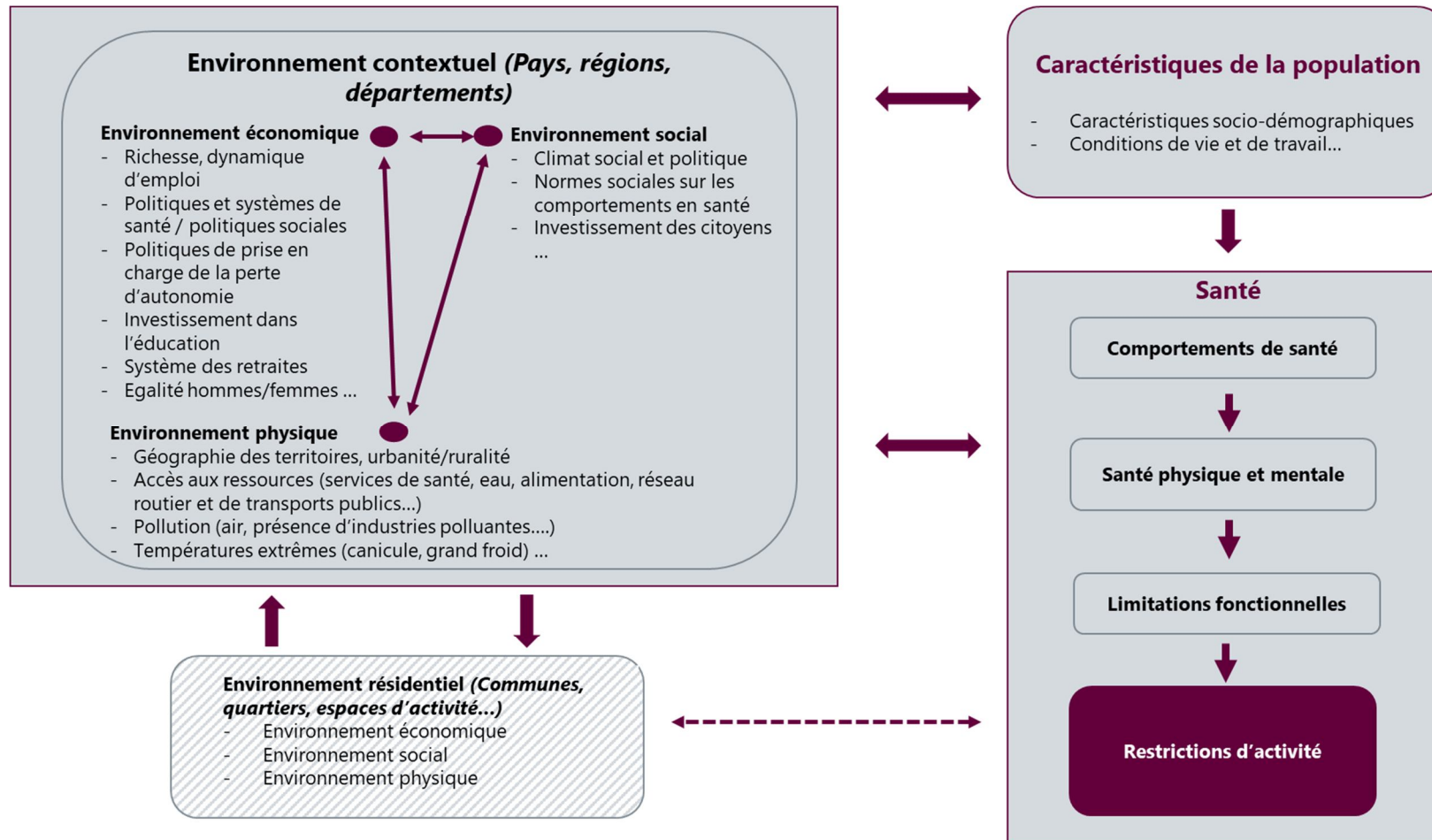
Concernant l'offre en matière de santé et d'accompagnement des incapacités des personnes âgées, il nous faut penser les chaînes de causalité pour spécifier nos modèles. Même si on peut se demander si la densité des services de soins et de santé n'est pas liée aux conditions socioéconomiques du territoire (qui médieraient donc cette association), même si d'autres caractéristiques du territoire favorisant l'autonomie fonctionnelle entrent vraisemblablement en jeu, on peut voir le processus qui lie l'offre de soins et l'autonomie fonctionnelle. Par exemple, un territoire bien doté de services de santé (en quantité et en qualité) peut favoriser l'autonomie fonctionnelle de sa population en permettant le dépistage précoce des maladies et en limitant leurs répercussions sur les fonctions.

Mais les liens entre offre de soins et santé sont probablement plus complexes. D'un côté, on peut effectivement s'attendre à ce que les territoires bien dotés en services de soins et santé soient associés à de nombreuses années sans restriction d'activité. Mais on peut également

imaginer exactement l'inverse (l'offre en santé serait associée à davantage d'années avec des restrictions d'activité) pour trois raisons. Premièrement, en ligne avec les principes d'équité sociale, l'offre de soins peut être augmentée dans les territoires où le nombre de personnes âgées dépendantes est particulièrement important, à travers des politiques appropriées ou des mesures pour attirer les professionnels de santé. Deuxièmement, plus les soins prodigués répondront aux besoins de la population, plus les personnes âgées voire très âgées deviendront nombreuses et donc plus le nombre d'années vécues en incapacité augmentera (du fait d'une meilleure survie avec des maladies potentiellement invalidantes, de moindres chances de récupération avec l'avancée en âge ou de situations de multimorbidités moins faciles à gérer dans le grand âge). Troisièmement, les personnes avec des besoins en soins pourraient être plus susceptibles de déménager (ou de rester) dans des environnements bien équipés en services de santé. Ainsi on peut s'attendre à des associations contraires entre offre en santé et autonomie fonctionnelle.

Dans l'approche adoptée dans cette thèse, nous proposons deux apports pour la littérature. D'abord, nous proposons une réflexion sur les rôles spécifiques de chaque professionnel de santé en considérant leur moment d'intervention dans le processus de perte d'autonomie fonctionnelle pour comprendre finement les mécanismes causaux liant l'offre de santé et l'autonomie fonctionnelle. En effet, dans les études, les associations avec différents professionnels de santé ont tendance à être interprétées sur un même plan, alors même que les rôles sont différents et répondent à des problèmes différents. Il est probable que les médecins généralistes impactent à la fois le risque de décès et d'autonomie fonctionnelle (en dépistant puis en contrôlant l'évolution de la maladie). Les masseurs-kinésithérapeutes pourraient quant à eux davantage affecter l'autonomie fonctionnelle (notamment, en réduisant le déclin fonctionnel par une activité physique adaptée). Les infirmiers et les soins de support aux personnes âgées seraient plus fréquemment sollicités par les personnes âgées déjà en situation de perte d'autonomie fonctionnelle. Ainsi, on peut envisager que les densités de médecins et de masseurs-kinésithérapeutes soient associées à davantage d'années sans restriction d'activités ; en revanche, la densité d'infirmiers et de soins de support aux personnes âgées devraient être plus souvent associée avec des années de vie avec incapacité. Le second apport est de considérer les liens étroits entre contexte socioéconomique et offre en santé pour éclairer les interactions entre les niveaux de ressources économiques et sanitaires.

Figure 5. Cadre théorique d'analyse des liens entre perte d'autonomie fonctionnelle et environnement contextuel



Note : Les caractéristiques de l'environnement et de la population sont mentionnées à titre d'exemple ; ces listes ne sont pas exhaustives.

2. Facteurs résidentiels (Communes, quartiers, etc.)

2.1. Bref historique

L'étude des relations entre le lieu de vie et l'état de santé des populations est une lointaine préoccupation (Macintyre and Ellaway 2003). L'objectif ici n'est pas de retracer un historique des publications sur le sujet, mais de mentionner quelques études-clés dans ce domaine de recherche. On citera John Snow qui, en 1854, est le premier à illustrer les liens entre environnement et santé à l'aide d'une carte à points. Un autre pionnier fréquemment cité est Villermé qui, en 1826, a remarqué que la mortalité variait d'un quartier à l'autre de Paris (Villermé 1826). Il s'est alors questionné sur les rôles que pouvaient tenir le voisinage de la Seine, la nature du sol, l'étroitesse des rues, la hauteur des maisons, les conditions météorologiques (exposition au soleil, au vent, les courants atmosphériques), la présence de jardins, la qualité des eaux à usage des habitants, la densité de population... Mais avec les moyens statistiques disponibles à l'époque, pas une seule de ces caractéristiques physiques n'a pu l'aider à expliquer les différences de mortalité entre arrondissements parisiens. En revanche, il a établi des connexions entre la mortalité et le niveau de richesse des arrondissements. A peu près au même moment, en Angleterre, en 1842, Edwin Chadwick publie le *Report on the Sanitary Conditions of the Labouring Poor* (Chadwick 1842). Ce rapport documente des preuves statistiques d'inégalités sociales et spatiales en santé qui indiquent, pour la première fois, que le contexte géographique est important à considérer au-delà de la position socioéconomique de l'individu. En effet, les individus de classe sociale défavorisée résidant dans le district de Rutland vivaient 3 ans de plus que les individus de classe sociale favorisée vivant à Liverpool. Pendant la deuxième moitié du 19^{ème} siècle, un intérêt particulier a ainsi été porté aux effets de l'environnement local sur la santé humaine dans une perspective d'amélioration des conditions de vie (comme la qualité de l'air et de l'eau, du logement, etc.). Mais après la seconde guerre mondiale, la santé publique se serait davantage concentrée sur les comportements individuels en santé (comme fumer, boire de l'alcool, faire de l'activité physique) (Macintyre and Ellaway 2003). Pour Roux, si les recherches sur les liens entre santé et environnement ont toujours existé, leur nombre a remarquablement augmenté dans les années 1980-1990 (Roux and Mair 2010).

Aujourd'hui, de nombreux travaux de recherche ont établi des liens, à différents âges de la vie, entre l'environnement résidentiel et les comportements de santé (comme la marche, activité physique, régime alimentaire) et des indicateurs de santé (comme la mortalité, l'obésité, l'hypertension, les maladies cardiovasculaires, la santé mentale). Concernant les personnes âgées, de nombreuses preuves établissent également des liens avec la marche (Nathan et al. 2012; Cerin et al. 2013b, 2014; Mitra et al. 2015; Van Holle et al. 2016; Thornton et al. 2017; Moran et al. 2017; Keskinen et al. 2018), la mobilité extérieure (Fujita et al. 2006; Rantakokko et al. 2009; Ward Thompson et al. 2014; Clarke 2014; Levasseur et al. 2015; Portegijs et al. 2017; Polku et al. 2018) ou encore l'activité physique (Gong et al. 2014; Van Holle et al. 2016; Barnett et al. 2017; Thornton et al. 2017; Keskinen et al. 2018; Huang et al. 2018). Mais un nombre

moins important de travaux se sont intéressés aux liens entre l'environnement résidentiel et la santé fonctionnelle. En 1999, Stuck et ses collègues s'étonnaient de n'avoir trouvé aucune étude analysant les effets de l'environnement physique sur le déclin fonctionnel. Aujourd'hui, des études investiguent les liens entre environnement, déclin fonctionnel et restrictions d'activité. Mais cet intérêt est plus récent et par conséquent, le nombre de preuves sur l'autonomie fonctionnelle est plus faible que ce que l'on peut observer pour d'autres indicateurs de santé.

2.2. Caractérisation de l'environnement résidentiel

De très nombreux facteurs environnementaux résidentiels sont mobilisés dans la littérature pour caractériser les dimensions économiques, sociales et physiques de l'environnement résidentiel. Les caractéristiques économiques sont souvent approchées par des indicateurs synthétiques tels que ceux décrits pour le niveau contextuel mais produits à des échelles géographiques plus fines comme le quartier ou la commune. On trouve des indicateurs de désavantage social mixant des indicateurs agrégés de revenu, de taux d'emploi, de catégorie sociale, d'aide sociale et de niveau d'instruction (Bécares et al. 2011; Jivraj et al. 2020; Gill et al. 2021). D'autres études mobilisent également des indicateurs comme le PIB de la commune (Zeng et al. 2010), le niveau de concentration résidentielle ethnique (Bécares et al. 2011) ou le taux d'illettrés (Zeng et al. 2010). Pour définir l'environnement social d'un quartier, les auteurs mobilisent généralement des indicateurs caractérisant le niveau de cohésion sociale (tels que niveau de confiance, d'aide et de réciprocité) (Cooper et al. 2014; Salvatore and Grundy 2021; Watanabe et al. 2022), le capital social (défini comme la capacité des voisins à participer à des activités communes, à se saluer et à se sentir concernés mutuellement les uns par les autres) (Cramm et al. 2013), l'implication dans les activités civiques au niveau de la communauté (Watanabe et al. 2022) et le niveau de sécurité et de criminalité (Daniels et al. 2021). Enfin, les caractéristiques physiques de l'environnement font référence à la façon dont les territoires ont été aménagés et aux ressources qui y ont été implantées. Cela fait donc référence à des caractéristiques comme la densité de population, le nombre de connexions entre les rues, les transports publics, les pistes cyclables/piétonnes, la densité du trafic routier, la présence de commerces, d'équipements sportifs ou encore de services de santé, etc. Ces indicateurs physiques ont pour objectif de décrire le niveau de facilité avec lequel les résidents peuvent se déplacer à pied et peuvent aller faire des courses, se soigner, faire de l'activité physique ou avoir des relations sociales.

Deux méthodes de mesures sont habituellement utilisées aujourd'hui pour caractériser l'environnement résidentiel : les données provenant des systèmes d'information géographiques (SIG) et celles provenant de déclarations de personnes. L'adoption des méthodes de SIG dans les études en santé environnement a été favorisée par la mise à disposition de bases de données géoréférencées. Ces bases de données renseignent de façon extrêmement précise la localisation des ressources et équipements mais caractérisent également les réseaux routiers, le nombre de connexions entre les rues, la présence de pentes,

etc. Cette opportunité technologique a permis aux chercheurs d'observer empiriquement comment l'état de santé de la population variait selon l'aménagement des quartiers, selon l'accessibilité géographique aux ressources, avec un focus particulier sur les services de santé (Chaix et al. 2005a; Cheng et al. 2012; Taylor and Józefowicz 2012a; Dewulf et al. 2013; Yang et al. 2015; Luo et al. 2018; Zhang et al. 2018; Gu et al. 2019). Différentes mesures de l'accessibilité géographique aux soins ont été développées en calculant notamment les distances par le réseau routier et non plus à vol d'oiseau (Apparicio et al. 2008). Des versions sophistiquées permettent également de tenir compte de l'offre et de la demande (telles que les méthodes *two-step floating catchment area (2SFCA)* (Wang and Luo 2005) ou *enhanced two-step floating catchment area (E2SFCA)* (Luo et al. 2018)).

Les données de perception sur l'environnement résidentiel sont également très fréquemment utilisées. Elles peuvent être renseignées directement par les participants lors d'une enquête ou être évaluées par les enquêteurs selon des critères préétablis par les concepteurs de l'enquête. Cette méthode de mesure présente des avantages (en évitant les démarches administratives pour obtenir les autorisations nécessaires à l'appariement de bases de données géoréférencées à une enquête de santé) mais sont aussi parfois plus pertinentes (par exemple pour mesurer le capital social d'un quartier ou la présence d'obstacles, comme les marches, pour accéder à un commerce). Dans la littérature, les perceptions des résidents sont utilisées pour caractériser des dimensions très variées du quartier allant des caractéristiques physiques (comme la qualité des voies piétonnes, présence de côtes ou de pentes, esthétisme, densité du quartier, connectivité des rues, accessibilité des commerces), sociales (comme la cohésion sociale, entraide entre voisins) aux caractéristiques économiques (comme la vitalité/dépression de l'économie locale, amélioration/détérioration des services administratifs, accroissement des inégalités de revenus) (Wen et al. 2006; Nyunt et al. 2015; Haseda et al. 2018). Une limite inhérente aux données de perception est la possibilité de biais car les caractéristiques du participant à l'enquête (et notamment son état fonctionnel) influent très certainement sur la perception de son environnement. Une étude aux Etats-Unis a interrogé plusieurs résidents sur les perceptions de leur quartier : pour un même quartier, les personnes âgées sans problème fonctionnel étaient plus nombreuses à déclarer que le quartier était propice à la marche et à déclarer la présence de voies piétonnes ; celles qui avaient des problèmes moteurs reportaient davantage de problèmes de sécurité (en termes de criminalité ou de densité du trafic routier) (Herbolsheimer et al. 2021). D'autres études ont également souligné que les personnes âgées avec des limitations motrices reportaient davantage de barrières physiques que ceux sans limitations (Rantakokko et al. 2015, 2017). Toutefois Portegijs et ses coauteurs ont montré que les personnes âgées qui rencontraient des obstacles (objectivés par un enquêteur) étaient susceptibles de percevoir et de déclarer davantage de barrières, quel qu'était leur statut fonctionnel (Portegijs et al. 2017). Enfin, Barnes et ses coauteurs ont trouvé que la perception de l'accessibilité des commerces alimentaires était très liée à leur distance objectivée par des données géolocalisées (Barnes et al. 2016).

Ces deux types de mesures (objectives et déclarées) peuvent bien évidemment être mobilisées toutes deux dans une même étude. Dans certains cas, les auteurs utilisent des données objectives pour caractériser certaines dimensions et des données subjectives pour en caractériser d'autres (Wen et al. 2006; Bowling and Stafford 2007; Ng et al. 2018; Haseda et al. 2018). Dans d'autres cas, les chercheurs confrontent leurs données objectives et subjectives pour identifier le type de mesure davantage associé à l'indicateur de santé. Les résultats sont mixtes : certaines études mettent en évidence des associations significatives avec uniquement les indicateurs objectifs (Lin and Moudon 2010); d'autres avec uniquement les indicateurs subjectifs (Tani et al. 2018); d'autres concluent que les deux types de mesures apportent des renseignements différents et complémentaires pour comprendre les mécanismes liant l'environnement et la santé (Bowling and Stafford 2007; Nyunt et al. 2015; Danielewicz et al. 2018; Zhang et al. 2019a).

2.3. Limites identifiées dans la littérature

Définition de la zone géographique

Une difficulté récurrente est que la définition de la zone géographique repose davantage sur des opportunités d'accès aux données que sur des hypothèses formulées a priori (Jivraj et al. 2020). En effet, il n'est pas toujours évident de définir avec exactitude les dimensions pertinentes de la zone géographique à considérer. Plusieurs auteurs (dont les travaux sont réalisés en population générale) encouragent les études investiguant les liens entre environnement et santé à considérer les différents espaces d'activité utilisés au cours d'une même journée (Vallée et al. 2011; Chauvin et al. 2016; Chaix et al. 2017; Vallée 2017a, b, 2018) et à envisager les quartiers tels que perçus par les habitants (Vallée et al. 2016). Pour les personnes âgées, l'aire géographique mobilisée peut différer selon le type d'activités considérées : en l'absence de voiture, faire les courses se fait certainement dans un rayon proche du domicile (cela peut être une activité quotidienne et implique de porter du poids) ; en revanche aller voir des amis peut amener les personnes âgées à sortir de leur environnement immédiat.

Toutefois, même si les activités des personnes âgées peuvent avoir lieu dans des aires différentes, le quartier semble une échelle d'analyse particulièrement pertinente dès lors que les problèmes fonctionnels apparaissent. Glass et Balfour décrivent deux mécanismes justifiant la pertinence de l'environnement résidentiel comme échelle d'étude pour les personnes âgées (Glass and Balfour 2003). Premièrement, avec l'âge, les activités changent (travail, sociabilité, activités sportives et de loisirs) et donc les contextes auxquels sont exposés les individus se modifient. Deuxièmement, les changements liés à l'âge (et notamment le déclin des fonctions motrices, sensorielles et cognitives) rendent les personnes âgées plus vulnérables aux effets résidentiels. Ainsi, le déclin fonctionnel conduit petit à petit les personnes âgées à restreindre leurs activités aux aires adjacentes à leur quartier, puis à leur quartier et finalement, à leur logement (dès lors qu'elles rencontrent des difficultés à se déplacer). Une étude réalisée à Toulouse indiquait que les personnes de plus de 75 ans limitaient leurs déplacements à des

petits groupes d'îlots situés aux alentours de leur résidence (Clément et al. 1996). Selon Hauet et Ravaud (1998), la distance moyenne des déplacements à pied des personnes âgées de 80 ans ou plus est de 400 mètres. Des travaux sur la mobilité extérieure ont montré que le nombre et la durée des déplacements quotidiens diminuaient avec l'âge, notamment chez les femmes, et avec l'apparition de difficultés physiques même légères en Belgique (Hubert and Toint 2003) et en France (Armoogum et al. 2005).

Certains travaux ont la capacité technique de qualifier l'environnement proche des personnes âgées et de calculer, par exemple, la quantité d'espaces verts dans un rayon de 300 mètres (Wang et al. 2019), de 500 mètres (de Keijzer et al. 2018), de 500 à 1 000 mètres (Cerin et al. 2017). Toutefois, pour des raisons de faisabilité et de disponibilité de données, de très nombreuses études utilisent encore des échelles géographiques administratives dont les limites sont plus larges que celles du quartier (comme les *census tracts* aux Etats-Unis qui correspondent à des petites unités géographiques comprenant entre 1 200 et 8 000 personnes) (Pearce et al. 2008; Danielewicz et al. 2018; Joyce et al. 2018; Zhang et al. 2018; Guo et al. 2019; Braverman-Bronstein et al. 2021; Shanahan et al. 2022). Considérer la ville comme échelle d'analyse est critiquée car elle ne reflèterait pas l'espace des pratiques des individus et masquerait les différences d'aménagement et d'accès aux ressources à l'intérieur des villes (Apparicio et al. 2008; Bissonnette et al. 2012). Cependant, une étude de Bell et collaborateurs réalisée dans deux villes canadiennes indique qu'une comparaison de résultats à l'échelle des *census tracts* à des résultats à l'échelle quartier (tels que définis par les résidents) montrait des variations mineures dans les schémas d'accessibilité aux services de santé mais ne changeait pas significativement l'interprétation de ces schémas (Bell et al. 2013).

Effet contextuel ou de composition ?

La grande majorité des preuves des effets résidentiels sur la santé s'appuie sur des données transversales - même si des données longitudinales sont bien évidemment analysées (Fone et al. 2014; Boylan and Robert 2017; Foley et al. 2018; Clary et al. 2020; Daniels et al. 2021). Une limite fondamentale des études transversales est de ne pas pouvoir conclure sur les inférences causales : est-ce que les associations entre la santé et l'environnement reflètent le rôle du contexte ou celui des caractéristiques des résidents (à travers des effets de composition ou de sélection) ? Si l'on reprend l'étude de Gill et collaborateurs qui observent 2 ans d'écart dans les espérances de vie sans incapacité (EVSI) entre les quartiers favorisés et défavorisés (Gill et al. 2021), ces différences peuvent traduire : un effet de composition (les plus riches vivent plus longtemps et en meilleure santé, donc les quartiers avec beaucoup de personnes riches ont des espérances de vie en santé plus élevées) ; un effet de sélection qui est une variante de l'effet de composition (les plus riches vont déménager ou rester dans des quartiers très favorisés, et ce sont ces caractéristiques individuelles qui sont liées à la santé) ; ou un effet de contexte (les quartiers les plus riches proposent de meilleures conditions de logement, un meilleur accès aux services de santé, à des infrastructures piétonnes ou cyclables encourageant la marche ou le vélo, etc. et l'accès à ces infrastructures et aménités de qualité est bénéfique à la santé des résidents).

Cette difficulté est majeure mais elle n'est pas spécifique à la thématique santé-environnement et concerne une grande partie des recherches sur la santé (comme les effets de la profession sur la santé qui peuvent relever d'effets de sélection ou de causalité). Pourtant, dans ce domaine de recherche, cette critique est particulièrement récurrente et débattue depuis plus de 150 ans (Macintyre and Ellaway 2003). Si ce débat est si prégnant, c'est certainement pour des raisons scientifiques (comprendre les mécanismes de causalité) mais aussi pour identifier la nature des interventions susceptibles d'améliorer la santé et de réduire les inégalités sociales (Diez Roux 2001; Duncan et al. 2018). Dans un cas, les politiques et actions sociales ou de santé porteront sur les individus ; dans l'autre, elles se concentreront davantage sur l'aménagement de contextes favorables à la santé. Pourtant loin d'être contradictoires, ces deux politiques peuvent même être complémentaires dans une optique de promotion de la santé et de réduction des inégalités de santé en population. Dans un souci d'équité sociale, développer les politiques sociales pour améliorer le niveau de revenu des individus les plus défavorisés, leurs conditions de travail, leur accès aux services de santé, leur niveau de retraite, etc. peut tout à fait se concilier avec le souhait de proposer pour tous un environnement de vie favorable à la santé (Macintyre and Ellaway 2003).

Dans ce débat, la position de Macintyre et Ellaway est qu'identifier des effets indépendants du quartier et des individus sur la santé est totalement artificiel car « people create places and places create people » (Macintyre and Ellaway 2003)⁴. Selon elles, on a tendance à considérer que les conditions socioéconomiques individuelles (mesurées par le diplôme, la profession ou le revenu) sont la propriété de l'individu. Or ces caractéristiques pourraient être autant déterminées par l'individu que par le contexte de résidence, ce qu'illustrent les auteures par les exemples suivants : la profession peut être déterminée par les opportunités d'emploi sur un territoire ; la capacité à faire des études peut être déterminée par l'offre scolaire disponible aux alentours ; le fait de posséder une voiture peut dépendre de la densité de population, de la proximité des ressources et services, et du réseau de transport public.⁵

Néanmoins deux stratégies peuvent être utilisées pour apporter des éléments de compréhension dans la complexité des mécanismes causaux. Une première stratégie est de contrôler les effets de quartiers par les caractéristiques individuelles. On évite ainsi que les variables de niveau contextuel agissent partiellement ou complètement comme proxy des caractéristiques des individus. Mais là encore, certains travaux se voient reprocher leur sous-contrôle par des variables individuelles et d'autres leur surcontrôle. Pour Pickett et Pearl, il faut ajuster les effets de quartiers sur au moins trois indicateurs sociaux différents, sinon les variables contextuelles sont susceptibles d'agir comme proxy des variables individuelles manquantes (Pickett and Pearl 2001). A l'inverse, Macintyre et Ellaway critiquent une étude de Yen et Kaplan (1999) en observant qu'« il est alors remarquable que des différences entre aires

⁴ Citation de la page 10 de Macintyre et Ellaway, 2003

⁵ Ces exemples ont été sélectionnés dans la page 10 de Macintyre et Ellaway, 2003. Ils ne sont pas traduits littéralement (d'où l'absence de « ») mais reprennent grandement les exemples mentionnés par les auteurs.

persistent une fois que toutes ces variables aient été entrées dans le modèle »⁶ (Macintyre and Ellaway 2003). Un autre argument mobilisé pour justifier l'absence ou la faiblesse d'effets résidentiels est que dans les enquêtes observationnelles les caractéristiques de l'environnement résidentiel sont généralement sous-spécifiées, en tout cas beaucoup moins spécifiées que les caractéristiques de l'individu (comme les conditions de vie familiales, sociales ou professionnelles). Les modèles statistiques auraient ainsi tendance à rendre plus visibles les effets individuels mesurés par un plus grand nombre d'indicateurs.

Une deuxième stratégie consiste à stratifier les analyses statistiques selon les caractéristiques des individus puis selon les caractéristiques des territoires. Il s'agit d'examiner l'état de santé d'un individu défavorisé socialement (et donc à risque de mauvaise santé) dans deux territoires A et B. Si cet individu présente le même état de santé dans les territoires A et B, alors ce résultat soutient l'hypothèse de l'effet de composition ; à l'inverse, s'il est en meilleur état de santé dans l'un des deux territoires, ce résultat soutient l'hypothèse de l'effet contextuel. Certaines études observent l'existence conjuguée d'effets individuels et contextuels. Dans ce cas, les caractéristiques des individus ont un effet sur leur santé (quel que soit leur contexte de vie) et leur lieu de vie a également un effet sur leur santé (quelles que soient les caractéristiques des individus). Ainsi, Roux et ses collègues ont observé à partir d'une enquête de cohorte que (1) quel que soit leur niveau de revenu individuel, ceux qui résident dans des quartiers favorisés ont des risques plus faibles de maladies cardiovasculaires ; (2) quelles que soient les conditions socioéconomiques du quartier, ceux avec un revenu élevé ont moins de risque de développer des maladies cardiovasculaires que ceux avec un revenu faible (Roux et al. 2009).

Effets des contextes présents ou passés, de court-terme ou de long-terme ?

Les données transversales ne donnent généralement aucune information sur les contextes de vie auxquels les individus âgés ont été exposés au cours de leur vie, alors même que la littérature pointe le rôle crucial que peuvent jouer les contextes de vie expérimentés pendant l'enfance sur la santé de l'âge adulte. Ainsi dans les études transversales qui ne comportent pas de données rétrospectives (comme des parcours résidentiels), on n'a pas la possibilité technique de distinguer les effets des contextes de vie d'hier de ceux d'aujourd'hui. De plus, les environnements ne sont pas statiques. Ils évoluent dynamiquement d'abord parce que les communes peuvent opérer des aménagements (voies piétonnes, élargissement de trottoirs), les commerces et services peuvent changer rapidement (retrait des banques dans un quartier, disparition de petits commerces alimentaires) (Clarke and Nieuwenhuijsen 2009). Mais ils évoluent aussi parce les individus déménagent tout au cours de leur vie et que l'arrivée de nouveaux résidents peut modifier cet environnement. Aussi, on ne sait pas depuis combien de temps les caractéristiques physiques observées aujourd'hui sont implantées. Si un aménagement est récent, il n'a peut-être pas eu le temps d'opérer sur la santé des résidents. Il est donc important de questionner le temps d'exposition nécessaire pour voir les effets

⁶ Citation traduite de la page 10 de Macintyre et Ellaway, 2003

apparaître sur l'état de santé ; et ce temps d'exposition dépend certainement du facteur environnemental et de l'indicateur de santé considéré.

Une autre difficulté importante des études largement discutée dans la littérature est l'impossibilité de différencier si les effets contextuels observés sont des effets à court-terme ou à long-terme (Fletcher and Jung 2019). En effet, en l'absence de données qualifiant les parcours résidentiels, on ne peut pas distinguer les individus résidant depuis longtemps dans le quartier (avec donc une longue durée d'exposition aux facteurs de risque du quartier) des individus ayant récemment déménagé (avec donc une courte durée d'exposition). Or résider dans un quartier (que ce soit par choix ou par contrainte) résulte probablement d'un processus de sélection sur les caractéristiques individuelles des personnes âgées (telles que économiques, fonctionnelles, sociales) (Caradec 2010). Prenons l'exemple d'un quartier en cours de gentrification : ce processus s'accompagne d'une élévation des coûts (prix de l'immobilier, des biens et services...), d'un changement de la composition sociale du quartier et d'une transformation des commerces de proximité. Les personnes âgées pouvant rester vivre dans ce quartier ont probablement des ressources économiques plus élevées et seraient donc moins exposées aux maladies et à l'incapacité. Mais parmi celles qui restent, certaines ne peuvent probablement pas déménager du fait de leur âge trop avancé ou d'un état fonctionnel trop dégradé et donc à fort risque d'incapacité. Les personnes âgées contraintes de rester pourraient rencontrer des difficultés financières pour accéder aux nouveaux commerces de proximité, ne plus reconnaître leur quartier (Caradec et al. 2017), réduire leurs déplacements et perdre en autonomie fonctionnelle. Enfin, les personnes âgées qui déménagent dans ce type de quartier pourraient l'avoir choisi pour les ressources et aménités qu'il offre, ce qui ne donne pas de grandes informations sur leur état de santé (les personnes en bonne santé pourraient choisir de s'installer dans des environnements propices à l'activité physique, à la culture, etc. ; celles avec des difficultés à se déplacer pour les commerces ou les services de santé situés à proximité du logement).

2.4. Etat des connaissances des liens entre environnement résidentiel et perte d'autonomie fonctionnelle

Nous rassemblons ici des preuves scientifiques établissant des liens entre environnement résidentiel et processus de perte d'autonomie fonctionnelle. Pour proposer une approche systémique du processus, nous avons étudié la littérature portant sur les restrictions d'activité mais également sur les stades antérieurs (à savoir les comportements de santé, les maladies physiques et mentales et les limitations fonctionnelles). Nous avons considéré la littérature sur les effets des caractéristiques physiques de l'environnement résidentiel (qui est ce qui nous intéresse ici), mais également sur les effets des caractéristiques économiques et sociales (compte tenu des fortes interactions liant à priori ces trois dimensions). Enfin, nous avons mobilisé également de la littérature portant sur d'autres âges de la vie (comme les enfants, adolescents ou adultes), considérant qu'à tous âges de la vie, encourager des comportements

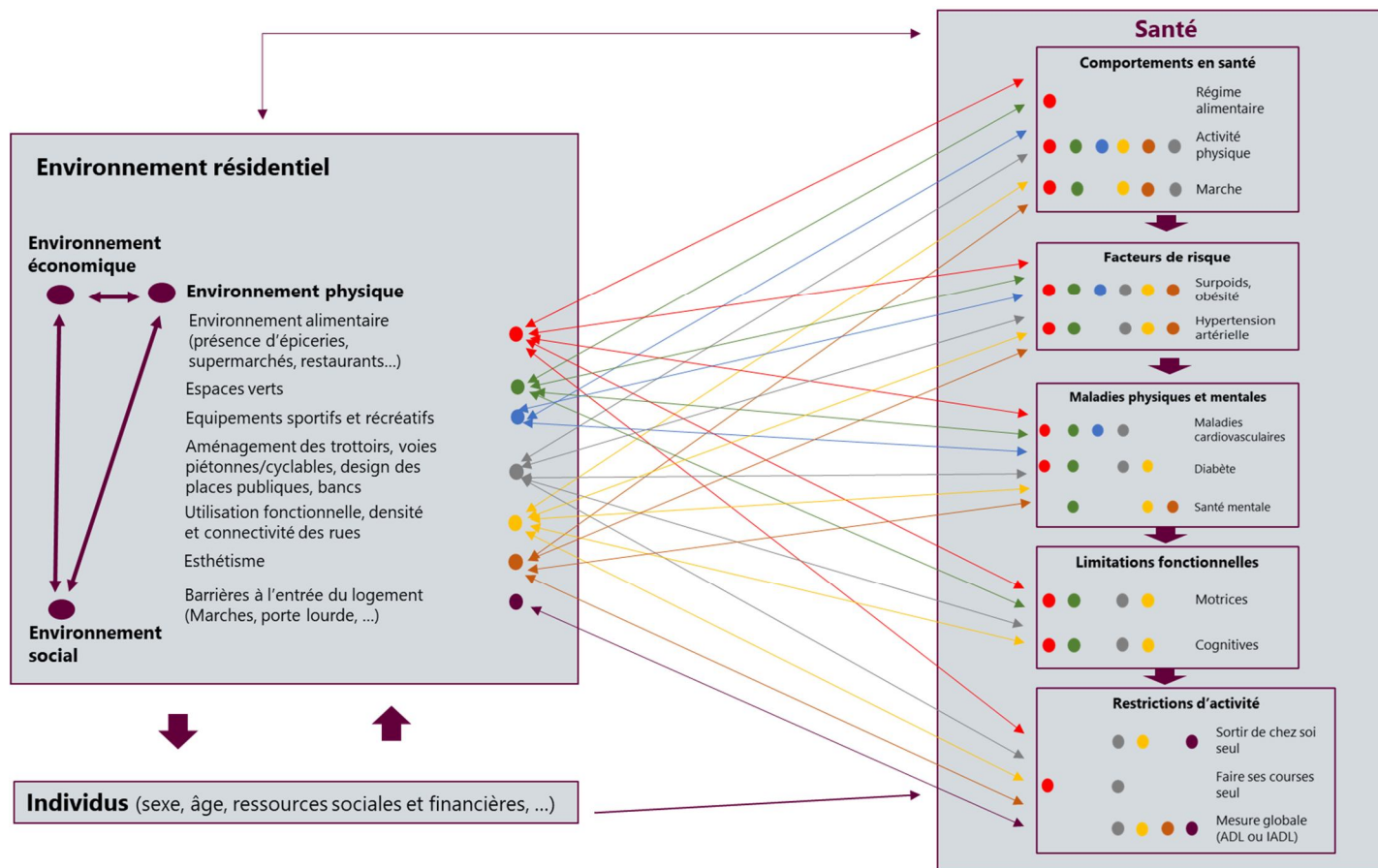
favorables à la santé et réduire l'apparition de maladies peut favoriser l'autonomie fonctionnelle aux âges élevés.

Caractéristiques physiques de l'environnement résidentiel

La Figure 6 schématise les principales associations identifiées dans la littérature entre l'environnement physique résidentiel, les comportements en santé et le processus de perte d'autonomie fonctionnelle. Plusieurs caractéristiques physiques de l'environnement résidentiel ont été identifiées dans la littérature comme pouvant influencer l'autonomie fonctionnelle aux âges élevés. Ces caractéristiques font référence à la présence de ressources ou d'équipements dans le quartier, comme les commerces alimentaires (Ishikawa et al. 2016; Matsumoto et al. 2019), les espaces verts (Thornton et al. 2017), les infrastructures culturelles et de loisirs (Levasseur et al. 2015; Lu et al. 2018) ainsi que les services de santé (Zhang et al. 2018). Les caractéristiques physiques incluent également la présence de barrières environnementales dans l'environnement proche, comme la qualité des voies piétonnes (Moran et al. 2017), la présence de bancs (Cerin et al. 2014), de côtes ou de pentes (Keskinen et al. 2018), la façon dont les rues sont connectées les unes aux autres (Freedman et al. 2008; Beard et al. 2009; Thornton et al. 2017). Les barrières situées à l'entrée des maisons (comme les escaliers, les marches entre le logement et la rue, les portes lourdes etc.) ont également été identifiées comme limitant la mobilité extérieure des personnes âgées (Portegijs et al. 2017). Ces caractéristiques physiques semblent influencer la perte d'autonomie fonctionnelle par deux mécanismes distincts mais associés (Beard et al. 2009): auprès des personnes âgées en bonne santé, elles influencent la capacité à avoir des activités sociales (Levasseur et al. 2011) et physiques (Gong et al. 2014; Van Holle et al. 2016; Keskinen et al. 2018) et affectent donc le risque de maladies, de déclin fonctionnel physique (Glass and Balfour 2003) et cognitif (de Keijzer et al. 2018); pour les personnes âgées qui ont déjà entamé le processus de perte d'autonomie fonctionnelle et qui ont des limitations fonctionnelles, elles peuvent les assister ou les freiner davantage dans leur capacité à réaliser les activités du quotidien. Cependant, si certaines caractéristiques physiques semblent jouer un rôle tout au long du processus de perte d'autonomie fonctionnelle, d'autres pourraient avoir un rôle ciblé sur certaines étapes du processus.

Des associations avec la présence de **commerces alimentaires** ont été identifiées tout au long du processus de perte d'autonomie fonctionnelle. Tout d'abord, des associations ont été trouvées entre le type de commerces alimentaires et le régime alimentaire : la proximité d'épiceries ou supermarchés est très liée à la consommation de fruits et de légumes (Pearce et al. 2008; Caillavet et al. 2015; McInerney et al. 2016) ; à l'inverse, la proximité et la quantité de fast-food sont liées avec des risques augmentés d'obésité, de surpoids (Casey et al. 2012; Laraia et al. 2017) et de diabète (Bodicoat et al. 2015; Mezuk et al. 2016). Une étude réalisée en Californie auprès de patients adultes atteints de diabète de type 2 a montré que pour chaque amélioration de l'environnement alimentaire, les patients ont perdu en moyenne 0,45 kg (Laraia et al. 2017). La proximité de commerces alimentaires influencerait également sur l'entretien des fonctions motrices (Soma et al. 2017) (en encourageant la pratique quotidienne de la

Figure 6. Représentations des associations identifiées dans la littérature entre environnement physique résidentiel, comportements en santé et processus de perte d'autonomie fonctionnelle



Lecture : Des études ont mis en évidence des associations entre l'environnement alimentaire et les maladies (et plus précisément les maladies cardiovasculaires et le diabète).

Note : Ces résultats sont en grande majorité basés sur des données transversales, ce qui ne permet pas d'identifier le sens de l'association (d'où l'utilisation de doubles flèches pour illustrer ces associations). Sont représentées uniquement les associations que nous avons identifiées dans la littérature (sans procéder à une revue systématique de la littérature). Si une association n'est pas représentée, cela signifie que soit cette association est nulle ; soit cette association n'a pas fait l'objet de travaux de recherche ; soit nous n'avons pas repéré les travaux la mettant en évidence.

marche, les courses étant une des raisons principales de sortie des personnes âgées) (Moudon et al. 2006; Tsai et al. 2013; Cerin et al. 2017; Sun et al. 2020) et les fonctions cognitives (en favorisant les interactions sociales et les relations intergénérationnelles) (Tani et al. 2019; Finlay et al. 2020).

Enfin, parmi les personnes âgées qui ont des limitations fonctionnelles, la proximité avec les épiceries est associée avec une plus grande autonomie fonctionnelle, notamment dans la capacité à faire ses courses seul (Ishikawa et al. 2016, 2017; Matsumoto et al. 2019). Matsumoto et ses co-auteurs suggèrent que la proximité d'une épicerie joue sur la motivation de la personne âgée à se déplacer. Selon eux, si une épicerie n'est pas accessible à pied, les personnes âgées vont être découragées et ce sont les proches ou les aidants qui iront à leur place.

De nombreuses études ont mis en évidence des liens entre les **espaces verts**, l'activité physique, le risque de maladies et le déclin des fonctions cognitives. La quantité d'espaces verts dans l'aire résidentielle réduirait le risque de maladies cardiovasculaires (K. Wang et al, 2019 ; Richardson et al 2013 ; dan Wang et al 2017), diminuerait le risque et la prévalence de diabète de type 2 (den Braver et al, 2018) et favoriserait un bon état de santé mentale (Wood et al 2017 ; Zach et al 2016 ; van den Berg et al 2016 ; Y. Zhang et al 2015, Mukherjee et al 2017, Pope et al 2018). Les bénéfices des espaces verts sur la santé semblent plus importants chez les femmes (Dan Wang et al 2017), chez les habitants peu diplômés dans les zones très urbanisées (Ruijsbroek et al. 2017) et seraient d'autant plus importants que la personne est en mauvais état de santé (Roe, Aspinall et Ward Thompson, 2016). Des aires résidentielles avec beaucoup d'espaces verts augmenteraient l'activité physique chez les personnes âgées sans difficultés pour se déplacer, tandis que ce serait plutôt la présence de plans d'eaux qui serait corrélée à l'activité physique des personnes avec des difficultés pour se déplacer (Keskinen et al. 2018). La proximité d'espaces verts limiterait également le déclin des capacités cognitives (Zijlema et al 2017) avec des associations plus fortes chez les femmes (de keijzer et al 2018). Mais ce serait la quantité d'espaces verts disponibles pendant l'enfance et l'âge adulte qui expliquerait davantage les évolutions des fonctions cognitives à l'âge adulte, notamment chez les femmes et dans les groupes socioéconomiques défavorisés (Cherrie et al 2018). Des liens entre les espaces verts et la fragilité ont également été mis en évidence : les personnes âgées vivant dans des quartiers avec un pourcentage élevé d'espaces verts seraient plus susceptibles de connaître une amélioration de leur statut de fragilité, en tenant compte des facteurs de risque individuels (Yu et al. 2018).

Des liens ont également été établis entre l'accès aux **équipements sportifs, récréatifs ou de loisirs ainsi qu'aux services de santé**. Ainsi l'accès spatial aux équipements sportifs est lié au risque de maladies cardiovasculaires (Briggs et al. 2019), à l'indice de masse corporelle (Casey et al. 2012; Ellaway et al. 2016) et favorise la santé chez les personnes qui ont des limitations motrices (Rimmer et al. 2017). Il semblerait ici que ce soit la proximité avec les équipements sportifs qui favorise la pratique d'une activité physique (Cerin et al. 2013a; Karusisi et al. 2013; Ani and Zheng 2014) qui à son tour, réduit le déclin moteur (Ley et al. 2019), cognitif (Niti et

al. 2008; de Souto Barreto et al. 2016, 2018; Cass 2017) et à terme, protège des restrictions d'activité et favorise la participation sociale (Kanamori et al. 2014; Komatsu et al. 2019). Par ailleurs, la proximité d'équipements récréatifs conditionnerait la pratique d'activité de loisirs chez les personnes en incapacité (Taylor and Józefowicz 2012b) qui elle-même, selon une étude de cohorte, serait associée à un risque réduit de démence (en tenant compte du statut cognitif initial) (Verghese et al. 2003). Une revue de littérature indique également que la proximité des équipements de loisirs favorise la mobilité et la participation des personnes âgées (Levasseur et al. 2015). Concernant l'accès aux services de santé, les individus âgés avec un accès insuffisant consultent significativement moins les médecins généralistes (Chaix et al. 2005b), déclarent davantage de limitations cognitives, de restrictions d'activité dans la vie quotidienne (de type ADL et IADL), avec des associations particulièrement fortes pour les 75-95 ans pour les hommes et 65-84 ans pour les femmes (Zhang et al. 2018). Enfin les quartiers multifonctionnels (autrement dit, à la fois résidentiels, commerciaux et de loisir) semblent faciliter la marche (Cerin et al. 2014; Thornton et al. 2017); ils seraient également liés à une meilleure performance physique (Soma et al. 2017) et à davantage d'indépendance dans les activités du quotidien (Clarke and George 2005; Danielewicz et al. 2018).

Certaines **barrières environnementales** dans l'environnement résidentiel ont été identifiées comme des freins à la marche, aux déplacements en extérieur et comme facteur de risque du déclin des fonctions motrices, et à terme de restrictions d'activité (Etman et al. 2016; Danielewicz et al. 2018). Ainsi les infrastructures piétonnes de mauvaise qualité (trottoirs, voies piétonnes, etc.), le manque de bancs et la présence de côtes ou de pentes apparaissent comme étant des barrières aux déplacements à pied des personnes âgées (Cerin et al. 2014; Mitra et al. 2015; Keskinen et al. 2018). Une étude basée sur la cohorte finlandaise Life-space mobility in old age (LISPE) a observé que déclarer au moins l'une de ces barrières environnementales⁷ prédit le développement de difficultés motrices dans les deux ans (Rantakokko et al. 2016). Les quartiers avec un trafic routier dense et avec beaucoup de bruit réduisent également la mobilité extérieure (Hand 2016) et aggravent le déclin fonctionnel (Balfour and Kaplan 2002). Une étude a suivi des personnes américaines âgées pendant 15 ans et a conclu que vivre dans un quartier favorisant les trajets motorisés multipliait par 1,5 par an le risque de déclin moteur comparé à vivre dans un quartier piéton (Clarke et al. 2009).

Si ces barrières environnementales sont liées à un déclin fonctionnel, des preuves indiquent également des associations avec le risque de chutes (Okoye et al. 2021) et la peur de sortir de chez soi (Rantakokko et al. 2009). Elles contribuent à restreindre petit à petit l'espace de vie et d'activité des personnes âgées : une étude finlandaise indique que les personnes âgées (75-90 ans) qui déclarent au moins une barrière environnementale ont deux fois plus de risque d'avoir

⁷ Les barrières environnementales ont été déclarées par les participants à partir d'une liste de 15 barrières environnementales gênant la mobilité extérieure, appelée "Checklist for perceived environmental barriers to outdoor mobility" (PENBOM). Les barrières environnementales mentionnées étaient : mauvais état des rues, bordures de trottoirs trop hautes, collines/pentes dans l'environnement proche, services trop éloignés, manque de bancs, manque de bancs en hiver, environnement bruyant, trafic intense, carrefours dangereux, cyclistes sur les trottoirs, neige et glace, insécurité due aux autres piétons, voitures ou camionnettes de services sur les trottoirs, mauvais éclairage et manque de zones piétonnes.

un espace de vie réduit que celles qui n'en déclarent pas (Rantakokko et al. 2015). Ces barrières contribueraient aussi à la solitude des personnes âgées que ce soit par effet direct ou indirect en restreignant leur participation sociale (Rantakokko et al. 2014). Elles sont particulièrement importantes pour les personnes âgées qui ont des difficultés à marcher : une autre étude finlandaise montre que le manque de sécurité dans l'environnement constitue un obstacle à la marche pour les personnes âgées qui ont des limitations motrices (Sakari et al. 2017). Enfin, les quartiers avec des qualités esthétiques (comme l'absence de déchets ou de déjections canines, présences d'arbres ou de jardins...) encouragent la marche et l'activité physique (Cerin et al. 2013b; Nyunt et al. 2015; Van Holle et al. 2016; Thornton et al. 2017) et favorisent la participation sociale (Renalds et al. 2010). L'esthétisme semble en effet une caractéristique importante dans les déplacements à pied des personnes âgées : une étude montre que les différences d'esthétisme des quartiers pourraient expliquer une partie des inégalités sociales dans les comportements de marche parmi les personnes âgées (Kamphuis et al. 2009). Si la majorité des résultats convergent vers une association positive entre l'absence de barrières environnementales et la réduction des risques de restrictions d'activité, Brenner et Clarke ont trouvé une association contraire : dans leur étude menée aux Etats-Unis, les aires favorables à la marche seraient associées à de plus grandes difficultés pour les femmes à faire leurs courses (Brenner and Clarke 2019). Les auteurs ont fait l'hypothèse suivante : les femmes vivant dans des quartiers favorisant la marche seraient plus susceptibles de se déplacer en marchant, ce qui les exposerait à d'autres barrières environnementales non-mesurées dans l'étude et donc à davantage de difficultés pour faire leurs courses seules. Une autre explication que l'on pourrait proposer serait que ces quartiers bien aménagés attirent des personnes ayant des problèmes fonctionnels et davantage à risque de restrictions dans leurs activités.

Les barrières environnementales peuvent également être localisées à l'entrée du logement (comme les marches/escaliers entre la rue et le logement, des portes avec une ouverture étroite, trop lourde ou qui se ferme rapidement...). Ce sont les premiers obstacles que rencontrent les individus âgés quand ils sortent de chez eux et sont associés négativement avec le fait de sortir de chez soi quotidiennement, en particulier chez les personnes avec des limitations fonctionnelles (Fujita et al. 2006; Portegijs et al. 2017). Une étude menée à Shanghai auprès de 2 402 personnes âgées indique que vivre dans un immeuble est associé à une moindre participation à des activités en extérieur ; cette association n'est plus significative dès lors que l'immeuble est doté d'un ascenseur (Niu et al. 2017). Mais une caractéristique physique peut être un obstacle pour certains et un facilitateur pour d'autres. Et c'est le cas des marches : après 3 ans de suivi, des japonaises (toutes sans restriction dans les activités en début de suivi) vivant dans des immeubles avec escalier et sans ascenseur présentaient un risque réduit d'IADL en comparaison à celles qui vivaient dans des logements de plain-pied (Tomioka et al. 2018). Dans ce cas, une exposition durable à une barrière (les escaliers) peut être favorable au maintien du fonctionnement (ou traduire un effet de sélection en provoquant le déménagement des femmes ne pouvant plus les emprunter). Ces résultats sont cohérents avec le P-E fit qui suggère que des pressions environnementales trop fortes ou pas assez fortes peuvent conduire à des restrictions d'activité.

Caractéristiques socioéconomiques de l'environnement résidentiel

De nombreuses études se sont intéressées aux caractéristiques socioéconomiques des quartiers et mettent en évidence des associations significatives avec les différentes étapes du processus de perte d'autonomie fonctionnelle. Tout d'abord, des liens avec les comportements en santé et notamment avec l'activité physique ont été identifiés. Par exemple, une étude américaine indique que dans les quartiers les plus défavorisés socio-économiquement, les personnes âgées (51-70 ans) sont moins susceptibles de faire de l'exercice physique que celles vivant dans des quartiers favorisés ; pour autant, les auteurs nuancent ce résultat en indiquant que ces dernières passent davantage de temps à faire des activités du quotidien que ce soit en intérieur ou en extérieur et marchent davantage pour se déplacer (Xiao et al. 2018). Des liens avec le risque de maladies physiques et mentales ont également été établis : selon une étude longitudinale américaine, en tenant compte des caractéristiques sociodémographiques et des niveaux de revenus individuels, une augmentation du niveau de revenu d'un quartier de 10 000 euros en 10 ans réduit le risque d'apparition de maladies physiques et mentales (OR = 0,92, CI: 0,86, 0,99) (Robinette et al. 2017). En France, des risques augmentés de maladies cardiovasculaires et de dépression ont également été mis en évidence dans les quartiers défavorisés à partir des données de la cohorte SIRS (Santé, inégalités et ruptures sociales) (Silhol et al. 2011; Vallée et al. 2011; Traoré et al. 2020) et de la cohorte 3 Cités (Grimaud et al. 2011, 2013). Des liens ont également été établis avec le risque de démence et d'Alzheimer : une étude de la cohorte 3 Cités montre qu'après ajustement des facteurs de risque individuels, les femmes vivant dans des quartiers défavorisés ont davantage de risque de maladies neurodégénératives (aucune association n'a été trouvée chez les hommes) (Letellier et al. 2018). Une étude très récente, basée sur une cohorte rétrospective de vétérans américains (N=1 637 484), indique que résider dans des quartiers désavantagés est associé à un risque augmenté de démence, après ajustement des facteurs de risques individuels sociaux et de santé (Dintica et al. 2023). En 2012, Ellaway et ses collaborateurs ont estimé des différences entre quartiers face à l'âge où les résidents étaient susceptibles de devenir en mauvaise santé. En analysant trois cohortes écossaises, ils ont trouvé que 40 % des résidents seraient en mauvaise santé à l'âge de 66 ans pour les aires défavorisées contre 83 ans pour les aires favorisées.

Les quartiers défavorisés socio-économiquement présentent également des risques augmentés de fragilité (Duppen et al. 2019; Fritz et al. 2020), de limitations motrices (Bowling and Stafford 2007; Freedman et al. 2008), de limitations cognitives (Besser et al. 2017) et de restrictions d'activité (Auchincloss and Hadden 2002; Freedman et al. 2008; Beard et al. 2009; Philibert et al. 2013). Selon une étude de cohorte, après avoir ajusté sur les facteurs de risque individuels, les résidents des quartiers de niveau de revenu intermédiaire et élevé ont respectivement 37 % (95 %CI 0,41–0,96) et 21 % (95 %CI 0,52–1,19) moins de risques de développer des restrictions dans les activités de soins personnels (de type ADL) que ceux résidant des quartiers défavorisés (les associations n'étant pas significatives avec les activités instrumentales (IADL)) (Danielewicz et al. 2019). Des différences importantes sont également

observées entre résidents âgés de quartiers favorisés et défavorisés face aux difficultés à rester indépendant que ce soit dans le fait de faire ses courses seul (Brenner and Clarke 2019) ou de sortir de son logement (Beard et al. 2009). A ce titre, Brenner et Clarke observent que les différences dans la capacité à faire ses courses seul persistent en tenant compte des autres caractéristiques sociales et physiques du quartier (et bien évidemment des caractéristiques individuelles). Pour finir, Gill et ses coauteurs ont estimé un écart de 2 ans dans l'espérance de vie en santé à 70 ans dans les quartiers avantagés et désavantagés du Connecticut ; ils estiment que la part de temps passé en incapacité sur l'espérance de vie totale est également plus long dans les quartiers défavorisés (soit 17,7 % (0,8) vs 15,3 % (0,5) à l'âge de 70 ans ; 55,0 % (1,7) vs 48,1 % (1,3) à l'âge de 90 ans) (Gill et al. 2021).

Caractéristiques sociales de l'environnement résidentiel

Des associations entre les caractéristiques sociales des quartiers, les comportements de marche, les risques de maladies et de restrictions d'activité des résidents ont également été mises en évidence. Les comportements de marche des personnes âgées sont associés avec le niveau de cohésion sociale perçu dans le quartier (Ory et al. 2016) et le sentiment de sécurité, notamment pour les personnes âgées avec des limitations motrices (Sakari et al. 2017). Toutefois, Van Holle et ses collègues ont trouvé que ces associations n'étaient observées que dans les quartiers très favorables à la marche (Van Holle et al. 2016). Les auteurs recommandent ainsi que les quartiers proposent à la fois de bonnes caractéristiques physiques et sociales afin de promouvoir la marche des personnes âgées. Des liens avec le risque de maladies physiques, notamment de cancer (Freedman et al. 2011a), et mentales (Erdem et al. 2016) ont également été établis. Selon Erdem et ses coauteurs, le niveau de cohésion sociale d'un quartier expliquerait 38 % des inégalités sociales face à la détresse psychologique des résidents, en tenant compte des structures socioéconomiques des quartiers (Erdem et al. 2016). Ce résultat est convergent avec d'autres études qui indiquent que le risque de mauvaise santé mentale associé aux quartiers défavorisés serait réduit dans les quartiers avec une forte cohésion sociale (Cramm et al. 2013; Fone et al. 2014).

Enfin, les quartiers avec peu de désordre public, une forte cohésion sociale et un fort sentiment de sécurité sont associés avec des risques réduits de fragilité (Caldwell et al. 2019) et de restrictions dans les activités basiques (ADL) et instrumentales (IADL) (Nguyen et al. 2016), notamment parmi les personnes âgées qui ont des limitations fonctionnelles (Gontijo et al. 2016). Une étude de cohorte indique également que les résidents des communautés avec une forte participation civique montrent un risque réduit de IADL (Fujihara et al. 2019). Concernant des activités plus spécifiques, la cohésion sociale d'un quartier est également associée avec le fait de sortir dehors (Beard et al. 2009) et de faire ses courses (Brenner and Clarke 2019). Les résultats de Brenner et Clarke suggèrent que l'existence d'un cumul des désavantages, en montrant que les femmes vivant dans un quartier défavorisé et avec peu de cohésion sociale ont un risque encore plus important de ne pas être indépendantes pour faire leurs courses (Brenner and Clarke 2019).

Vers un cumul des effets environnementaux ?

La théorie d'amplification de la déprivation (*deprivation amplification*) suppose que les aires les plus défavorisées disposeraient de moins de ressources ou d'équipements, proposeraient une moindre cohésion sociale et seraient davantage concernées par les problèmes de sécurité (Macintyre 2007). Cette hypothèse corrobore l'idée que toutes les dimensions de l'environnement sont liées et se renforcent les unes avec les autres (Roux and Mair 2010). Cette théorie est souvent reprise pour expliquer des variations territoriales. Ainsi Gill et ses collaborateurs suggèrent que vivre dans un quartier défavorisé est associé à une espérance de vie sans incapacité plus courte car dans ces quartiers, l'accès à des services de santé de haute qualité serait plus compliqué mais aussi parce que les comportements de marche seraient entravés par un manque d'entretien des trottoirs et des problèmes de sécurité (Gill et al. 2021). Une étude française indique que, dans les quartiers bourgeois et gentrifiés, les personnes âgées ont davantage de relations et d'échanges de services avec leurs voisins ; les auteurs supposent que cela s'explique par les équipements et services fournis par ces quartiers mais aussi par le climat social (Mallon 2021). Des preuves empiriques appuient l'existence de ces liens étroits notamment entre les dimensions socioéconomiques et sociales des quartiers. Par exemple, une étude longitudinale au Royaume-Uni indique que plus un quartier est défavorisé, moins bonne est la cohésion sociale perçue (Salvatore and Grundy 2021). Une autre a estimé que les différences de perceptions des résidents de quartiers favorisés et défavorisés seraient expliquées en petite partie par des différences objectives de sécurité routière, d'esthétisme et de présence de ressources dans le quartier (15 %) et en grande partie par des différences dans les niveaux de cohésion sociale (52 %) (Mackenbach et al. 2016).

Mais d'autres résultats d'études contrecarrent l'idée de cumul des désavantages environnementaux, notamment socioéconomiques et physiques. En effet, les quartiers favorisés socio-économiquement sembleraient associés avec davantage d'accessibilité aux espaces verts (Hoffmann et al. 2017), mais seraient moins bien pourvus en voies piétonnes et pistes cyclables, en infrastructures de loisirs (Jacobs et al. 2019), en équipements sportifs (Schneider et al. 2015) et en commerces alimentaires (Smith et al. 2010a). De plus, les quartiers avec beaucoup de connexions entre les rues se retrouveraient à la fois dans les territoires les plus favorisés et les plus défavorisés (Cooper et al. 2014). On voit donc que, dans le cas des personnes âgées et de la perte d'autonomie fonctionnelle, plusieurs barrières et facilitateurs pourraient coexister dans un même quartier (Macintyre 2007) et se concurrencer les uns les autres en affectant l'autonomie fonctionnelle des personnes dans des sens différents.

Interactions environnement résidentiel physique et individu

Les preuves du rôle de l'environnement résidentiel physique tout au long du processus d'autonomie fonctionnelle sont de plus en plus nombreuses. Néanmoins, la façon dont s'articulent les caractéristiques environnementales et individuelles n'est pas claire, malgré les nombreux appels à investiguer plus systématiquement ces potentielles interactions (Roux and Mair 2010; Besser et al. 2017; Daniels et al. 2021). Les effets résidentiels pourraient en effet être différents selon les caractéristiques individuelles et certains individus pourraient être plus

vulnérables aux barrières environnementales. Cette question est cruciale car sa réponse permettra de savoir si les bénéfiques à vivre dans un environnement sans barrière profiteraient davantage à certains individus plutôt qu'à d'autres. Il s'agit de considérer si des interventions visant à rendre l'environnement plus favorable au maintien de l'autonomie fonctionnelle seraient bénéfiques pour toute la population âgée ou uniquement pour certaines catégories. Mieux comprendre comment individu et environnement résidentiel s'articulent face à la perte d'autonomie fonctionnelle permettrait d'anticiper si de potentielles améliorations du quartier pourraient contribuer à accroître ou à diminuer les inégalités individuelles.

Des études ont testé la possibilité que les effets résidentiels varient selon l'état fonctionnel des personnes âgées. Ces études sont rares mais les résultats semblent convergents : les bénéfiques seraient visibles uniquement pour les états fonctionnels les plus détériorés et ce, à partir d'un certain seuil de sévérité (Clarke and George 2005; Clarke et al. 2008; Portegijs et al. 2017). En effet, une étude menée aux États-Unis a montré que l'état des rues n'avait un effet sur la mobilité extérieure que chez les adultes déclarant une limitation physique grave (et aucun effet n'était observé chez ceux sans limitation physique ou qui en présentaient seulement quelques-unes) (Clarke et al. 2008). Une autre étude réalisée aux États-Unis a montré que les personnes âgées ayant des limitations fonctionnelles et vivant dans des quartiers à faible mixité dans l'utilisation des sols⁸ déclaraient avoir plus de restrictions d'activité (de type IADL) ; mais cette association n'était significative que chez les personnes ayant les niveaux de limitations fonctionnelles les plus élevés (Clarke and George 2005). Selon nous, dans ces études, l'état fonctionnel n'est pas défini assez finement et l'utilisation de grandes catégories d'état fonctionnel pourrait conduire à observer cet effet de seuil. Or le modèle d'adéquation Personne-Environnement suggère un effet progressif des pressions environnementales sur les restrictions d'activité plutôt qu'un effet de seuil (Lawton and Nahemow 1973).

Par ailleurs, il est probable que les caractéristiques de l'environnement résidentiel physique aient des effets différents, selon le niveau de ressources socioéconomiques des personnes, dans leurs options et leurs décisions de se déplacer à pied, de sortir, de faire des courses et finalement dans le fait de maintenir leur autonomie fonctionnelle. C'est ce que suggèrent le modèle des ressources collectives et l'hypothèse de la déprivation relative (Stafford and Marmot 2003). Nous n'avons pas trouvé de travaux étudiant ces interactions face aux restrictions d'activité, la plupart des études précédentes s'étant concentrées sur d'autres indicateurs de santé (Smith et al. 2017; Jones et al. 2021; Gullon et al. 2021). Ce qui est d'autant plus étonnant que le statut socioéconomique joue un rôle très important dans le processus de perte d'autonomie fonctionnelle (Arrighi et al. 2017; Serrano-Alarcón and Perelman 2017). De plus, ces études (sur les autres indicateurs de santé) n'ont pas abouti à des conclusions concordantes. Certaines ont suggéré que les effets de l'environnement résidentiel physique

⁸ Des quartiers à forte mixité dans l'utilisation des sols sont des quartiers qui proposent des habitations, des commerces, des bureaux, des loisirs, etc. À l'inverse, les quartiers à faible mixité dans l'utilisation des sols sont par exemple des quartiers principalement résidentiels ou des quartiers de bureaux ou de centres commerciaux qui ne proposent que quelques habitations, etc.

étaient plus importants pour les personnes favorisées, concernant la marche (Smith et al. 2017; Clary et al. 2020), le risque d'obésité (Wong et al. 2018), de limitations motrices (Gayman et al. 2021) et de mortalité (Lin et al. 2021a). A l'inverse d'autres ont montré que les effets résidentiels seraient plus importants pour les personnes défavorisées, concernant le régime alimentaire (Morland et al. 2002), la marche (Cerin et al. 2013b), les risques d'hypertension (Adhikari et al. 2021), d'obésité (Burgoine et al. 2016) et de dépression (Pan et al. 2021). Mais, d'autres études n'ont trouvé aucune différence statistique dans l'association entre l'environnement résidentiel physique et la santé en fonction du statut socioéconomique des individus (Schüle and Bolte 2015; Winters et al. 2015; Jones et al. 2021). Cette absence de différences sociales dans les effets résidentiels pourrait s'expliquer en partie par une sous-estimation des effets résidentiels qui, dans les enquêtes, sont moins finement caractérisés que les caractéristiques individuelles (Macintyre & Ellaway, 2003). Par ailleurs, la ségrégation résidentielle - un petit nombre d'individus du niveau de vie élevé dans les quartiers défavorisés ou un petit nombre d'individus au niveau de vie faible dans les quartiers aisés - pourrait limiter les analyses et la production de résultats robustes (Stafford & Marmot, 2003).

Enfin, des études se sont penchées sur les interactions entre l'environnement résidentiel physique et le sexe et il apparaît que les femmes seraient plus vulnérables aux caractéristiques de leur environnement que les hommes. En effet, les relations semblent plus importantes pour les femmes en matière d'activité physique (Mitra and Nash 2019), de risque d'obésité (Grafova et al. 2008), de limitations motrices et cognitives (Wilson-Genderson and Pruchno 2015; Cherrie et al. 2018; Zhang et al. 2018; Chen et al. 2021) et de restrictions d'activité (Ishikawa et al. 2016). Des études suggèrent également que le genre pourrait modifier le sens des relations entre l'environnement physique résidentiel et le niveau des ressources socioéconomiques face à la santé. Par exemple, une étude américaine portant sur des enfants (n=13 469, 8-11 ans) indique que chez les garçons, une meilleure accessibilité aux parcs est associée à un indice de masse corporelle (IMC) plus faible pour les plus défavorisés et un IMC plus élevé pour les plus favorisés ; l'exact inverse est observé chez les filles (Morgan Hughey et al. 2017). Selon les auteurs, ce résultat est cohérent avec ce que l'on connaît des liens entre IMC et catégorie sociale et, souligne l'importance de considérer le niveau social des populations dans les projets d'aménagement du territoire. De la même façon, une étude belge portant sur 571 558 individus âgés de 16 à 80 ans a trouvé une association entre le niveau de végétalisation du quartier et le risque de mortalité : les plus grands bénéfices à vivre dans un quartier végétalisé ont été observés chez les moins diplômées pour les femmes et chez les plus diplômés chez les hommes (Rodriguez-Loureiro et al. 2021). Ici les auteurs supposent que les femmes dans une position socioéconomique faible passeraient davantage de temps à l'extérieur et autour de leur maison, ce qui les rendraient plus vulnérables à la présence d'espaces verts (De Vries et al. 2003).

2.5. Proposition d'un cadre d'analyse des liens entre environnement résidentiel et autonomie fonctionnelle

Pour savoir quels sont les modèles appropriés et testables des mécanismes liant environnement résidentiel physique et perte d'autonomie fonctionnelle, nous devons penser les chaînes de causalité : par exemple, un trottoir large, bien aménagé peut favoriser la marche et l'activité physique des personnes âgées, l'entretien des fonctions motrices et de l'équilibre et limiter la dégradation des fonctions motrices. Même si on peut se demander si la largeur ou l'entretien d'un trottoir ne sont pas liés aux conditions socioéconomiques du quartier, même si d'autres caractéristiques du quartier favorisant la marche ou l'activité physique entrent en jeu, on voit le processus qui peut lier les caractéristiques des trottoirs et la perte d'autonomie fonctionnelle. Il faut cependant garder à l'esprit qu'il est compliqué de mettre en évidence des effets indépendants tant les différentes dimensions environnementales sont imbriquées.

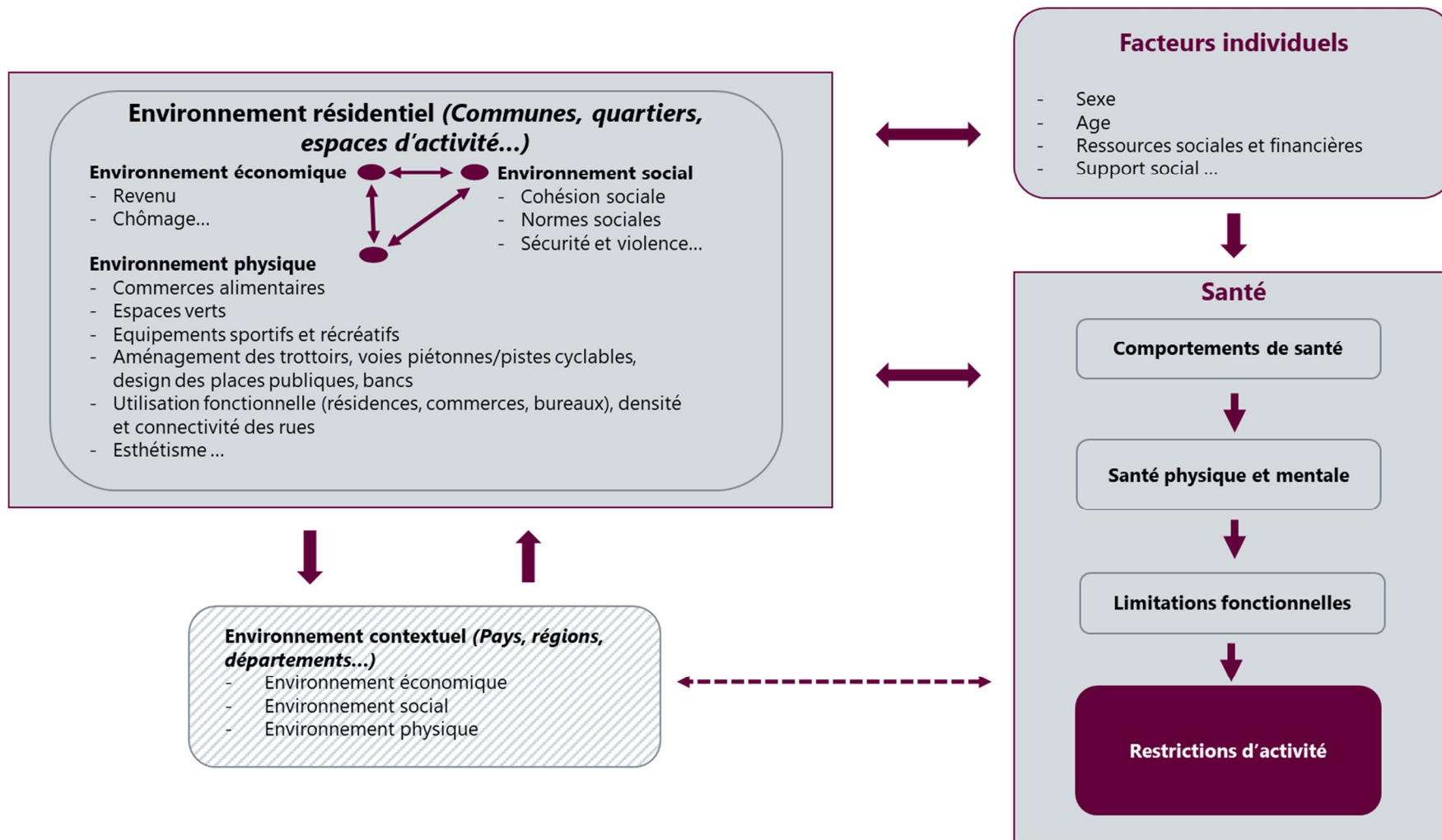
La Figure 7 résume schématiquement les mécanismes à travers lesquels l'environnement résidentiel pourrait contribuer aux restrictions d'activité et aux inégalités face aux restrictions d'activité. Elle reprend la Figure 1 proposée en « Introduction générale » en se focalisant sur l'échelle résidentielle. Comme suggéré par la littérature, il existe plusieurs mécanismes qui se renforcent voire peuvent entrer en compétition tout au long de la vie et tout au long du processus de perte d'autonomie fonctionnelle. Les différentes dimensions économiques (comme le niveau de richesse), sociales (comme la cohésion sociale) et physiques (comme l'accès aux ressources) de l'environnement résidentiel sont très liées les unes aux autres, sont susceptibles d'interagir entre elles et de se renforcer les unes avec les autres. Par exemple, une bonne cohésion sociale entre voisins peut les amener à se regrouper et à plaider pour la piétonnisation des rues de leur quartier, qui à leur tour peuvent favoriser les relations sociales dans le quartier. Toutefois, il semblerait que ces relations ne soient pas systématiques et soient plus complexes. En effet, il semblerait que les désavantages ou les avantages environnementaux ne soient pas tous regroupés dans un même quartier. Ainsi un même quartier pourrait présenter à la fois des barrières et des facilitateurs environnementaux qui contribueraient d'un côté à accélérer et de l'autre à ralentir le processus de perte d'autonomie fonctionnelle.

Certaines caractéristiques du quartier peuvent jouer un rôle ponctuel (comme la présence de fast-foods qui peut influencer sur le régime alimentaire et à terme sur les risques d'obésité) ; tandis que d'autres peuvent jouer un rôle tout le long du processus de perte d'autonomie fonctionnelle (comme les espaces verts qui exercent une influence sur la marche, l'activité physique, l'obésité, les maladies cardiovasculaires, la santé mentale, les compétences cognitives...). Le temps d'impact peut différer selon l'indicateur considéré ainsi que selon l'indicateur de santé considéré (les délais des effets des espaces verts peuvent être assez longs si l'on considère les maladies cardiovasculaires mais plus rapides si l'on considère l'activité physique). Il est également probable que les facteurs résidentiels soit liés aux facteurs contextuels sans que l'on sache vraiment aujourd'hui évaluer l'importance et l'articulation de ces associations (Noordzij et al. 2019).

Il n'y a pas de raison *a priori* pour que les effets résidentiels soient les mêmes pour tous les individus. Certains individus peuvent présenter des caractéristiques qui les rendent plus vulnérables aux conditions défavorables du quartier. De plus, une même caractéristique peut être délétère ou favorable à la santé selon l'état fonctionnel de la personne âgée (par exemple, la présence d'escaliers peut obliger une personne âgée avec des difficultés à marcher à rallonger son trajet pour le contourner voire l'empêcher de se déplacer ; pour une personne en bonne santé, les escaliers peuvent favoriser la musculature des membres inférieurs et réduire le déclin des fonctions motrices).

Les associations inverses peuvent également être envisagées. L'état de santé fonctionnel d'une population peut conduire à modifier les caractéristiques résidentielles. Par exemple, un nombre de plus en plus important de personnes âgées très dépendantes peut conduire une commune à aménager des rampes d'accès devant les bâtiments publics, à installer davantage de bancs. De plus, les caractéristiques socioéconomiques des résidents peuvent également conduire à l'installation ou à la disparition de certaines ressources et commerces.

Figure 7. Cadre théorique d'analyse des liens entre perte d'autonomie fonctionnelle et environnement résidentiel



Note : Les caractéristiques environnementales et individuelles sont mentionnées à titre d'exemple ; ces listes ne sont pas exhaustives.

CHAPITRE 3. SYNTHÈSE, HYPOTHESES ET OBJECTIFS DE LA THESE

Synthèse

Dans un contexte de politiques de maintien à domicile, le développement de cadres de vie propices à un vieillissement en bonne santé rencontre de plus en plus d'intérêt dans la recherche ainsi que dans les politiques publiques. La convergence de deux tendances contribue à en faire un axe de travail important : le vieillissement de la population et la reconnaissance du rôle de l'environnement dans les risques de mauvaise santé et d'incapacité des personnes âgées.

Le processus de perte d'autonomie fonctionnelle est le fruit d'interactions complexes entre l'individu âgé et l'environnement dans lequel l'individu âgé vit actuellement et dans lesquels il a vécu par le passé. Plusieurs modèles conceptuels ont théorisé les mécanismes par lesquels les facteurs environnementaux pouvaient contribuer à l'autonomie fonctionnelle aux âges élevés. Ces facteurs environnementaux peuvent agir à différentes échelles géographiques (à l'échelle contextuelle et résidentielle), sans que l'on sache actuellement comment ces différents niveaux géographiques peuvent s'influencer mutuellement. L'environnement comporte plusieurs dimensions (économiques, sociales et physiques) qui sont susceptibles de s'influencer et de se renforcer mutuellement. Les individus peuvent à leur tour influencer leur environnement (par leurs caractéristiques économiques, sociales et de santé).

Malgré un intérêt grandissant pour la recherche sur les liens entre environnement et autonomie fonctionnelle, nous avons identifié des manques dans la littérature. Tout d'abord, contrairement à d'autres pays, il n'existe aucune étude en France permettant d'évaluer l'ampleur des inégalités infranationales face à l'autonomie fonctionnelle en les liant à des caractéristiques territoriales. Par ailleurs, si le rôle des caractéristiques socioéconomiques des territoires est bien identifié pour expliquer les différences territoriales, celui de l'offre en santé reste peu étudié avec des résultats non cohérents. Concernant l'échelle résidentielle, les preuves ne sont pas assez nombreuses pour nous permettre de comprendre comment l'environnement du quartier interagit avec les caractéristiques des individus face à l'autonomie fonctionnelle.

Des interventions visant à améliorer les cadres de vie pourraient faire partie des politiques publiques permettant de favoriser l'autonomie fonctionnelle des personnes âgées. C'est pourquoi, nous nous concentrons sur des facteurs modifiables par des interventions, à savoir les caractéristiques physiques (l'offre en santé à l'échelle du département ; l'aménagement urbain et l'accès aux ressources et équipements à l'échelle résidentielle). Comprendre comment la perte d'autonomie fonctionnelle est distribuée dans les départements et comment elle est associée à l'offre en santé peut renseigner les pouvoirs publics sur l'identification des aires géographiques devant être ciblées par des interventions et sur l'allocation de ressources. Observer comment les facteurs environnementaux résidentiels interagissent avec les individus peut permettre de savoir à qui peut profiter d'éventuelles modifications de l'environnement

physique et d'anticiper si elles contribueront à l'accentuation ou à la réduction des inégalités entre les individus.

Hypothèses et objectifs de la thèse

L'objectif général de cette thèse est de contribuer à la connaissance sur les possibles actions environnementales permettant de favoriser l'autonomie fonctionnelle des personnes âgées. Au regard des modèles conceptuels que nous mobilisons, des preuves et des manques identifiés dans la littérature, des cadres théoriques d'analyse que nous avons proposés, nous avons formulé les hypothèses de recherche et les trois objectifs spécifiques suivants.

Par rapport à la littérature existante, nous supposons qu'à l'échelle des territoires, les chances de maintenir son autonomie fonctionnelle seront associées aux conditions socioéconomiques mais aussi, à l'offre en services de santé et en soins de support des personnes âgées. Concernant les conditions socioéconomiques, nous nous attendons à retrouver les associations déjà mises en évidence dans la littérature : les départements avec des conditions socioéconomiques défavorables devraient présenter des niveaux de restrictions d'activité élevés (hypothèse 1). Concernant l'offre en santé, nous nous attendons à des associations complexes. D'un côté, on s'attend à ce que les territoires bien dotés en services de soins et santé soient associés à de nombreuses années en bonne santé. Mais on peut également supposer que l'offre en matière de santé soit associée à davantage d'années avec des restrictions d'activité du fait de mécanismes d'adéquation de l'offre aux besoins, de vieillissement et de sélection de la population résidente. Nous supposons aussi que le sens des associations sera différent selon l'indicateur d'offre en santé considéré (hypothèse 2) : l'offre en masseurs-kinésithérapeutes, dans le cadre d'actions de prévention du déclin fonctionnel, pourrait être associée à des espérances de vie sans restriction d'activité plus longues ; à l'inverse, l'offre en infirmiers libéraux et en soins de support aux personnes âgées pourrait être associée avec davantage d'années en restrictions d'activité. Pour tester ces hypothèses de recherche, nous avons produit une première étude à l'échelle des départements (car c'est au niveau départemental que sont gérées les politiques d'aide aux personnes âgées dans leurs activités quotidiennes). Dans cette étude, nous mesurons l'autonomie fonctionnelle par l'indicateur des espérances de vie sans incapacité qui permet de tenir compte à la fois de la longévité et des années vécues avec et sans restriction d'activité. Compte-tenu de la littérature existante, nous étudions simultanément les caractéristiques socioéconomiques et d'offre en santé des départements. L'objectif de cette première étude sera d'investiguer les associations à l'échelle des départements entre les espérances de vie avec et sans restriction d'activité et les caractéristiques économiques, d'offre de soins et de services de support pour les personnes âgées.

Par rapport au modèle d'adéquation Personne-Environnement (*P-E fit*) et à la littérature existante, nous supposons que l'environnement résidentiel physique interagit avec les caractéristiques des individus et notamment avec leur état fonctionnel. Nous supposons que l'environnement résidentiel physique contribue aux restrictions d'activité tout au long du

gradient de l'état fonctionnel et pas seulement au-delà d'un seuil de gravité donné. En ligne avec le modèle *P-E fit*, nous supposons que plus l'état fonctionnel sera détérioré, plus les barrières environnementales seront susceptibles d'être problématiques (hypothèse 3). Cependant, nous nous attendons à ce que les états fonctionnels très détériorés génèrent des restrictions d'activité et un recours à l'aide d'une tierce personne, quelle que soit la qualité de l'environnement (hypothèse 4). Ces hypothèses de recherche sont testées dans une deuxième étude réalisée à l'échelle résidentielle. Par rapport à la littérature existante, nous nous concentrerons sur des activités du quotidien réalisées en extérieur et différentes mesures de l'environnement physique résidentiel. L'objectif de cette deuxième étude d'examiner si et comment la présence de barrières environnementales dans l'environnement résidentiel interagit avec le déclin fonctionnel face à l'autonomie fonctionnelle des personnes âgées.

Par rapport à la littérature existante, nous supposons également que l'environnement physique résidentiel interagit avec les caractéristiques socioéconomiques des individus. En ligne avec le modèle de ressources collectives, nous supposons que vivre dans des environnements comportant des barrières présentera davantage d'inconvénients pour les adultes âgés moins diplômés (car plus dépendants de leur environnement résidentiel) que pour les plus diplômés (plus susceptibles de s'adapter en faisant appel à des ressources privées) (hypothèse 5). Nous supposons ainsi que les inégalités individuelles et environnementales se cumuleront face aux restrictions d'activité. Sous cette hypothèse, les environnements sans barrières pourraient contribuer à atténuer les inégalités sociales observées face à l'autonomie fonctionnelle. Toutefois, nous nous attendons à ce que ces inégalités sociales ne soient réduites que faiblement : une fois les premiers problèmes fonctionnels apparus, les personnes âgées pourraient devenir particulièrement dépendantes de leur quartier pour les activités extérieures, et ce quelles que soient leurs ressources personnelles (hypothèse 6). Pour tester ces hypothèses de recherche, nous avons réalisé une troisième étude. Comme pour la deuxième étude, nous nous concentrons sur des activités du quotidien réalisées en extérieur et différentes mesures de l'environnement physique. Le statut socioéconomique sera approché par le niveau de diplôme. L'objectif de cette troisième étude sera d'examiner si et comment la présence de barrières environnementales dans l'environnement résidentiel interagit avec le niveau de diplôme face à l'autonomie fonctionnelle des personnes âgées.

PARTIE 2. DONNEES, INDICATEURS ET DEMARCHE D'ANALYSE

Chacune des trois études réalisées dans cette thèse a mobilisé un seul et même dispositif statistique : le dispositif d'enquêtes CARE. Elles ont ainsi en commun les aspects méthodologiques de collecte, les caractéristiques des données et les indicateurs qu'elles permettent de construire. Pour limiter les redondances, nous avons rassemblé dans cette deuxième partie la description du dispositif, des données et des indicateurs en spécifiant la manière dont chacune des trois études les mobilise. Un tableau récapitulatif présenté à la fin de la Partie 2 résume les caractéristiques des enquêtes et la démarche entreprise dans chaque étude. Les stratégies d'analyse, propres à chacune des études, sont détaillées dans la Partie 3 consacrée aux résultats.

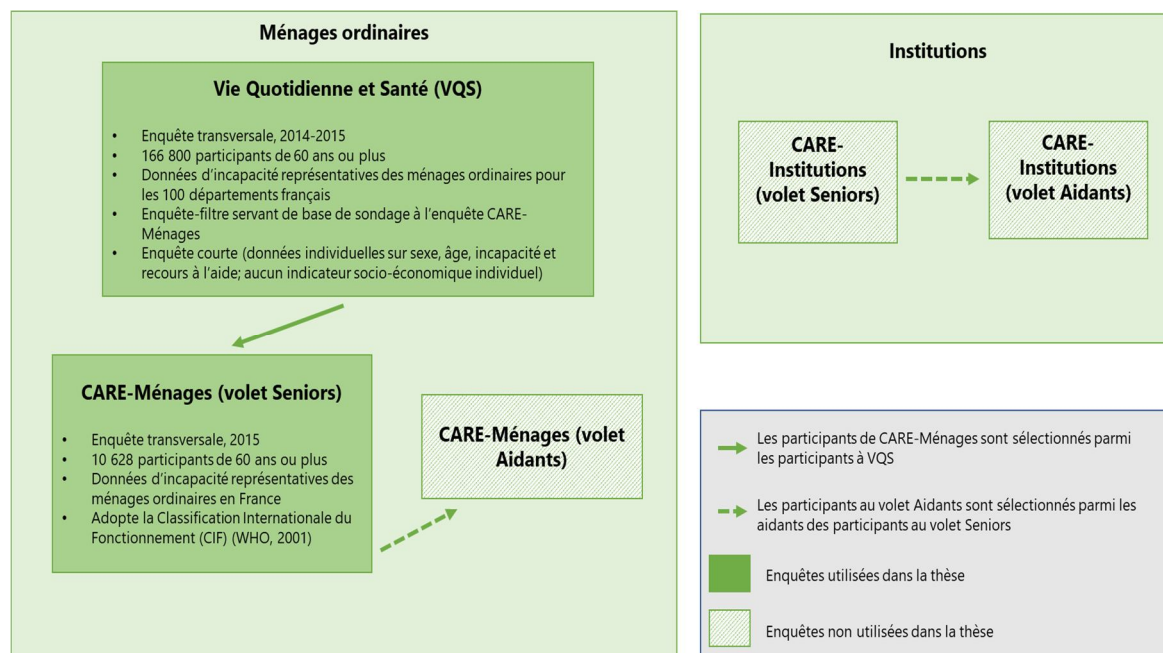
CHAPITRE 1. ENQUETES DU DISPOSITIF CARE

En 2014-2015, la Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (Drees) a conçu le dispositif CARE, composées de plusieurs enquêtes liées, menées par l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee) et soutenues par la Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie (CNSA). L'objectif de ces enquêtes est de mieux connaître les conditions de vie et de santé des personnes âgées de 60 ans ou plus.

Le dispositif d'enquêtes comprend plusieurs enquêtes : une première enquête courte intitulée Vie Quotidienne et Santé (VQS, 2014) permet de caractériser la population française au regard de son état fonctionnel et sert de base de sondage à l'enquête CARE conduite en ménages ordinaires ; l'enquête CARE-Ménages conduite en 2015 se compose d'un volet « seniors » et d'un volet « aidants » ; l'enquête CARE-Institutions 2016 porte sur les résidents d'établissements pour personnes âgées avec également un volet « seniors » et un volet « aidants » (Figure 8).

Cette thèse s'appuie sur les données des enquêtes conduites à domicile, à savoir les enquêtes VQS et CARE-Ménages (volet senior). Ces enquêtes sont obligatoires, reconnues d'intérêt public et approuvées pour sa qualité statistique par le CNIS (Conseil National de l'Information Statistique)⁹. Tous les participants sont informés de l'enquête avant la collecte des données et, en accord avec le RGPD, ont un droit d'accès et de rectification.

Figure 8. Vue d'ensemble des enquêtes du dispositif CARE



⁹ Les mentions légales et les droits d'accès sont consultables : <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/sources-outils-et-enquetes/les-enquetes-capacites-aides-et-ressources-des-seniors-care> (vu le 14/02/2023)

CHAPITRE 2. ENQUETE VQS, MOBILISEE DANS L'ETUDE DEPARTEMENTALE

Objectifs de l'enquête VQS

L'enquête VQS est la première grande enquête nationale en France qui fournit des données de santé et d'incapacité représentatives des ménages pour chacun des 100 départements français (métropole et départements d'Outre-Mer). Cette enquête transversale a été menée entre fin 2014 et début 2015. Elle a interrogé 166 800 hommes et femmes âgés de 60 ans ou plus résidant à domicile, 60 ans étant l'âge minimum pour prétendre à des droits spécifiques à la dépendance (comme l'APA ou l'action sociale des caisses de retraite...).

VQS est une enquête courte (24 questions) qui fournit des informations sur le sexe, l'âge, l'état fonctionnel des participants ; mais aucune information socioéconomique n'est recueillie. En effet, l'objectif de VQS est de caractériser l'état de santé fonctionnelle d'un très large échantillon de répondants, représentatif de la population française au niveau national mais aussi au niveau départemental (métropole et Outre-mer). Un second objectif de VQS est de créer une base de sondage, utilisée pour sur-représenter les personnes avec des difficultés fonctionnelles dans l'enquête CARE-Ménages (habituellement en faible nombre dans les enquêtes ordinaires). La Drees a calculé des pondérations individuelles pour tenir compte du plan d'échantillonnage de l'enquête et des non-réponses (Carrère et al. 2015).

Représentative à l'échelle du département, l'enquête VQS permet des analyses à l'échelle du département, mais permet d'apprécier moins finement les caractéristiques individuelles que l'enquête CARE-Ménages (qui n'est représentative qu'au niveau national).

Mesure de la perte d'autonomie fonctionnelle dans VQS

Pour nos analyses départementales (étude 1), nous appréhendons la perte d'autonomie fonctionnelle, à partir d'un indicateur synthétique de restriction d'activité le « GALI » (Global activity limitation indicator).

Cet indicateur a été développé dans un contexte de création d'un ensemble cohérent d'indicateurs synthétiques permettant de suivre la santé des populations en Europe en intégrant les dimensions de santé perçue, de morbidité et de santé fonctionnelle (qui nous intéresse ici) (Robine et al. 2003). Un module de trois questions définissant le mini-module européen a été proposé et, depuis les années 2000, est introduit dans de nombreuses enquêtes en Europe. L'objectif de la question sur la santé fonctionnelle était de proposer un indicateur susceptible de mesurer des situations de restrictions d'activité en une seule question. Il ne s'agissait pas de se concentrer sur les restrictions les plus sévères, telles que celles touchant aux soins personnels (type ADL) mais d'élargir la cible d'intérêt pour refléter des difficultés aux différents âges de la vie. La question est formulée de la façon suivante : « Etes-vous limité(e), depuis au moins six mois, à cause d'un problème de santé, dans les activités que les gens font

habituellement ? 1) Non ; 2) Oui, un peu ; 3) Oui, fortement. » Très associé aux mesures des ADL et IADL, le GALI a été évalué par plusieurs travaux comme pertinent pour mesurer les restrictions d'activité (Jagger et al. 2010; Berger et al. 2015; Van Oyen et al. 2018; Hsiao et al. 2019).

Le court questionnaire de l'enquête VQS intègre le mini-module européen (et donc le GALI) mais ne permet pas de mesurer les restrictions d'activités à travers l'ensemble des ADL ou IADL. Les participants à l'enquête VQS sont en effet amenés à se prononcer sur les difficultés rencontrées sur seulement trois activités : se laver seul, sortir de son logement et résoudre les problèmes de la vie quotidienne. Nous avons donc choisi de nous concentrer sur le GALI qui est aujourd'hui très utilisé en santé publique dans les études françaises et européennes. Il est également très utilisé par les institutions européennes dans les estimations annuelles des espérances de vie en santé dans les états membres (Bogaert et al. 2018). Dans l'étude 1, nous avons considéré comme ayant des restrictions d'activité les répondants déclarant être « (2) limités mais pas fortement » ou « (3) fortement limités ».

Indicateurs individuels de VQS

Outre des informations sur l'état de santé, peu d'informations socio-démographiques sont recueillies. Par exemple, nous n'avons aucune information sur le niveau socioéconomique du participant. Nous avons donc retenu dans cette étude départementale le sexe et l'âge, qui comme décrit en Partie 1, sont particulièrement associés au processus de perte d'autonomie fonctionnelle. Le sexe sera utilisé pour produire des estimations dans les années vécues avec et sans restriction d'activité pour les hommes et pour les femmes. L'âge sera intégré dans la production de ces estimations.

Indicateurs environnementaux (départementaux)

Pour investiguer les associations à l'échelle des départements entre les restrictions d'activités et les caractéristiques économiques, d'offre de soins et de services de support pour les personnes âgées, nous avons retenu les indicateurs suivants. Tous ces indicateurs sont disponibles en ligne sur les sites institutionnels des agences concernées.

1. Dimension socioéconomique

Nous avons approché la dimension socioéconomique de l'environnement grâce à neuf indicateurs socioéconomiques recueillis pour les 100 départements (Tableau 1) :

- Le potentiel fiscal par habitant : cet indicateur est calculé à partir des taxes locales disponibles pour l'investissement dans des services et des projets locaux. Il est donc lié à la richesse des départements et à leur autonomie financière vis-à-vis du financement ou de la dette de l'Etat. Un potentiel fiscal très élevé indique une plus grande richesse potentiellement mobilisable pour contribuer au budget ou au financement de services et de projets. Cet indicateur permet de mesurer une partie des inégalités dans les

ressources entre les départements, mais ne permet pas de renseigner les différences dans la mobilisation de ces ressources. Il ne donne pas non plus d'information sur le niveau de richesse des habitants du département.

- Le ratio d'ouvriers sur les professions intellectuelles supérieures dans la population active : cet indicateur reflète la structure socioprofessionnelle du département, en soulignant la sur ou sous-représentation d'emplois moins ou non qualifiés davantage à risque de mauvaises conditions de travail que les emplois très qualifiés.
- Le taux de non-emploi parmi les 15-64 ans (chômeurs ou inactifs) : cet indicateur est la somme du taux de chômage et d'inactifs (étudiants ou retraités ne travaillant pas, personnes au foyer, personnes en incapacité de travailler...) parmi les 15-64 ans. Il reflète le contexte économique du département et peut signaler un niveau de ressources collectives plus faible.
- La proportion de personnes vivant dans des grandes aires urbaines : selon la définition de l'Insee, une grande aire urbaine est « un ensemble de communes, d'un seul tenant et sans enclave, constitué par un pôle urbain (unité urbaine) de plus de 10 000 emplois, et par des communes rurales ou unités urbaines (couronne périurbaine) dont au moins 40 % de la population résidente ayant un emploi travaille dans le pôle ou dans des communes attirées par celui-ci¹⁰ ». Les grandes aires urbaines correspondent donc à des zones géographiques avec de grandes opportunités d'emploi démontrant d'une activité économique importante (Floch and Levy 2011) et avec de nombreuses ressources, notamment en services de santé de haute qualité, comme les hôpitaux ou les spécialistes (Coldefy 2011; Vigneron 2013). Dans cette étude, nous supposons que la proportion de personnes vivant dans des grandes aires urbaines reflète la dynamique économique du département et la disponibilité de services de santé de haute qualité.

2. Ressources et équipements socio-sanitaires

Nous avons collecté, pour les 100 départements, cinq indicateurs permettant de caractériser l'offre en services en santé et de services en support pour les personnes âgées :

- La densité de médecins généralistes (MG) pour 1 000 habitants ;
- La densité de masseurs-kinésithérapeutes (MK) pour 1 000 habitants ;
- La densité d'infirmiers libéraux pour 1 000 habitants ;
- La densité de services de soins infirmiers à domicile (SSIAD) fournissant des soins infirmiers (pansements, distribution de médicaments, injections...) et personnels (notamment d'hygiène et de confort) pour 1 000 habitants âgés de 75 ans ou plus ;

¹⁰ Consulté le 06 février 2023 : <https://www.insee.fr/fr/information/2115011>

- Le nombre d'heures de services à domicile (SAD) pour personnes âgées dépendantes, correspondant à l'assistance pour réaliser les activités principales quotidiennes (ménage, courses alimentaires mais aussi aide à la toilette préparation des repas), en excluant les interventions prescrites par un médecin, pour 1 000 habitants âgés de 75 ans ou plus.

Tableau 1. Statistiques descriptives pour les neuf indicateurs départementaux

	Minimum	Moyenne	Médiane	Maximum	Corrélations de Pearson								
					(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Potentiel fiscal (1)	254,4	492,9	477,7	1069,2	1,0								
Ratio d'ouvriers sur les cadres et professions intellectuelles supérieures (2)	0,4	1,6	1,7	2,4	-0,7	1,0							
Taux non-emploi (3)	28,4	36,9	36,2	59,5	-0,4	0,3	1,0						
Part de la population vivant dans des grandes aires urbaines (4)	0,1	71,2	75,9	100,0	0,5	-0,7	0,1	1,0					
Densité de MG (5)	0,5	0,9	0,9	1,6	0,2	-0,2	-0,1	0,0	1,0				
Densité de MK (6)	0,3	0,8	0,8	1,7	0,3	-0,4	0,0	0,2	0,8	1,0			
Densité d'infirmiers libéraux (7)	0,5	1,5	1,3	4,3	-0,2	0,2	0,4	-0,2	0,5	0,6	1,0		
Densité de SSIAD (8)	12,6	19,9	19,3	30,4	-0,2	0,3	0,1	-0,4	0,1	-0,2	-0,1	1,0	
Niveau de SAD (9)	8,5	29,8	29,3	100,1	-0,2	0,2	0,3	0,0	0,2	0,1	0,3	0,1	1,0

Sources : ⁽¹⁾ INSEE, 2017 ; ⁽²⁾ INSEE, Recensement principal (RP) 2014, analyses complémentaires ; ⁽³⁾ INSEE, RP 2014 analyse principale. INSEE, taux de chômage localisés ; Enquête Emploi DOM ; ⁽⁴⁾ Base des aires urbaines 2010 (modifiée en 2010) fusionnée avec le nombre d'habitant par communes 2013 ; ⁽⁵⁾ INSEE, Base Permanente des Équipements (BPE) 2017 et RP 2015 ; ⁽⁶⁾ CNAMTS, SNIIR-AM 2013 ; ⁽⁷⁾ INSEE, BPE 2017 et RP 2015 ; ⁽⁸⁾ DREES-DRJSCS et INSEE RP 2015 ; ⁽⁹⁾ Base de données DGE-NOVA 2014 (base de données exhaustive des services d'aide à domicile exerçant au moins une activité d'aide soumise à un agrément).

CHAPITRE 3. ENQUETE CARE-MENAGES, MOBILISEE DANS LES ETUDES RESIDENTIELLES

Objectif de l'enquête CARE-Ménages

Menée en 2015, l'enquête CARE-Ménages porte sur un échantillon de 10 628 hommes et femmes âgés de 60 ans ou plus, représentatifs de la population âgée vivant en ménages ordinaires. CARE-Ménages ayant notamment pour objectif de suivre l'évolution du nombre de personnes âgées dépendantes, les personnes avec des difficultés fonctionnelles y sont sur-représentées. Pour cela, l'enquête VQS a servi de base de sondage. La participation à l'enquête CARE-Ménages est de 71 %. Les pondérations ont été calculées par la Drees à un niveau individuel pour tenir compte de la non-réponse et des probabilités inégales d'échantillonnage (par sexe, âge et état fonctionnel). L'enquête a adopté le modèle conceptuel de la Classification Internationale du Fonctionnement (CIF) (Nagi 1976; Wood and Badley 1978; Verbrugge and Jette 1994; World Health Organization 2001). Les participants ont été interrogés en face-à-face pour collecter des informations sur leur état de santé mais aussi sur leurs perceptions de l'environnement proche et immédiat. L'enquête a été appariée *a posteriori* par la Drees avec des bases de données contextuelles incluant les temps d'accès aux commerces, services de santé les plus proches (Base permanente des équipements (BPE), Insee) à partir de la commune de résidence des répondants.

Mesure de la perte d'autonomie fonctionnelle dans CARE-Ménages

1. Indicateur de restrictions d'activité du quotidien en extérieur

Pour nos analyses à l'échelle résidentielle (études 2 et 3), nous avons mobilisé l'enquête CARE-Ménages qui offre l'opportunité de mesurer les restrictions d'activité sur la base des activités élémentaires (ADL) et instrumentales (IADL) de la vie quotidienne (Katz et al. 1963; Lawton and Brody 1969). Les participants ont déclaré leurs difficultés à réaliser par eux-mêmes (même en utilisant les dispositifs d'aide habituels) une liste d'activités avec la formulation suivante : « Avez-vous des difficultés à réaliser *l'activité* seul (même en utilisant vos aides habituelles) ? Non, aucune difficulté ; Oui, quelques difficultés ; Oui, beaucoup de difficultés ; Oui, et je ne peux pas le faire seul ». Les répondants à l'enquête doivent auto-évaluer leurs difficultés sur sept ADLs (comme se laver seul, s'habiller seul, manger seul, etc.) et dix IADLs (comme sortir de son logement seul, faire ses courses seul, faire les tâches ménagères seul ou encore utiliser son téléphone seul, etc.) (l'ensemble des ADL et IADL sont détaillées en Annexe 4). Ces questions permettent d'évaluer les restrictions d'activité que les personnes rencontrent en utilisant leurs aides habituelles, qui pourraient compenser les limitations fonctionnelles et réduire le risque de restrictions d'activité (Verbrugge et al. 1997; Agree and Freedman 2003). En ce sens, les réponses reflètent les difficultés réelles rencontrées par les individus qui déploient leurs capacités habituelles. Par la suite, il a été demandé aux participants ayant répondu positivement s'ils recevaient l'aide de quelqu'un d'autre, ce qui permet de collecter

une information sur le recours à l'aide. Ces deux questions nous ont permis de construire un indicateur à trois modalités : pas de difficultés ; difficultés mais pas de recours à l'aide ; difficultés et recours à l'aide (ce terme est renommé dans la suite de la thèse par « recours à l'aide »). La distinction entre "rencontrer des difficultés" et "recours à l'aide" nous a permis d'examiner plus en détail la question de l'autonomie fonctionnelle dans les activités. Ces trois niveaux peuvent refléter un gradient de sévérité selon l'hypothèse que les personnes déclarant une aide sont plus sévèrement limitées que celles n'en déclarant pas, même si elles rencontrent des difficultés à réaliser l'activité (hypothèse que nous discuterons).

Un autre apport de notre recherche est de sélectionner parmi les activités ADL et IADL celles qui sont le plus pertinentes dès lors que l'on étudie le rôle joué par l'environnement résidentiel sur les restrictions d'activités. En effet, beaucoup d'études mobilisent des mesures globales des restrictions d'activité (à savoir la présence d'au moins une activité sévère dans les ADL et/ou IADL) et ne sélectionnent pas les activités directement en prise avec l'environnement résidentiel. Or, si chercher à évaluer un lien entre la qualité des trottoirs et se déplacer en extérieur peut être pertinent, ce n'est plus le cas dès lors que l'on considère des activités d'intérieur (comme s'habiller seul) ou non liées à l'environnement (comme utiliser son téléphone). Selon nous, il est nécessaire de proposer, avant de tester les associations, une réflexion sur les indicateurs de restrictions d'activité et sur les activités pertinentes à considérer.

Ainsi, parmi l'ensemble des IADL évaluées dans l'enquête CARE-Ménages, nous avons sélectionné quatre activités de la vie quotidienne ayant des liens potentiels avec l'environnement extérieur que nous avons nommées OADL pour *outdoor activity daily living*. Ces OADL sont : faire ses courses, sortir de chez soi, utiliser les transports en commun, effectuer des démarches administratives (la réalisation de cette dernière activité peut être conditionnée par l'accès à la poste ou à la banque - notamment pour les personnes âgées de 70 ans ou plus, dont la moitié n'utilise pas Internet en France (Albérola et al. 2019)). Comme il est fréquent qu'une partie de la population âgée n'assume pas la responsabilité des courses ou n'effectue pas de démarches administratives dans la vie quotidienne (Sheehan and Tucker-Drob 2019), il a été demandé aux personnes qui déclaraient ne pas faire ces activités si c'était « principalement en raison de leur état de santé ou de leur âge » ; si la réponse était négative, nous les avons classées comme n'ayant pas de difficulté.

Comme cela a été fait dans des précédentes études (Norburn et al. 1995; Freedman et al. 2011b; Brenner and Clarke 2019; Marfeo et al. 2020), nous avons créé un indicateur synthétique combinant les réponses pour chacune de ces quatre activités extérieures et retenant la performance la plus faible. Nous avons ainsi construit un indicateur à trois niveaux pour identifier les participants qui ont eu recours à de l'aide ou qui ont rencontré des difficultés (avec des appareils d'assistance s'ils ont été utilisés) : pas de difficultés pour aucune des quatre OADL, difficultés pour au moins une OADL mais pas de recours à de l'aide pour aucune des 4 OADL, recours à de l'aide pour au moins une des OADL. La création de cet indicateur OADL est un véritable apport au regard de ce qui a été fait jusqu'à présent dans la littérature.

Le Tableau 2 montre que la moitié des personnes âgées de 60 ans ou plus rencontrent des difficultés à réaliser seul l'une des quatre OADL. Ceux qui rencontrent des difficultés sont souvent aidés par une tierce personne et c'est notamment le cas pour la réalisation des courses, des tâches administratives et l'utilisation des transports publics.

Tableau 2. Distribution des difficultés et du recours à l'aide pour chacune des activités extérieures sélectionnées et pour l'indicateur synthétique. Enquête CARE-Ménages (60+ avec au moins une limitation fonctionnelle sévère), 2015, France.

	Pas de difficultés OADL	Difficultés mais pas de recours à l'aide	Recours à l'aide
	N (%)	N (%)	N (%)
Faire les courses seul	2 601 (61,5)	870 (9,3)	3 980 (29,2)
Sortir de son logement	4 006 (75,9)	1 627 (12,2)	1 818 (11,9)
Utiliser les transports publics	3 164 (67,5)	1 761 (14,0)	2 526 (18,5)
Effectuer des démarches administratives	3 938 (73,0)	617 (5,9)	2 896 (21,1)
Indicateur synthétique	1 964 (52,5)	966 (11,6)	4 521 (35,9)

Note : % sont pondérés

Lecture : Parmi les 60 ans ou plus avec au moins une limitation fonctionnelle sévère, 61,5% n'ont pas de difficultés à faire leurs courses et 29,2% recourent à de l'aide pour cette activité

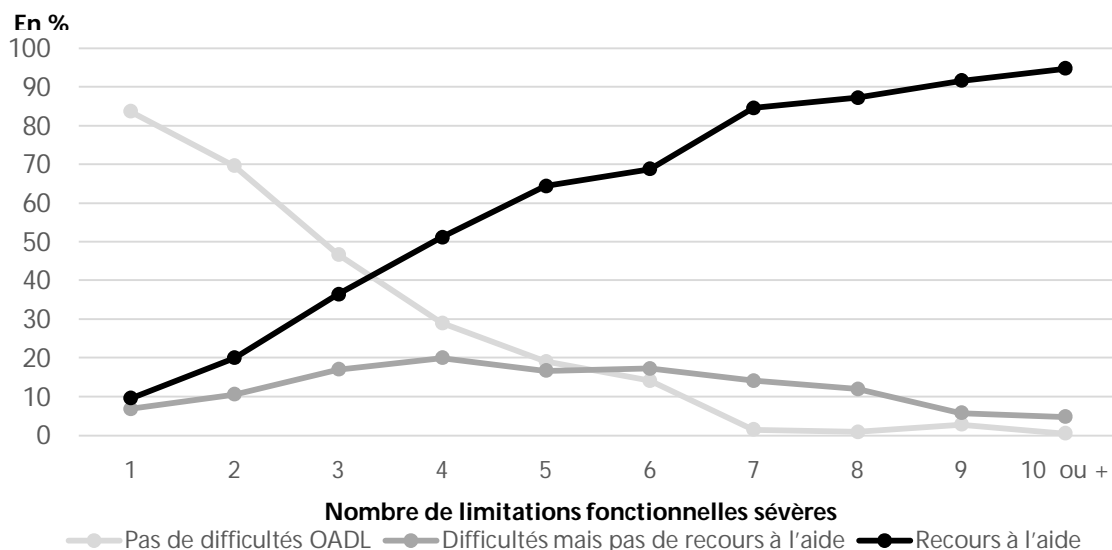
La Figure 9 permet de confirmer l'hypothèse d'un gradient de sévérité entre les difficultés à réaliser une activité sans et avec recours à une aide. La part de personnes ne déclarant aucune difficulté dans la réalisation d'OADL décroît graduellement avec le nombre de limitations fonctionnelles sévères (avec un seuil observé à partir de 7) ; de plus, la part de personnes déclarant recourir à de l'aide pour réaliser ces activités croît graduellement avec le nombre de limitations fonctionnelles. Enfin, la part de personne déclarant des difficultés sans aide semble connaître une légère variation en forme de cloche avec un maximum atteint pour les états fonctionnels moyennement détériorés et des valeurs minimales pour les états les moins et les plus dégradés.

Toutefois ne pas déclarer de difficultés dans les OADL ne signifie pas n'éprouver aucune difficulté dans d'autres domaines : parmi ceux qui ne déclarent aucune difficulté dans les OADL, 15% déclarent des difficultés dans au moins une autre des activités dites instrumentales (IADL) et 13% dans les activités relevant davantage des soins personnels (ADL) (Figure 10). En revanche, on observe que ceux qui ont recours à de l'aide dans les activités extérieures sont 60% à également déclarer des restrictions dans les ADL.

Nous sommes conscients des limites que peut comporter cette hypothèse de gradient de sévérité. La catégorie "difficultés mais pas de recours à l'aide" pourrait comprendre des personnes qui sous-estiment l'aide reçue parce qu'elle leur semble naturelle ou sans importance (Cranswick and Dosman 2008) et des personnes dont le besoin d'aide n'a pas été

satisfait (Bohns and Flynn 2010; Liu et al. 2012). La catégorie "recours à l'aide" pourrait également inclure les personnes qui ont été aidées mais qui n'en avaient pas nécessairement besoin. Nous discuterons de nos résultats en tenant compte de ces limites.

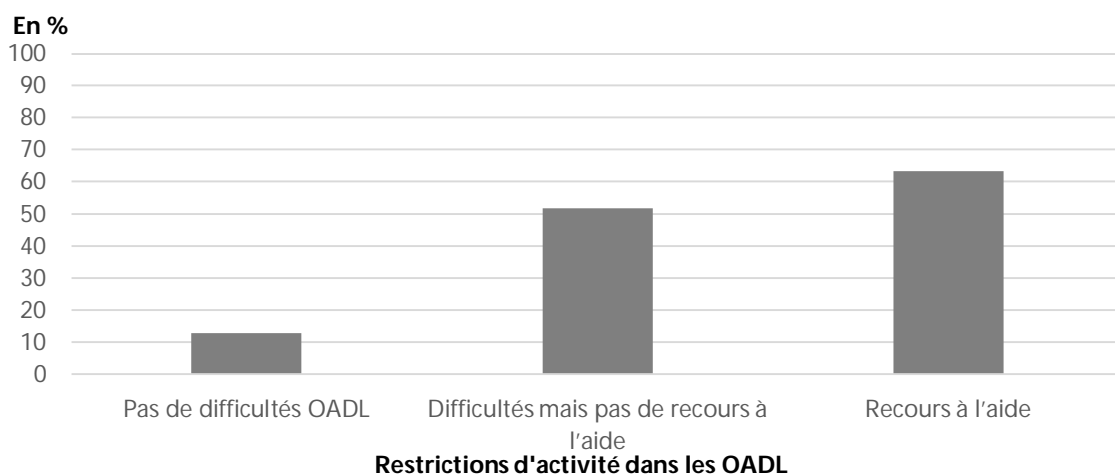
Figure 9. Distribution des restrictions dans les activités du quotidien en extérieur (OADL) selon le nombre de limitations fonctionnelles sévères. Enquête CARE-Ménages (60+ avec au moins une limitation fonctionnelle sévère), 2015, France.



Note : % sont pondérés

Lecture : Parmi les 60 ans ou plus avec 4 limitations fonctionnelles sévères, 28,9% n'ont pas de difficultés dans les OADL, 19,9% ont des difficultés mais ne recourent pas à l'aide et 51,22% recourent à de l'aide.

Figure 10. Déclaration de restrictions d'activités ADL selon la catégorie de OADL. Enquête CARE-Ménages (60+ avec au moins une limitation fonctionnelle sévère), 2015, France.



Note : % sont pondérés

Lecture : Parmi les 60 ans ou plus ne déclarant aucune difficulté dans les OADL, 12,8% déclarent être restreint dans leurs activités pour au moins une ADL.

2. Limitations fonctionnelles

L'enquête CARE-Ménages offre également l'opportunité de mesurer les limitations fonctionnelles déclarées par les participants. Ces questions sont auto-déclarées et basées sur les mesures de Nagi (Nagi 1976). On a demandé aux personnes interrogées si elles pouvaient effectuer des tâches de base telles que monter des escaliers, entendre une conversation (y compris en utilisant les aides habituelles) et les réponses proposées étaient « oui, sans difficulté », « oui, avec quelques difficultés », « oui, avec beaucoup de difficultés » ou « non, je ne peux pas du tout ». Nous avons pris en compte dix-neuf limitations motrices, sensorielles et cognitives (Annexe 5). Dans les études 2 et 3, nous avons considéré les limitations fonctionnelles sévères correspondant aux réponses « avoir beaucoup de difficultés » ou « ne pas être du tout capable ». Cette sélection nous a permis de nous concentrer sur les situations les plus critiques. Nous avons utilisé le nombre de limitations en continu jusqu'à un seuil de 10+ (ce dernier regroupement correspond à 5% de la population étudiée). Considérer le nombre de limitations fonctionnelles sévères nous permettra d'ajuster nos résultats dans les études 2 et 3 (et de raisonner à état fonctionnel équivalent). Dans l'étude 2, cela nous permettra également d'explorer comment le niveau de dégradation de l'état fonctionnel interagit avec l'environnement résidentiel face aux restrictions d'activité.

Indicateurs individuels de CARE-Ménages

L'enquête CARE-Ménages nous permet de caractériser de nombreux facteurs individuels. Au regard de la littérature (Partie 1), nous avons choisi de retenir des indicateurs permettant d'apprécier les caractéristiques sociodémographiques des individus, leurs conditions de vie, leur réseau social ainsi que leur état de santé physique et mental. Ces indicateurs individuels seront utilisés pour ajuster nos résultats dans les analyses multivariées. Dans l'étude 3, le niveau de diplôme sera également mobilisé pour tester si les associations identifiées avec l'environnement résidentiel diffèrent selon le niveau de diplôme.

1. Indicateurs socio-démographiques

Nous avons considéré le sexe et l'âge (en tant que variable continue) comme des covariables. L'âge est le facteur le plus fortement associé aux difficultés rencontrées dans les activités quotidiennes (Connolly et al. 2017) et à la perception des barrières environnementales (Black and Jester 2020). Concernant le genre, la littérature internationale fait état d'inégalités persistantes en matière d'incapacité : les femmes sont plus susceptibles de souffrir de perte d'autonomie fonctionnelle (Bleijenbergh et al. 2017; Zhong et al. 2017; Serrano-Alarcón and Perelman 2017).

Nous avons utilisé le niveau du diplôme comme indicateur indirect du statut socioéconomique des individus. En ligne avec les modèles des inégalités sociales de santé (Dahlgren and Whitehead 1991; Solar and Irwin 2010), nous supposons ici que le niveau de diplôme nous permet indirectement d'approcher les conditions de vie actuelles et passées, le niveau

socioéconomique des parents, les pratiques et comportements en santé actuels et passés, les capacités à mobiliser des ressources privées ainsi que probablement les opportunités offertes par les lieux de vie passés en matière de scolarité. De fortes inégalités selon le niveau de diplôme ont été établies dans la littérature face au déclin fonctionnel (Serrano-Alarcón and Perelman 2017) et à la capacité à obtenir des améliorations fonctionnelles (Arrighi et al. 2017). Le niveau de diplôme a été catégorisé en 3 classes en suivant la classification internationale type de l'instruction (ISCED 2011) : faible niveau d'instruction (ISCED 0), niveau d'instruction moyen (ISCED 1-2), niveau d'instruction élevé (ISCED 3-8) (UNESCO Institute for Statistics 2012).

2. Conditions de vie et réseau social

Pour considérer les liens possibles entre le soutien disponible et l'aide reçue pour réaliser des activités en extérieur (Henning-Smith et al. 2018; Galof et al. 2019), nous avons créé une variable dichotomique « vivant seul » et deux variables sur la fréquence des relations et des contacts, au cours des 12 derniers mois, avec les membres de la famille d'une part, et avec les amis et les voisins d'autre part : souvent (au moins plusieurs fois par mois), rarement (au moins une fois par an) et jamais (jamais au cours des 12 derniers mois ou n'a pas de famille, d'amis ou de voisins).

3. État de santé physique et mentale

Les maladies physiques et mentales peuvent avoir un impact direct sur la pratique d'activités en extérieur (d'Orsi et al. 2014; Jekel et al. 2015) et peuvent exacerber la sensibilité à l'environnement physique du quartier (Mezuk et al. 2016; Pope et al. 2018; Wang et al. 2019; Briggs et al. 2019). Dans nos modèles, nous avons inclus le nombre (autodéclaré) de maladies chroniques diagnostiquées au cours des 12 derniers mois et un indicateur de détresse psychologique calculé à partir du score du Mental Health Inventory en cinq items (MHI-5) (inférieur à 56) (Strand et al. 2003; Friedman et al. 2005).

Indicateurs environnementaux associés à CARE-Ménages

Nous avons sélectionné trois types d'indicateurs nous permettant de qualifier la dimension physique de l'environnement résidentiel des participants à l'enquête CARE-Ménages : la diversité des ressources et équipements présents dans leur commune de résidence ; les barrières environnementales présentes dans leur environnement immédiat et proche. En revanche, les données disponibles ne nous permettent pas de caractériser les dimensions socioéconomiques et sociales de leur environnement résidentiel.

1. Diversité des ressources et équipements dans la commune de résidence

Pour obtenir des informations sur les ressources et équipements présents dans l'environnement résidentiel, nous avons utilisé les données provenant de la Base permanente

des équipements (BPE) produite par l'Institut national de la statistique (Insee) et dont certains indicateurs ont été appariés à l'enquête de données CARE-Ménages (par les producteurs de l'enquête). Ces données Insee renseignent le temps d'accès en voiture entre le centre de la commune de résidence du participant (à savoir l'hôtel de ville) et différents équipements. Les temps d'accès à partir des logements individuels ne sont pas renseignés et il existe certainement des inégalités d'accès aux ressources au sein d'une commune (Apparicio et al. 2008; Bissonnette et al. 2012). Cependant, les données disponibles nous permettent d'approcher cette information. Nous avons sélectionné 16 équipements classés en équipements généraux (police, banque, poste, coiffeur), ressources alimentaires (épiceries, boulangeries, restaurants, supermarchés) et établissements de santé (médecin généraliste, cardiologue, dentiste, infirmière, kinésithérapeute, pharmacie, laboratoire d'analyses médicales, opticien). L'Insee a considéré que le temps d'accès en voiture était nul si une ressource ou un équipement était disponible dans la commune de résidence. Pour chaque catégorie d'équipement, nous avons donc créé deux catégories : diversité élevée pour les personnes disposant de tous les équipements inclus dans la catégorie ; faible diversité pour celles disposant de peu ou pas d'équipements. Il convient de noter que nous ne disposons d'aucune information sur le caractère rural ou urbain de l'environnement, ni sur la taille des communes. Ces variables sont pourtant certainement liées à l'accès aux commerces et aux services (Levy 2018).

2. Barrières environnementales dans l'environnement immédiat

Dans le questionnaire de l'enquête, les répondants ont été interrogés sur les obstacles rencontrés lors de leurs déplacements à pied avec la question suivante : « Lorsque vous marchez ou utilisez votre fauteuil roulant, êtes-vous gêné par ... (1) des zones piétonnes de mauvaise qualité (trottoirs encombrés, absence de trottoirs, etc.) ; (2) la présence d'une colline ou d'une pente ; (3) le manque d'endroits pour se reposer (bancs, etc.) ; (4) l'absence ou la difficulté d'accès à des toilettes publiques ». Quatre variables dichotomiques ont été construites : zones piétonnes de mauvaise qualité ; présence de collines/pentes ; absence/manque de lieux de repos ; accès difficile aux toilettes publiques. Ces indicateurs sont auto-déclarés et peuvent être influencés par les capacités fonctionnelles et les perceptions de l'individu. Toutefois, l'étude de Portegijs (Portegijs et al. 2017) a montré que les personnes âgées pour lesquelles les obstacles étaient objectivement enregistrés étaient plus susceptibles de percevoir et de signaler des obstacles, quel que soit leur statut fonctionnel.

3. Barrières environnementales dans l'environnement proche

Il a été demandé aux répondants s'ils devaient emprunter des escaliers ou des marches pour sortir de chez eux. Une variable dichotomique "présence d'escaliers/de marches" a été construite, correspondant à un obstacle pour sortir du domicile. Contrairement à la variable précédente, il n'a pas été demandé aux répondants de lier cette situation à d'éventuelles difficultés de mobilité, mais seulement de la signaler comme étant présente ou non.

CHAPITRE 4. DEMARCHE METHODOLOGIQUE GENERALE

Pour faciliter la compréhension de ce manuscrit, nous avons choisi de détailler nos stratégies d'analyse dans la présentation de chacune de ces trois études (Partie 3). Nous pouvons toutefois décrire dans les grandes lignes la démarche générale que nous avons suivie pour chaque étude.

Pour chacune des études, nous commençons par présenter les analyses descriptives des échantillons retenus. Dans un deuxième temps, nous développons des analyses univariées puis multivariées pour tester les associations entre les facteurs environnementaux et les restrictions d'activités. Les analyses multivariées nous permettent de prendre en compte des interactions potentielles entre les différents indicateurs environnementaux et avec les caractéristiques individuelles.

Pour l'étude départementale (étude 1), nous avons utilisé des modèles de méta-régressions à effets aléatoires pour tester les associations entre les espérances de vie avec et sans restriction d'activité et les caractéristiques économiques, d'offre de soins et de services de support pour les personnes âgées. Ces modèles sont habituellement mobilisés dans ce type d'études (Jagger et al. 2008; Wohland et al. 2014; Fouweather et al. 2015; Minagawa and Saito 2017) et nous permettent d'identifier les facteurs environnementaux pouvant expliquer les inégalités observées entre les départements, en tenant compte de leurs interactions avec les autres caractéristiques contextuelles.

Pour les études résidentielles (études 2 et 3), nous avons produit des modèles de régression logistique multinomiale (la variable à expliquer étant une variable à 3 modalités). Toutes nos analyses sont multivariées et ajustées sur l'ensemble des caractéristiques individuelles et des facteurs environnementaux résidentiels (identifiés comme présentant une association significative dans les analyses univariées). Dans l'étude 2, nous avons produit deux modèles de régression logistique multinomiale pour identifier les barrières environnementales associées aux restrictions d'activité en extérieur, puis pour tester comment ces associations variaient selon la gravité de l'état fonctionnel. Dans l'étude 3, nous avons produit quatre modèles de régression logistique multinomiale pour comprendre comment le niveau de diplôme pouvait interagir avec les barrières environnementales face aux restrictions d'activité dans les activités en extérieur. Cette troisième étude se base sur les enseignements tirés de la deuxième étude et seules les barrières environnementales présentant une association significative avec les OADL dans les analyses multivariées de la deuxième étude ont été retenues.

Nous présentons dans le Tableau 3 une synthèse des bases de données, indicateurs et stratégies d'analyse mobilisés dans les trois études.

Tableau 3. Vue d'ensemble des trois études incluses dans cette thèse.

	Etude à l'échelle du département	Etudes à l'échelle de l'environnement résidentiel	
	Etude 1	Etude 2	Etude 3
Base de données	VQS 2014 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Enquête transversale ▪ 60 ans ou plus ▪ 166 800 participants 	Care-Ménages 2015 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Enquête transversale ▪ 60 ans ou plus ▪ 10 628 participants 	
Nombre de participants sélectionnés	166 800 participants	7 451 participants ayant déclaré au moins une limitation fonctionnelle sévère	
Echelle géographique	Département	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Commune de résidence ▪ Environnement proche ▪ Environnement immédiat 	
Restrictions d'activité (Variable à expliquer)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mesurée à partir du GALI ▪ 4 indicateurs : Espérance de vie (EV), Espérance de vie sans incapacité (EVSI), avec incapacité (EVI), part d'années vécues sans incapacité au sein de l'espérance de vie totale (EVSI/EV) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sélection d'activités potentiellement en prise avec l'extérieur ▪ Création d'un indicateur de difficultés et de recours à l'aide pour réaliser des activités extérieures du quotidien (OADL) 	
Facteurs individuels (Variables d'ajustement)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sexe ▪ Age 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sexe, âge, niveau de diplôme ▪ Nombre de limitations fonctionnelles sévères ▪ Vivre seul, fréquence des relations et des contacts avec les membres de la famille, les amis, les voisins au cours des 12 mois ▪ Nombre de maladies chroniques et dépression psychologique à partir du MIH-5 	

Suite du Tableau 3

	Etude à l'échelle du département	Etudes à l'échelle de l'environnement résidentiel	
	Etude 1	Etude 2	Etude 3
Facteurs environnementaux (Variables à expliquer)	<p>(1) Socioéconomique : potentiel fiscal par habitant ; ratio d'ouvriers sur les cadres et professions intellectuelles supérieures ; taux de non-emploi parmi les 15-64 ans ; part de personnes vivant dans des grandes zones urbaines.</p> <p>(2) Santé et soins de support pour personnes âgées : densité de médecins généralistes, masseurs-kinésithérapeutes et infirmiers libéraux pour 1000 habitants ; densité de SSIAD pour 1000 habitants de 75 ans ou plus ; nombre d'heures de SAD pour 1 000 habitants de 75 ans ou plus.</p> <p>>> Les données (1) et (2) sont des données administratives (tels que Insee, Cnam, etc.). Le détail des sources est précisé en Tableau 1.</p>	<p>(1) Faible diversité d'équipements dans la commune de résidence : commerces alimentaires ; services et commerces généraux ; services de santé.</p> <p>(2) Barrières environnementales dans l'environnement proche : mauvaise qualité des voies piétonnes ; présence de côtes/pentes ; manque de lieux de repos ; accès compliqué aux toilettes publiques.</p> <p>(3) Barrières environnementales dans l'environnement immédiat : présence de marches/d'escaliers entre la rue et le logement.</p> <p>>> Les données proviennent de (1) la base permanente des équipements de l'Insee appariée avec l'enquête CARE-Ménages ; (2) et (3) données auto-déclarées dans l'enquête CARE-Ménages</p>	<p>(1) Faible diversité d'équipements dans la commune de résidence : commerces alimentaires</p> <p>(2) Barrières environnementales dans l'environnement proche : mauvaise qualité des voies piétonnes ; manque de lieux de repos.</p> <p>(3) Barrières environnementales dans l'environnement immédiat : présence de marches/d'escaliers entre la rue et le logement.</p> <p>>> Pour la source, cf étude 2. Dans l'étude 3, seuls les facteurs environnementaux résidentiels présentant une association significative avec les restrictions d'activité du quotidien en extérieur (OADL) dans les analyses multivariées de l'étude 2 ont été retenus.</p>
Facteurs modérateurs	Aucun	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nombre de limitations fonctionnelles sévères (1 à 10+) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Niveau de diplôme

Suite du Tableau 3

	Etude à l'échelle du département	Etudes à l'échelle de l'environnement résidentiel	
	Etude 1	Etude 2	Etude 3
Analyses statistiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modèles de méta-régressions à effets aléatoires pour les 4 indicateurs ▪ Analyses univariées puis multivariées ▪ Analyses séparées Hommes/Femmes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modèles de régression logistique multinomiale ▪ Modèle 1 : Modèle complet (intégrant tous les facteurs environnementaux résidentiels) ajusté sur tous les facteurs individuels ▪ Modèle 2 : Ventile le modèle 1 selon le nombre de limitations fonctionnelles (1 à 10+) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modèles de régression logistique multinomiale ▪ Modèle 1 : Inclut seulement le niveau de diplôme, ajusté sur tous les facteurs individuels ▪ Modèle 2 : Modèle complet. Il intègre au Modèle 1 les quatre facteurs environnementaux résidentiels ▪ Modèle 3 : Ventile le Modèle 2 selon la présence ou l'absence des barrières environnementales ▪ Modèle 4 : Ventile le modèle 2 selon les 3 niveaux de diplôme ▪ Analyses séparées Hommes/Femmes

PARTIE 3. RESULTATS

Cette partie présente les résultats des trois études conduites pendant la thèse.

La première étude est présentée dans le Chapitre 1. Elle examine les liens entre l'environnement contextuel (à l'échelle du département) et les restrictions d'activité. Elle propose une analyse des facteurs participant aux différences départementales dans les espérances de vie sans et avec incapacité. Elle a été réalisée en collaboration et a fait l'objet d'un article scientifique publié dans *European Journal of Ageing* en 2020 (Annexe 1).

La deuxième étude est présentée dans le Chapitre 2. Elle questionne les variations des liens entre environnement résidentiel et perte d'autonomie fonctionnelle selon le niveau de dégradation de l'état fonctionnel de l'individu âgé. Elle a été réalisée en collaboration et a fait l'objet d'un article scientifique publié dans *Plos One* en 2022 (Annexe 2).

La troisième étude décrite dans le Chapitre 3 décrit les associations entre les restrictions d'activité et les barrières environnementales selon le niveau de diplôme. J'ai réalisé cette étude seule. Un article scientifique a été rédigé et il sera prochainement soumis dans une revue scientifique internationale (Annexe 3).

CHAPITRE 1. ENVIRONNEMENT CONTEXTUEL ET PERTE D'AUTONOMIE FONCTIONNELLE : UNE ANALYSE DEPARTEMENTALE DES ESPERANCES DE VIE SANS INCAPACITE EN FRANCE

Introduction

Les chances de vieillir en bonne santé diffèrent d'un individu à l'autre (Brønnum-Hansen et al. 2017), mais aussi d'un pays à l'autre (Jagger et al. 2008; Fouweather et al. 2015; Chirinda and Chen 2017) et d'une zone géographique à l'autre au sein d'un même pays (Minagawa & Saito, 2017; Szwarcwald et al., 2016; Wohland et al., 2014). Dans un contexte de vieillissement de la population, et en vertu des principes d'équité, il est crucial d'observer et d'expliquer ces inégalités territoriales. Or en France, nous ne disposons d'aucune estimation infranationale des espérances en santé. Nous ne connaissons donc ni l'ampleur de ces inégalités, ni comment elles s'associent avec les caractéristiques contextuelles des territoires. Dans cette première étude, nous proposons de produire ces estimations à l'échelle départementale. En effet, contrairement à la plupart des autres politiques de protection sociale, c'est au niveau départemental que sont gérées les politiques d'aide aux personnes âgées dans leurs activités quotidiennes. Cette responsabilité décentralisée rend le niveau départemental particulièrement pertinent pour l'analyse des variations territoriales de la santé fonctionnelle de la population âgée. Dans cette étude, il s'agit de déterminer si et comment le contexte local (conditions socioéconomiques, offre de soins et accompagnement des personnes âgées) est lié aux disparités départementales dans les années vécues avec et sans restriction d'activité, et si l'on observe la même tendance pour les hommes et pour les femmes.

Sur la base de la littérature décrite en Partie 1, nous avons formulé deux hypothèses de recherche. L'hypothèse 1 est que les départements présentant des conditions socioéconomiques favorables (niveau d'instruction élevé, taux d'emploi élevé, etc.), mettant en œuvre des politiques publiques protectrices dans le domaine social (système de protection sociale protecteur, dépenses publiques élevées en général ou en matière de santé) et dans le domaine de la santé (politiques de prévention sanitaire ciblant les comportements de santé, accès aux soins, etc.) amélioreront l'autonomie fonctionnelle de la population âgée. Concernant l'offre en santé, nous rappelons que les résultats présents dans la littérature ne sont pas cohérents. Comme décrit dans notre cadre d'analyse, nous nous attendons à des associations complexes entre offre en santé et autonomie fonctionnelle de la population âgée. D'un côté, nous nous attendons à ce que les départements bien dotés en services de soins et santé soient associés à davantage d'autonomie fonctionnelle. Mais on peut également supposer aussi l'inverse du fait de mécanismes d'adéquation de l'offre aux besoins, de vieillissement et de sélection de la population résidente. L'hypothèse 2 suppose que le sens des associations sera différent selon l'indicateur d'offre en santé considéré : l'offre en massagers-kinésithérapeutes (dans le cadre d'actions de prévention du déclin fonctionnel) pourrait être associée à une meilleure autonomie fonctionnelle ; l'offre en infirmiers libéraux et

en soins de support aux personnes âgées pourrait être associée avec davantage de perte d'autonomie fonctionnelle.

Cet article vise à identifier les différences de vieillissement en bonne santé au niveau départemental selon le sexe et à voir si ces variations peuvent être associées à des facteurs socioéconomiques, à l'offre de soins de santé et à l'accompagnement des personnes âgées (mis en œuvre au niveau départemental). Pour cela, nous produirons des estimations d'espérance de vie sans incapacité (EVSI) et avec incapacité (EVI). Nous analyserons les variations de ces indicateurs selon les caractéristiques contextuelles des départements. Nous observerons si ces associations suivent le même schéma pour les femmes et pour les hommes. L'objectif est double :

- 1) pour chaque département français, estimer les espérances de vie (EV), sans incapacité (EVSI) et avec incapacité (EVI) à l'âge de 60 ans, ainsi que le rapport entre les années sans incapacité et l'espérance de vie globale à 60 ans (EVSI/EV).
- 2) identifier, au niveau départemental, les associations spécifiques au genre entre ces quatre mesures et les indicateurs départementaux relatifs aux facteurs socioéconomiques, à l'offre de soins et aux services pour les personnes âgées.

Méthodes

Comme décrit en Partie 2, nous avons utilisé les données de l'enquête transversale française VQS 2014 et mobilisons le GALI pour mesurer la prévalence des restrictions d'activité dans les 100 départements. Nous avons également sélectionné neuf indicateurs permettant de qualifier le contexte socio-économique et socio-sanitaire de chacun de ces départements. Pour plus de détail sur l'enquête VQS et sur les indicateurs départementaux mobilisés, se référer en Partie 2.

1. Indicateurs des espérances de vie sans incapacité (EVSI)

1.1. Principe et définition

De nombreux travaux cherchant à évaluer les inégalités territoriales face au vieillissement en bonne santé mobilisent des indicateurs des espérances de vie en santé ou sans incapacité (Gutierrez-Fisac et al. 2000; Groenewegen et al. 2003; Liu et al. 2010). Les espérances de vie avec et sans incapacité (EVI ou EVSI) à l'âge de 60 ans correspondent au nombre d'années avec et sans incapacité que les personnes ayant atteint cet âge peuvent espérer vivre.

Les EVSI présentent les avantages suivants : (1) elles permettent des comparaisons spatiales et temporelles (comme l'espérance de vie, cet indicateur est construit sur une génération fictive) ; (2) elles sont calculées en routine et très facilement accessibles sur les sites institutionnels (calcul annuel depuis 2008 pour tous les pays européens à partir d'un indicateur harmonisé) ; (3) elles permettent de comprendre comment longévité et incapacité s'articulent. Développées dans les années 1970-1980, les EVSI combinent en seul indicateur les données de mortalité et

d'incapacité (Sullivan 1971). Ces indicateurs permettent de qualifier l'espérance de vie en la décomposant en nombre moyen d'années vécues en bonne et en mauvaise santé. Ce sont des indicateurs-clés pour surveiller et évaluer la santé de la population, et sont utilisés par l'Union Européenne comme des indicateurs structurels dans la stratégie de Lisbonne (2000-2010) et dans la stratégie de l'Europe 2020 (2010-2020) (Lagiewka 2012; Jagger et al. 2013; Bogaert et al. 2018).

Il existe autant d'indicateurs d'EVSI que de mesures de la santé mesurables à l'échelle populationnelle. Certains travaux proposent des estimations de l'espérance de vie en bon état de santé perçue (Szwarcwald et al. 2016) ; d'autres estiment le nombre d'années avec et sans morbidité (Gondek et al. 2019) ; mais la plupart privilégient les indicateurs de santé fonctionnelle et mesurent les années de vie sans incapacité. Ces derniers sont particulièrement appropriés pour les analyses portant sur la population âgée. Ils permettent de mesurer les conséquences des maladies et leurs répercussions sur la vie quotidienne (notamment dans les soins personnels, les activités domestiques et en extérieur) et d'évaluer les besoins potentiels en termes de soins et d'assistance (Cambois and Robine 2017). Toutefois, une grande vigilance doit être apportée lors de l'étude des tendances temporelles ou des inégalités spatiales : outre le mode de recueil de données (auto-déclarées ou tests médicaux) qui peut différer, les mesures de santé fonctionnelle peuvent également correspondre à des stades de détérioration fonctionnelle différents (allant des gênes fonctionnelles à la dépendance sévère, en passant par les restrictions d'activité) et donc à des besoins d'aide et de services différents (Cambois et al. 2008).

L'Union Européenne a choisi de mobiliser le GALI dans ces estimations d'indicateur des EVSI. Comme expliqué dans la Partie 2, cet indicateur est prédictif de la dégradation de la santé fonctionnelle, de la consommation de soins, de la mortalité. En ayant une définition large des restrictions d'activité, le GALI cible une population à risque d'être ou de devenir dépendant dans la réalisation d'activité du quotidien. Depuis 2008, cet indicateur est calculé annuellement par tous les pays européens pour suivre comment longévité et incapacité s'articulent au cours du temps et éclairer les inégalités entre les pays. C'est sur la base de tous ces éléments que nous avons également choisi de mobiliser le GALI dans nos calculs d'espérances de vie avec et sans incapacité. Avec l'enquête VQS, cet indicateur est disponible à l'échelle des départements. Prochainement introduit dans le questionnaire du recensement de la population, des analyses à une échelle géographique encore plus fine seront alors possibles.

1.2. Méthodes d'estimations des EVSI

Les EVSI sont estimées pour chaque sexe et pour chaque département français pour l'année 2014 en utilisant la méthode de Sullivan (Sullivan 1971). Cette méthode est basée sur les tables de mortalité départementales pour les hommes et les femmes qui sont dérivées des registres de décès et du recensement de la population fournis par l'Insee. Pour estimer les espérances de vie en santé, nous avons procédé aux cinq étapes suivantes :

1. Les personnes-années dans les tables de survie sont décomposées en personnes-années vécues en institutions et en logements ordinaires à partir des données de recensement de la population de l'Insee (fournissant le taux d'institutionnalisation par âge et département).
2. Les personnes-années vécues dans les logements ordinaires sont décomposées en années avec et sans incapacité, en appliquant la prévalence du GALI spécifique pour l'âge estimée à partir de l'enquête VQS. Nous avons considéré comme étant en incapacité les répondants déclarant à la question du GALI être « (2) limités mais pas fortement » ou « (3) fortement limités ».
3. Comme l'échantillon de VQS se concentre sur les ménages et n'inclut pas les personnes vivant en collectivité et en institution, et comme la majorité des personnes institutionnalisées ont des problèmes fonctionnels, nous avons supposé que toutes les personnes-années vécues en institution étaient vécues avec incapacité, utilisant l'hypothèse qui sous-tend la méthode de Sullivan. Cela permet de ne pas sous-estimer les années vécues avec des restrictions d'activité. Cette hypothèse est forte et nous avons testé son impact à travers différents scénarios d'estimations que nous présentons en discussion.
4. Les personnes-années avec et sans incapacité dans les ménages et les institutions sont additionnées.
5. Le total des personnes-années avec et sans incapacité est divisé par le nombre de survivants à 60 ans dans la table de mortalité.

Ainsi, nous obtenons les EVSI et les EVI à l'âge de 60 ans, en incluant les années de vie vécues avec des restrictions d'activités des personnes institutionnalisées.

2. Analyses statistiques

Nous avons testé les associations entre les facteurs environnementaux contextuels (décrits en Partie 2) et les quatre mesures d'incapacité - l'espérance de vie (EV), les espérances de vie sans incapacité (EVSI), les espérances de vie avec incapacité (EVI), et la part d'années vécues sans incapacité au regard de l'espérance de vie (EVSI/EV). Pour cela, nous avons utilisé des modèles de méta-régressions à effets aléatoires pour tenir compte de l'incertitude statistique de ces estimations géographiques calculées au niveau départemental (Jagger et al. 2008; Wohland et al. 2014; Fouweather et al. 2015; Minagawa and Saito 2017). Cette stratégie nous permet de tenir compte des différents degrés de précision (Sutton and Abrams 2001) et de définir le département comme variable d'intérêt. Nous avons d'abord introduit les facteurs environnementaux séparément puis simultanément et avons produit des modèles séparés pour les hommes et les femmes. Nous avons utilisé des tests de permutation pour modérer la significativité des modèles de méta-régressions qui sont susceptibles de produire des faux-positifs (Higgins and Thompson 2004). Enfin, en accord avec les recommandations (Gallo 2002; Florax et al. 2003), nous avons calculé des indices de Moran pour tenir compte de l'influence

potentielle des facteurs environnementaux des départements voisins sur les estimations des espérances en santé. Ces indices indiquent qu'il n'y a pas d'autocorrélation spatiale avec les vecteurs résiduels, ce qui suggère que ces modèles de méta-régressions peuvent être utilisés comme modèles finaux.

Résultats

1. Résultats descriptifs

1.1. Ampleur des différences de sexe et départementales.

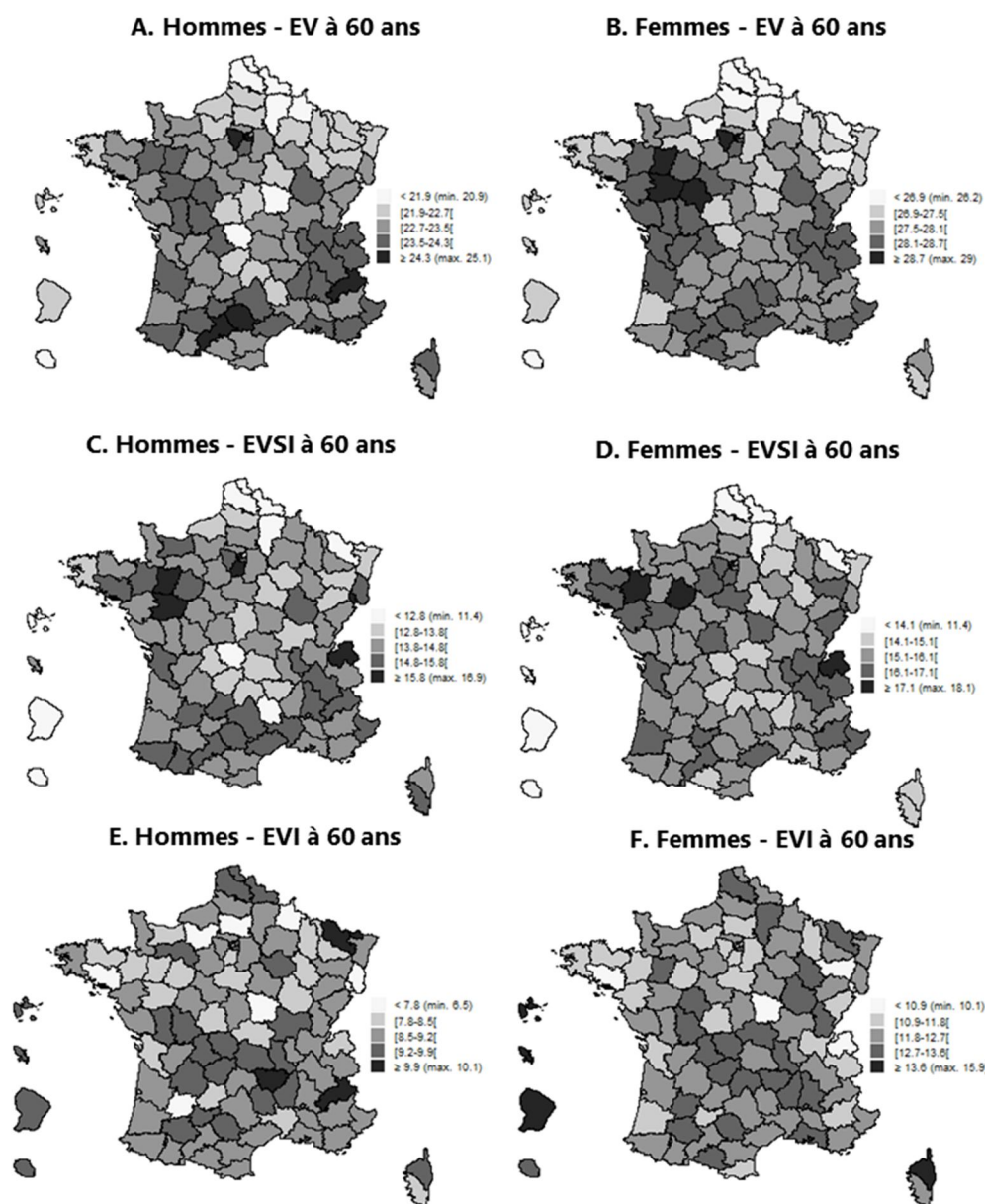
En 2014, l'EV à 60 ans en France est de 23,1 ans pour les hommes et de 27,8 ans pour les femmes (Tableau 4 et Figure 11) ; l'EVSI est de 14,3 ans pour les hommes (soit 61,9 % de l'EV) et de 15,6 ans pour les femmes (soit 56,0 % de l'EV). Dans chaque département, les femmes peuvent espérer vivre plus longtemps que les hommes mais avec davantage d'années en incapacité (en valeur absolue et relative) (à l'exception du département des Vosges où femmes et hommes peuvent tous deux espérer passer 60,2% des années leur restant à vivre en bonne santé) (Annexe 6. Tableau complémentaire 1). Ces différences de sexe sont très importantes dans certains départements et peuvent dépasser les 10 points de pourcentage en Guadeloupe (-13,9), Lot-et-Garonne (-12,6), Mayenne (-12,0), Corse du Sud (-11,5) et le territoire de Belfort (-11,2).

Tableau 4. Analyses descriptives pour l'espérance de vie (EV), espérances de vie sans incapacité (EVSI), espérances de vie avec incapacité (EVI) et la part des années de vie vécues sans incapacité sur l'espérance de vie totale (EVSI)/EV) à 60 ans, pour les hommes et les femmes. Enquête VQS (60+), 2014, France

	EV60 (1)	EVSI60 (2)	EVI60 (3)	EVSI60/EV60 =(2)/(1)
Hommes				
Minimum	20,9	11,5	6,5	54,2%
Moyenne	23,1	14,3	8,8	61,9%
Médiane	23,2	14,5	8,7	62,1%
Maximum	25,1	16,9	10,1	71,2%
Différence (=Max-Min)	4,2	5,4	3,6	17,0
Variation du Coefficient (%)	3,6%	7,0%	7,5%	5,0%
Femmes				
Minimum	26,2	11,4	10,2	41,8%
Moyenne	27,8	15,6	12,2	55,9%
Médiane	28,0	15,6	12,3	56,0%
Maximum	29,0	18,1	15,9	62,3%
Différence (=Max-Min)	2,8	6,7	5,7	20,5
Variation du Coefficient (%)	2,2%	6,6%	6,9%	5,7%

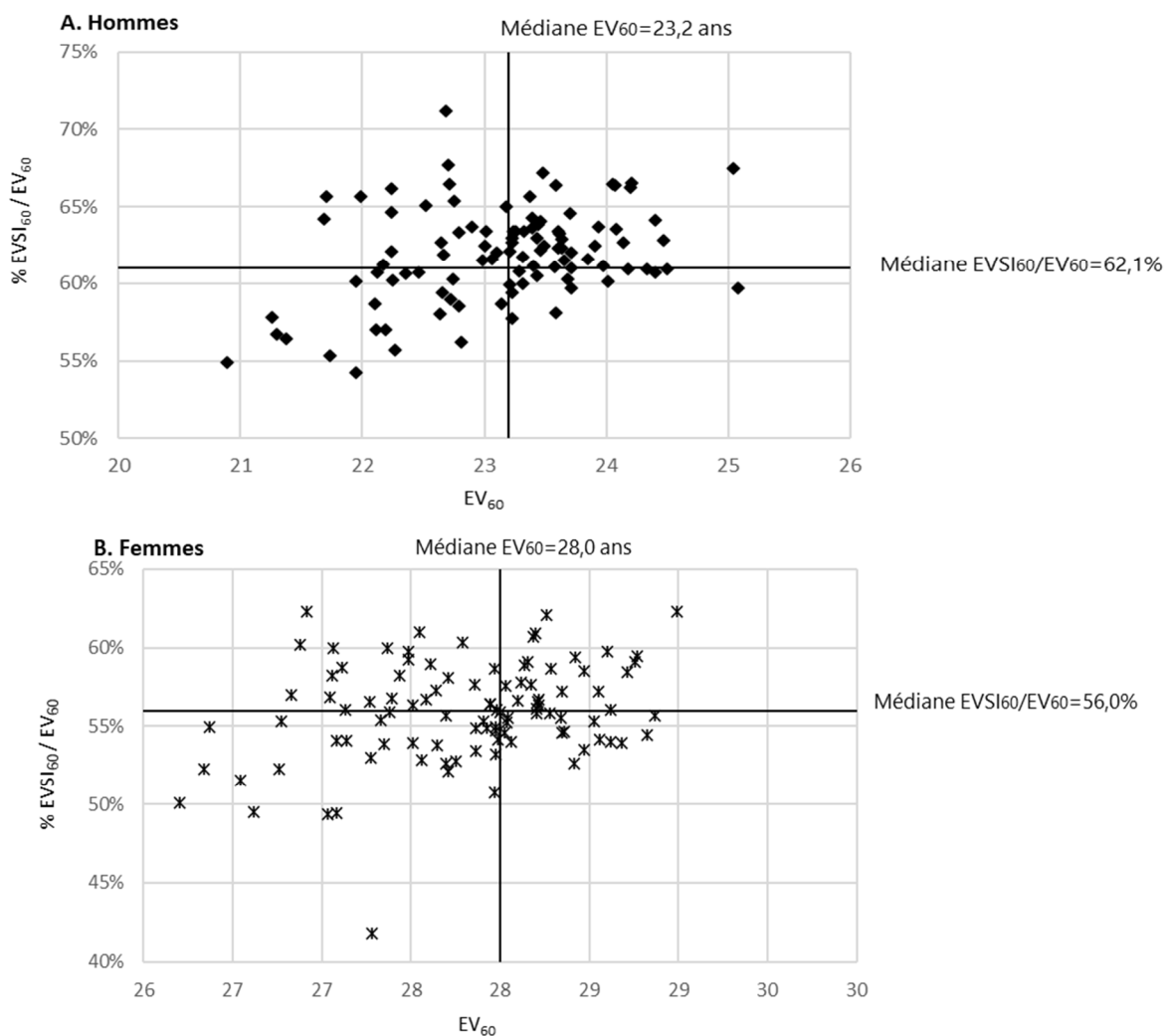
Les variations selon les départements face aux EVSI sont très importantes et plus élevées que celles observées face aux EV, particulièrement chez les femmes (Tableau 4 et Figure 11). Chez les hommes, l'écart maximal est de 4,2 ans pour les EV (observé entre le Pas-de-Calais (20,9 ans) et les Hautes-Alpes (25,1 ans)) et de 5,4 ans pour les EVSI (observé entre le Pas-de-Calais (11,5 ans et Paris (16,9 ans)). Pour les femmes, l'écart maximal est 2,8 ans pour l'EV (observé entre le Pas-de-Calais (26,2 ans) et Paris (29,0 ans)) et de 6,7 ans pour EVSI (observé entre la Guadeloupe (11,4 ans) et Paris (18,1 ans)). Les écarts sont également importants face aux EVI et s'élèvent au maximum à 3,6 ans pour les hommes et 5,7 ans pour les femmes.

Figure 11. Espérances de vie (EV), espérances de vie sans incapacité (EVSI), espérances de vie avec incapacité (EVI) à 60 ans, hommes et femmes, par département. Enquête VQS (60+), 2014, France



Comment s'articulent les EV et les EVSI à l'échelle des départements ? On observe une relation positive entre l'EV et EVSI/EV dans à peu près deux tiers des départements pour les hommes (61/100) et pour la moitié pour les femmes (53/100) (Figure 12 et Annexe 6. Tableau complémentaire 2). Ce résultat suggère une accumulation des avantages face à la santé et à la longévité dans certains départements (comme Paris, Haute-Savoie et Rhône) ; et à l'inverse, une accumulation des désavantages avec une vie plus courte et une part de vie vécue en bonne santé plus courte, pour d'autres départements (comme dans le Pas-de-Calais, Aisne, Nord, Moselle et les territoires d'Outre-Mer). Mais pour les autres départements, nous observons que la longévité et l'incapacité s'articulent différemment : une espérance de vie plutôt élevée peut se combiner avec une part plutôt faible d'années de vie sans incapacité (pour 19 départements chez les hommes et 23 chez les femmes) ; au contraire, une espérance de vie élevée peut se combiner avec une part faible d'années de vie sans incapacité.

Figure 12. Distribution de l'espérance de vie (EV) à 60 ans et de la part des espérances de vie sans incapacité (EVSI) sur l'espérance de vie (EV) totale à 60 ans, par sexe.
Enquête VQS (60+), 2014, France.



2. Les liens entre les EVSI et les facteurs contextuels départementaux

2.1. Analyses univariées

Les résultats univariés de l'étude 1 montrent que les facteurs contextuels socioéconomiques sont associés avec les EV, EVSI, EVI et EVSI/EV pour les hommes et les femmes (Tableau 5 A-B). Les départements aux conditions socioéconomiques favorisées (potentiel fiscal élevé, ratio « ouvriers/professions intellectuelles supérieures » faible, taux de non-emploi faible) sont plus susceptibles de présenter des EV, des EVSI et des EVSI/EV élevées pour les hommes et les femmes ; et des EVI élevées pour les femmes. Les tableaux suggèrent également une association entre les EV et les EVSI et la part de la population vivant dans des grandes aires urbaines, mais uniquement chez les hommes.

Dans les analyses univariées, l'offre en services de santé et de support pour les personnes âgées est également associée avec les EV, EVSI et EVSI/EV, mais avec des variations selon le sexe et selon l'indicateur considéré. Ainsi la densité de médecins généralistes et de masseurs-kinésithérapeutes est associée positivement avec l'EV chez les hommes et les femmes. La densité de masseurs-kinésithérapeutes est également positivement associée avec les EVSI chez les hommes et les femmes : elle apparaît peu corrélée aux besoins correspondant aux années de vie vécues avec des restrictions d'activité. Les relations inverses sont observées pour la densité d'infirmiers libéraux et de support aux personnes âgées (offre en SSIAD et SAD). La densité d'infirmiers libéraux est associée négativement avec les EVSI et les EVSI/EV et positivement avec les EVI, notamment chez les femmes ; l'offre en SSIAD suit la même tendance chez les hommes ; l'offre en SAD suit la même tendance chez les hommes et les femmes, mais l'association avec les EVI n'est observée que chez les femmes.

Tableau 5. Analyses des résultats des modèles de méta-régressions testant les associations entre les espérances en santé à 60 ans et les facteurs environnementaux contextuels. Enquête VQS (60+), 2014, France.

A. Hommes

	EVSI		EVI		EV		EVSI/EV	
	Univarié	Multivarié	Univarié	Multivarié	Univarié	Multivarié	Univarié	Multivarié
	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)
Potentiel fiscal	0,004**** (0,001)	0,001 (0,001)	-0,000 (0,001)	-0,000 (0,001)	0,004**** (0,001)	0,0003 (0,0008)	0,000 *** (0,000)	0,000 (0,000)
Ratio des ouvriers sur les cadres et les professions intellectuelles supérieures	-1,219**** (0,226)	-0,822* (0,415)	0,001 (0,160)	-0,466 (0,332)	-1,209**** (0,170)	-1,324**** (0,291)	-0,020 ** (0,007)	- 0,001 (0,015)
Taux de non-emploi	-0,113**** (0,020)	-0,073** (0,027)	0,028* (0,015)	0,020 (0,022)	-0,084**** (0,016)	-0,053**** (0,019)	-0,003 **** (0,001)	-0,002* (0,001)
Proportion de la population vivant dans de grandes aires urbaines	0,011** (0,005)	-0,010 (0,007)	-0,001 (0,003)	-0,003 (0,006)	0,009** (0,004)	-0,014**** (0,005)	0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)
Densité de MG	0,881 (0,600)	-0,412 (0,872)	0,428 (0,383)	0,129 (0,693)	1,40**** (0,466)	-0,270 (0,621)	0,002 (0,018)	-0,008 (0,031)
Densité de MK	0,817** (0,350)	0,820 (0,677)	0,273 (0,226)	-0,414 (0,539)	1,129**** (0,266)	0,506 (0,482)	0,005 (0,011)	0,023 (0,024)
Densité d'infirmiers libéraux	-0,177 (0,140)	-0,143 (0,205)	0,210** (0,088)	0,266* (0,165)	0,045 (0,112)	0,094 (0,143)	-0,009 * (0,004)	-0,009 (0,007)
Densité de SSIAD	-0,093**** (0,029)	-0,069** (0,029)	0,018 (0,019)	0,021 (0,023)	-0,071**** (0,023)	-0,046** (0,020)	-0,002 ** (0,001)	-0,002 * (0,001)
Niveau de SAD	-0,017** (0,008)	-0,000 (0,008)	0,007 (0,005)	0,004 (0,006)	-0,009 (0,007)	0,005 (0,005)	-0,001 * (0,000)	-0,000 (0,000)

Note : *(p<0.10), **(p<0.05), ***(p<0.01), **** (p<0.001)

Les modèles univariés analysent les relations entre les variables dépendantes et les différents indicateurs contextuels. Les modèles multivariés sont ajustés sur tous les indicateurs contextuels présents dans le modèle.

B. Femmes

	EVS1		EVI		EV		EVS1/EV	
	Univarié	Multivarié	Univarié	Multivarié	Univarié	Multivarié	Univarié	Multivarié
	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)
Potentiel fiscal	0,005**** (0,001)	0,002 (0,001)	-0,002*** (0,001)	-0,002 (0,001)	0,002**** (0,001)	-0,000 (0,001)	0,0001**** (0,000)	0,000 (0,000)
Ratio des ouvriers sur les cadres et les professions intellectuelles supérieures	-1,202**** (0,231)	-0,693* (0,372)	0,488** (0,200)	-0,294 (0,371)	-0,701**** (0,139)	-1,011**** (0,237)	-0,029**** (0,007)	-0,005 (0,013)
Taux de non-emploi	-0,146**** (0,019)	-0,059** (0,024)	0,072**** (0,017)	0,012 (0,024)	-0,071**** (0,012)	-0,046*** (0,015)	-0,004**** (0,001)	-0,001 (0,001)
Proportion de la population vivant dans de grandes aires urbaines	0,006 (0,005)	-0,022*** (0,007)	-0,004 (0,004)	0,008 (0,007)	0,002 (0,003)	-0,014 *** (0,004)	0,000 (0,000)	-0,001** (0,000)
Densité de MG	0,700 (0,613)	-0,063 (0,770)	0,086 (0,490)	0,072 (0,769)	0,791** (0,354)	0,012 (0,505)	0,009 (0,019)	-0,000 (0,026)
Densité de MK	0,817** (0,350)	1,445** (0,599)	0,064 (0,290)	-1,271** (0,597)	0,509** (0,209)	0,156 (0,391)	0,006 (0,011)	0,047** (0,021)
Densité d'infirmiers libéraux	-0,523**** (0,135)	-0,763**** (0,183)	0,469*** (0,105)	0,773**** (0,183)	-0,051 (0,083)	-0,004 (0,116)	-0,018**** (0,004)	-0,028**** (0,006)
Densité de SSIAD	-0,049 (0,030)	-0,058** (0,025)	0,010 (0,024)	0,022 (0,025)	-0,036** (0,018)	-0,033* (0,017)	-0,001 (0,001)	-0,001* (0,001)
Niveau de SAD	-0,022** (0,009)	0,003 (0,007)	0,014** (0,007)	0,002 (0,007)	-0,007 (0,005)	0,005 (0,004)	-0,001** (0,0003)	-0,000 (0,000)

Note : *(p<0.10), ***(p<0.05), ****(p<0.01), ***** (p<0.001)

Les modèles univariés analysent les relations entre les variables dépendantes et les différents indicateurs contextuels. Les modèles multivariés sont ajustés sur tous les indicateurs contextuels présents dans le modèle.

3. Analyses multivariées

La plupart des associations persistent dans les analyses multivariées (Tableau 5A-B) mais les associations sont plus marquées chez les femmes. Plus précisément, chez les hommes, le ratio « ouvriers / professions intellectuelles supérieures » reste négativement associé avec les espérances en santé : une augmentation de 1 % du ratio diminue l'EVSI de 0,8 an et l'EV de 1,3 ans. L'offre en infirmiers libéraux et en SSIAD reste positivement associée avec l'incapacité, l'offre en infirmiers étant positivement associée avec les EVI et l'offre en SSIAD étant négativement associée avec EVSI et EVSI/EV.

Chez les femmes, les indicateurs socioéconomiques (ratio « ouvriers / professions intellectuelles supérieures », taux de non-emploi et proportion de population vivant dans des grandes aires urbaines) restent fortement associés avec EV et EVSI. Comme pour les hommes, le potentiel fiscal n'est plus significativement associé avec les EV, EVSI et EVI. En ce qui concerne l'offre en santé, la densité d'infirmiers libéraux est négativement associée avec les EVSI, EVSI/EV et positivement associée avec les EVI ; l'offre en SSIAD est négativement associée avec les EVSI, EV et EVSI/EV ; la densité de masseurs-kinésithérapeutes est positivement associée avec les EVSI, EVSI/EV et négativement avec EVI. Les espérances de vie sans (avec) incapacité sont toujours négativement (positivement) associées avec l'offre en infirmiers libéraux et SSIAD, et positivement (négativement) associées avec l'offre en masseur-kinésithérapeutes. Par exemple, une augmentation de 1 % dans l'offre en masseurs-kinésithérapeutes augmente les EVSI de 1,5 ans et les EVSI/EV de 5 points de pourcentage ; une augmentation dans l'offre en infirmiers libéraux diminue EVSI de 0,8 ans et EVSI/EV de 3 points de pourcentage.

Discussion de l'étude

Cette étude est la première en France à calculer et analyser des estimations d'EV et EVSI à l'échelle infranationale. En accord avec la littérature internationale, cette étude met en évidence des écarts considérables face aux EVSI, entre les départements français, qui s'avèrent plus importants que ceux observés face aux EV au même âge (Jagger et al. 2008; Fouweather et al. 2015). Cette étude apporte également de nouvelles preuves sur le rôle important des différences de structures socioéconomiques dans la présence d'inégalités face aux EVSI et EVI (Groenewegen et al. 2003; Kondo et al. 2005; Jagger et al. 2008; Liu et al. 2010; Wohland et al. 2014; Minagawa and Saito 2017). Mais le résultat novateur et majeur de cette étude est que ces inégalités départementales ne peuvent être seulement attribuées à des différences socioéconomiques : l'offre en services de santé et de support aux personnes âgées est associée aux EV, EVSI et EVI, et le sens de ces associations varie selon le professionnel considéré.

Cette étude innove également en proposant une réflexion sur l'articulation entre longévité et incapacité dans les départements français. A notre connaissance, cette analyse géographique sur la distribution des années avec et sans incapacité n'a pas été réalisée dans d'autres pays. Pour la majorité des départements français, on observe qu'une EV élevée s'accompagne d'une EVSI élevée et une EVI courte (et vice-versa). Ainsi la plupart des départements accumulent les

désavantages ou les avantages face à la mortalité et à l'incapacité. Mais cette relation entre EV et EVSI n'est pas systématique et dans certains départements, pour les femmes notamment, une EV plus longue peut s'accompagner de davantage d'années avec incapacité. Les départements où l'EV serait plus longue mais avec davantage d'années en incapacité pourraient présenter une forte prévalence dans les maladies invalidantes non létales (cette hypothèse est fréquemment mobilisée pour expliquer les différences de genre face à la mortalité et à l'incapacité) (Yokota et al. 2019; Palazzo et al. 2019; Nusselder et al. 2019). Ces premiers résultats soulignent l'importance de mener davantage de recherches sur l'articulation des EV et EVSI à l'échelle infranationale, de produire des analyses multivariées pour comprendre quels sont les facteurs contextuels qui pourraient expliquer ces différences dans les articulations entre longévité et incapacité.

Le deuxième apport de cette première étude est qu'elle permet d'identifier les facteurs contextuels associés aux inégalités territoriales face aux restrictions d'activités en France. Nos résultats apportent une nouvelle preuve de l'importance des structures socioéconomiques des territoires dans les EVSI (Groenewegen et al. 2003; Kondo et al. 2005; Jagger et al. 2008; Liu et al. 2010; Wohland et al. 2014; Minagawa and Saito 2017). Comme supposé dans notre hypothèse 1, nos résultats indiquent que la composition socioprofessionnelle des départements et le taux de non-emploi sont fortement associés avec les EVSI pour les deux sexes. Ces deux indicateurs donnent une idée des inégalités socioéconomiques entre les départements. En effet, la composition socioprofessionnelle est un indicateur qui reflète les niveaux d'instruction et de revenu, les comportements en santé (Elliott and Lowman 2015; Park et al. 2018; Cavaliere et al. 2018), les conditions de vie et de travail (Matsushita et al. 2015) et l'utilisation des services de santé (Zhang et al. 2019b). En ce qui concerne l'association observée entre le taux de non-emploi et les EVSI à 60 ans, elle est cohérente avec les résultats d'études précédentes (Jagger et al. 2008; Fouweather et al. 2015; Minagawa and Saito 2017). Cela suggère que les territoires avec une proportion élevée de personnes exposées à des difficultés sociales et financières sont associés avec une EVSI faible et une EVI élevée.

Un autre apport de cette première étude est que les relations entre EVSI et le contexte local sont complexes et multiformes, particulièrement pour les femmes, et ne peuvent pas être simplement attribuées aux différences socioéconomiques du territoire. En effet, l'offre en services de santé et de support aux personnes âgées est également associée aux EVSI. Comme le suppose notre hypothèse 2, le sens des associations entre les EVSI, les EVI et les indicateurs d'offre en services de santé et de support des personnes âgées varie selon les indicateurs considérés. Ainsi, certains indicateurs (comme la densité des masseurs-kinésithérapeutes) sont associés positivement avec les EVSI et négativement avec les EVI ; à l'inverse, d'autres indicateurs (comme l'offre en infirmiers libéraux, les SSIAD ou les SAD) sont associés avec davantage d'années en incapacité.

Nous ne pouvons pas confronter nos résultats sur les associations avec la densité de masseurs-kinésithérapeutes car, à notre connaissance, elles n'ont pas encore été étudiées dans la littérature. Ces associations pourraient refléter un effet contextuel : une plus forte densité de

masseurs-kinésithérapeutes pourrait être associée à une plus forte capacité dans la prévention du déclin fonctionnel. Mais elles peuvent également refléter des effets de composition : vu que l'assurance maladie ne rembourse que partiellement les frais de ces soins, les masseurs-kinésithérapeutes pourraient s'installer davantage dans des zones aisées, où l'EVSI est plus élevée. Mais le fait que cette association reste significative chez les femmes, après avoir ajusté sur les facteurs socioéconomiques, pourrait soutenir l'hypothèse d'un effet contextuel. Davantage de recherches à des niveaux géographiques plus fins pourraient apporter d'autres éléments de réponse.

De plus, la densité d'infirmiers libéraux est associée négativement aux EVSI chez les femmes, et positivement aux EVI pour les deux sexes ; le nombre de SSIAD est également associé aux EVSI pour les deux sexes. Ce résultat est différent des deux autres études qui avaient trouvé une association positive avec la densité d'infirmiers libéraux au Japon (Kondo et al. 2005) et non-significative en Chine (Liu et al. 2010). En France, la provision de soins infirmiers et d'assistance à la vie quotidienne des personnes âgées semble être plus forte dans les départements où davantage d'années sont vécues avec des incapacités et donc en d'autres termes, où les besoins sont les plus importants.

Enfin, nos résultats multivariés indiquent une association négative entre l'EVSI et la proportion de la population vivant dans des grandes zones urbaines, en tenant compte des facteurs socioéconomiques et de la densité des professionnels de santé (significative pour les femmes mais non significative pour les hommes). Certaines études ont observé une relation positive entre les zones urbaines et les EVSI pour les hommes uniquement (Tareque et al. 2013), d'autres pour les femmes uniquement (Liu et al. 2010), ou une association non significative (Gutierrez-Fisac et al. 2000). Dans notre étude, l'association négative après ajustement pour les autres variables contextuelles peut suggérer que les personnes ayant besoin de soins sont plus susceptibles de vivre dans des départements bien équipés. Toutefois, on peut émettre l'hypothèse que les grandes zones urbaines sont susceptibles d'accélérer le passage à des limitations d'activité pour les personnes ayant des problèmes de santé. Il est intéressant de noter que certaines études suggèrent que le fait de vivre à proximité de zones de trafic dense est associé à un risque élevé de démence (Chen et al. 2017) et d'hypertension chez les femmes (Kirwa et al. 2014). Des recherches supplémentaires à un niveau géographique plus fin sont nécessaires pour étudier la relation complexe entre les zones urbaines et l'incapacité chez les personnes âgées.

Conclusion de l'étude

Pour la première fois en France, cette étude fournit des estimations des EVSI au niveau départemental, analysées au regard de facteurs contextuels. Ces résultats soulignent les importantes variations territoriales des EVSI en France en 2014 et confirment une forte corrélation avec les conditions socioéconomiques pour les deux sexes. D'autres facteurs, tels que l'offre de soins et de services pour les personnes âgées, sont corrélés à l'EVSI et à l'EVI. Chez les femmes, il apparaît que l'offre en masseurs-kinésithérapeutes est positivement associée à l'EVSI, pouvant refléter un type de soins jouant un rôle préventif dans la réduction du nombre d'années passées avec des restrictions d'activité (dans le cadre d'une démarche de prévention secondaire des limitations fonctionnelles pour limiter le risque de perte d'autonomie fonctionnelle). Inversement, pour les deux sexes, l'offre de soins infirmiers (libéral ou SSIAD) tend à être parallèle aux besoins de soins et de santé pendant les années vécues avec des restrictions d'activité. Toutefois, la nature des données ne permet pas de conclure sur le sens des causalités. Ces résultats soulignent l'importance de suivre les disparités en matière d'EVSI et d'EVI à un niveau infranational, et d'étudier leurs relations avec le contexte local, en particulier l'offre de soins et de services pour les personnes âgées.

CHAPITRE 2. ENVIRONNEMENT RESIDENTIEL, ETAT FONCTIONNEL ET PERTE D'AUTONOMIE FONCTIONNELLE

Introduction

Dans un contexte de vieillissement de la population, préserver l'autonomie fonctionnelle et réduire les besoins en aide humaine sont des enjeux politiques majeurs. L'autonomie fonctionnelle correspond à la capacité à réaliser des activités de la vie quotidienne sans l'aide d'une tierce personne, ce qui implique des interactions entre l'état fonctionnel, les facteurs individuels et environnementaux (Verbrugge and Jette 1994; World Health Organization 2001). En raison de barrières environnementales dans leur quartier (telles que des zones piétonnes de mauvaise qualité, la présence de marches ou de collines), les personnes avec des limitations fonctionnelles peuvent rencontrer des difficultés pour se déplacer, faire leurs courses, consulter un professionnel de santé, etc. Lorsque ces difficultés deviennent insurmontables, elles doivent être aidées et perdent ainsi une partie de leur autonomie fonctionnelle. La théorie écologique du vieillissement suggère que les comportements d'un individu dépendent de ses compétences et des pressions environnementales auxquelles il est exposé, ces pressions environnementales augmentant à mesure que l'état fonctionnel de l'individu diminue (Lawton and Nahemow 1973). Ainsi, les effets de l'environnement sont particulièrement importants pour les personnes âgées qui voient leur état fonctionnel se dégrader (Fletcher and Jung 2019), notamment à l'échelle résidentielle, dès lors qu'elles deviennent moins mobiles sur le plan fonctionnel (Glass and Balfour 2003; Bowling and Stafford 2007). Ces dernières années, l'adaptation des cadres de vie a fait l'objet d'une attention croissante de la part des chercheurs (Diez Roux 2016) et des décideurs politiques (Lehning et al. 2014), car il s'agit d'une étape cruciale pour préserver l'autonomie fonctionnelle des personnes âgées (Fortune et al. 2020) et leur qualité de vie (Tiraphat et al. 2017). Dans cette étude, nous avons examiné comment la présence de barrières environnementales interagit avec le déclin fonctionnel pour contribuer à restreindre les personnes âgées dans leurs activités quotidiennes. Nous avons identifié des situations fonctionnelles dans lesquelles l'amélioration de l'environnement physique résidentiel pourrait réduire les difficultés et préserver l'autonomie fonctionnelle des personnes vieillissantes. Il s'agit d'un enjeu majeur pour améliorer le bien-être des populations vieillissantes et suivre leurs besoins d'aide.

Des études précédentes ont examiné comment les caractéristiques physiques du quartier interagissaient avec l'état fonctionnel des personnes âgées. Il semblerait que les effets résidentiels ne soient observés que pour les états fonctionnels les plus détériorés, et seulement à partir d'un certain seuil de gravité (Clarke and George 2005; Clarke et al. 2008; Portegijs et al. 2017). En effet, une étude menée aux États-Unis a montré que l'état des rues n'avait un effet sur la mobilité extérieure que chez les adultes déclarant une limitation physique sévère (alors qu'il n'y avait pas d'effet chez ceux qui n'avaient aucune limitation physique ou seulement quelques limitations) (Clarke et al. 2008). Une autre étude réalisée aux États-Unis a montré que les personnes âgées ayant des limitations fonctionnelles et vivant dans des quartiers à faible

mixité en termes d'usage¹¹ déclaraient avoir plus de difficultés à effectuer des activités instrumentales, mais uniquement pour les personnes ayant les niveaux de limitations fonctionnelles les plus élevés (les associations n'étaient pas significatives pour les autres) (Clarke and George 2005). Les interactions entre l'environnement physique du quartier et les capacités fonctionnelles doivent être étudiées en profondeur, en examinant les variations potentielles sur le gradient de l'état fonctionnel.

Les données de l'enquête CARE-Ménages sur les personnes âgées françaises, appariées avec des données géolocalisées, ont été utilisées pour étudier : (1) dans quelle mesure les différentes barrières environnementales augmentent les difficultés et tendent à favoriser le recours à l'aide pour les personnes ayant des limitations fonctionnelles, (2) à quel stade du déclin fonctionnel les barrières environnementales commencent à avoir de l'importance en termes de difficultés et de recours à l'aide. Nous supposons que les personnes vivant dans des environnements résidentiels peu propices à la marche et avec des commerces éloignés seraient plus susceptibles de rencontrer des difficultés pour réaliser des activités du quotidien en extérieur, plus susceptibles d'avoir besoin d'aide et donc moins susceptibles de rester autonomes. Conformément à la théorie écologique du vieillissement, nous supposons que plus les limitations fonctionnelles sont nombreuses, plus les barrières environnementales sont susceptibles d'être problématiques (hypothèse 3). Nous supposons également que l'environnement résidentiel physique contribue aux restrictions d'activité tout au long du gradient de l'état fonctionnel et pas seulement au-delà d'un seuil de gravité donné. Cependant, nous supposons que des états fonctionnels très dégradés génèrent de façon quasi systématique des restrictions d'activité et un recours à l'aide quelle que soit la qualité de l'environnement (hypothèse 4).

Méthodes

1. Données

Nous avons utilisé les données de l'enquête transversale française CARE-Ménages réalisée en 2015 par la Drees. Cette enquête porte sur 10 628 personnes âgées de 60 ans ou plus. Pour mesurer les restrictions d'activités, nous avons construit un indicateur de restrictions d'activité dans les activités du quotidien en extérieur (OADL) : pas de difficultés OADL ; difficultés OADL mais pas de recours à l'aide ; recours à l'aide. Pour mesurer les facteurs individuels, nous avons retenu des indicateurs permettant d'apprécier les caractéristiques sociodémographiques des individus, leurs conditions de vie, leur réseau social ainsi que leur état de santé physique et mental. Enfin, nous avons sélectionné trois types d'indicateurs nous permettant de qualifier la dimension physique de l'environnement résidentiel des participants à l'enquête : la diversité des ressources et équipements présents dans leur commune de résidence ; les barrières

¹¹ Dans cette définition, les quartiers avec une forte mixité dans l'utilisation des sols sont les quartiers à la fois résidentiels, commerciaux, avec des bâtiments industriels, institutionnels...

environnementales présentes dans leur environnement immédiat et proche. Pour plus de détail sur l'enquête CARE-Ménages et sur les indicateurs mobilisés, se référer en Partie 2.

2. Analyses statistiques

Tout d'abord, nous examinons la structure de l'échantillon d'étude et observons les variations des caractéristiques sociales, de santé des participants (variables d'ajustement), de leur environnement résidentiel (variables indépendantes) selon l'indicateur des restrictions OADL (variable dépendante) et de leur état fonctionnel (variable modératrice). Pour cela, nous avons utilisé des tests du chi-2 pour comparer les variables discrètes et des tests de Wald ajustés pour les variables continues.

Ensuite, nous avons produit deux modèles de régressions logistiques multinomiales pour comprendre comment l'environnement et l'état fonctionnel s'articulent face à la capacité à réaliser seul des activités en extérieur. Toutes les analyses sont multivariées et ajustées sur les facteurs individuels identifiés comme significatifs à $p < 0,05$ dans les analyses univariées (à savoir nombre de limitations fonctionnelles, caractéristiques sociodémographiques, conditions de vie et réseau social, état de santé physique et mentale).

- Le **Modèle 1** permet d'identifier les barrières environnementales associées aux difficultés OADL dans notre échantillon d'étude. Ce modèle est complet : il est ajusté sur toutes les mesures des barrières environnementales (testées au préalable dans des modèles séparés) et sur tous les facteurs individuels. Le modèle 1 permet de comparer les probabilités de déclarer des difficultés dans les OADL et de recourir à de l'aide selon que les personnes vivent dans des environnements avec ou sans barrières.
- Le **Modèle 2** permet de tester l'hypothèse que les associations entre l'environnement et les restrictions dans les OADL varient selon la gravité de l'état fonctionnel. Pour cela, nous avons produit des analyses stratifiées selon le nombre de limitations fonctionnelles : le modèle 2 ventile le modèle 1 en le décomposant selon le nombre de limitations fonctionnelles de 1 à 10+. Dans ce modèle, seules les barrières environnementales identifiées comme significativement associées avec les restrictions OADL dans le modèle 1 ont été retenues.

A partir des résultats des régressions multinomiales, nous avons estimé des probabilités prédites, étant plus faciles à interpréter que les rapports de risque relatifs (RRRs) (Bornmann and Williams 2013). Pour le modèle 1 (non ventilé), nous avons estimé des *Average Adjusted Predictions* (AAPs) ; pour le modèle 2 (ventilé selon le nombre de limitations fonctionnelles), nous avons estimé des *Adjusted Predictions at Representative values* (APRs). Ces estimations sont présentées avec des intervalles de confiance (IC) à 95 %. Ensuite, nous avons calculé les effets marginaux pour observer si les probabilités prédites de difficultés dans les OADL étaient significativement différentes selon qu'il y ait ou pas des barrières environnementales. Seuls les effets marginaux calculés à partir d'un même modèle sont comparables. Pour le modèle 1 (non ventilé), nous avons calculé des *Average Marginal Effects* (AMEs) ; pour le modèle 2 (ventilé),

nous avons produit des *Marginal Effects at Representative values* (MERs). La significativité statistique a été établie à $p < 0,10$. Nous n'avons pas effectué d'analyses séparées pour les personnes utilisant un fauteuil roulant car elles constituaient une minorité dans notre échantillon (2 %). Dans toutes nos analyses, nous avons appliqué les poids d'échantillonnage normalisés pour tenir compte de l'échantillonnage de l'étude CARE-Ménages. Les analyses statistiques ont été réalisées avec STATA 16.1.

Résultats

1. Résultats descriptifs

Notre échantillon comprend 7 451 répondants ayant déclaré au moins une limitation fonctionnelle sévère (sur un total de 10 628 participants). Dans notre échantillon, l'âge moyen est de 76,2 ans (écart-type 0,2), la majorité des personnes interrogées sont des femmes et ont un faible niveau de diplôme (Tableau 6). La plupart des participants vivent avec quelqu'un et voient souvent leur famille, leurs amis et voisins. Les participants déclarent en moyenne 3,2 limitations fonctionnelles sévères. Près de 40 % de notre échantillon vit dans une commune où la diversité des commerces alimentaires est faible (parmi eux, 20 % n'ont pas de supermarché dans leur commune de résidence, 37 % pas d'épicerie et 43 % n'ont ni supermarché ni épicerie). Moins de 20 % ont fait état d'obstacles dans leur environnement proche (zones piétonnes de mauvaise qualité, manque de bancs, etc.) et 55 % ont déclaré devoir emprunter des escaliers pour sortir de chez eux.

1.1. Selon les restrictions d'activités dans les OADL

Dans notre échantillon d'étude, la moitié des individus n'a signalé aucune difficulté dans les OADL (53 %) ; 12 % ont signalé des difficultés mais sans recours à une aide ; 36 % ont signalé un recours à une aide. Le nombre moyen de limitations fonctionnelles sévères augmente dans ces trois catégories, confirmant l'hypothèse d'un gradient de gravité. Les personnes avec des difficultés dans les OADL sont plus susceptibles de vivre dans des communes offrant une grande diversité de ressources et d'équipements, mais elles sont également plus susceptibles de signaler des obstacles dans leur voisinage proche ou immédiat. Les personnes avec des difficultés mais ne déclarant aucune aide sont plus susceptibles de signaler des zones piétonnes de mauvaise qualité, un manque d'endroits pour se reposer et la présence de collines ou de pentes que les personnes déclarant une aide.

Tableau 6. Caractéristiques générales de l'échantillon d'étude. Enquête CARE-Ménages (60+ avec au moins une limitation fonctionnelle sévère), 2015, France.

	Total	Pas de difficultés dans les OADL	Difficultés mais pas de recours à l'aide	Recours à l'aide	p-value *
Total, n (%)	7 451 (100,0%)	1 964 (52,5%)	966 (11,6%)	4 521 (35,9%)	
Facteurs individuels					
Sexe, n (%)^a					
Hommes	2 546 (38,4%)	893 (45,8%)	345 (34,6%)	1 308 (28,9%)	<0,001
Femmes	4 905 (61,6%)	1 071 (54,2%)	621 (65,4%)	3 213 (71,1%)	
Age - Moyenne (SD)^b	76,2(0,20)	72,5(0,26)	77,5(0,47)	81,0(0,26)	<0,001
Niveau de diplôme, n (%)^a					
Faible	2 268 (25,6%)	431 (20,2%)	255 (24,9%)	1 582 (33,7%)	<0,001
Moyen	2 936 (37,7%)	709 (33,6%)	376 (43,1%)	1 851 (41,8%)	
Elevé	2 247 (36,7%)	824 (46,2%)	335 (31,9%)	1 088 (24,4%)	
Vivre seul, n (%)^a					
Oui	3 590 (40,3%)	712 (32,4%)	505 (50,5%)	2 373 (48,7%)	<0,001
Non	3 861 (59,7%)	1 252 (67,7%)	461 (49,5%)	2 148 (51,3%)	
Fréquence des relations avec les membres de la famille (autres que les co-résidents), n (%)^a					
Souvent	5 376 (71,5%)	1 387 (70,6%)	615 (64,8%)	3 374 (74,9%)	<0,001
Rarement	1 675 (24,6%)	503 (26,9%)	284 (29,8%)	888 (19,5%)	
Jamais	383 (4,0%)	72 (2,5%)	65 (5,4%)	246 (5,7%)	
Fréquence des relations avec les amis et voisins, n (%)^a					
Souvent	4 445 (65,8%)	1 381 (73,2%)	592 (60,2%)	2 472 (57,0%)	<0,001
Rarement	1 506 (18,6%)	360 (17,8%)	178 (17,7%)	968 (19,9%)	
Jamais	1 466 (15,6%)	214 (9,0%)	192 (22,2%)	1 060 (23,2%)	
Nombre de maladies chroniques diagnostiquées					
Moyenne (DS) ^b	3,2 (0,04)	2,6 (0,06)	3,5 (0,12)	3,8 (0,06)	<0,001
Détresse psychologique, n (%)^a					
Oui	3 008 (31,0%)	573 (21,9%)	491 (46,0%)	1 944 (39,5%)	<0,001
Non	4 443 (69,0%)	1 391 (78,1%)	475 (54,0%)	2 577 (60,5%)	
Facteur modérateur					
Nombre de limitations fonctionnelles sévères					
Moyenne (DS) ^b	3,2 (0,04)	1,8 (0,04)	3,6 (0,11)	5,1 (0,07)	<0,001
Facteurs environnementaux résidentiels					
Faible diversité des ressources et équipements dans la commune de résidence					
Général, n (%) ^a	3 412 (47,5%)	965 (52,0%)	412 (39,0%)	2 035 (43,6%)	<0,001
Alimentaire, n (%) ^a	2 894 (39,5%)	842 (44,2%)	321 (28,6%)	1 731 (36,2%)	<0,001
Santé, n (%) ^a	4 214 (57,3%)	1 184 (61,5%)	505 (49,2%)	2 525 (53,8%)	<0,001
Barrières environnementales dans l'environnement proche					
Zones piétonnes de mauvaise qualité, n (%) ^a	1 600 (17,2%)	287 (11,9%)	252 (26,6%)	1 061 (22,0%)	<0,001
Présence de collines/pentes, n (%) ^a	1 502 (17,1%)	303 (12,6%)	243 (25,6%)	956 (21,1%)	<0,001
Absence/manque de lieux de repos, n (%) ^a	1 362 (15,6%)	251 (10,6%)	231 (24,7%)	880 (20,1%)	<0,001
Accès difficile aux toilettes publiques, n (%) ^a	849 (12,2%)	249 (11,7%)	123 (14,4%)	477 (12,1%)	<0,001
Barrières environnementales dans l'environnement immédiat					
Escaliers/marches pour sortir de chez soi, n (%) ^a	3 714 (54,6%)	1 048 (51,8%)	512 (59,3%)	2 154 (57,8%)	0,004

Note : Les pourcentages et les moyennes (DS) sont pondérés ; * P-values sont estimées à partir de ^a tests du Chi-2 ou ^b tests ajustés de Wald.

1.2. Selon le nombre moyen de limitations fonctionnelles

Dans notre échantillon d'étude, les femmes, les plus âgés, ceux avec un faible niveau de diplôme, ceux qui vivent seuls, ne voyant jamais des membres de leur famille ou des amis, des voisins déclarent un nombre moyen de limitations fonctionnelles sévères plus élevé (Tableau 7).

Parmi les personnes âgées souffrant de limitations fonctionnelles sévères, celles vivant dans des communes avec une forte diversité de commerces alimentaires, généraux et de santé déclarent un nombre moyen de limitations fonctionnelles sévères supérieur à celles vivant des communes avec une offre peu diversifiée. Ce résultat peut refléter des stratégies de déménagement ou de vieillissement dans les communes bien dotées en ressources et équipements. Ce résultat est également cohérent avec le fait que les personnes avec des difficultés dans les OADL sont plus nombreuses à vivre dans ce type de commune (notamment celles qui ne recourent pas à de l'aide).

On observe des différences significatives aussi entre le nombre de limitations fonctionnelles sévères et la déclaration de barrières environnementales dans l'environnement proche. Mais ces différences sont un peu moins importantes qu'attendu (ce sont des données déclaratives que l'on supposait davantage liées à l'état fonctionnel) : les personnes âgées signalant des zones piétonnes de mauvaise qualité, la présence de collines/pentes ou une absence/manque de lieux de repos déclarent un nombre moyen de limitations fonctionnelles sévères légèrement supérieur aux autres. En effet, une étude plus fine selon le nombre de limitations fonctionnelles sévères indique que si la déclaration de barrières environnementales est légèrement plus importante pour les personnes âgées avec un état fonctionnel moyennement dégradé (4 limitations fonctionnelles ou plus), elle diminue pour celles dont l'état fonctionnel est très détérioré (10 ou plus). S'agissant de la présence d'escaliers ou de marches, le nombre moyen de limitations fonctionnelles sévères ne diffère pas selon que cette barrière soit reportée ou pas.

Tableau 7. Nombre moyen de limitations fonctionnelles sévères selon les caractéristiques générales de l'échantillon d'étude. Enquête CARE-Ménages (60+ avec au moins une limitation fonctionnelle sévère), 2015, France.

	Nombre moyen de limitations fonctionnelles sévères Moyenne (DS)	p-value
Total	3,28 (0,05)	
Facteurs Individuels		
Sexe		
Femmes	3,52 (0,06)	<0,001
Hommes	2,88 (0,07)	
Age		
<= Age moyen (76,2)	2,41 (0,05)	<0,001
> Age moyen	4,15 (0,07)	
Niveau de diplôme		
Faible	3,98 (0,11)	<0,001
Moyen	3,44 (0,07)	
Elevé	2,66 (0,07)	
Vivre seul		
Oui	3,62 (0,08)	0,000
Non	3,05 (0,06)	
Fréquence dans les relations avec les membres de la familles (autres que les co-résidents)		
Souvent	3,28 (0,06)	0,013
Rarement	3,10 (0,09)	
Jamais	4,27 (0,32)	
Fréquences des relations avec les amis et voisins		
Souvent	2,90 (0,05)	<0,001
Rarement	3,45 (0,10)	
Jamais	4,69 (0,15)	
Nombre de maladies chroniques diagnostiquées		
<= Nombre moyen (3,2)	2,68 (0,05)	<0,001
> Nombre moyen	4,21 (0,05)	
Détresse psychologique		
Non	2,96 (0,06)	<0,001
Oui	3,98 (0,08)	
Facteurs environnementaux résidentiels		
Faible diversité des ressources et équipements dans la commune de résidence		
Alimentaires (Oui)	2,98 (0,07)	<0,001
Non	3,47 (0,06)	
Général (Oui)	3,05 (0,07)	<0,001
Non	3,49 (0,07)	
Santé (Oui)	3,14 (0,06)	<0,001
Non	3,47 (0,08)	
Barrières environnementales dans l'environnement proche		
Zones piétonnes de mauvaise qualité (Oui)	3,94 (0,10)	<0,001
Non	3,14 (0,05)	
Présence de collines/pentes	3,80 (0,10)	<0,001
Non	3,17 (0,05)	
Absence/Manque de lieux de repos (Oui)	3,84 (0,11)	<0,001
Non	3,17 (0,05)	
Accès difficile aux toilettes publiques (Oui)	3,30 (0,14)	<0,001
Non	3,28 (0,05)	
Barrières environnementales dans l'environnement immédiat		
Escaliers/Marches pour sortir de chez soi (Oui)	3,05 (0,06)	<0,001
Non	2,96 (0,06)	

Note : Les moyennes (DS) sont pondérées ; les p-values sont estimées à partir de tests de Wald ajustés.

2. Analyses multivariées

2.1. Associations entre les barrières environnementales et les difficultés dans les OADL

Les modèles de régression logistique multinomiale ajustés (modèle 1) ont montré que vivre dans un environnement résidentiel comportant des barrières est associé à une probabilité prédite plus élevée de rencontrer des difficultés dans les OADL et d'avoir recours à de l'aide (Tableau 8). Les différences sont statistiquement significatives pour 4 des 8 barrières testées : une faible diversité de commerces alimentaires dans la commune de résidence ; des zones piétonnes de mauvaise qualité et un manque de lieux de repos dans l'environnement proche ; la présence d'escaliers ou de marches entre le logement et la rue.

Les personnes vivant dans des communes avec une faible diversité des commerces alimentaires ont davantage tendance à recourir à de l'aide pour réaliser leurs activités en extérieur que celles vivant dans des communes avec une offre diversifiée (AAP=35,8 %, IC 95 % [32,7 ; 39,0] pour une faible diversité des commerces alimentaires ; AAP= 31,8 %, IC 95 % [29,8 ; 33,8] pour une forte diversité des commerces alimentaires, p-value=0,056).

En ce qui concerne l'environnement proche, la mauvaise qualité des zones piétonnes et le manque de lieux de repos augmentent la probabilité de rencontrer des difficultés dans les OADL, en particulier sans recours à de l'aide.

En ce qui concerne l'environnement immédiat, le fait de devoir emprunter des escaliers ou des marches pour sortir de chez soi augmente la probabilité d'avoir des restrictions dans les OADL (AAP d'absence de difficultés dans les activités de la vie quotidienne = 53,6 %, IC 95 % [51,6 ; 55,6] pour les personnes ayant des escaliers ou des marches ; AAP = 57,1 %, IC 95 % [54,7 ; 59,6] pour les personnes n'en ayant pas, p-value = 0,026).

Tableau 8. Probabilités prédites (AAPs)[°] des difficultés dans les OADL et du recours à l'aide (Modèle 1). Enquête CARE-Ménages (60+ avec au moins 1 limitation fonctionnelle sévère), 2015, France.

		Pas de difficultés dans les OADL (n=1 964)			Difficultés mais pas de recours à l'aide (n=966)			Recours à l'aide (n=4 521)		
		AAPs [°]	95% CI	p-value*	AAPs [°]	95% CI	p-value*	AAPs [°]	95% CI	p-value*
Diversité des ressources et équipements dans la commune de résidence										
Alimentaire	Elevé	55,8%	53,5 ; 58,2	0,452	12,3%	10,7 ; 14,0	0,191	31,8%	29,8 ; 33,8	0,056
	Faible	54,0%	50,8 ; 57,3		10,2%	8,0 ; 12,4		35,8%	32,7 ; 39,0	
Général	Elevé	54,9%	52,4 ; 57,3	0,788	11,9%	10,0 ; 13,9	0,708	33,2%	31,0 ; 35,4	0,959
	Faible	55,5%	52,6 ; 58,3		11,2%	8,9 ; 13,6		33,3%	30,6 ; 36,0	
Santé	Elevé	53,8%	50,9 ; 56,7	0,261	11,9%	9,8 ; 14,0	0,773	34,3%	31,6 ; 37,1	0,326
	Faible	56,2%	53,8 ; 58,6		11,4%	9,5 ; 13,4		32,4%	30,2 ; 34,5	
Barrières environnementales dans l'environnement proche										
Zones piétonnes de mauvaise qualité										
	Non	56,3%	54,6 ; 58,1	0,003	10,9%	9,6 ; 12,1	0,012	32,8%	31,1 ; 34,4	0,167
	Oui	49,5%	45,2 ; 53,8		14,9%	11,8 ; 18,0		35,6%	31,7 ; 39,5	
Présence de collines et de pentes										
	Non	55,6%	53,9 ; 57,4	0,239	11,2%	9,9 ; 12,5	0,172	33,2%	31,5 ; 34,9	0,763
	Oui	53,0%	49,1 ; 56,9		13,3%	10,5 ; 16,0		33,7%	30,3 ; 37,2	
Absence / Manque de lieux de repos										
	Non	56,2%	54,5 ; 58,0	0,006	11,0%	9,7 ; 12,3	0,019	32,8%	31,1 ; 34,5	0,169
	Oui	49,5%	45,1 ; 53,9		14,8%	11,7 ; 17,9		35,7%	31,8 ; 39,6	
Accès difficile aux toilettes publiques										
	Non	54,8%	53,2 ; 56,5	0,392	11,9%	10,6 ; 13,1	0,427	33,3%	31,8 ; 34,8	0,750
	Oui	57,1%	52,2 ; 62,1		10,5%	7,4 ; 13,5		32,4%	27,4 ; 37,4	
Barrières environnementales dans l'environnement immédiat										
Escaliers/Marche										
	Non	57,1%	54,7 ; 59,6	0,026	11,1%	9,4 ; 12,7	0,375	31,8%	29,5 ; 34,1	0,097
	Oui	53,6%	51,6 ; 55,6		12,1%	10,5 ; 13,7		34,3%	32,5 ; 36,2	

* Les *p-values* ont été utilisées pour tester si les différences (AMEs) entre les probabilités prédites (AAPs) étaient significativement différentes de 0.

[°] Ajusté sur le sexe, l'âge (en variable continue), niveau d'instruction, vivre seul ou pas, fréquence des relations avec les membres de la famille (autres que les co-résidents), avec les amis et les voisins, nombre de maladies chroniques diagnostiquées, détresse psychologique, nombre de limitations fonctionnelles et toutes les barrières environnementales.

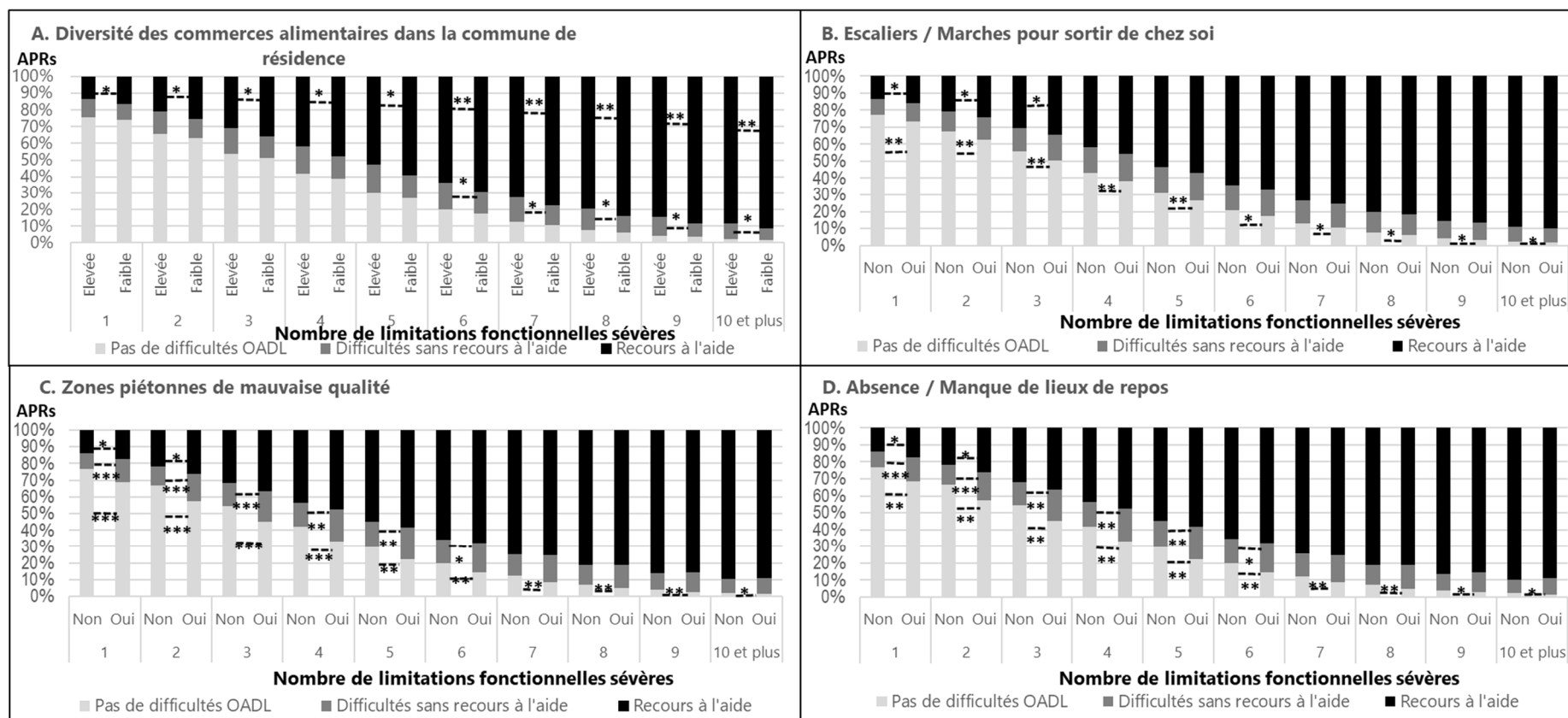
2.2. Interactions entre l'environnement résidentiel et le déclin fonctionnel

Nous souhaitons ici tester si et comment les associations entre les barrières environnementales et les restrictions OADL varient avec le déclin fonctionnel. Pour cela, nous avons produit le modèle 2 en stratifiant le modèle 1 selon le nombre de limitations fonctionnelles sévères. Nous avons considéré uniquement les quatre barrières ayant montré une association significative dans le modèle précédent, à savoir : une faible diversité de commerces alimentaires dans la commune de résidence ; des zones piétonnes de mauvaise qualité et un manque de lieux de repos dans l'environnement proche ; la présence d'escaliers ou de marches entre le logement et la rue.

La Figure 13A-D met en évidence une association dose-réponse des difficultés liées aux OADL avec le nombre de limitations fonctionnelles sévères : la probabilité de ne pas avoir de difficultés OADL diminue fortement et le recours à l'aide augmente considérablement avec le nombre de limitations fonctionnelles (et ce quelles que soient les caractéristiques de l'environnement résidentiel).

Nous constatons également une interaction entre les barrières environnementales et le nombre de limitations fonctionnelles sévères. Le Tableau 9 indique les probabilités prédites relatives (RAPR) en divisant les APR des personnes vivant dans des environnements sans barrières par les APR des personnes vivant dans des environnements avec des barrières (les APR sont indiquées dans le Tableau 9 et illustrées dans la Figure 13).

Figure 13. Probabilités prédites (APRs)^o des difficultés liées aux activités de la vie quotidienne et du recours à l'aide, de 1 à 10+ limitations fonctionnelles sévères (Modèle 2) : (A) diversité des commerces alimentaires dans la commune de résidence ; (B) Escaliers/marches pour sortir de chez soi; (C) Zones piétonnes de mauvaise qualité ; (D) Absence/manque de lieux de repos. Enquête CARE-Ménages (60+ avec au moins 1 limitation fonctionnelle sévère) 2015, France.



* $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$. Les *p-values* ont été utilisées pour tester si les différences (MERV) entre les probabilités prédites (APR) étaient significativement différentes de 0.
^o Ajusté sur le sexe, l'âge en tant que variable continue, le niveau d'instruction, le fait de vivre seul, la fréquence des relations avec les membres de la famille (autres que les co-résidents), avec les amis et les voisins, le nombre de maladies chroniques diagnostiquées, la détresse psychologique, le nombre de limitations fonctionnelles sévères et toutes les barrières environnementales.

Concernant les commerces alimentaires, nous observons deux résultats majeurs. Premièrement, vivre dans une commune avec une faible diversité de commerces alimentaires semble être associé à une probabilité plus élevée de déclarer un recours à l'aide tout le long du gradient fonctionnel (i.e., à partir d'un stade précoce du déclin fonctionnel jusqu'à plus de 10 limitations fonctionnelles) (Figure 13A). Néanmoins, l'excès de probabilité de recours à l'aide diminue progressivement avec le nombre de limitations fonctionnelles sévères (pour 1 limitation fonctionnelle, $RAPR=14\%/17\%=0,82$; pour 10 limitations fonctionnelles, $RAPR=88\%/91\%=0,97$). Deuxièmement, au-delà de 6 limitations fonctionnelles, vivre dans une commune avec une grande diversité de commerces alimentaires est associé à moins de difficultés dans les OADL (non significatif) et plus de difficultés sans recours à l'aide ($p<0,10$). Ici, l'excès de probabilité de difficultés sans recours à l'aide augmente au fur et à mesure que l'état fonctionnel se détériore.

Concernant l'environnement proche, les escaliers ou marches pour sortir du logement restreignent les OADL, quel que soit le nombre de limitations fonctionnelles ; et ce d'autant plus que le nombre de limitations fonctionnelles augmente (Figure 13B). Ces personnes ont également tendance à déclarer un recours plus fréquent à l'aide, mais seulement lorsqu'elles ont 1 à 3 limitations fonctionnelles ; au-delà de 3 limitations fonctionnelles, la probabilité d'être aidé est également plus élevée, mais pas de manière significative.

Enfin, les personnes reportant des zones piétonnes de mauvaise qualité et manquant d'endroits pour se reposer sont plus susceptibles d'avoir des restrictions OADL que celles ne rapportant pas ces barrières environnementales, quel que soit le nombre de limitations fonctionnelles ; l'excès de probabilité de restrictions augmente substantiellement avec le nombre de limitations fonctionnelles (Figure 13C-D et Tableau 9). Jusqu'à 7 limitations fonctionnelles, les personnes vivant avec ces barrières sont plus susceptibles de rapporter des difficultés sans avoir recours à de l'aide que les personnes ne rapportant pas ces barrières ; pour 7+ limitations fonctionnelles, la différence n'est plus significative.

Tableau 9. Probabilités prédites (APRs) ° des difficultés dans les OADL et du recours à l'aide, pour 1 à 10+ limitations fonctionnelles sévères (Modèle 2). Enquête CARE-Ménages (60+ avec au moins 1 limitation fonctionnelle sévère) 2015, France.

Nombre de limitations fonctionnelles sévères	Pas de difficultés dans les OADL (n=1 964)				Difficultés mais pas de recours à l'aide (n=966)				Recours à l'aide (n=4 521)			
	Sans barrière APR°(IC 95%)	Avec barrière APR°(IC 95%)	p- value*	RAPR ^a	Sans barrière APR°(IC 95%)	Avec barrière APR°(IC 95%)	p- value*	RAPR ^a	Sans barrière APR°(IC 95%)	Avec barrière APR°(IC 95%)	p- value*	RAPR ^a
	Barrière : Faible diversité de commerces alimentaires dans la commune de résidence											
1	0,76(0,73 ; 0,79)	0,74(0,7 ; 0,79)	0,548	1,02	0,11(0,08 ; 0,13)	0,09(0,07 ; 0,12)	0,384	1,15	0,14(0,11 ; 0,16)	0,17(0,13 ; 0,2)	0,095	0,82
2	0,66(0,63 ; 0,69)	0,63(0,59 ; 0,68)	0,476	1,04	0,13(0,11 ; 0,15)	0,11(0,09 ; 0,14)	0,299	1,17	0,21(0,19 ; 0,24)	0,25(0,21 ; 0,29)	0,081	0,83
3	0,54(0,51 ; 0,57)	0,51(0,47 ; 0,56)	0,416	1,06	0,15(0,13 ; 0,17)	0,13(0,1 ; 0,16)	0,218	1,20	0,31(0,28 ; 0,34)	0,36(0,32 ; 0,4)	0,068	0,85
4	0,42(0,38 ; 0,46)	0,39(0,34 ; 0,43)	0,367	1,08	0,17(0,14 ; 0,19)	0,14(0,11 ; 0,17)	0,154	1,22	0,42(0,38 ; 0,45)	0,48(0,43 ; 0,52)	0,056	0,87
5	0,3(0,25 ; 0,35)	0,27(0,22 ; 0,32)	0,327	1,10	0,17(0,15 ; 0,2)	0,14(0,11 ; 0,17)	0,110	1,25	0,53(0,49 ; 0,57)	0,59(0,54 ; 0,64)	0,047	0,89
6	0,2(0,15 ; 0,25)	0,18(0,13 ; 0,22)	0,296	1,13	0,17(0,14 ; 0,19)	0,13(0,1 ; 0,16)	0,083	1,28	0,63(0,59 ; 0,68)	0,69(0,64 ; 0,74)	0,040	0,91
7	0,13(0,09 ; 0,17)	0,11(0,07 ; 0,14)	0,273	1,16	0,15(0,12 ; 0,18)	0,12(0,08 ; 0,15)	0,069	1,31	0,72(0,67 ; 0,77)	0,78(0,73 ; 0,82)	0,036	0,93
8	0,07(0,04 ; 0,1)	0,06(0,04 ; 0,09)	0,258	1,19	0,13(0,1 ; 0,17)	0,1(0,07 ; 0,13)	0,062	1,33	0,79(0,75 ; 0,84)	0,84(0,8 ; 0,88)	0,036	0,95
9	0,04(0,02 ; 0,06)	0,03(0,02 ; 0,05)	0,250	1,21	0,11(0,08 ; 0,15)	0,08(0,05 ; 0,11)	0,060	1,35	0,85(0,8 ; 0,89)	0,88(0,84 ; 0,92)	0,039	0,96
10 +	0,02(0,01 ; 0,04)	0,02(0,01 ; 0,03)	0,247	1,23	0,09(0,06 ; 0,13)	0,07(0,04 ; 0,1)	0,061	1,37	0,88(0,85 ; 0,92)	0,91(0,88 ; 0,94)	0,045	0,97
	Barrière : Escaliers/Marches pour sortir de chez soi											
1	0,77(0,74 ; 0,81)	0,73(0,7 ; 0,77)	0,027	1,05	0,09(0,07 ; 0,11)	0,11(0,09 ; 0,13)	0,172	0,86	0,13(0,11 ; 0,16)	0,16(0,13 ; 0,18)	0,054	0,84
2	0,67(0,64 ; 0,71)	0,63(0,6 ; 0,66)	0,026	1,08	0,12(0,1 ; 0,14)	0,13(0,11 ; 0,15)	0,229	0,88	0,21(0,18 ; 0,24)	0,24(0,22 ; 0,27)	0,062	0,87
3	0,56(0,52 ; 0,59)	0,51(0,48 ; 0,53)	0,026	1,10	0,14(0,12 ; 0,16)	0,15(0,13 ; 0,17)	0,325	0,91	0,31(0,27 ; 0,34)	0,34(0,32 ; 0,37)	0,075	0,89
4	0,43(0,39 ; 0,47)	0,38(0,35 ; 0,42)	0,027	1,13	0,15(0,13 ; 0,17)	0,16(0,14 ; 0,18)	0,462	0,93	0,42(0,38 ; 0,46)	0,46(0,42 ; 0,49)	0,103	0,91
5	0,31(0,26 ; 0,36)	0,27(0,23 ; 0,31)	0,028	1,17	0,15(0,13 ; 0,18)	0,16(0,14 ; 0,19)	0,627	0,95	0,53(0,49 ; 0,58)	0,57(0,53 ; 0,61)	0,124	0,94
6	0,21(0,16 ; 0,25)	0,17(0,13 ; 0,21)	0,031	1,20	0,15(0,12 ; 0,18)	0,15(0,13 ; 0,18)	0,789	0,97	0,64(0,59 ; 0,69)	0,67(0,63 ; 0,72)	0,171	0,95
7	0,13(0,09 ; 0,17)	0,11(0,07 ; 0,14)	0,037	1,23	0,14(0,11 ; 0,17)	0,14(0,11 ; 0,17)	0,920	0,99	0,73(0,68 ; 0,78)	0,76(0,71 ; 0,8)	0,243	0,97
8	0,08(0,05 ; 0,11)	0,06(0,04 ; 0,09)	0,046	1,25	0,12(0,09 ; 0,15)	0,12(0,09 ; 0,15)	0,988	1,00	0,8(0,76 ; 0,85)	0,82(0,78 ; 0,86)	0,340	0,98
9	0,04(0,02 ; 0,06)	0,03(0,02 ; 0,05)	0,057	1,27	0,1(0,07 ; 0,13)	0,1(0,07 ; 0,13)	0,931	1,01	0,86(0,82 ; 0,9)	0,87(0,83 ; 0,9)	0,452	0,99
10 +	0,02(0,01 ; 0,04)	0,02(0,01 ; 0,03)	0,070	1,28	0,09(0,05 ; 0,12)	0,08(0,05 ; 0,11)	0,898	1,01	0,89(0,86 ; 0,93)	0,9(0,86 ; 0,93)	0,561	0,99

Suite du Tableau 9.

Nombre de limitations fonctionnelles sévères	Pas de difficultés dans les OADL (n=1 964)				Difficultés mais pas de recours à l'aide (n=966)				Recours à l'aide (n=4 521)			
	Sans barrière APR°(IC 95%)	Avec barrière APR°(IC 95%)	p- value*	RAPR ^a	Sans barrière APR°(IC 95%)	Avec barrière APR°(IC 95%)	p- value*	RAPR ^a	Sans barrière APR°(IC 95%)	Avec barrière APR°(IC 95%)	p- value*	RAPR ^a
	Barrière : Zones piétonnes de mauvaise qualité											
1	0,77(0,74 ; 0,79)	0,69(0,63 ; 0,74)	0,003	1,12	0,09(0,08 ; 0,11)	0,14(0,1 ; 0,17)	0,004	0,67	0,14(0,12 ; 0,16)	0,18(0,13 ; 0,22)	0,060	0,80
2	0,67(0,64 ; 0,69)	0,57(0,51 ; 0,63)	0,003	1,16	0,12(0,1 ; 0,13)	0,17(0,13 ; 0,2)	0,005	0,70	0,22(0,2 ; 0,24)	0,26(0,21 ; 0,31)	0,077	0,84
3	0,55(0,52 ; 0,57)	0,45(0,39 ; 0,51)	0,004	1,21	0,13(0,12 ; 0,15)	0,19(0,15 ; 0,22)	0,009	0,73	0,32(0,3 ; 0,34)	0,36(0,31 ; 0,42)	0,106	0,88
4	0,42(0,39 ; 0,45)	0,33(0,27 ; 0,39)	0,004	1,27	0,15(0,13 ; 0,17)	0,19(0,16 ; 0,23)	0,019	0,76	0,43(0,4 ; 0,46)	0,48(0,42 ; 0,53)	0,157	0,91
5	0,3(0,26 ; 0,34)	0,23(0,17 ; 0,28)	0,006	1,33	0,15(0,13 ; 0,17)	0,19(0,15 ; 0,23)	0,042	0,79	0,55(0,51 ; 0,59)	0,58(0,52 ; 0,64)	0,243	0,94
6	0,2(0,16 ; 0,24)	0,14(0,1 ; 0,19)	0,009	1,38	0,15(0,12 ; 0,17)	0,18(0,14 ; 0,22)	0,082	0,81	0,66(0,61 ; 0,7)	0,68(0,62 ; 0,74)	0,388	0,97
7	0,12(0,09 ; 0,16)	0,09(0,05 ; 0,12)	0,014	1,43	0,13(0,11 ; 0,16)	0,16(0,12 ; 0,2)	0,134	0,82	0,74(0,7 ; 0,79)	0,75(0,7 ; 0,81)	0,604	0,99
8	0,07(0,04 ; 0,1)	0,05(0,03 ; 0,07)	0,022	1,47	0,12(0,09 ; 0,14)	0,14(0,1 ; 0,18)	0,183	0,84	0,81(0,77 ; 0,85)	0,81(0,76 ; 0,86)	0,872	1,00
9	0,04(0,02 ; 0,06)	0,03(0,01 ; 0,04)	0,034	1,49	0,1(0,07 ; 0,13)	0,12(0,08 ; 0,16)	0,222	0,84	0,86(0,82 ; 0,9)	0,86(0,81 ; 0,9)	0,863	1,01
10 +	0,02(0,01 ; 0,03)	0,01(0,01 ; 0,02)	0,049	1,50	0,08(0,05 ; 0,11)	0,1(0,06 ; 0,14)	0,247	0,84	0,9(0,86 ; 0,93)	0,89(0,85 ; 0,93)	0,653	1,01
	Barrière : Manque/Absence de lieux de repos											
1	0,77(0,74 ; 0,79)	0,69(0,63 ; 0,74)	0,005	1,12	0,09(0,08 ; 0,11)	0,14(0,1 ; 0,17)	0,006	0,68	0,14(0,12 ; 0,16)	0,18(0,13 ; 0,22)	0,068	0,80
2	0,66(0,64 ; 0,69)	0,57(0,51 ; 0,63)	0,005	1,16	0,12(0,1 ; 0,13)	0,16(0,13 ; 0,2)	0,008	0,71	0,22(0,2 ; 0,24)	0,26(0,21 ; 0,31)	0,084	0,84
3	0,54(0,52 ; 0,57)	0,45(0,39 ; 0,51)	0,006	1,21	0,14(0,12 ; 0,15)	0,18(0,15 ; 0,22)	0,014	0,74	0,32(0,29 ; 0,34)	0,37(0,31 ; 0,42)	0,113	0,87
4	0,42(0,38 ; 0,45)	0,33(0,27 ; 0,39)	0,008	1,26	0,15(0,13 ; 0,17)	0,19(0,15 ; 0,23)	0,029	0,77	0,43(0,4 ; 0,46)	0,48(0,42 ; 0,54)	0,161	0,91
5	0,3(0,26 ; 0,34)	0,23(0,17 ; 0,28)	0,010	1,32	0,15(0,13 ; 0,17)	0,19(0,15 ; 0,23)	0,060	0,80	0,55(0,51 ; 0,59)	0,58(0,53 ; 0,64)	0,240	0,94
6	0,2(0,16 ; 0,24)	0,14(0,1 ; 0,19)	0,014	1,38	0,15(0,12 ; 0,17)	0,18(0,14 ; 0,22)	0,097	0,82	0,66(0,61 ; 0,7)	0,68(0,62 ; 0,74)	0,371	0,97
7	0,12(0,09 ; 0,16)	0,09(0,05 ; 0,12)	0,020	1,43	0,13(0,11 ; 0,16)	0,16(0,12 ; 0,2)	0,174	0,84	0,74(0,7 ; 0,79)	0,76(0,7 ; 0,81)	0,565	0,99
8	0,07(0,04 ; 0,1)	0,05(0,03 ; 0,07)	0,029	1,46	0,12(0,09 ; 0,15)	0,14(0,1 ; 0,18)	0,232	0,85	0,81(0,77 ; 0,85)	0,81(0,76 ; 0,86)	0,809	1,00
9	0,04(0,02 ; 0,06)	0,03(0,01 ; 0,04)	0,043	1,48	0,1(0,07 ; 0,13)	0,12(0,07 ; 0,16)	0,276	0,86	0,86(0,82 ; 0,9)	0,86(0,81 ; 0,9)	0,944	1,00
10 +	0,02(0,01 ; 0,03)	0,01(0,01 ; 0,02)	0,058	1,50	0,08(0,05 ; 0,11)	0,1(0,06 ; 0,13)	0,305	0,86	0,9(0,86 ; 0,93)	0,89(0,85 ; 0,93)	0,738	1,01

° Ajusté sur le sexe, l'âge (en variable continue), niveau d'instruction, vivre seul ou pas, fréquence des relations avec les membres de la famille (autres que les co-résidents), avec les amis et les voisins, nombre de maladies chroniques diagnostiquées, détresse psychologique, nombre de limitations fonctionnelles et toutes les barrières environnementales.

^a Nous avons calculé une « Adjusted predictions at representative values » relative : RAPR = APR (sans barrière) / APR (avec barrière)

* *p-values* ont été utilisées pour tester si les différences (MERVs) entre les probabilités prédites (APRs) étaient significativement différentes de 0.

Discussion de l'étude

Dans cette étude, nous avons analysé les associations entre les barrières environnementales et les restrictions OADL chez les personnes âgées présentant une ou plusieurs limitations fonctionnelles sévères. Nous avons constaté que plus les limitations fonctionnelles étaient nombreuses, plus la probabilité de rencontrer des difficultés dans les OADL et de recourir à de l'aide pour les réaliser était élevée. Nos résultats ont également apporté de nouvelles preuves que les communes avec une faible diversité de commerces alimentaires, des zones piétonnes de mauvaise qualité, un manque de lieux de repos et la présence de marches/escaliers pouvaient entraver la réalisation d'activités en extérieur pour les personnes âgées. L'une des principales contributions de notre étude est que les barrières environnementales interagissent avec le gradient de l'état fonctionnel, contribuant ainsi aux difficultés dans les OADL dès les premiers stades du déclin fonctionnel. Ce résultat est cohérent avec les modèles conceptuels d'incapacité (Verbrugge and Jette 1994; World Health Organization 2001) et le modèle d'adéquation Personne-Environnement (Lawton and Nahemow 1973).

Tout d'abord, nous avons constaté que vivre dans une commune avec une offre diversifiée de commerces alimentaires était associé avec moins de difficultés (non significatif) et moins de recours à de l'aide (significatif) pour réaliser les activités du quotidien en extérieur. Ces résultats sont cohérents avec d'autres études qui ont identifié des liens entre la présence de commerces alimentaires et des restrictions dans les courses (Ishikawa et al. 2016, 2017; Matsumoto et al. 2019). Nous avons également trouvé que la mauvaise qualité des zones piétonnes, le manque de lieux de repos et le fait de devoir emprunter des escaliers ou des marches pour sortir de chez soi augmentent la probabilité d'avoir des restrictions dans des activités en extérieur, comme l'ont montré d'autres études (Clarke et al. 2008; Beard et al. 2009; Cerin et al. 2014; Mitra et al. 2015; Etman et al. 2016; Portegijs et al. 2017; Brenner and Clarke 2019). Contrairement à d'autres études, nous n'avons pas observé d'association significative avec des barrières environnementales telles que la présence de collines et de pentes (Danielewicz et al. 2018) ou le manque de toilettes publiques (Röhr et al. 2021), ni avec les équipements généraux et de santé (Zhang et al. 2018). Concernant les équipements généraux et de santé, une première hypothèse serait que ceux sélectionnés dans notre étude structurent moins fortement l'espace de la vie quotidienne des personnes âgées que les commerces alimentaires. En effet, pour les personnes âgées avec des difficultés à se déplacer, les courses sont le premier motif de sortie (Tsai et al. 2013; Sun et al. 2021). Une deuxième hypothèse serait la présence de deux associations opposées : d'une part, les communes dotées d'équipements généraux et de santé pourraient offrir un cadre protecteur pour les personnes âgées ; d'autre part, les communes avec de nombreux résidents âgés avec davantage de besoins offriraient un meilleur accès aux services de santé et aux services généraux. D'un point de vue méthodologique, il convient de noter que, dans notre échantillon, 57% des personnes interrogées n'avaient pas accès à "tous les services de santé" dans leur commune de résidence, 47% n'avaient pas accès à "tous les services généraux" et 39% n'avaient pas accès à "tous les commerces alimentaires". Les deux

premières catégories étaient moins restrictives et ont pu rassembler des situations plus hétérogènes.

Cette deuxième étude nous a également permis de mettre en évidence deux résultats majeurs qui aident à la compréhension des interactions entre l'état fonctionnel de l'individu et les caractéristiques physiques de l'environnement résidentiel face à la perte d'autonomie fonctionnelle. Le premier résultat important est que les associations entre les barrières environnementales et les restrictions d'activité sont observées tout le long du gradient fonctionnel, à savoir des premiers stades de dégradation (1 limitation fonctionnelle) aux plus sévères (10 limitations fonctionnelles ou plus). Contrairement à d'autres études (Clarke and George 2005; Clarke et al. 2008; Portegijs et al. 2017), nous n'avons pas constaté que les obstacles ne devenaient un problème qu'à partir d'un certain seuil de gravité de l'état fonctionnel. Le deuxième résultat important est que les excès de probabilité à bénéficier d'un environnement sans barrière varient graduellement avec le nombre de limitations fonctionnelles sévères. Ces résultats sont cohérents avec l'*environmental docility hypothesis* qui établit que les pressions environnementales deviennent de plus en plus importantes au fur et à mesure que les compétences de l'individu diminuent (Lawton and Nahemow 1973).

En ce qui concerne les commerces alimentaires, deux résultats interrogent sur les mécanismes qui les lient au maintien de l'autonomie fonctionnelle. Le premier est que vivre dans une commune avec une faible diversité de commerces alimentaires est associé à une probabilité augmentée de recourir à de l'aide pour tous les stades de déclin fonctionnel. Comme suggéré par notre hypothèse 3, dès l'apparition de la première limitation fonctionnelle, une moindre diversité des commerces alimentaires pourrait constituer un véritable obstacle pour les personnes âgées qui les conduit à recourir à de l'aide ou qui amène l'entourage à les aider (que le besoin soit réel ou pas). Mais les bénéfices à vivre dans une commune avec une offre diversifiée de commerces alimentaires semblent diminuer au fur et à mesure que le nombre de limitations fonctionnelles augmente. Ce résultat est cohérent avec l'*environmental docility hypothesis* (Lawton and Nahemow 1973) et avec notre hypothèse 4. En effet, les états fonctionnels très détériorés génèrent pour la quasi-totalité des personnes âgées des restrictions d'activité et un recours à l'aide d'une tierce personne, avec une différence significative mais très faible selon la diversité de l'offre en commerces alimentaires à laquelle ces personnes âgées ont accès. Le deuxième résultat intéressant sur les commerces alimentaires est que, parmi les personnes avec un nombre important de limitations fonctionnelles sévères (à savoir 6 ou plus), celles vivant dans les communes avec une grande diversité de commerces alimentaires ont une tendance plus marquée à rencontrer des difficultés pour faire leurs activités en extérieur, mais sans recourir à de l'aide. Ce résultat peut paraître étonnant à première vue. Il est cependant cohérent avec celui de Brenner et Clarke, qui ont constaté que les zones propices à la marche étaient, pour les femmes, associées à de plus grandes difficultés dans la réalisation de courses seules (Brenner and Clarke 2019). Plusieurs hypothèses pourraient expliquer ce résultat. Dans la lignée de ce que suggère le premier résultat, une première explication serait que les communes avec une grande diversité

de commerces alimentaires pourraient inciter les personnes âgées à continuer à faire leurs courses seules, même si cela devient difficile. Toutefois, comme nous l'avons déjà mentionné, notre catégorie "difficulté mais pas de recours à l'aide" pourrait inclure des besoins d'aide non satisfaits. Une autre explication serait que les communes avec des commerces alimentaires pourraient attirer des personnes qui ont tendance à vieillir sur place et donc à connaître un nombre croissant de problèmes fonctionnels se développant au fil des années. En termes de santé publique, ces deux résultats suggèrent que l'amélioration de l'accès aux commerces alimentaires dans l'environnement résidentiel pourrait être un pas vers la préservation de l'autonomie fonctionnelle et la réduction du besoin d'aide pour toutes les personnes âgées, quel que soit leur statut fonctionnel.

Concernant les zones piétonnes de mauvaise qualité et l'absence ou le manque de lieux de repos, nous avons mis en évidence un gradient très net de pression environnementale sur les individus âgés avec l'augmentation du nombre de limitations fonctionnelles. En accord avec notre hypothèse 3, au fur et à mesure que le nombre de limitations fonctionnelles augmente, l'écart dans les probabilités de rencontrer des restrictions se creuse entre ceux vivant dans des environnements avec et sans ces barrières. Il est intéressant de noter que jusqu'à 6 limitations fonctionnelles, les personnes reportant ces barrières sont plus susceptibles de signaler des difficultés sans avoir recours à une aide, avec une pression qui diminue avec le nombre de limitations fonctionnelles sévères. Après ce seuil, bien que les barrières augmentent la probabilité de rencontrer des difficultés, la distinction entre le fait d'être aidé et le fait de faire face aux difficultés sans aide n'est pas significative (ce qui est cohérent avec notre hypothèse 4). Enfin, concernant l'environnement immédiat, nous avons trouvé des résultats suivant les mêmes tendances. L'utilisation d'escaliers ou de marches pour sortir de chez soi diminue la probabilité de ne pas avoir de restrictions dans les OADL avec une pression qui augmente avec le nombre de limitations fonctionnelles. Jusqu'à 3 limitations fonctionnelles, les personnes avec cette barrière sont plus susceptibles d'avoir recours à une aide ; au-delà de ce seuil, nous n'avons pas trouvé de distinction significative entre le fait d'être assisté ou non. Nos résultats suggèrent que l'amélioration de l'environnement proche et immédiat pourrait contribuer à réduire les risques de restrictions dans les activités du quotidien en extérieur pour toutes les personnes âgées, quel que soit leur statut fonctionnel. Mais nous n'avons pas observé de différences significatives quant au recours à l'aide pour les activités quotidiennes extérieures, en particulier lorsque l'état fonctionnel s'est détérioré.

Cette recherche présente plusieurs limites. Premièrement, elle utilise, comme la plupart des études citées dans cette thèse, une enquête de données transversales (Danielewicz et al. 2017). Une critique majeure et récurrente est de savoir si les effets résidentiels observés reflètent des différences entre les environnements (une explication contextuelle) ou des différences entre les résidents de ces environnements (une explication de composition). Nos résultats suggèrent que les effets individuels et contextuels peuvent jouer un rôle dans la détermination de l'autonomie fonctionnelle. En outre, les données transversales ne nous ont pas permis de déterminer si les effets des barrières étaient des effets à court ou à long terme. C'est une limite

importante et largement discutée dans la littérature (Fletcher and Jung 2019). En effet, la ville, les quartiers et leurs caractéristiques sont dynamiques, ainsi que celles de ses résidents. Or utiliser des données transversales nous pousse à adopter un point de vue statique supposant que la perte d'autonomie fonctionnelle des résidents est corrélée aux barrières et facilitateurs observés lors de leur interrogation. Nous n'avons aucune information sur la durée d'exposition aux caractéristiques de l'environnement résidentiel (longue pour les résidents de longue date ; courte pour les nouveaux arrivants). On ne sait pas non plus depuis combien de temps les caractéristiques environnementales observées aujourd'hui sont implantées et si elles ont eu le temps d'avoir un quelconque effet. Enfin, les données transversales ne donnent généralement aucune information sur les contextes de vie auxquels les individus âgés ont été exposés au cours de leur vie, alors même que la littérature pointe le rôle crucial que peuvent jouer les contextes de vie expérimentés pendant l'enfance sur la santé de l'âge adulte (Cambois and Jusot 2011; Anderson et al. 2017; Zhong et al. 2017; Peele 2019; Sallis et al. 2021; Lin et al. 2021b). Il est vrai que des données longitudinales et des approches analytiques plus sophistiquées sont nécessaires pour démêler tous ces mécanismes. Toutefois, cela ne doit pas nous empêcher de formuler des recommandations de santé publique sur la base de ce que l'on peut observer dès à présent.

Deuxièmement, les obstacles dans les environnements extérieurs et proches du domicile sont déclarés par les participants et peuvent avoir été influencés par leur état fonctionnel. Des études antérieures ont montré que les personnes à mobilité réduite signalent davantage de barrières environnementales dans leur environnement que leurs homologues ne présentant pas de telles limitations (Rantakokko et al. 2015, 2017). Dans notre échantillon d'étude, la déclaration de ces barrières est certes plus importante pour les personnes avec un nombre moyen ou élevé de limitations fonctionnelles, mais nous nous étions attendus à des variations plus importantes. De plus, toujours dans notre échantillon d'étude, les personnes qui ont un état fonctionnel très détérioré (10 limitations fonctionnelles ou plus) déclarent moins ces obstacles ; recevant en grande majorité de l'aide, elles pourraient sous-estimer leur présence. Cela pourrait expliquer le fait que ces barrières physiques n'aient pas montré d'association avec le recours à l'aide, alors que l'on pouvait s'y attendre. Même si certaines études ont recommandé l'utilisation de ces mesures pour intégrer la perception des individus dans leur contexte réel (Rantakokko et al. 2015, 2017; Portegijs et al. 2017), nous reconnaissons que ces mesures aient pu avoir un impact sur nos conclusions. L'utilisation de données objectives pour caractériser l'aménagement de l'environnement résidentiel aurait pu permettre d'identifier des problèmes méthodologiques potentiels et de présenter des résultats plus solides.

Troisièmement, les données sur les équipements, calculant le temps de trajet en voiture entre les équipements et la mairie de la commune de résidence, n'étaient pas optimales car elles ne reflétaient pas les différences potentiellement considérables de distribution des équipements dans une même commune entre les différents quartiers (Apparicio et al. 2008; Bissonnette et al. 2012). Disposer de mesures géographiques plus fines, comme des distances de marche entre les logements des participants et les équipements, pourrait donner des résultats plus

précis. C'est ce que nous souhaitions faire initialement mais la lourdeur des démarches d'appariement n'a pas permis leur analyse dans le cadre de cette thèse (voir Préambule). Toutefois, cette approche au niveau de la commune de résidence fournit déjà des informations convaincantes.

Quatrièmement, d'autres caractéristiques environnementales ont été identifiées dans la littérature, mais n'ont pas pu être prises en compte ici, comme le trafic routier bruyant (Rantakokko et al. 2009), l'accès aux transports publics (Cerin et al. 2014), l'esthétique du quartier (Van Holle et al. 2012), la présence d'espaces verts et d'eau (Keskinen et al. 2018). Par ailleurs, contrairement à ce qui était prévu initialement (voir Préambule), nous ne disposons d'aucune information permettant de caractériser d'autres dimensions des communes de résidence qui sont étroitement liées à la dimension physique et interagissent avec elle (comme le niveau socioéconomique, le statut social, l'urbanité/ruralité), ce qui nous aurait permis d'ajuster nos modèles et de mettre peut-être en lumière d'autres interactions (Roux and Mair 2010). Enfin, nous n'avons pas stratifié nos analyses par le sexe, alors même que des recherches précédentes suggèrent que les femmes seraient plus sensibles à l'environnement physique (Visagie et al. 2017), en particulier pour les achats (Ishikawa et al. 2016). En effet, les résultats de cette deuxième étude sont déjà très conséquents (car ventilés selon le nombre continu de limitations fonctionnelles) et nous souhaitons nous concentrer sur le gradient de l'état fonctionnel.

Conclusion de l'étude

Les résultats de cette deuxième étude soulignent le rôle conjugué de l'état fonctionnel et des caractéristiques physiques de l'environnement résidentiel face à la perte d'autonomie fonctionnelle : quel que soit l'environnement résidentiel, le déclin fonctionnel est associé à un risque augmenté d'avoir des difficultés dans les OADL et de recourir à de l'aide ; quel que soit le niveau de dégradation fonctionnelle, vivre dans un environnement résidentiel avec des barrières environnementales est associé à une augmentation des restrictions dans les OADL. Nous avons constaté une pression croissante de l'environnement sur les difficultés dans les OADL en fonction du nombre de limitations fonctionnelles ; contrairement aux études précédentes, nous n'avons pas trouvé de seuil à partir duquel les barrières avaient de l'importance. Les environnements résidentiels dotés d'une grande diversité de commerces alimentaires, avec des trottoirs de bonne qualité, des lieux de repos et dépourvus de marches/escaliers entre la rue et le logement sont importants pour les activités OADL, dès les premiers stades du déclin fonctionnel et tout au long du gradient. Cependant, nous avons tiré des conclusions différentes selon qu'ils réduisent ou non le recours à l'aide. Des associations nettes sont observées tout au long du gradient fonctionnel uniquement pour la diversité des commerces alimentaires, qui semble préserver l'autonomie fonctionnelle et réduire le besoin d'aide. Toutefois, cette influence sur le recours à l'aide semble diminuer, comme nous nous y attendions, avec la gravité de l'état fonctionnel. Dans les enquêtes en santé, des mesures plus fines des obstacles et des études plus approfondies appliquant une approche intersectionnelle

pourraient contribuer à donner une idée plus claire des processus dynamiques par lesquels les environnements résidentiels et les caractéristiques individuelles interagissent pour déterminer l'autonomie fonctionnelle aux âges avancés.

CHAPITRE 3. ENVIRONNEMENT RESIDENTIEL, NIVEAU DE DIPLOME ET PERTE D'AUTONOMIE FONCTIONNELLE

Introduction

Le maintien de l'autonomie fonctionnelle des personnes âgées est un objectif clé pour promouvoir la qualité de vie et réduire les besoins croissants en aide humaine. L'autonomie fonctionnelle est définie comme la capacité à effectuer des activités quotidiennes sans aide humaine et implique des interactions complexes et dynamiques entre la santé fonctionnelle, les ressources personnelles et les obstacles environnementaux (Lawton and Nahemow 1973; Verbrugge and Jette 1994; World Health Organization 2001). Les caractéristiques physiques des lieux où vivent les personnes âgées peuvent avoir un impact sur l'apparition du déclin fonctionnel chez les individus en bonne santé (Balfour and Kaplan 2002) et, plus tard, sur les conséquences de ce déclin fonctionnel en termes de restrictions d'activité (Clarke et al. 2008; Laborde et al. 2022). Outre des interventions visant à limiter l'apparition des limitations fonctionnelles (dont l'incidence s'accélère avec l'âge) (Liang et al. 2003), des interventions sont nécessaires pour aider les personnes âgées à faire face aux limitations fonctionnelles. Dans ce contexte, l'amélioration des caractéristiques physiques du quartier pourrait faire partie des politiques visant à maintenir l'autonomie fonctionnelle malgré les troubles courants liés à l'âge. Toutefois, il n'est pas certain que, parmi les personnes âgées atteintes de limitations fonctionnelles, un environnement adapté profiterait uniformément à tous les groupes sociaux, ni qu'il pourrait réduire les inégalités sociales en matière d'autonomie fonctionnelle.

Bien que les preuves du rôle de l'environnement physique résidentiel dans les restrictions d'activités s'accumulent, nous avons relevé des manques dans la littérature. Nous n'avons trouvé aucune étude portant sur les interactions entre l'environnement résidentiel physique et le statut socioéconomique individuel face aux restrictions d'activités. Pourtant, le statut socioéconomique individuel joue un rôle majeur tout au long du processus de perte d'autonomie fonctionnelle : à la fois dans l'apparition des limitations fonctionnelles (Serrano-Alarcón and Perelman 2017) et dans la capacité à maintenir des activités malgré les limitations fonctionnelles (Arrighi et al. 2017). La plupart des études portant sur ces interactions se sont concentrées sur d'autres aspects de la santé (Smith et al. 2017; Jones et al. 2021; Gullon et al. 2021). Ces études ne montrent pas de conclusions concordantes : certaines ont suggéré que les bénéfices pour la santé liés à l'environnement étaient plus importants pour les personnes les moins favorisées socialement (Pan et al. 2021; Adhikari et al. 2021) ; d'autres ont estimé que les avantages étaient plus importants pour les personnes les plus favorisées (Smith et al. 2017; Lin et al. 2021a) ; enfin, plusieurs études n'ont trouvé aucune différence statistique dans ces associations selon le niveau socioéconomique des individus (Schüle and Bolte 2015; Jones et al. 2021). Cette absence de différences sociales pourrait s'expliquer en partie par une sous-estimation des effets résidentiels qui, dans les enquêtes, sont généralement moins questionnés que les caractéristiques individuelles (Macintyre and Ellaway 2003). En outre, la ségrégation résidentielle – les individus au statut social élevé sont peut-être peu nombreux à résider dans

des quartiers défavorisés, tout comme des personnes au statut social faible à vivre dans des quartiers aisés - pourrait limiter les analyses et la production de résultats solides (Stafford and Marmot 2003).

Les données de l'enquête CARE-Ménages sur les personnes âgées françaises ont été utilisées pour évaluer si et comment l'association entre les barrières environnementales et l'autonomie fonctionnelle variait en fonction du niveau de diplôme (utilisé comme proxy du niveau socioéconomique) en utilisant plusieurs mesures des barrières environnementales. Cet ensemble de données a permis de sélectionner les activités extérieures de la vie quotidienne (OADL) et de se concentrer sur les personnes âgées qui sont déjà entrées dans le processus de perte d'autonomie fonctionnelle. En ligne avec le modèle des ressources collectives (Stafford and Marmot 2003), nous supposons que le fait de vivre dans des environnements résidentiels présentant des barrières environnementales présente plus d'inconvénients pour les personnes âgées moins diplômées (plus dépendantes de leur quartier) que pour les personnes plus diplômées (plus susceptibles de s'adapter en faisant appel à des ressources privées) (hypothèse 5). En corollaire, nous supposons que le fait de vivre dans des environnements sans barrières est plus bénéfique pour les moins diplômés que pour les plus diplômés et que, par conséquent, le fait de vivre dans des environnements sans barrières atténue les inégalités selon le niveau de diplôme. Mais nous supposons également que ces variations entre niveaux de diplôme pourraient être faibles (hypothèse 6) : une fois les limitations fonctionnelles apparues, toutes les personnes âgées pourraient devenir particulièrement dépendantes de leur quartier pour les activités extérieures, quelles que soient leurs ressources personnelles, en raison des contraintes environnementales (escaliers, zones piétonnes inadaptées ou insécures, etc.) et de la nécessité de s'adapter.

Méthodes

1. Données

Tout comme pour la deuxième étude, nous avons utilisé les données de l'enquête CARE-Ménages. Nous avons également utilisé les mêmes mesures pour évaluer les restrictions d'activité (à savoir les restrictions dans les OADL et le recours à l'aide), les facteurs individuels et les facteurs environnementaux résidentiels. Pour plus de détail sur l'enquête CARE-Ménages ménages et sur les indicateurs mobilisés, se référer en Partie 2.

2. Analyses statistiques

Nous avons d'abord analysé les caractéristiques de l'échantillon de l'étude en fonction du niveau de diplôme (tests du chi-carré pour comparer les variables catégorielles ; tests de Wald ajustés pour comparer les variables continues). Ensuite, nous avons produit trois modèles de régression logistique multinomiale pour comprendre comment le niveau de diplôme pouvait interagir avec les barrières environnementales face à la capacité à réaliser seul des activités en extérieur. Cette troisième étude se base sur les enseignements tirés de la deuxième étude et

seules les quatre barrières environnementales présentant une association significative avec les OADL dans la deuxième étude ont été retenues.

- Les **modèles 1 et 2** ont pour objectif d'estimer la probabilité d'autonomie fonctionnelle en fonction du niveau de diplôme. Ces modèles sont ajustés sur les facteurs individuels présentant une association significative avec l'autonomie fonctionnelle dans les analyses univariées ($p < 0.05$) (modèle 1) ainsi que sur les quatre barrières environnementales identifiées comme significatives dans l'étude 2 (modèle 2). Ici nous souhaitons observer si la qualité de l'environnement résidentiel peut contribuer à expliquer une partie des différences selon le niveau de diplôme face aux restrictions OADL. Nous avons donc comparé l'ampleur des différences ajustées selon le niveau de diplôme, mesurées à l'aide des *average marginal effects* (AMEs) (Williams 2012), dérivés des modèles 1 et 2 (avec la limite que ces AMEs proviennent de deux modèles différents et ne peuvent pas être directement comparés).
- Le **modèle 3** permet de tester l'hypothèse selon laquelle l'ampleur des liens entre les niveaux de diplôme et des restrictions d'activité serait différente selon que l'on vive dans un environnement avec ou sans barrière. Pour cela, le modèle 3 ventile le modèle 2 selon la présence ou l'absence de chacune des quatre barrières et permet de calculer les *Marginal effects at representative values* (MERVs). Comme les MERVs ont été estimés à partir d'un seul modèle, nous avons pu les comparer pour observer si les probabilités prédites étaient significativement différentes (Williams 2012).
- Le **modèle 4** permet de tester l'hypothèse selon laquelle l'ampleur des liens entre les barrières environnementales et les restrictions d'activités pourrait varier selon que les individus soient très ou peu diplômés. Pour cela, le modèle 4 ventile le modèle 2 selon le niveau de diplôme et permet de calculer des *Marginal effects at representative values* (MERVs) que nous avons pu comparer.

Toutes les analyses ont été stratifiées par sexe, car des études précédentes ont suggéré que les femmes étaient plus sensibles à l'environnement résidentiel physique (Visagie et al. 2017), en particulier pour faire les courses (Ishikawa et al. 2016). Des poids d'échantillonnage normalisés ont été appliqués à toutes les analyses pour tenir compte de la conception de l'étude CARE-Ménages. Pour évaluer la robustesse de nos résultats, nous avons introduit des variables testant les interactions entre chacune des quatre barrières environnementales et le niveau d'éducation (Annexe 7. Tableau complémentaire 1). Les analyses statistiques ont été réalisées avec STATA 16.1.

Résultats

1. Résultats descriptifs

Comme dans la deuxième étude, notre échantillon comprend 7 451 répondants ayant déclaré au moins une limitation fonctionnelle sévère (sur un total de 10 628 participants). Les caractéristiques de cet échantillon ayant déjà été décrites dans la deuxième étude, nous allons ici présenter les variations observées dans notre échantillon d'étude selon le niveau de diplôme.

Un quart des participants composant notre échantillon ont un faible niveau de diplôme. Ce résultat n'est pas étonnant car les personnes ayant un faible niveau d'instruction sont plus susceptibles de déclarer des limitations fonctionnelles sévères et ont donc plus de chances d'être incluses dans notre échantillon d'analyse (Annexe 7. Tableau complémentaire 2). Dans notre échantillon d'étude, les participants les plus instruits sont plus jeunes, plus souvent des hommes, plus susceptibles de déclarer des contacts fréquents avec des amis et des voisins, mais moins susceptibles de voir souvent leur famille et de déclarer une détresse psychologique que les participants de niveau de diplôme plus faible (Tableau 10). Un faible niveau d'instruction est associé à davantage de maladies chroniques, à un plus grand nombre de limitations fonctionnelles sévères et à davantage de difficultés dans les OADL avec recours à l'aide, par rapport aux participants avec un niveau d'instruction plus élevé. Des valeurs intermédiaires sont observées pour ceux avec un niveau d'instruction moyen.

Parmi les personnes âgées déclarant des limitations fonctionnelles sévères, peu de différences entre les niveaux de diplôme sont observées en ce qui concerne l'exposition aux barrières environnementales : les groupes avec le niveau de diplôme le plus faible ont tendance à moins signaler de zones piétonnes de mauvaise qualité que les catégories avec le niveau d'instruction le plus élevé ($p=0,052$). Même si les personnes sans limitation fonctionnelle ne sont pas prises en compte dans notre analyse, nous nous sommes intéressés aux variations dans l'exposition aux barrières environnementales selon leur niveau de diplôme : de la même façon, aucune différence n'a été observée parmi elles.

Tableau 10. Caractéristiques générales de l'échantillon d'étude selon le niveau d'instruction. Enquête CARE-Ménages (60+ avec au moins une limitation fonctionnelle sévère), 2015, France.

	Total	Niveau de diplôme faible	Niveau de diplôme moyen	Niveau de diplôme élevé	p-value
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	
Total *	7 451	2 268	2 936	2 247	
Distribution selon les niveaux de diplôme	(100,0)	(25,6)	(37,7)	(36,7)	
Restrictions d'activité OADL*					
Pas de difficultés dans les OADL	1 964 (52,5)	431 (41,4)	709 (46,8)	824 (66,0)	
Difficultés mais pas de recours à l'aide	966 (11,6)	255 (11,3)	376 (13,3)	335 (10,1)	<0,001
Recours à l'aide	4 521 (35,9)	1 582 (47,3)	1 851 (39,9)	1 088 (23,9)	
Facteurs individuels					
Sexe*					
Femmes	4 905 (61,6)	1 550 (62,0)	2 125 (69,3)	1 230 (53,4)	
Hommes	2 546 (38,4)	718 (38,1)	811 (30,7)	1 017 (46,6)	<0,001
Age ‡					
	76,2 (0,20)	77,7 (0,38)	78,2 (0,31)	73,0 (0,30)	<0,001
Vivre seul (Oui)*	3 590 (40,3)	1 123 (39,6)	1 519 (43,3)	948 (37,8)	0,054
Fréquence dans les relations avec les membres de la familles (autres que les co-résidents) *					
Souvent	5 376 (71,5)	1 745 (76,4)	2 173 (74,3)	1 458 (65,2)	
Rarement	1 675 (24,6)	396 (18,7)	633 (22,7)	646 (30,6)	<0,001
Jamais	383 (4,0)	121 (4,9)	125 (3,1)	137 (4,2)	
Fréquences des relations avec les amis et voisins *					
Souvent	4 445 (65,8)	1 266 (60,0)	1 761 (66,7)	1 418 (69,0)	
Rarement	1 506 (18,6)	419 (19,6)	604 (17,1)	483 (19,3)	<0,001
Jamais	1 466 (15,6)	571 (20,4)	565 (16,1)	330 (11,7)	
Nombre de limitations fonctionnelles sévères ‡	3,3 (0,05)	3,9 (0,11)	3,4 (0,07)	2,7 (0,07)	<0,001
Nombre de maladies chroniques diagnostiquées ‡	3,2 (0,04)	3,4 (0,08)	3,2 (0,07)	2,9 (0,07)	<0,001
Détresse psychologique *	3 008 (31,0)	963 (33,7)	1 198 (34,3)	847 (25,8)	<0,001
Facteurs environnementaux résidentiels					
Faible diversité de commerces alimentaires * (Oui)	2 894 (39,5)	856 (38,5)	1 227 (40,5)	811 (39,3)	0,745
Zones piétonnes de mauvaise qualité * (Oui)	1 600 (17,2)	455 (16,1)	564 (15,9)	581 (19,5)	0,052
Absence/Manque de lieux de repos * (Oui)	1 362 (15,6)	391 (17,2)	501 (15,4)	470 (14,8)	0,398
Escaliers/Marches pour sortir de chez soi * (Oui)	3 714 (54,6)	1 088 (55,7)	1 457 (53,7)	1 169 (54,8)	0,756

Note : * N (%) : Les effectifs sont bruts et les pourcentages sont pondérés ; p-values sont calculées à partir de tests de Khi-deux.

‡ Moyennes (DS) pondérées; p-values sont estimées à partir de tests de Wald ajustés.

2. Analyses multivariées

2.1. Ampleur des différences selon le niveau de diplôme face aux restrictions dans les OADL

Dans un premier temps, nous souhaitons évaluer l'ampleur des différences selon le niveau d'instruction face aux restrictions OADL ; et comprendre si une partie de ces différences selon le niveau d'instruction pouvait être expliquée par la qualité de l'environnement résidentiel (tel que nous le mesurons ici). Le Tableau 11 montre l'ampleur des différences d'instruction avant (modèle 1) et après (modèle 2) l'ajustement sur les barrières environnementales. Pour les deux modèles, les AMEs ont été calculés en prenant comme référence le faible niveau d'instruction et en tenant compte des facteurs individuels.

Le modèle 1 indique que les personnes ayant un niveau de diplôme élevé sont moins susceptibles d'avoir des restrictions dans les OADL que celles avec un niveau d'instruction faible (AMEs pour ne pas avoir de difficultés dans les activités de la vie quotidienne : + 7,5 pp pour les hommes et + 6,7 pp pour les femmes) et moins susceptibles de recourir à une aide (- 6,8 pp pour les hommes ; - 7,2 pp pour les femmes). Chez les femmes, les personnes ayant un niveau de diplôme moyen sont également moins susceptibles de recourir à une aide que celles ayant un faible niveau d'instruction (-5,1 pp) ; mais cela tend à s'accompagner d'une probabilité accrue de rencontrer des difficultés sans avoir recours à une aide (non significatif).

Ces associations sont restées significatives après ajustement sur les barrières environnementales, avec la même ampleur (modèle 2). La seule tendance identifiée (qui ne peut pas être validée car les résultats proviennent de deux modèles distincts) est une légère augmentation des différences entre les femmes les plus diplômées et les moins diplômées sans difficultés dans les OADL (modèle 1 : + 6,7 pp ; modèle 2 : + 8,1 pp) et avec recours à l'aide (modèle 1 : - 7,2 pp ; modèle 2 : - 8,7 pp).

Tableau 11. Probabilités prédites (AAPs) des difficultés OADL et du recours à l'aide et des effets marginaux (AMEs) selon le niveau d'instruction avant (Modèle 1) et après (Modèle 2) l'ajustement sur les barrières environnementales, parmi les hommes et les femmes. Enquête CARE-Ménages (60+ avec au moins une limitation fonctionnelle sévère), 2015, France.

Modèle 1 ¶						
Niveau de diplôme	Pas de difficultés OADL		Difficultés mais pas de recours à l'aide		Recours à l'aide	
	AAPs ^a (IC 95%)	AMEs ^b	AAPs ^a (IC 95%)	AMEs ^b	AAPs ^a (IC 95%)	AMEs ^b
Hommes						
Faible	57.8 (52.8;62.7)	Ref.	11.1 (7.4;14.7)	Ref.	31.2 (26.5;35.9)	Ref.
Moyen	62.9 (58.8;67.0)	5.1	10.4 (7.3;13.5)	-0.7	26.7 (23.1;30.3)	-4.5
Elevé	65.3 (61.9; 68.7)	7.5 *	10.4 (8.2;12.6)	-0.7	24.4 (21.3;27.5)	-6.8 *
Femmes						
Faible	42.8 (38.6; 47.0)	Ref.	11.2 (8.7; 13.8)	Ref.	46.0 (42.0; 50.0)	Ref.
Moyen	45.3 (42.1; 48.6)	2.6	13.7 (11.0; 16.5)	2.5	40.9 (38.1; 43.7)	-5.1 *
Elevé	49.5 (46.4; 52.6)	6.7 *	11.7 (8.8; 14.6)	0.4	38.8 (35.4; 42.2)	-7.2 **
Modèle 2 ‡						
Niveau de diplôme	Pas de difficultés OADL		Difficultés mais pas de recours à l'aide		Recours à l'aide	
	AAPs ^a (IC 95%)	AMEs ^b	AAPs ^a (IC 95%)	AMEs ^b	AAPs ^a (IC 95%)	AMEs ^b
Hommes						
Faible	60.3 (55.2;65.3)	Ref.	11.3 (7.6; 15.0)	Ref.	28.4 (23.7; 33.1)	Ref.
Moyen	65.2 (61.0;69.4)	5.0	10.6 (7.4; 13.8)	-0.7	24.2 (20.5; 27.9)	-4.2
Elevé	68.0 (64.6;71.5)	7.7 *	10.2 (8.0; 12.4)	-1.1	21.8 (18.6; 24.9)	-6.7 *
Femmes						
Faible	44.9 (40.6; 49.3)	Ref.	11.0 (8.4; 13.5)	Ref.	44.1 (40.0; 48.2)	Ref.
Moyen	47.7 (44.4; 51.0)	2.8	14.0 (11.3; 16.7)	3.0	38.3 (35.3;41.2)	-5.8 *
Elevé	53.0 (49.6; 56.4)	8.1 **	11.6 (8.8; 14.4)	0.6	35.4 (31.9;39.0)	-8.7 **

Note : Les valeurs indiquées sont (a) les probabilités prédites mesurées par les AAP pour les modèles de régression multinomiale ajustés ; et (b) les différences entre ces AAP mesurées par les effets marginaux moyens (AME), le faible niveau d'instruction étant pris comme référence. Les valeurs p ont été utilisées pour tester si ces différences (AME) étaient significativement différentes de 0 : *p<0,05 ; ** p<0,01 ; *** p<0,001.

¶ Le modèle 1 a été ajusté sur tous les facteurs individuels suivants : sexe, âge en tant que variables continue, nombre de limitations fonctionnelles sévères, fait de vivre seul, fréquence des relations avec les membres de la famille (autres que les co-résidents), avec les amis et les voisins, nombre de maladies chroniques diagnostiquées, détresse psychologique.

‡ Le modèle 2 a été ajusté sur tous les facteurs individuels (comme dans le modèle 1) et les quatre barrières environnementales.

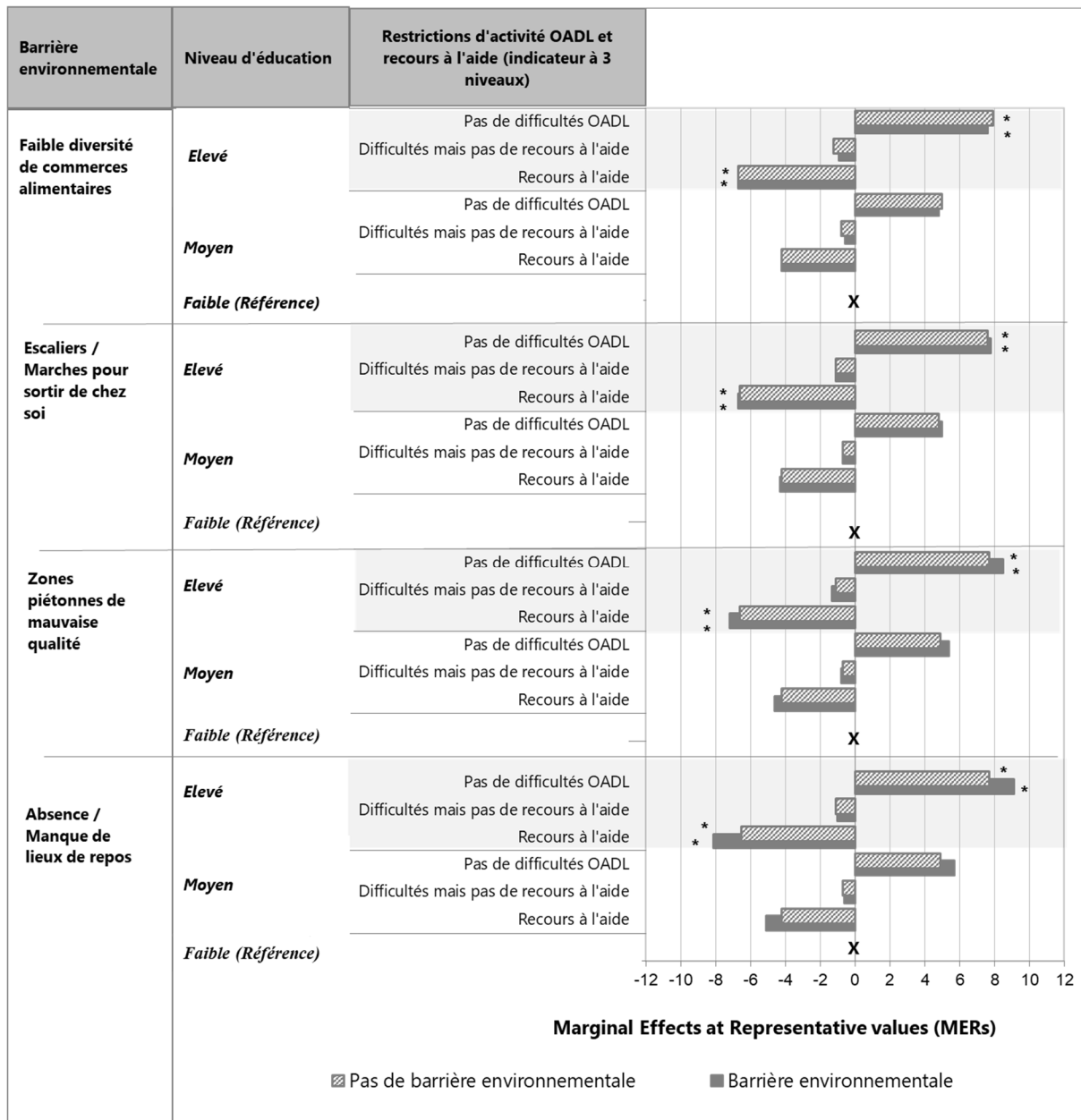
2.2. La présence de barrières environnementales modifie-t-elle l'ampleur des inégalités selon le diplôme face aux restrictions OADL ?

La Figure 14 présente les effets marginaux dérivés des analyses stratifiées du modèle 3, permettant d'explorer si et comment les différences de niveau de diplôme face aux difficultés dans les OADL varient dans les environnements avec (barres pleines) et sans (barres hachurées) barrières environnementales, pour les hommes (Figure 14A) et les femmes (Figure 14B). Les effets marginaux sont affichés en prenant comme référence un faible niveau de diplôme. Les barres avec une valeur négative indiquent que les niveaux de diplôme élevé ou moyen ont une probabilité plus faible que le niveau de diplôme faible ; une valeur positive signifie une probabilité plus élevée.

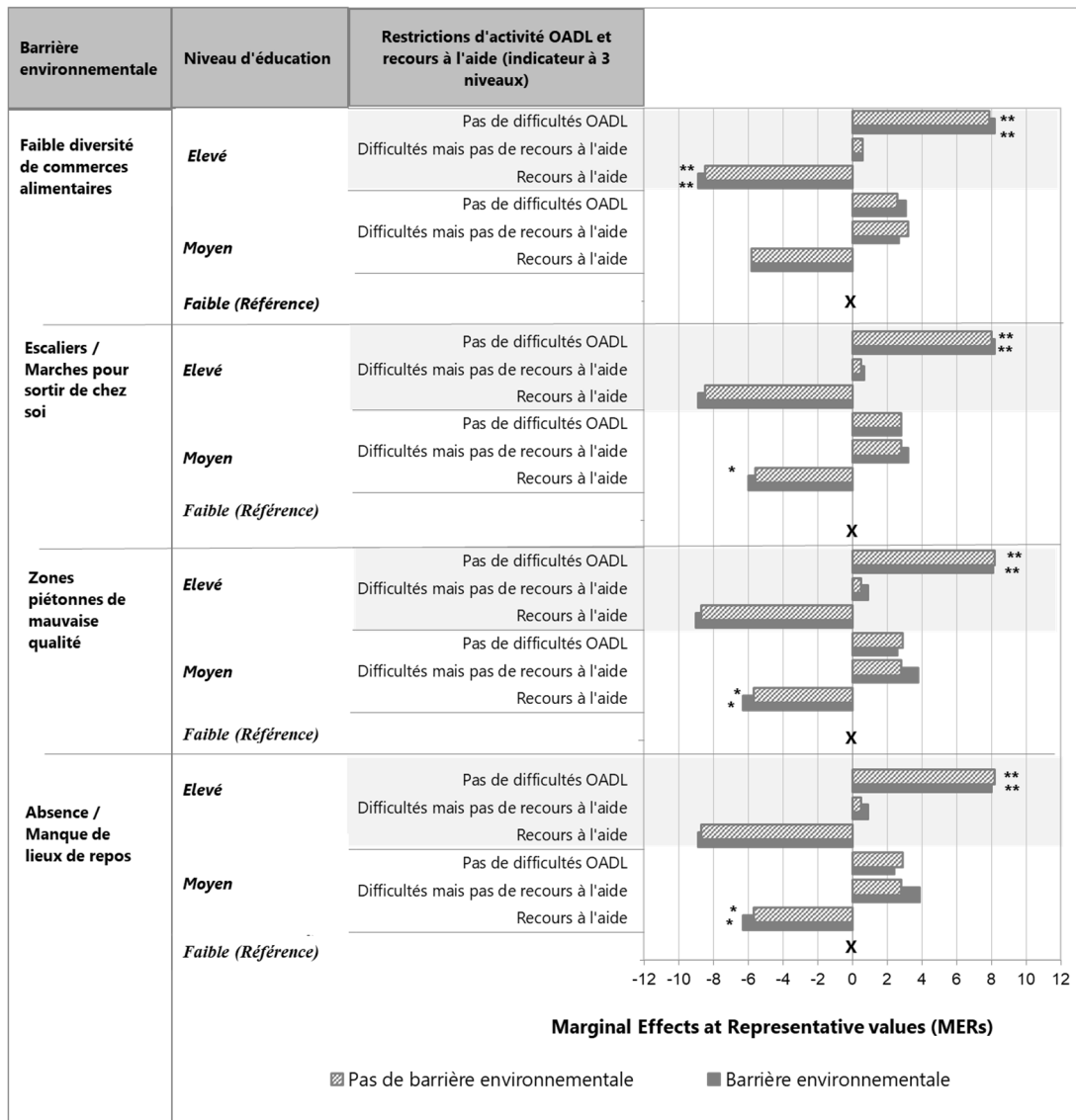
Les différences de niveau d'instruction identifiées dans le modèle 2 restent significatives dans le modèle 3 : quel que soit leur lieu de résidence, les personnes ayant un faible niveau de diplôme sont plus susceptibles de rencontrer des difficultés dans les OADL et d'avoir recours à de l'aide que celles ayant un niveau de diplôme plus élevé. Pour les femmes, l'ampleur des différences selon le niveau de diplôme est similaire dans les environnements avec et sans barrières. Pour les hommes, on observe une légère tendance : le fait de déclarer des zones piétonnes de mauvaise qualité et un manque de lieux de repos tend à accroître les inégalités selon le niveau de diplôme face aux restrictions (MERS pour ne pas avoir de difficultés OADL : 9,1 pp pour ceux qui déclarent un manque de lieux de repos contre 7,7 pp pour ceux qui ne le déclarent pas ; MER pour le recours à une aide : 8,1 pour ceux qui déclarent un manque de lieux de repos contre 6,5 pp pour ceux qui ne le déclarent pas).

Figure 14. Différences selon le niveau d'instruction dans les difficultés OADL et le recours à l'aide stratifiées par la présence/absence de barrières environnementales parmi les hommes (A) et les femmes (B) (Model 31). Enquête CARE-Ménages (60 + avec au moins une limitation fonctionnelle sévère), 2015, France.

A. Hommes



B. Femmes



Note : Les valeurs indiquées sont les différences de niveau d'instruction entre les probabilités prédites d'autonomie fonctionnelle mesurées par les effets marginaux aux valeurs représentatives (MERs), le niveau d'instruction le plus bas étant pris comme référence (marqué par "X"). Les valeurs p-value ont été utilisées pour tester si ces MERs étaient significativement différents de 0 : *p<0,05 ; ** p<0,01 ; *** p<0,001.

¶ Le modèle 3 a été ajusté par les facteurs individuels (sexe, âge en tant que variable continue, nombre de limitations fonctionnelles sévères, fait de vivre seul, fréquence des relations avec les membres de la famille (autres que les co-résidents), avec les amis et les voisins, nombre de maladies chroniques diagnostiquées, détresse psychologique) et stratifié en fonction de la présence/absence d'obstacles environnementaux.

2.3. Le niveau de diplôme modifie-t-il l'ampleur des inégalités résidentielles face aux restrictions OADL ?

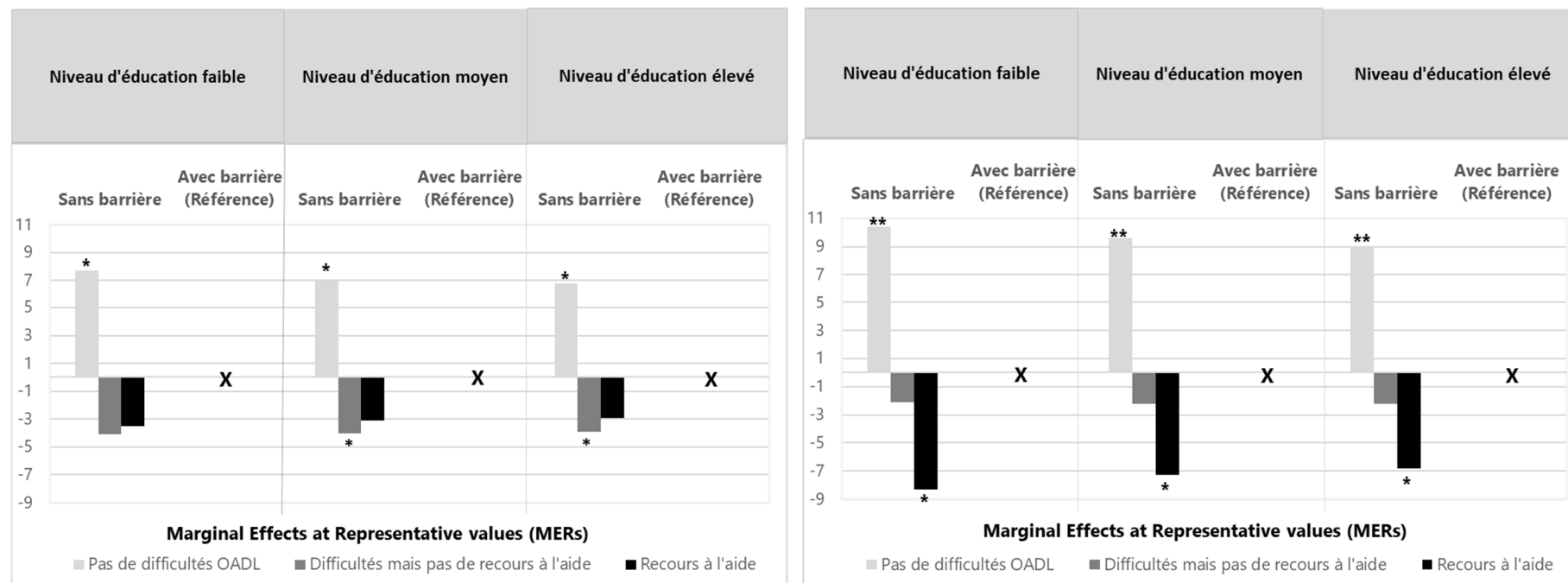
La Figure 15 montre comment l'association entre les barrières et les restrictions varie selon les niveaux d'instruction (modèle 4). Les MER ont été calculés en prenant comme référence les environnements avec barrières. Les barres avec une valeur négative indiquent que les personnes vivant dans des environnements sans barrières ont des probabilités plus faibles que celles vivant dans des environnements avec barrières ; une valeur positive signifie une probabilité plus élevée. Nous ne présentons que les effets marginaux pour les hommes et pour les deux barrières environnementales (zones piétonnes de mauvaise qualité et manque de lieux de repos) pour lesquelles des différences de niveau d'instruction légèrement plus faibles ont été observées dans le modèle 5 (résultats détaillés dans Annexe 7. Tableau complémentaire 3).

Quel que soit leur niveau de diplôme, les hommes vivant dans des environnements sans barrières sont moins susceptibles de rencontrer des difficultés et de recourir à de l'aide que ceux vivant dans des environnements avec barrières (Figure 15 et Annexe 7. Tableau complémentaire 3). Toutefois, les associations avec des zones piétonnes de mauvaise qualité et l'absence de lieux de repos tendent à être légèrement plus fortes pour les peu diplômés que pour les très diplômés. Le fait d'avoir un faible niveau de diplôme tend à accroître les inégalités environnementales (concernant le manque de lieux de repos, MERs pour ne rencontrer aucune difficulté dans les OADL : 10,4 pp chez les hommes les moins diplômés vs. 8,9 pp chez les hommes les plus diplômés ; MERs pour le recours à l'aide : -8,3 pour les hommes les moins diplômés vs. -6,8 pp pour les plus diplômés).

Figure 15. Différences résidentielles dans les difficultés OADL et recours à l'aide stratifiées selon le niveau de diplôme parmi les hommes, pour les zones piétonnes de mauvaise qualité (A) et le absence/manque de lieux de repos (B) (Model 4¶). Enquête CARE-Ménages (60 ans + avec au moins une limitation fonctionnelle sévère), 2015, France.

A. Zones piétonnes de mauvaise qualité

B. Absence/manque de lieux de repos



Note : Les valeurs indiquées sont les différences environnementales entre les probabilités prédites pour l'IF mesurées par les effets marginaux aux valeurs représentatives (MER), avec la "zone avec barrières" saisie comme référence (marquée par "X"). Les valeurs p ont été utilisées pour tester si ces valeurs (MER) étaient significativement différentes de 0 : *p<0,05 ; ** p<0,01 ; *** p<0,001.

¶ Le modèle 4 a été ajusté par les facteurs individuels (sexe, âge en tant que variable continue, nombre de limitations fonctionnelles sévères, fait de vivre seul, fréquence des relations avec les membres de la famille (autres que les co-résidents), avec les amis et les voisins, nombre de maladies chroniques diagnostiquées, détresse psychologique) et stratifié en fonction des niveaux d'instruction.

Discussion de l'étude

Cette troisième étude apporte de nouveaux éléments de compréhension sur les interactions entre les caractéristiques physiques de l'environnement résidentiel et le niveau de diplôme, jusqu'à présent peu explorées dans les études sur la perte d'autonomie fonctionnelle des personnes âgées. Globalement, les barrières environnementales sont associées à l'autonomie fonctionnelle de manière similaire pour les personnes âgées peu ou très diplômées. De la même façon, l'ampleur des différences selon le niveau de diplôme est similaire dans les environnements résidentiels avec et sans barrières. Toutefois, on a observé, uniquement pour les hommes et uniquement pour deux barrières environnementales (zones piétonnes de mauvaise qualité et manque de lieux pour se reposer), une légère tendance à la réduction des inégalités entre les plus et les moins diplômés, les associations étant effectivement plus fortes pour les moins instruits.

Nous avons ainsi constaté qu'à la fois les caractéristiques sociales des individus et les caractéristiques physiques des environnements résidentiels étaient associées à des difficultés dans les OADL et au recours à l'aide à un âge avancé, ce qui est conforme aux modèles conceptuels du processus de perte d'autonomie fonctionnelle (Verbrugge and Jette 1994; World Health Organization 2001). En effet, le niveau de diplôme des individus a une incidence sur l'autonomie fonctionnelle (quel que soit le lieu de résidence), tout comme les obstacles environnementaux (quel que soit le niveau de diplôme des individus). Des études antérieures portant sur le rôle des caractéristiques physiques ou socioéconomiques des quartiers sur d'autres aspects de la santé ont abouti à des résultats similaires (Stafford and Marmot 2003; Roux et al. 2009; Jones et al. 2021). Ces résultats montrent que des interventions à l'échelle des environnements résidentiels pourraient compléter les interventions à l'échelle des individus pour améliorer l'autonomie fonctionnelle des personnes âgées, une fois que des limitations fonctionnelles sont apparues, dans les populations très diplômées comme dans les populations peu diplômées.

Nos résultats ont mis en évidence d'importantes inégalités selon le niveau de diplôme face aux restrictions OADL, même après ajustement avec les barrières environnementales. Il semblerait alors que l'environnement résidentiel physique ne contribue pas à expliquer les inégalités selon le niveau de diplôme. Ce résultat est cohérent avec de précédentes études portant sur la contribution de l'environnement physique aux inégalités sociales en matière d'activité physique (Gullon et al. 2021) ou de santé mentale (Fone et al. 2014). Mais ce résultat pourrait être également expliqué par une sous-estimation des effets contextuels par rapport aux effets individuels (Pickett and Pearl 2001; Macintyre and Ellaway 2003). La coexistence de barrières et de facilitateurs dans même quartier (Macintyre 2007), qui se concurrencent et affectent l'autonomie fonctionnelle de différentes manières, pourrait également jouer un rôle. En effet, les quartiers socioéconomiquement favorisés seraient associés à une plus grande accessibilité aux espaces verts, mais à une plus faible facilité de déplacement à pied ou à vélo, ainsi qu'à une moindre accessibilité aux installations de loisirs (Jacobs et al. 2019), aux équipements

sportifs (Schneider et al. 2015) et aux commerces alimentaires (Smith et al. 2010a). De manière cohérente, dans notre échantillon d'étude, les personnes les plus diplômées sont plus susceptibles de déclarer des zones piétonnes de mauvaise qualité (pour des raisons objectives ou subjectives), et cette différence était plus prononcée chez les femmes (ce qui pourrait expliquer la faible augmentation dans les différences selon le niveau de diplôme observée chez les femmes, dès lors que l'on ajuste le modèle sur les barrières environnementales). Pour toutes ces raisons, il est essentiel de garder à l'esprit que ce résultat doit être interprété avec prudence. D'autres études sont nécessaires pour conclure à la faible contribution possible des barrières environnementales aux inégalités selon le niveau de diplôme dans l'autonomie fonctionnelle, afin de mieux comprendre les mécanismes interdépendants impliqués dans la perte d'autonomie fonctionnelle.

La présence de barrières environnementales semble modifier les probabilités d'autonomie fonctionnelle de manière similaire pour tous les niveaux de diplôme (pour les personnes souffrant de limitations fonctionnelles). Néanmoins, pour les hommes, nous avons observé une légère tendance à la réduction des inégalités entre les plus diplômés et les moins diplômés, mais seulement pour deux barrières environnementales (zones piétonnes de mauvaise qualité et manque d'endroits pour se reposer), ce qui s'explique principalement par des associations plus fortes avec les peu diplômés. Ce résultat est cohérent avec les modèles de ressources collectives (Stafford and Marmot 2003), avec des études antérieures portant sur d'autres résultats en matière de santé (Pan et al. 2021; Adhikari et al. 2021) et avec l'hypothèse 5. Cependant, conformément à notre hypothèse 6, nos résultats ne montrent qu'une légère tendance et la faiblesse de cette diminution pourrait remettre en question la pertinence des modèles de ressources collectives (Stafford and Marmot 2003), dès lors que l'on se concentre sur une population plus âgée souffrant de limitations fonctionnelles. En effet, nos résultats tendraient à confirmer qu'une fois que les limitations fonctionnelles sont apparues, les améliorations de l'environnement auraient un impact universel. Au fur et à mesure que leur mobilité diminue, les personnes âgées les plus diplômées pourraient ainsi perdre leur avantage comparatif qui consiste à pouvoir se procurer des biens et des services à titre privé ailleurs, et elles pourraient devenir aussi dépendantes de leur environnement résidentiel que des personnes moins instruites. D'autres caractéristiques de l'environnement résidentiel que nous n'avons pas pu mesurer (telles que la cohésion sociale ou la sécurité) auraient pu davantage interagir avec le niveau de diplôme. Par exemple, une étude menée en Californie a montré que les personnes à faible statut socioéconomique s'inquiétaient davantage de la sécurité de leur quartier, ce qui était associé à une moindre probabilité de sortir librement (Meyer et al. 2014). Nos résultats suggèrent que la suppression des barrières environnementales pourrait avoir des avantages similaires pour tous et ne contribuerait pas à accroître les inégalités sociales à ce stade avancé du processus de perte d'autonomie fonctionnelle.

Cette recherche présente plusieurs limites, qui reprennent pour la plupart les limites énoncées dans la deuxième étude. Pour éviter des répétitions, nous énumérerons simplement les principales : la nature transversale des données, les mesures auto-déclarées mobilisées pour

qualifier l'environnement résidentiel, les données concernant l'accès aux commerces alimentaires qui auraient méritées d'être obtenues à un niveau géographique plus fin, le fait de ne pas pouvoir inclure dans notre étude d'autres barrières pouvant être liées à l'autonomie fonctionnelle, le fait de ne pas pouvoir tenir compte d'autres dimensions de l'environnement dans nos analyses (comme le niveau socioéconomique, le statut social, l'urbanité/ruralité).

Conclusion de l'étude

Cette troisième étude a fourni des preuves supplémentaires que le niveau d'éducation et les caractéristiques physiques de l'environnement résidentiel sont associés à l'autonomie fonctionnelle. Nous avons confirmé qu'il existe des différences selon le niveau de diplôme dans l'exposition aux limitations fonctionnelles et dans la probabilité de maintenir son niveau d'activité pour réaliser des activités en extérieur. Toutefois, l'une des principales contributions de cette troisième étude est que les environnements résidentiels sans barrières profitent uniformément aux personnes âgées peu et très diplômées, et ne contribuent pas à accentuer les inégalités selon le niveau de diplôme, voire tendent à les réduire (uniquement chez les hommes). Cette étude encourage de futures investigations pour vérifier la nature universelle des interventions environnementales.

PARTIE 4. DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALES

CHAPITRE 1. DISCUSSION GENERALE

Synthèse des résultats et apports principaux

Les résultats de cette thèse apportent plusieurs éléments nouveaux qui permettent de mieux comprendre la relation entre l'environnement physique et la perte d'autonomie fonctionnelle à l'échelle départementale et à l'échelle résidentielle. Dans cette partie, nous ne souhaitons pas reprendre l'ensemble des résultats et nous mettons en exergue trois résultats principaux.

Premièrement, nous avons identifié des associations significatives entre l'environnement et les restrictions d'activité à l'échelle départementale et résidentielle.

- A l'échelle départementale (étude 1), nos résultats soulignent des relations complexes et multiformes : des associations ont été observées avec les conditions socioéconomiques des départements, mais aussi leur niveau d'urbanité et d'offre en services de santé et de support aux personnes âgées. Le sens des associations semble varier selon le professionnel de santé considéré : la densité des masseurs-kinésithérapeutes serait associée avec davantage d'années en autonomie fonctionnelle, tandis que celle des infirmiers libéraux et des SSIAD serait associée avec davantage d'années avec des restrictions d'activité.
- A l'échelle résidentielle (études 2-3), nos résultats ont apporté de nouvelles preuves que les communes avec une faible diversité de commerces alimentaires, des zones piétonnes de mauvaise qualité, avec peu de lieux de repos et la présence de marches ou escaliers à la sortie du logement étaient associées à davantage de restrictions dans les activités en extérieur et de recours à l'aide pour les personnes âgées (ayant déjà des limitations fonctionnelles).

Deuxièmement, à l'échelle résidentielle (études 2-3), nous avons identifié des effets indépendants à la fois des individus et de l'environnement sur la perte d'autonomie fonctionnelle des personnes âgées.

- Une fois les premiers problèmes fonctionnels sévères apparus, les personnes âgées avec un état fonctionnel très dégradé et peu diplômées étaient davantage susceptibles de rencontrer des difficultés dans les OADL et de recourir à de l'aide (quelles que soient les caractéristiques de leur environnement résidentiel).
- Par ailleurs, les personnes âgées vivant dans des communes avec peu de commerces alimentaires et dans des environnements résidentiels peu propices à la marche (zones piétonnes de mauvaise qualité, manque de lieux de repos, présence d'escaliers ou de marches) avaient davantage de probabilité d'être restreintes dans leurs activités du quotidien en extérieur et de recourir à de l'aide (quel que soit leur niveau de diplôme ou le niveau de dégradation de leur état fonctionnel).

Enfin, l'apport majeur de notre recherche est que des associations entre les restrictions d'activité et l'environnement physique résidentielle sont observées quels que soient le niveau de dégradation de l'état fonctionnel et le niveau de diplôme de la personne âgée. Ce résultat issu des analyses stratifiées propose une nouvelle preuve du rôle de l'environnement résidentiel dans la perte d'autonomie fonctionnelle.

- En ce qui concerne l'état fonctionnel (étude 2), nous avons trouvé que les barrières environnementales contribuent aux difficultés dans les OADL pour tous les stades de dégradation fonctionnelle mais avec des niveaux d'intensité différents selon le nombre de limitations fonctionnelles.
- On a observé que l'excès de probabilité de recours à l'aide dans les communes avec une faible diversité de commerces alimentaires diminuait avec le nombre de limitations fonctionnelles. En revanche, l'excès de probabilité à être restreint dans les OADL dans les environnements résidentiels peu propices à la marche augmentait avec la dégradation de l'état fonctionnel.
- Dans l'étude 3, nous avons trouvé que vivre dans des environnements sans ces barrières environnementales était associé à moins de difficultés dans les OADL pour tous les niveaux de diplôme, sans différence dans ces avantages selon le niveau de diplôme (même s'ils ont tendance à être légèrement plus marqués chez les hommes les moins diplômés).

Limites

Cette recherche présente plusieurs limites qui ont déjà été largement décrites dans les trois études. Une limite importante et commune à nos trois études est la nature transversale des données. Outre la difficulté à se prononcer sur le sens des causalités (limite que nous avons essayé de dépasser à l'échelle résidentielle en proposant des analyses ajustées et stratifiées), les données transversales ne nous permettent pas de déterminer si les effets contextuels et résidentiels sont des effets à court ou à long terme. Les territoires (que ce soient les départements, les villes, les quartiers, etc.) et leurs caractéristiques sont dynamiques. Or utiliser des données transversales nous pousse à adopter un point de vue statique supposant que la perte d'autonomie fonctionnelle des résidents est corrélée aux contextes observés lors de leur interrogation. Nous n'avons aucune information sur la durée d'exposition de ces contextes sur les résidents (longue pour les résidents de longue date ; courte pour les nouveaux arrivants). On ne sait pas non plus depuis combien de temps les caractéristiques observées aujourd'hui sont implantées dans les départements ou dans les environnements résidentiels et si elles ont eu le temps d'avoir un quelconque effet. On peut supposer que cette limite soit moins contraignante à l'échelle départementale qu'à l'échelle résidentielle, sous l'hypothèse forte que les contextes départementaux seraient plus lents à évoluer et que de nouvelles politiques départementales mettraient plus de temps à affecter l'autonomie fonctionnelle des personnes âgées. Enfin, les données transversales ne donnent généralement aucune information sur les

contextes de vie auxquels les individus âgés ont été exposés au cours de leur vie, alors même que la littérature pointe le rôle crucial que peuvent jouer les contextes de vie expérimentés pendant l'enfance sur la santé de l'âge adulte (Cambois and Jusot 2011; Anderson et al. 2017; Zhong et al. 2017; Peele 2019; Sallis et al. 2021; Lin et al. 2021b). Il est vrai que des données longitudinales et des approches analytiques plus sophistiquées sont nécessaires pour démêler tous ces mécanismes. Toutefois, cela ne doit pas nous empêcher de formuler des recommandations de santé publique sur la base de ce que l'on peut observer dès à présent.

Une seconde limite générale est de n'avoir pas pu investiguer comment les facteurs départementaux et résidentiels s'articulent et contribuent ensemble à la perte d'autonomie fonctionnelle au niveau individuel. Une revue récente pointait la tendance forte des recherches à se concentrer sur l'environnement résidentiel et à ne pas considérer comment les facteurs contextuels et résidentiels interagissaient (Kelley et al. 2018). Par exemple, la politique des départements en termes de délivrance de permis de construire des grandes surfaces pourrait conduire à modifier la structure des commerces de proximité dans les centres-bourgs ou les centres villes. Pour approfondir cette thématique de recherche, il est nécessaire d'identifier les facteurs contextuels à l'origine de changements urbains locaux et d'examiner comment ces forces pourraient influencer sur la santé fonctionnelle de la population âgée. Examiner ces mécanismes faisait partie des objectifs initiaux de cette thèse. Pour cela, nous avons besoin d'obtenir l'autorisation d'apparier les données de l'enquête CARE-Ménages avec des indicateurs contextuels départementaux et résidentiels (autres que ceux proposés par l'appariement fourni par la Drees). Malheureusement, les procédures administratives nécessaires à cette autorisation ont été considérablement ralenties par la découverte par les institutions des nouvelles procédures liées au RGPD (voir Préambule). De fait, ces analyses n'ont pas pu être réalisées dans le cadre imparti par la thèse. Pour autant, nous continuerons à investiguer ces questions et mènerons ces analyses ultérieurement. Toutefois, notre recherche apporte d'ores et déjà de précieux renseignements sur les mécanismes à l'œuvre à l'échelle départementale et à l'échelle résidentielle.

Enfin, une troisième limite serait, pour l'étude départementale, de ne pas avoir considéré les autres indicateurs de restriction d'activité disponibles dans VQS. Le choix de travailler à partir du GALI nous a permis de rendre nos estimations d'EVSI et d'EVI comparables avec celles calculées annuellement en France et dans les états européens. Toutefois, il serait intéressant dans de futures études de calculer des EVSI et des EVI à partir de difficultés rencontrées sur activités de soins personnels (comme se laver) ou instrumentales (comme sortir de son logement), ce qui permettrait d'étudier plus finement les liens avec la dotation en services de santé et de support pour les personnes âgées. On pourrait ainsi tester si tous les professionnels de santé sont associés à toutes les restrictions d'activités (de soins personnels ou instrumentales), ou si certains professionnels de santé (comme les masseurs-kinésithérapeutes) favorisent davantage l'autonomie fonctionnelle dans les activités instrumentales et d'autres (comme les infirmiers) répondent davantage aux besoins liés aux soins personnels. Toutefois, notre recherche mobilisant un indicateur de restriction globale d'activité apporte déjà des

éléments nouveaux permettant de mieux comprendre comment le contexte et la perte d'autonomie fonctionnelle s'articulent à un niveau départemental.

Implications et perspectives

Dans un contexte de politique de maintien à domicile des personnes âgées en perte d'autonomie fonctionnelle, les résultats de cette thèse sont cruciaux. Ils aident à comprendre comment les facteurs environnementaux (à l'échelle départementale et résidentielle) peuvent être mobilisés comme des outils favorisant l'autonomie fonctionnelle et donc la vie à domicile des personnes âgées. Il est certain que la nature des preuves recueillies dans cette thèse (données transversales) ne permet pas de certifier que des interventions environnementales vont améliorer l'autonomie fonctionnelle des personnes âgées. Il est certain que de nombreux points restent à creuser pour démêler toute la complexité des liens entre les facteurs environnementaux eux-mêmes, puis des interactions entre les facteurs environnementaux, les individus et le processus de perte d'autonomie fonctionnelle. Pour approfondir ces questions, on peut mentionner (sans exhaustivité) la nécessité de produire des enquêtes longitudinales, des mesures plus systématiques des différentes dimensions de l'environnement dans les enquêtes, ou encore de faciliter l'appariement des données géolocalisées avec les données d'enquête. Pour mieux comprendre ces mécanismes, il pourrait être intéressant aussi de s'intéresser aux situations de fragilité et de considérer leurs liens avec le quartier. En effet, il y a un appel des politiques à repérer les situations prédictives de perte d'autonomie fonctionnelle et à mettre des actions en place pour limiter la perte d'autonomie fonctionnelle (Dumontet and Sirven 2018; Sum et al. 2022). Mais tout cela ne nous dispense pas de considérer les implications politiques des résultats dont nous disposons.

Tout d'abord, nous avons identifié des effets indépendants à la fois des individus et de l'environnement résidentiel sur la perte d'autonomie fonctionnelle des personnes âgées. Contrairement à une vision manichéenne souvent portée dans le débat, le rôle joué par l'environnement résidentiel sur la perte d'autonomie fonctionnelle ne semble pas antinomique avec celui établi depuis longtemps des déterminants sociaux individuels. Ainsi, il apparaît que pour améliorer l'autonomie fonctionnelle des personnes âgées, les politiques et actions sociales ou de santé devront porter à la fois sur les individus et sur les environnements. D'un côté, développer des politiques sociales pour améliorer le niveau de revenu des individus les plus défavorisés, leurs conditions de travail, leur niveau de retraite, etc. pourra limiter l'ampleur de la dépendance en réduisant les inégalités sociales entre les individus âgés. De l'autre, proposer des environnements favorables pourrait favoriser l'autonomie fonctionnelle mais ne permettra vraisemblablement pas de réduire les inégalités sociales (ce résultat doit être conforté par d'autres études), à moins de cibler les quartiers dont les résidents âgés sont majoritairement défavorisés.

Nos résultats s'inscrivent dans le concept de Health in All Policies (HiAP) de l'OMS qui reconnaît que "la santé de la population n'est pas simplement un produit des programmes du secteur de la santé, mais qu'elle est largement déterminée par les politiques qui guident les actions

au-delà du secteur de la santé »¹². En effet, nos résultats suggèrent qu'un ensemble de politiques (de santé mais aussi des politiques sociales, de formation, d'aménagement du territoire...) pourraient être mobilisées comme un outil favorisant l'autonomie fonctionnelle. Sur la base de nos résultats, on peut anticiper que des politiques publiques qui limiteraient les inégalités dans les ressources sociales (comme les dispositifs favorisant l'insertion, la formation et l'accès à l'emploi sous la compétence des départements et des régions) et dans l'accès aux services de santé (comme les contrats incitatifs visant à favoriser l'installation et le maintien de masseurs-kinésithérapeutes dans les territoires classés comme sous-dotés par l'agence régionale de santé) pourraient participer à réduire les inégalités territoriales dans les espérances de vie en santé. De plus, des politiques qui ciblent spécifiquement certaines caractéristiques des quartiers (comme les politiques d'adaptation de la voirie et des espaces publics, ou les dispositifs favorisant la revitalisation et la diversification des commerces de proximité) pourraient favoriser l'autonomie fonctionnelle des personnes âgées et réduire leur besoin en aide humaine. Un point important reste cependant à investiguer par les chercheurs : identifier les facteurs contextuels à l'origine de changements urbains locaux et examiner comment ces forces pourraient influencer sur les populations vieillissantes. Il s'agirait ici d'identifier les politiques de santé mais aussi sociales, d'aménagement qui auraient un impact sur les caractéristiques des villes, des quartiers et à terme sur la santé des résidents, et notamment des plus âgés.

Nos résultats suggèrent également que l'adaptation des environnements résidentiels serait un outil pertinent pour faciliter le maintien à domicile des personnes âgées en perte d'autonomie fonctionnelle, qui est aujourd'hui la politique privilégiée par le gouvernement français. Sur la base de nos résultats, il apparaît que les environnements résidentiels adaptés aux personnes âgées en déclin fonctionnel seraient ceux qui offrent une large diversité de commerces alimentaires, qui proposent des trottoirs larges et sécurisés, des lieux de repos ou des bancs dans l'espace public et qui limitent les marches et les escaliers au sortir des logements. Ces environnements résidentiels apparaissent comme soutenant pour les personnes âgées dont l'état fonctionnel a commencé à décliner, en leur permettant de continuer à réaliser seules leurs activités en extérieur. Pour autant la décision de sortir d'une personne âgée avec des problèmes fonctionnels dépend certainement d'un processus plus large que les caractéristiques physiques du quartier. Ainsi d'autres facteurs peuvent tenir également une place importante dans cette décision, comme le sentiment de sécurité, l'accessibilité physique et financière aux commerces, la qualité des produits et services proposés par les commerces proches du domicile, le niveau d'encombrement des trottoirs par des déchets ou des voitures, l'esthétisme du quartier mais aussi la possibilité de se faire livrer à domicile ou le support fourni par les voisins ou la famille. De nombreuses interdépendances systémiques conditionnent les comportements de marche en ville et peuvent limiter l'accès à certaines ressources urbaines pour les personnes âgées en perte de mobilité (et plus largement les populations vulnérables) (Monnet et al. 2019; Hubert

¹² Cette définition de « Health in All Policies » de l'OMS est consultable ici : <https://www.who.int/activities/promoting-health-in-all-policies-and-intersectoral-action-capacities>

et al. 2021). Des mesures plus systématiques et plus précises de toutes les dimensions de l'environnement résidentiel et social de la personne âgée pourraient contribuer à donner une idée plus claire des environnements qui contribuent à l'autonomie fonctionnelle. Néanmoins, un résultat crucial à considérer est que des environnements adaptés semblent apporter des bénéfices en termes d'autonomie fonctionnelle, quel que soit le niveau d'instruction et de dégradation fonctionnelle, autrement dit au plus grand nombre de personnes âgées. Il y a ici une idée d'universalité intéressante qui positionne l'amélioration des caractéristiques physiques des environnements résidentiels comme un investissement rentable dans la mesure où il bénéficierait à toutes les personnes âgées (et pas seulement à une catégorie de la population âgée). Les preuves fournies par la littérature scientifique nous suggèrent que ces bénéfices pourraient s'étendre à tous les âges de la vie.

Pour finir, les résultats de cette thèse auront pour moi des implications professionnelles fortes. En effet, l'une des missions de L'Institut Paris Region (IPR) (institution dans laquelle je travaille depuis onze ans maintenant) est d'accompagner les collectivités locales franciliennes (et également internationales) dans l'aménagement de leur territoire. De nombreux territoires franciliens connaissent déjà ou vont connaître un fort vieillissement de leur population. Au regard des résultats de cette recherche, on voit bien que les enjeux auxquels sont confrontés ces territoires et les solutions qu'ils pourront apporter vont dépendre de la nature même de ces territoires (Gucher et al. 2007; Lord and Després 2012; Caradec et al. 2017; Marchal 2017; Morel-Brochet and Rougé 2017). Par exemple, la mobilité dans les territoires peu denses repose plus fréquemment sur l'usage de la voiture (Minster and Hubert 2012; Hubert et al. 2016), ce qui peut devenir problématique dès que lors que les personnes âgées ne sont plus en mesure de conduire. Ces territoires pourraient être alors confrontés à des problématiques de transports publics vers les zones avec des commerces. Les centres-bourgs pourraient connaître des enjeux en termes de revitalisation des commerces de proximité et d'aménagement de places publiques. Et les villes compactes qui présentent de nombreux bénéfices en santé pour les personnes âgées (OECD 2015; Sun and Zhou 2023) pourraient être davantage confrontées aux problématiques liées au réchauffement climatique (Bertrand and Simonet 2012). Grâce aux résultats de cette recherche mais aussi des différentes expertises présentes dans l'IPR (notamment sur les questions de démographie locale, de ségrégation sociale, d'aménagement, de transports, d'habitat, de végétalisation pour lutter contre les îlots de chaleur urbains, etc.), l'IPR sera en mesure de proposer une réflexion transversale pour accompagner au mieux les territoires souhaitant s'adapter au vieillissement de leur population.

CHAPITRE 2. CONCLUSION GENERALE

Cette thèse propose d'examiner les relations entre environnement et restrictions d'activité au sein de la population âgée à l'échelle départementale et résidentielle, à partir d'un dispositif d'enquête en population générale. Cette thèse a apporté plusieurs nouvelles contributions à la recherche. Tout d'abord, nous avons proposé des cadres théoriques d'analyse pour conceptualiser les différents mécanismes à travers lesquels l'environnement pourrait à travers différentes échelles géographiques et différentes dimensions influencer sur le processus d'autonomie fonctionnelle. C'est la première fois en France qu'une étude permettant d'évaluer les inégalités territoriales face à l'autonomie est réalisée. De plus, cette première étude apporte une réflexion sur comment les associations avec l'autonomie fonctionnelle peuvent varier selon la nature du professionnel de santé. Les travaux à l'échelle résidentielle apportent également des contributions majeures à la recherche, notamment à travers l'observation (à partir de données d'enquête en population générale) des relations entre restrictions d'activités et environnement résidentiel physique, la construction d'un indicateur de restrictions d'activité se concentrant sur les activités basiques en extérieur, l'investigation des interactions entre les caractéristiques environnementales et les caractéristiques individuelles (notamment de santé fonctionnelle et sociales) face aux restrictions d'activité.

Nous avons contribué à mettre en évidence des preuves que les contextes départementaux et résidentiels sont associés à l'autonomie fonctionnelle des personnes âgées. Nos résultats montrent la forte corrélation entre l'autonomie fonctionnelle, les conditions socioéconomiques des départements et leur dotation en offre de soins et de support pour les personnes âgées. Nos résultats montrent également que vivre dans des communes avec une faible diversité de commerces alimentaires et dans des environnements résidentiels peu propices à la marche (zones piétonnes de mauvaise qualité, manque de lieux de repos, présence d'escaliers/marches) était associé à davantage de probabilité de rencontrer des difficultés à réaliser des activités en extérieur et de recourir à de l'aide. Nous avons constaté une pression croissante de l'environnement résidentiel physique sur les difficultés en fonction du nombre de limitations fonctionnelles. En revanche, nous avons constaté que l'influence de l'environnement résidentiel physique sur le recours à l'aide diminuait avec la gravité de l'état fonctionnel. Enfin, nos résultats suggèrent que les environnements résidentiels sans barrière profitent uniformément aux personnes âgées peu et très diplômées, et ne contribuent pas à accentuer les inégalités selon le niveau de diplôme, voire tendent à les réduire (uniquement chez les hommes).

Ces résultats s'ajoutent à un nombre croissant de preuves suggérant qu'un ensemble de politiques (de santé mais aussi des politiques sociales, de formation, d'aménagement du territoire...) à des échelles départementales et locales pourraient être mobilisées comme un outil favorisant l'autonomie fonctionnelle, réduisant l'ampleur de la dépendance et rendant possible le maintien à domicile. Des opérations d'aménagement des environnements

résidentiels apparaissent comme un investissement pertinent dans la mesure où elles sont susceptibles d'avoir un impact sur un grand nombre de personnes âgées.

REFERENCES

- Abassi E, Abdouni S, Amrous N, et al (2020) L'aide et l'action sociales en France - Perte d'autonomie, handicap, protection de l'enfance et insertion. Panor Drees Soc
- Adhikari B, Delgado-Ron JA, Van den Bosch M, et al (2021) Community design and hypertension: Walkability and park access relationships with cardiovascular health. *Int J Hyg Environ Health* 237:113820. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2021.113820>
- Agree EM, Freedman VA (2003) A Comparison of Assistive Technology and Personal Care in Alleviating Disability and Unmet Need. *The Gerontologist* 43:335–344. <https://doi.org/10.1093/geront/43.3.335>
- Albérola E, Aldeghi I, Baillet J, et al (2019) DIGITAL BAROMETER 2019: Dissemination survey information and communication in the French company in 2019. Crédoc
- Allen KD, Helmick CG, Schwartz TA, et al (2009) Racial differences in self-reported pain and function among individuals with radiographic hip and knee osteoarthritis: the Johnston County Osteoarthritis Project. *Osteoarthritis Cartilage* 17:1132–1136. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2009.03.003>
- Amemiya A, Kondo N, Saito J, et al (2019) Socioeconomic status and improvement in functional ability among older adults in Japan: a longitudinal study. *BMC Public Health* 19:209. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-6531-9>
- Amieva H, Le Goff M, Millet X, et al (2008) Prodromal Alzheimer's disease: Successive emergence of the clinical symptoms. *Ann Neurol* 64:492–498. <https://doi.org/10.1002/ana.21509>
- Anderson EL, Heron J, Ben-Shlomo Y, et al (2017) Adversity in childhood and measures of aging in midlife: Findings from a cohort of british women. *Psychol Aging* 32:521–530. <https://doi.org/10.1037/pag0000182>
- Andrieu S, Reynish E, Nourhashemi F, et al (2002) Predictive factors of acute hospitalization in 134 patients with Alzheimer's disease: a one year prospective study. *Int J Geriatr Psychiatry* 17:422–426. <https://doi.org/10.1002/gps.624>
- Ani R, Zheng J (2014) PROXIMITY TO AN EXERCISE FACILITY AND PHYSICAL ACTIVITY IN CHINA. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 45:1483–1491
- Apparicio P, Abdelmajid M, Riva M, Shearmur R (2008) Comparing alternative approaches to measuring the geographical accessibility of urban health services: Distance types and aggregation-error issues. *Int J Health Geogr* 7:7. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-7-7>
- Armoogum J, Castaigne M, Hubert J-P, Madre J-L (2005) Immobilité et mobilité observées à travers les enquêtes ménages de transport ou d'emploi du temps
- Arrighi Y, Rapp T, Sirven N (2017) The impact of economic conditions on the disablement process: A Markov transition approach using SHARE data. *Health Policy Amst Neth* 121:778–785. <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2017.05.002>

- Artaud F, Dugravot A, Sabia S, et al (2013) Unhealthy behaviours and disability in older adults: three-City Dijon cohort study. *BMJ* 347:f4240. <https://doi.org/10.1136/bmj.f4240>
- Auchincloss AH, Hadden W (2002) The Health Effects of Rural-Urban Residence and Concentrated Poverty. *J Rural Health* 18:319–336. <https://doi.org/10.1111/j.1748-0361.2002.tb00894.x>
- Avlund K, Lund R, Holstein BE, et al (2004) The Impact of Structural and Functional Characteristics of Social Relations as Determinants of Functional Decline. *J Gerontol Ser B* 59:S44–S51. <https://doi.org/10.1093/geronb/59.1.S44>
- Balfour JL, Kaplan GA (2002) Neighborhood Environment and Loss of Physical Function in Older Adults: Evidence from the Alameda County Study. *Am J Epidemiol* 155:507–515. <https://doi.org/10.1093/aje/155.6.507>
- Barberger-Gateau P, Peres K, Lagalaye L, et al (2005) Dementia and loss of functional autonomy in the elderly. *Rev Médicale Assur Mal* 36:69–76
- Barker DJ, Godfrey KM, Fall C, et al (1991) Relation of birth weight and childhood respiratory infection to adult lung function and death from chronic obstructive airways disease. *BMJ* 303:671–675. <https://doi.org/10.1136/bmj.303.6804.671>
- Barnes TL, Freedman DA, Bell BA, et al (2016) Geographic measures of retail food outlets and perceived availability of healthy foods in neighbourhoods. *Public Health Nutr* 19:1368–1374. <https://doi.org/10.1017/S1368980015002864>
- Barnett DW, Barnett A, Nathan A, et al (2017) Built environmental correlates of older adults' total physical activity and walking: a systematic review and meta-analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act* 14:. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0558-z>
- Beard JR, Blaney S, Cerda M, et al (2009) Neighborhood Characteristics and Disability in Older Adults. *J Gerontol Ser B* 64B:252–257. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbn018>
- Bécares L, Stafford M, Laurence J, Nazroo J (2011) Composition, concentration and deprivation: exploring their association with social cohesion among different ethnic groups in the UK. *Urban Stud Edinb Scotl* 48:2771–2787. <https://doi.org/10.1177/0042098010391295>
- Béland F, Zunzunegui MV (1999) Predictors of functional status in older people living at home. *Age Ageing* 28:153–159. <https://doi.org/10.1093/ageing/28.2.153>
- Bell S, Wilson K, Bissonnette L, Shah T (2013) Access to Primary Health Care: Does Neighborhood of Residence Matter? *Ann Assoc Am Geogr* 103:85–105. <https://doi.org/10.1080/00045608.2012.685050>
- Benmarhnia T, Oulhote Y, Petit C, et al (2014) Chronic air pollution and social deprivation as modifiers of the association between high temperature and daily mortality. *Environ Health* 13:53. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-13-53>

- Ben-Shlomo Y, Kuh D (2002) A life course approach to chronic disease epidemiology: conceptual models, empirical challenges and interdisciplinary perspectives. *Int J Epidemiol* 285–293
- Berger N, Van Oyen H, Cambois E, et al (2015) Assessing the validity of the Global Activity Limitation Indicator in fourteen European countries. *BMC Med Res Methodol* 15:1. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-15-1>
- Bergqvist K, Yngwe MÅ, Lundberg O (2013) Understanding the role of welfare state characteristics for health and inequalities – an analytical review. *BMC Public Health* 13:1234. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-1234>
- Berkman CS, Gurland BJ (1998) The relationship among income, other socioeconomic indicators, and functional level in older persons. *J Aging Health* 10:81–98. <https://doi.org/10.1177/089826439801000105>
- Bertrand F, Simonet G (2012) Les trames vertes urbaines et l'adaptation au changement climatique: perspectives pour l'aménagement du territoire. *Vertigo - Rev Électronique En Sci Environ*. <https://doi.org/10.4000/vertigo.11869>
- Besser LM, McDonald N, Song Y, et al (2017) Neighborhood Environment and Cognition in Older Adults: A Systematic Review. *Am J Prev Med* 53:241–251. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2017.02.013>
- Bhidayasiri R, Jitkriksadakul O, Boonrod N, et al (2015) What is the evidence to support home environmental adaptation in Parkinson's disease? A call for multidisciplinary interventions. *Parkinsonism Relat Disord* 21:1127–1132. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2015.08.025>
- Bissonnette L, Wilson K, Bell S, Shah TI (2012) Neighbourhoods and potential access to health care: The role of spatial and aspatial factors. *Health Place* 18:841–853. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2012.03.007>
- Black K, Jester DJ (2020) Examining Older Adults' Perspectives on the Built Environment and Correlates of Healthy Aging in an American Age-Friendly Community. *Int J Environ Res Public Health* 17:. <https://doi.org/10.3390/ijerph17197056>
- Blanpain N (2018) De 2,8 millions de seniors en 1870 en France à 21,9 millions en 2070 ?
- Bleijenberg N, Zuithoff NPA, Smith AK, et al (2017) Disability in the Individual ADL, IADL, and Mobility among Older Adults: A Prospective Cohort Study. *J Nutr Health Aging* 21:897–903. <https://doi.org/10.1007/s12603-017-0891-6>
- Bloomberg M, Dugravot A, Landré B, et al (2021) Sex differences in functional limitations and the role of socioeconomic factors: a multi-cohort analysis. *Lancet Healthy Longev* 2:e780–e790. [https://doi.org/10.1016/S2666-7568\(21\)00249-X](https://doi.org/10.1016/S2666-7568(21)00249-X)
- Bodicoat DH, Carter P, Comber A, et al (2015) Is the number of fast-food outlets in the neighbourhood related to screen-detected type 2 diabetes mellitus and associated risk

factors? Public Health Nutr 18:1698–1705.
<https://doi.org/10.1017/S1368980014002316>

- Bogaert P, Van Oyen H, Beluche I, et al (2018) The use of the global activity limitation Indicator and healthy life years by member states and the European Commission. *Arch Public Health* 76:30. <https://doi.org/10.1186/s13690-018-0279-z>
- Bohns VK, Flynn FJ (2010) “Why didn’t you just ask?” Underestimating the discomfort of help-seeking. *J Exp Soc Psychol* 46:402–409. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2009.12.015>
- Bonnet C, Cambois E, Fontaine R (2021) Dynamiques, enjeux démographiques et socioéconomiques du vieillissement dans les pays à longévité élevée: *Population Vol.* 76:225–325. <https://doi.org/10.3917/popu.2102.0225>
- Bonneuil N, Kim Y (2019) Socio-economic and health determinants of transitions to adult dependency in South Korea, 2008–2014. *Public Health* 173:130–137. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2019.05.010>
- Bornmann L, Williams R (2013) How to calculate the practical significance of citation impact differences? An empirical example from evaluative institutional bibliometrics using adjusted predictions and marginal effects. *J Informetr* 7:562–574. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2013.02.005>
- Borrell C, Palència L, Muntaner C, et al (2014) Influence of Macrosocial Policies on Women’s Health and Gender Inequalities in Health. *Epidemiol Rev* 36:31–48. <https://doi.org/10.1093/epirev/mxt002>
- Bourdon E (2022) L’influence de l’environnement physique et de jardins enrichis sur la santé des personnes âgées vivant en institution gériatrique. *Médecine Hum Pathol Univ Paris-Nord - Paris XIII*. <https://sorbonne-paris-nord.hal.science/tel-03938530v2>
- Bouscaren N, Yildiz H, Dartois L, et al (2019) Decline in Instrumental Activities of Daily Living over 4-Year: The Association with Hearing, Visual and Dual Sensory Impairments among Non-Institutionalized Women. *J Nutr Health Aging* 23:687–693. <https://doi.org/10.1007/s12603-019-1231-9>
- Bowling A, Stafford M (2007) How do objective and subjective assessments of neighbourhood influence social and physical functioning in older age? Findings from a British survey of ageing. *Soc Sci Med* 64:2533–2549. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2007.03.009>
- Boylan JM, Robert SA (2017) Neighborhood SES is particularly important to the cardiovascular health of low SES individuals. *Soc Sci Med* 182:188:60–68. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2017.07.005>
- Braverman-Bronstein A, Hessel P, González-Uribe C, et al (2021) Association of education level with diabetes prevalence in Latin American cities and its modification by city social environment. *J Epidemiol Community Health* 75:874–880. <https://doi.org/10.1136/jech-2020-216116>

- Brenner AB, Clarke PJ (2019) Difficulty and Independence in shopping among older Americans: More than just leaving the house. *Disabil Rehabil* 41:191–200. <https://doi.org/10.1080/09638288.2017.1398785>
- Briggs AC, Black AW, Lucas FL, et al (2019) Association between the food and physical activity environment, obesity, and cardiovascular health across Maine counties. *BMC Public Health* 19:374. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-6684-6>
- Broese van Groenou MI, Deeg DJH, Penninx BWJH (2003) Income differentials in functional disability in old age: relative risks of onset, recovery, decline, attrition and mortality. *Aging Clin Exp Res* 15:174–183. <https://doi.org/10.1007/BF03324497>
- Brønnum-Hansen H, Eriksen ML, Andersen-Ranberg K, Jeune B (2017) Persistent social inequality in life expectancy and disability-free life expectancy: Outlook for a differential pension age in Denmark? *Scand J Public Health* 45:459–462. <https://doi.org/10.1177/1403494816683591>
- Brønnum-Hansen H, Petersen I, Jeune B, Christensen K (2009) Lifetime according to health status among the oldest olds in Denmark. *Age Ageing* 38:47–51. <https://doi.org/10.1093/ageing/afn239>
- Brunel M, Latourelle J, Roy D (2019) Les disparités d'APA à domicile entre départements. *Doss DREES* 37:37
- Buchman AS, Boyle PA, Wilson RS, et al (2009) Association between late-life social activity and motor decline in older adults. *Arch Intern Med* 169:1139–1146. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2009.135>
- Burgoine T, Forouhi NG, Griffin SJ, et al (2016) Does neighborhood fast-food outlet exposure amplify inequalities in diet and obesity? A cross-sectional study. *Am J Clin Nutr* 103:1540–1547. <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.128132>
- Burns R, Graney MJ, Lummus AC, et al (2007) Differences of self-reported osteoarthritis disability and race. *J Natl Med Assoc* 99:1046–1051
- Caillavet F, Kyureghian G, Nayga Jr. RM, et al (2015) Does Healthy Food Access Matter in a French Urban Setting? *Am J Agric Econ* 97:1400–1416. <https://doi.org/10.1093/ajae/aav031>
- Calderón-Larrañaga A, Hu X, Haaksma M, et al (2021) Health trajectories after age 60: the role of individual behaviors and the social context. *Aging* 13:19186–19206. <https://doi.org/10.18632/aging.203407>
- Caldwell JT, Lee H, Cagney KA (2019) Disablement in Context: Neighborhood Characteristics and Their Association With Frailty Onset Among Older Adults. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 74:e40–e49. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbx123>
- Cambois E, Clavel A, Romieu I, Robine J-M (2008) Trends in disability-free life expectancy at age 65 in France: consistent and diverging patterns according to the underlying

- disability measure. *Eur J Ageing* 5:287–298. <https://doi.org/10.1007/s10433-008-0097-1>
- Cambois E, Garrouste C, Pailhé A (2017) Gender career divide and women's disadvantage in depressive symptoms and physical limitations in France. *SSM - Popul Health* 3:81–88. <https://doi.org/10.1016/j.ssmph.2016.12.008>
- Cambois E, Jusot F (2011) Contribution of lifelong adverse experiences to social health inequalities: findings from a population survey in France. *Eur J Public Health* 21:667–673. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckq119>
- Cambois E, Lièvre A (2004) Risques de perte d'autonomie et chances de récupération chez les personnes âgées de 55 ans ou plus: une évaluation à partir de l'enquête Handicaps, incapacités, dépendance. *Etudes Résultats Drees* 349:12
- Cambois E, Robine J-M (2017) L'allongement de l'espérance de vie en Europe. *Rev Eur Sci Soc Eur J Soc Sci* 41–67. <https://doi.org/10.4000/ress.3744>
- Cambois E, Robine J-M (2003) Concepts et mesure de l'incapacité: définitions et application d'un modèle à la population française. *Retraite Soc* 39:59–91
- Cambois E, Solé-Auró A, Robine J-M (2016) Economic Hardship and Educational Differentials in Disability in 26 European Countries. *J Aging Health* 28:1214–1238. <https://doi.org/10.1177/0898264316656503>
- Campos-Serna J, Ronda-Pérez E, Artazcoz L, et al (2013) Gender inequalities in occupational health related to the unequal distribution of working and employment conditions: a systematic review. *Int J Equity Health* 12:57. <https://doi.org/10.1186/1475-9276-12-57>
- Caradec V (2010) Les comportements résidentiels des retraités. Quelques enseignements du programme de recherche « Vieillesse de la population et habitat ». *Espace Popul Sociétés Space Popul Soc* 29–40. <https://doi.org/10.4000/eps.3897>
- Caradec V, Chamahian A, Marier P, Séguin A-M (2017) Introduction: les territoires du vieillissement. *Lien Soc Polit* 4–16. <https://doi.org/10.7202/1041729ar>
- Carrère A, Haag O, Soullier N (2015) VQS and CARE surveys or how to take into account the selection of dependent samples within the framework of the NCEE? In: *Statistical Methodology Days*. INSEE, Paris, France
- Carrière I, Villebrun D, Pérès K, et al (2009) Modelling complex pathways between late-life depression and disability: evidence for mediating and moderating factors. *Psychol Med* 1–4. <https://doi.org/10.1017/S0033291709005273>
- Casey R, Chaix B, Weber C, et al (2012) Spatial accessibility to physical activity facilities and to food outlets and overweight in French youth. *Int J Obes* 2005 36:914–919. <https://doi.org/10.1038/ijo.2012.10>
- Cass SP (2017) Alzheimer's Disease and Exercise: A Literature Review. *Curr Sports Med Rep* 16:19–22. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000332>

- Cavaliere A, De Marchi E, Banterle A (2018) Exploring the Adherence to the Mediterranean Diet and Its Relationship with Individual Lifestyle: The Role of Healthy Behaviors, Pro-Environmental Behaviors, Income, and Education. *Nutrients* 10:. <https://doi.org/10.3390/nu10020141>
- Cerin E, Lee K, Barnett A, et al (2013a) Objectively-measured neighborhood environments and leisure-time physical activity in Chinese urban elders. *Prev Med* 56:86–89. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2012.10.024>
- Cerin E, Mitáš J, Cain KL, et al (2017) Do associations between objectively-assessed physical activity and neighbourhood environment attributes vary by time of the day and day of the week? IPEN adult study. *Int J Behav Nutr Phys Act* 14:34. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0493-z>
- Cerin E, Sit CHP, Barnett A, et al (2013b) Walking for recreation and perceptions of the neighborhood environment in older Chinese urban dwellers. *J Urban Health Bull N Y Acad Med* 90:56–66. <https://doi.org/10.1007/s11524-012-9704-8>
- Cerin E, Sit CHP, Barnett A, et al (2014) Ageing in an ultra-dense metropolis: perceived neighbourhood characteristics and utilitarian walking in Hong Kong elders. *Public Health Nutr* 17:225–232. <https://doi.org/10.1017/S1368980012003862>
- Chadwick E (1842) Report to Her Majesty's principal secretary of state for the Home Department from the Poor Law Commissioners, on an inquiry into the sanitary condition of the labouring population of Great Britain; with appendices. Presented to both Houses of Parliament, by command of Her Majesty, July, 1842 / [by Edwin Chadwick]. In: Wellcome Collect. <https://wellcomecollection.org/works/rjddxkae>. Accessed 26 Jan 2022
- Chaix B, Duncan D, Vallée J, et al (2017) The “Residential” Effect Fallacy in Neighborhood and Health Studies: Formal Definition, Empirical Identification, and Correction. *Epidemiol Camb Mass* 28:789–797. <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000726>
- Chaix B, Merlo J, Subramanian SV, et al (2005a) Comparison of a Spatial Perspective with the Multilevel Analytical Approach in Neighborhood Studies: The Case of Mental and Behavioral Disorders due to Psychoactive Substance Use in Malmö, Sweden, 2001. *Am J Epidemiol* 162:171–182. <https://doi.org/10.1093/aje/kwi175>
- Chaix B, Veugelers PJ, Boëlle P-Y, Chauvin P (2005b) Access to general practitioner services: the disabled elderly lag behind in underserved areas. *Eur J Public Health* 15:282–287. <https://doi.org/10.1093/eurpub/cki082>
- Chauvin P, Parizot I (2009) Les inégalités sociales et territoriales de santé dans l'agglomération parisienne. Une analyse de la cohorte Sirs (2005). *Cah ONZUS Délégation Interministérielle À Ville* 105
- Chauvin P, Traoré M, Vallée J (2016) Mobilité quotidienne et déterminants territoriaux du recours au frottis du col de l'utérus dans le Grand Paris. *Bull Epidemiol Hebd* 282–8

- Chen X, Lee C, Huang H (2021) Neighborhood built environment associated with cognition and dementia risk among older adults: A systematic literature review. *Soc Sci Med* 1982 114560. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2021.114560>
- Cheng Y, Wang J, Rosenberg MW (2012) Spatial access to residential care resources in Beijing, China. *Int J Health Geogr* 11:32. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-11-32>
- Cherrie MPC, Shortt NK, Mitchell RJ, et al (2018) Green space and cognitive ageing: A retrospective life course analysis in the Lothian Birth Cohort 1936. *Soc Sci Med* 196:56–65. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2017.10.038>
- Chirinda W, Chen H (2017) Comparative study of disability-free life expectancy across six low- and middle-income countries. *Geriatr Gerontol Int* 17:637–644. <https://doi.org/10.1111/ggi.12748>
- Chiu H-C, Hsieh Y-H, Mau L-W, Lee M-L (2005) Associations between socio-economic status measures and functional change among older people in Taiwan. *Ageing Soc* 25:377–395. <https://doi.org/10.1017/S0144686X05003478>
- Cho KH, Nam CM, Lee EJ, et al (2016) Effects of individual and neighborhood socioeconomic status on the risk of all-cause mortality in chronic obstructive pulmonary disease: A nationwide population-based cohort study, 2002-2013. *Respir Med* 114:9–17. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2016.03.003>
- Clarke P, Ailshire JA, Bader M, et al (2008) Mobility Disability and the Urban Built Environment. *Am J Epidemiol* 168:506–513. <https://doi.org/10.1093/aje/kwn185>
- Clarke P, Ailshire JA, Lantz P (2009) Urban built environments and trajectories of mobility disability: findings from a national sample of community-dwelling American adults (1986-2001). *Soc Sci Med* 1982 69:964–970. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2009.06.041>
- Clarke P, George LK (2005) The role of the built environment in the disablement process. *Am J Public Health* 95:1933–1939. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2004.054494>
- Clarke P, Nieuwenhuijsen ER (2009) Environments for healthy ageing: a critical review. *Maturitas* 64:14–19. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2009.07.011>
- Clarke PJ (2014) The role of the built environment and assistive devices for outdoor mobility in later life. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 69 Suppl 1:S8-15. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbu121>
- Clary C, Lewis D, Limb E, et al (2020) Longitudinal impact of changes in the residential built environment on physical activity: findings from the ENABLE London cohort study. *Int J Behav Nutr Phys Act* 17:96. <https://doi.org/10.1186/s12966-020-01003-9>
- Clément S, Membrado M, Mantovani J (1996) Vivre la ville à la vieillesse: se ménager et se risquer. *Ann Rech Urbaine* 73:90–98. <https://doi.org/10.3406/aru.1996.2010>

- Coldefy M (2011) Travel Distances and Travel Times to Nearest Health Care in Metropolitan France. *Quest Econ Santé* 764:1–8
- Connolly D, Garvey J, McKee G (2017) Factors associated with ADL/IADL disability in community dwelling older adults in the Irish longitudinal study on ageing (TILDA). *Disabil Rehabil* 39:809–816. <https://doi.org/10.3109/09638288.2016.1161848>
- Cooper CHV, Fone DL, Chiaradia AJF (2014) Measuring the impact of spatial network layout on community social cohesion: a cross-sectional study. *Int J Health Geogr* 13:11. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-13-11>
- Cour des Comptes (2021) La prévention de la perte d'autonomie des personnes âgées: Construire une priorité partagée - Rapport public thématique. <https://www.ccomptes.fr/fr/documents/57892>. Accessed 2 Feb 2022
- Cox B, van Oyen H, Cambois E, et al (2009) The reliability of the Minimum European Health Module. *Int J Public Health* 54:55–60. <https://doi.org/10.1007/s00038-009-7104-y>
- Cramm JM, van Dijk HM, Nieboer AP (2013) The importance of neighborhood social cohesion and social capital for the well being of older adults in the community. *The Gerontologist* 53:142–152. <https://doi.org/10.1093/geront/gns052>
- Cranswick K, Dosman D (2008) Eldercare: What we know today. *Can Soc Trends - Stat Can* 86:11
- Crimmins EM, Kim JK, Solé-Auró A (2011) Gender differences in health: results from SHARE, ELSA and HRS. *Eur J Public Health* 21:81–91. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckq022>
- d'Orsi E, Xavier AJ, Steptoe A, et al (2014) Socioeconomic and lifestyle factors related to instrumental activity of daily living dynamics: results from the English Longitudinal Study of Ageing. *J Am Geriatr Soc* 62:1630–1639. <https://doi.org/10.1111/jgs.12990>
- Dahlgren G, Whitehead M (1991) Policies and strategies to promote social equity in health. *Stockh SE Inst Future Stud*
- Daien V, Peres K, Villain M, et al (2014) Visual acuity thresholds associated with activity limitations in the elderly. The Pathologies Oculaires Liées à l'Age study. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 92:e500–e506. <https://doi.org/10.1111/aos.12335>
- Danielewicz AL, d'Orsi E, Boing AF (2018) Association between built environment and the incidence of disability in basic and instrumental activities of daily living in the older adults: Results of a cohort study in southern Brazil. *Prev Med* 115:119–125. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2018.08.016>
- Danielewicz AL, d'Orsi E, Boing AF (2019) Contextual income and incidence of disability: results of EpiFloripa Elderly Cohort. *Rev Saúde Pública* 53:. <https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2019053000659>
- Danielewicz AL, dos Anjos JC, Bastos JL, et al (2017) Association between socioeconomic and physical/built neighborhoods and disability: A systematic review. *Prev Med* 99:118–127. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.02.014>

- Daniels KM, Schinasi LH, Auchincloss AH, et al (2021) The built and social neighborhood environment and child obesity: A systematic review of longitudinal studies. *Prev Med* 153:106790. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2021.106790>
- Darmon N, Drewnowski A (2015) Contribution of food prices and diet cost to socioeconomic disparities in diet quality and health: a systematic review and analysis. *Nutr Rev* 73:643–660. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuv027>
- Dartigues J-F, Helmer C, Letenneur L, et al (2012) Paquid 2012: illustration et bilan. *Gériatrie Psychol Neuropsychiatr Vieil* 10:325–331. <https://doi.org/10.1684/pnv.2012.0353>
- de Keijzer C, Tonne C, Basagaña X, et al (2018) Residential Surrounding Greenness and Cognitive Decline: A 10-Year Follow-up of the Whitehall II Cohort. *Environ Health Perspect* 126:077003. <https://doi.org/10.1289/EHP2875>
- de Souto Barreto P, Andrieu S, Rolland Y, et al (2018) Physical activity domains and cognitive function over three years in older adults with subjective memory complaints: Secondary analysis from the MAPT trial. *J Sci Med Sport* 21:52–57. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.07.019>
- de Souto Barreto P, Delrieu J, Andrieu S, et al (2016) Physical Activity and Cognitive Function in Middle-Aged and Older Adults: An Analysis of 104,909 People From 20 Countries. *Mayo Clin Proc* 91:1515–1524. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2016.06.032>
- De Vries S, Verheij RA, Groenewegen PP, Spreeuwenberg P (2003) Natural Environments—Healthy Environments? An Exploratory Analysis of the Relationship between Greenspace and Health. *Environ Plan A* 35:1717–1731
- Deguen S, Petit C, Delbarre A, et al (2015) Neighbourhood Characteristics and Long-Term Air Pollution Levels Modify the Association between the Short-Term Nitrogen Dioxide Concentrations and All-Cause Mortality in Paris. *PloS One* 10:e0131463. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131463>
- Dewulf B, Neutens T, De Weerd Y, Van de Weghe N (2013) Accessibility to primary health care in Belgium: an evaluation of policies awarding financial assistance in shortage areas. *BMC Fam Pract* 14:122. <https://doi.org/10.1186/1471-2296-14-122>
- Diez Roux AV (2003) Residential environments and cardiovascular risk. *J Urban Health Bull N Y Acad Med* 80:569–589. <https://doi.org/10.1093/jurban/jtg065>
- Diez Roux AV (2001) Investigating Neighborhood and Area Effects on Health. *Am J Public Health* 91:1783–1789
- Diez Roux AV (2016) Neighborhoods and Health: What Do We Know? What Should We Do? *Am J Public Health* 106:430–431. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2016.303064>
- Dintica CS, Bahorik A, Xia F, et al (2023) Dementia Risk and Disadvantaged Neighborhoods. *JAMA Neurol*. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2023.2120>

- Duchaine CS, Ndjaboué R, Levesque M, et al (2017) Psychosocial work factors and social inequalities in psychological distress: a population-based study. *BMC Public Health* 17:91. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4014-4>
- Dugravot A, Fayosse A, Dumurgier J, et al (2020) Social inequalities in multimorbidity, frailty, disability, and transitions to mortality: a 24-year follow-up of the Whitehall II cohort study. *Lancet Public Health* 5:e42–e50. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(19\)30226-9](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(19)30226-9)
- Dumontet M, Sirven N (2018) Évaluation de la grille Fragire à partir des données de l'enquête Share. *Retraite Société* 80:121–149. <https://doi.org/10.3917/rs1.080.0121>
- Duncan DT, Kawachi I, Roux AVD (2018) *Neighborhoods and Health*. Oxford University Press
- Duppen D, Van der Elst MCJ, Dury S, et al (2019) The Social Environment's Relationship With Frailty: Evidence From Existing Studies. *J Appl Gerontol Off J South Gerontol Soc* 38:3–26. <https://doi.org/10.1177/0733464816688310>
- Edwards RD, Brenowitz WD, Portacolone E, et al (2020) Difficulty and help with activities of daily living among older adults living alone with cognitive impairment. *Alzheimers Dement J Alzheimers Assoc* 16:1125–1133. <https://doi.org/10.1002/alz.12102>
- Eek F, Ostergren P-O, Diderichsen F, et al (2010) Differences in socioeconomic and gender inequalities in tobacco smoking in Denmark and Sweden; a cross sectional comparison of the equity effect of different public health policies. *BMC Public Health* 10:9. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-10-9>
- El Fakiri F, Bouwman-Notenboom J, Agyemang C (2022) Ethnic differences in functional limitations: a comparison of older migrants and native Dutch older population. *Eur J Public Health* 32:214–219. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckab080>
- Ellaway A, Lamb KE, Ferguson NS, Ogilvie D (2016) Associations between access to recreational physical activity facilities and body mass index in Scottish adults. *BMC Public Health* 16:756. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3444-8>
- Elliott M, Lowman J (2015) Education, income and alcohol misuse: a stress process model. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol* 50:19–26. <https://doi.org/10.1007/s00127-014-0867-3>
- Émond A, Gosselin J-C, Dunnigan L (2010) Cadre conceptuel de la santé et de ses déterminants: résultat d'une réflexion commune. Ministère de la santé et services sociaux Québec, Direction des communications
- Erdem Ö, Van Lenthe FJ, Prins RG, et al (2016) Socioeconomic Inequalities in Psychological Distress among Urban Adults: The Moderating Role of Neighborhood Social Cohesion. *PLoS ONE* 11:e0157119. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157119>
- Ermine JL (2010) Une démarche pour le transfert intergénérationnel des savoirs. *Télescope Rev D'analyse Comparée En Adm Publique* 16:83–107

- Escobar Bravo MA, Puga D, Martín M (2008) [Protective effects of social networks on disability among older adults in Madrid and Barcelona, Spain, in 2005]. *Rev Esp Salud Publica* 82:637–651. <https://doi.org/10.1590/s1135-57272008000600005>
- Etman A, Burdorf A, Van der Cammen TJM, et al (2012) Socio-demographic determinants of worsening in frailty among community-dwelling older people in 11 European countries. *J Epidemiol Community Health* 66:1116–1121. <https://doi.org/10.1136/jech-2011-200027>
- Etman A, Kamphuis CBM, Pierik FH, et al (2016) Residential area characteristics and disabilities among Dutch community-dwelling older adults. *Int J Health Geogr* 15:42. <https://doi.org/10.1186/s12942-016-0070-8>
- Farias ST, Chou E, Harvey DJ, et al (2013) Longitudinal Trajectories of Everyday Function by Diagnostic Status. *Psychol Aging* 28:1070–1075. <https://doi.org/10.1037/a0034069>
- Farina MP, Zajacova A, Montez JK, Hayward MD (2021) US State Disparities in Life Expectancy, Disability-Free Life Expectancy, and Disabled Life Expectancy Among Adults Aged 25 to 89 Years. *Am J Public Health* 111:708–717. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2020.306064>
- Feng Z, Lugtenberg M, Franse C, et al (2017) Risk factors and protective factors associated with incident or increase of frailty among community-dwelling older adults: A systematic review of longitudinal studies. *PloS One* 12:e0178383. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178383>
- Finlay J, Esposito M, Tang S, et al (2020) Fast-food for thought: Retail food environments as resources for cognitive health and wellbeing among aging Americans? *Health Place* 64:102379. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2020.102379>
- Fiske A, Wetherell JL, Gatz M (2009) Depression in older adults. *Annu Rev Clin Psychol* 5:363–389. <https://doi.org/10.1146/annurev.clinpsy.032408.153621>
- Fletcher J, Jung D (2019) Assessing cumulative neighborhood effects on adult health. *PLOS ONE* 14:e0213204. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213204>
- Floch J-M, Levy D (2011) The new zoning in urban areas in 2010: Continuation of peri-urbanization and growth of large urban areas [Le nouveau zonage en aires urbaines de 2010: Poursuite de la périurbanisation et croissance des grandes aires urbaines]. *Insee Prem* 375:1–4
- Florax RJGM, Folmer H, Rey SJ (2003) Specification searches in spatial econometrics: the relevance of Hendry's methodology. *Reg Sci Urban Econ* 33:557–579. [https://doi.org/10.1016/S0166-0462\(03\)00002-4](https://doi.org/10.1016/S0166-0462(03)00002-4)
- Foley L, Coombes E, Hayman D, et al (2018) Longitudinal association between change in the neighbourhood built environment and the wellbeing of local residents in deprived areas: an observational study. *BMC Public Health* 18:545. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5459-9>

- Fone D, White J, Farewell D, et al (2014) Effect of neighbourhood deprivation and social cohesion on mental health inequality: a multilevel population-based longitudinal study. *Psychol Med* 44:2449–2460. <https://doi.org/10.1017/S0033291713003255>
- Fortune N, Singh A, Badland H, et al (2020) Area-Level Associations between Built Environment Characteristics and Disability Prevalence in Australia: An Ecological Analysis. *Int J Environ Res Public Health* 17:. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217844>
- Fougeyrollas P (1995) Documenting environmental factors for preventing the handicap creation process: Quebec contributions relating to ICHD and social participation of people with functional differences. *Disabil Rehabil* 17:145–153. <https://doi.org/10.3109/09638289509166709>
- Fouweather T, Gillies C, Wohland P, et al (2015) Comparison of socio-economic indicators explaining inequalities in Healthy Life Years at age 50 in Europe: 2005 and 2010. *Eur J Public Health* 25:978–983. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckv070>
- Freedman VA, Grafova IB, Rogowski J (2011a) Neighborhoods and chronic disease onset in later life. *Am J Public Health* 101:79–86. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2009.178640>
- Freedman VA, Grafova IB, Schoeni RF, Rogowski J (2008) Neighborhoods and disability in later life. *Soc Sci Med* 1982 66:2253–2267. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2008.01.013>
- Freedman VA, Kasper JD, Cornman JC, et al (2011b) Validation of New Measures of Disability and Functioning in the National Health and Aging Trends Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 66A:1013–1021. <https://doi.org/10.1093/gerona/glr087>
- Fried LP, Ferrucci L, Darer J, et al (2004) Untangling the concepts of disability, frailty, and comorbidity: implications for improved targeting and care. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 59:255–263. <https://doi.org/10.1093/gerona/59.3.m255>
- Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al (2001) Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 56:M146–156. <https://doi.org/10.1093/gerona/56.3.m146>
- Friedman B, Heisel M, Delavan R (2005) Validity of the SF-36 Five-Item Mental Health Index for Major Depression in Functionally Impaired, Community-Dwelling Elderly Patients. *J Am Geriatr Soc* 53:1978–1985. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.00469.x>
- Fritz H, Cutchin MP, Gharib J, et al (2020) Neighborhood Characteristics and Frailty: A Scoping Review. *The Gerontologist* 60:e270–e285. <https://doi.org/10.1093/geront/gnz072>
- Fu P, Yung KKL (2020) Air Pollution and Alzheimer's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Alzheimers Dis JAD* 77:701–714. <https://doi.org/10.3233/JAD-200483>
- Fujihara S, Tsuji T, Miyaguni Y, et al (2019) Does Community-Level Social Capital Predict Decline in Instrumental Activities of Daily Living? A JAGES Prospective Cohort Study. *Int J Environ Res Public Health* 16:. <https://doi.org/10.3390/ijerph16050828>
- Fujita K, Fujiwara Y, Chaves PHM, et al (2006) Frequency of Going Outdoors as a Good Predictors for Incident Disability of Physical Function as well as Disability Recovery in

- Community-Dwelling Older Adults in Rural Japan. *J Epidemiol* 16:261–270. <https://doi.org/10.2188/jea.16.261>
- Gallo JL (2002) Spatial econometrics: spatial autocorrelation in linear regression models [Économétrie spatiale: l'autocorrélation spatiale dans les modèles de régression linéaire]. *Econ Previs* no 155:139–157
- Galof K, Žnidaršič A, Balantič Z (2019) Independence and Caregiver Preferences Among Community-Dwelling Older People in Slovenia: A Cross-Sectional Study. *Inq J Med Care Organ Provis Financ* 56:. <https://doi.org/10.1177/0046958019869155>
- Gayman MD, Wilkin HA, Stover S, et al (2021) Perceived Built Environment and Physical Limitations: Race Contrasts in Historically Lower-Income African American Neighborhoods. *Fam Community Health* 44:21–31. <https://doi.org/10.1097/FCH.0000000000000282>
- Gibbons J, Yang T-C, Braut E, Barton M (2020) Evaluating Residential Segregation's Relation to the Clustering of Poor Health across American Cities. *Int J Environ Res Public Health* 17:3910. <https://doi.org/10.3390/ijerph17113910>
- Gill TM, Zang EX, Murphy TE, et al (2021) Association Between Neighborhood Disadvantage and Functional Well-being in Community-Living Older Persons. *JAMA Intern Med.* <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2021.4260>
- Glass TA, Balfour JL (2003) Neighborhoods, Aging, and Functional Limitations. In: *Neighborhoods and health*. Oxford University Press, pp 303–34
- Gold CH, Malmberg B, McClearn GE, et al (2002) Gender and health: a study of older unlike-sex twins. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 57:S168-176. <https://doi.org/10.1093/geronb/57.3.s168>
- Gómez F, Osorio-García D, Panesso L, Curcio C-L (2021) Healthy aging determinants and disability among older adults: SABE Colombia. *Rev Panam Salud Publica Pan Am J Public Health* 45:e98. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2021.98>
- Gomez-Baya D, Salinas-Perez JA, Rodero-Cosano ML, Alvarez-Galvez J (2020) Socioeconomic Inequalities in Health Through Lifestyles: Analysing Gender and Age Differences in Andalusia, Spain. *J Community Health* 45:836–845. <https://doi.org/10.1007/s10900-020-00800-4>
- Gondek D, Bann D, Ning K, et al (2019) Post-war (1946-2017) population health change in the United Kingdom: A systematic review. *PLoS ONE* 14:. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218991>
- Gong Y, Gallacher J, Palmer S, Fone D (2014) Neighbourhood green space, physical function and participation in physical activities among elderly men: the Caerphilly Prospective study. *Int J Behav Nutr Phys Act* 11:40. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-11-40>

- Gontijo CF, Mambrini JV de M, Luz TCB, et al (2016) Association between disability and social capital among community-dwelling elderly. *Rev Bras Epidemiol* 19:471–483. <https://doi.org/10.1590/1980-5497201600030001>
- González-Bautista E, de Souto Barreto P, Andrieu S, et al (2021) Screening for intrinsic capacity impairments as markers of increased risk of frailty and disability in the context of integrated care for older people: Secondary analysis of MAPT. *Maturitas* 150:1–6. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2021.05.011>
- Gonzalez-Bautista E, de Souto Barreto P, Salinas-Rodriguez A, et al (2022) Clinically meaningful change for the chair stand test: monitoring mobility in integrated care for older people. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 13:2331–2339. <https://doi.org/10.1002/jcsm.13042>
- Gonzalez-Bautista E, de Souto Barreto P, Salinas-Rodriguez A, et al (2023) Development and Validation of a Cutoff for the Chair Stand Test as a Screening for Mobility Impairment in the Context of the Integrated Care for Older People Program. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 78:104–110. <https://doi.org/10.1093/gerona/glac055>
- Grafova IB, Freedman VA, Kumar R, Rogowski J (2008) Neighborhoods and obesity in later life. *Am J Public Health* 98:2065–2071. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2007.127712>
- Grelat N, Houot H, Pujol S, et al (2016) Noise Annoyance in Urban Children: A Cross-Sectional Population-Based Study. *Int J Environ Res Public Health* 13:1056. <https://doi.org/10.3390/ijerph13111056>
- Grimaud O, Béjot Y, Heritage Z, et al (2011) Incidence of stroke and socioeconomic neighborhood characteristics: an ecological analysis of Dijon stroke registry. *Stroke* 42:1201–1206. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.110.596429>
- Grimaud O, Lapostolle A, Berr C, et al (2013) Gender Differences in the Association between Socioeconomic Status and Subclinical Atherosclerosis. *PLOS ONE* 8:e80195. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080195>
- Groenewegen PP, Westert GP, Boshuizen HC (2003) Regional differences in healthy life expectancy in the Netherlands. *Public Health* 117:424–429. [https://doi.org/10.1016/S0033-3506\(03\)00100-8](https://doi.org/10.1016/S0033-3506(03)00100-8)
- Gruenewald TL, Karlamangla AS, Hu P, et al (2012) History of socioeconomic disadvantage and allostatic load in later life. *Soc Sci Med* 74:75–83. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2011.09.037>
- Gu X, Zhang L, Tao S, Xie B (2019) Spatial Accessibility to Healthcare Services in Metropolitan Suburbs: The Case of Qingpu, Shanghai. *Int J Environ Res Public Health* 16:225. <https://doi.org/10.3390/ijerph16020225>
- Gucher C, Mallon I, Roussel V (2007) Vieillir en milieu rural: Chance ou risque de vulnérabilité accrue? *Halshs-00371194*

- Gullon P, Bilal U, Hirsch JA, et al (2021) Does a physical activity supportive environment ameliorate or exacerbate socioeconomic inequities in incident coronary heart disease? *J Epidemiol Community Health* 75:637–642. <https://doi.org/10.1136/jech-2020-215239>
- Guo Y, Chan CH, Chang Q, et al (2019) Neighborhood environment and cognitive function in older adults: A multilevel analysis in Hong Kong. *Health Place* 58:102146. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2019.102146>
- Gutierrez-Fisac JL, Gispert R, Sola J (2000) Factors explaining the geographical differences in Disability Free Life Expectancy in Spain. *J Epidemiol Community Health* 54:451–455. <https://doi.org/10.1136/jech.54.6.451>
- Haapakangas A, Sirola P, Ruohomäki V (2022) Understanding user behaviour in activity-based offices. *Ergonomics* 1–13. <https://doi.org/10.1080/00140139.2022.2092654>
- Hall AM, Kamper SJ, Maher CG, et al (2011) Symptoms of depression and stress mediate the effect of pain on disability. *Pain* 152:1044–1051. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2011.01.014>
- Hand C (2016) Associations between neighbourhood characteristics and community mobility in older adults with chronic health conditions. *Disabil Rehabil* 38:1664–1671. <https://doi.org/10.3109/09638288.2015.1107638>
- Hand C, Law M, McColl MA, et al (2014) An examination of social support influences on participation for older adults with chronic health conditions. *Disabil Rehabil* 36:1439–1444. <https://doi.org/10.3109/09638288.2013.845258>
- Harber-Aschan L, Calderón-Larrañaga A, Darin-Mattson A, et al (2020) Beyond the social gradient: the role of lifelong socioeconomic status in older adults' health trajectories. *Aging* 12:24693–24708. <https://doi.org/10.18632/aging.202342>
- Haseda M, Kondo N, Ashida T, et al (2018) Community Social Capital, Built Environment, and Income-Based Inequality in Depressive Symptoms Among Older People in Japan: An Ecological Study From the JAGES Project. *J Epidemiol* 28:108–116. <https://doi.org/10.2188/jea.JE20160216>
- Hayes RB, Lim C, Zhang Y, et al (2020) PM2.5 air pollution and cause-specific cardiovascular disease mortality. *Int J Epidemiol* 49:25–35. <https://doi.org/10.1093/ije/dyz114>
- Hébel P (2010) La consommation de services par les seniors et le poids des contraintes socio-économiques. *Gérontologie Société* 33 / 135:37–53. <https://doi.org/10.3917/gs.135.0037>
- Henning-Smith C, Shippee T, Capistrant B (2018) Later-Life Disability in Environmental Context: Why Living Arrangements Matter. *The Gerontologist* 58:853–862. <https://doi.org/10.1093/geront/gnx019>
- Herbolsheimer F, Mahmood A, Ungar N, et al (2021) Perceptions of the Neighborhood Built Environment for Walking Behavior in Older Adults Living in Close Proximity. *J Appl*

- Gerontol Off J South Gerontol Soc 40:1697–1705.
<https://doi.org/10.1177/0733464820979258>
- Herkes J, Ellis LA, Churrua K, Braithwaite J (2019) A cross-sectional study investigating the associations of person-organisation and person-group fit with staff outcomes in mental healthcare. *BMJ Open* 9:e030669. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-030669>
- Herr M, Arvieu J-J, Ankri J, Robine J-M (2018) What is the duration of life expectancy in the state of frailty? Estimates in the SIPAF study. *Eur J Ageing* 15:165–173. <https://doi.org/10.1007/s10433-017-0438-z>
- Herr M, Robine J-M, Aegerter P, et al (2015a) Contribution of socioeconomic position over life to frailty differences in old age: comparison of life-course models in a French sample of 2350 old people. *Ann Epidemiol* 25:674–680.e1. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2015.05.006>
- Herr M, Robine J-M, Pinot J, et al (2015b) Polypharmacy and frailty: prevalence, relationship, and impact on mortality in a French sample of 2350 old people. *Pharmacoepidemiol Drug Saf* 24:637–646. <https://doi.org/10.1002/pds.3772>
- Herr M, Sirven N, Grondin H, et al (2017) Frailty, polypharmacy, and potentially inappropriate medications in old people: findings in a representative sample of the French population. *Eur J Clin Pharmacol* 73:1165–1172. <https://doi.org/10.1007/s00228-017-2276-5>
- Higgins JPT, Thompson SG (2004) Controlling the risk of spurious findings from meta-regression. *Stat Med* 23:1663–1682. <https://doi.org/10.1002/sim.1752>
- Hiscock R, Bauld L, Amos A, et al (2012) Socioeconomic status and smoking: a review. *Ann N Y Acad Sci* 1248:107–123. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06202.x>
- Hoffmann E, Barros H, Ribeiro AI (2017) Socioeconomic Inequalities in Green Space Quality and Accessibility—Evidence from a Southern European City. *Int J Environ Res Public Health* 14:. <https://doi.org/10.3390/ijerph14080916>
- Hoogendijk EO, Heymans MW, Deeg DJH, Huisman M (2018) Socioeconomic Inequalities in Frailty among Older Adults: Results from a 10-Year Longitudinal Study in the Netherlands. *Gerontology* 64:157–164. <https://doi.org/10.1159/000481943>
- Hsiao R-L, Wu C-H, Hsu C-W, et al (2019) Validation of the global activity limitation indicator in Taiwan. *BMC Med Res Methodol* 19:52. <https://doi.org/10.1186/s12874-019-0693-0>
- Huang N-C, Kung S-F, Hu SC (2018) The Relationship between Urbanization, the Built Environment, and Physical Activity among Older Adults in Taiwan. *Int J Environ Res Public Health* 15:. <https://doi.org/10.3390/ijerph15050836>
- Huang Y, Zhu M, Ji M, et al (2021) Air Pollution, Genetic Factors, and the Risk of Lung Cancer: A Prospective Study in the UK Biobank. *Am J Respir Crit Care Med* 204:817–825. <https://doi.org/10.1164/rccm.202011-4063OC>

- Hubert J-P, Monnet J, Scapino J (2021) Infrastructure pédestre: une notion pour agir. Halshs-03197181
- Hubert JP, Pistre P, Madre JL (2016) L'utilisation de l'automobile par les ménages dans les territoires peu denses: analyse croisée par les enquêtes sur la mobilité et le Recensement de la population. *Econ Stat Econ Stat* pp 179-203. <https://doi.org/10.3406/estat.2016.10678>
- Hubert J-P, Toint P (2003) *La Mobilité quotidienne des Belges*. Presses universitaires de Namur
- Huisman M, Kunst A, Deeg D, et al (2005) Educational inequalities in the prevalence and incidence of disability in Italy and the Netherlands were observed. *J Clin Epidemiol* 58:1058–1065. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2004.12.011>
- Ida S, Kaneko R, Imataka K, Murata K (2019) Relationship between frailty and mortality, hospitalization, and cardiovascular diseases in diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovasc Diabetol* 18:81. <https://doi.org/10.1186/s12933-019-0885-2>
- Ishikawa M, Yokoyama T, Nakaya T, et al (2016) Food Accessibility and Perceptions of Shopping Difficulty among Elderly People Living Alone in Japan. *J Nutr Health Aging* 20:904–911. <https://doi.org/10.1007/s12603-015-0694-6>
- Ishikawa M, Yokoyama T, Takemi Y, et al (2017) Association between Satisfaction with State of Health and Meals, Physical Condition and Food Diversity, Health Behavior, and Perceptions of Shopping Difficulty among Older People Living Alone in Japan. *J Nutr Health Aging* 21:514–520. <https://doi.org/10.1007/s12603-016-0824-9>
- Iwarsson S, Horstmann V, Carlsson G, et al (2009) Person—environment fit predicts falls in older adults better than the consideration of environmental hazards only. *Clin Rehabil* 23:558–567. <https://doi.org/10.1177/0269215508101740>
- Iwarsson S, Horstmann V, Slaug B (2007) Housing matters in very old age - yet differently due to ADL dependence level differences. *Scand J Occup Ther* 14:3–15. <https://doi.org/10.1080/11038120601094732>
- Jacobs J, Alston L, Needham C, et al (2019) Variation in the physical activity environment according to area-level socio-economic position-A systematic review. *Obes Rev Off J Int Assoc Study Obes* 20:686–700. <https://doi.org/10.1111/obr.12818>
- Jagger C, EHEMU Team (2015) Healthy Life Expectancy in the EU15. *REVES* 14
- Jagger C, Gillies C, Cambois E, et al (2010) The Global Activity Limitation Index measured function and disability similarly across European countries. *J Clin Epidemiol* 63:892–899. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.11.002>
- Jagger C, Gillies C, Moscone F, et al (2008) Inequalities in healthy life years in the 25 countries of the European Union in 2005: a cross-national meta-regression analysis. *The Lancet* 372:2124–2131. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(08\)61594-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)61594-9)

- Jagger C, Matthews R, Melzer D, et al (2007) Educational differences in the dynamics of disability incidence, recovery and mortality: Findings from the MRC Cognitive Function and Ageing Study (MRC CFAS). *Int J Epidemiol* 36:358–365. <https://doi.org/10.1093/ije/dyl307>
- Jagger C, McKee M, Christensen K, et al (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* 23:829–833. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckt030>
- Jao Y-L, Liu W, Chaudhury H, et al (2021) Function-Focused Person-Environment Fit for Long-Term Care Residents With Dementia: Impact on Apathy. *The Gerontologist* 61:413–424. <https://doi.org/10.1093/geront/gnaa111>
- Jekel K, Damian M, Wattmo C, et al (2015) Mild cognitive impairment and deficits in instrumental activities of daily living: a systematic review. *Alzheimers Res Ther* 7:. <https://doi.org/10.1186/s13195-015-0099-0>
- Jivraj S, Murray ET, Norman P, Nicholas O (2020) The impact of life course exposures to neighbourhood deprivation on health and well-being: a review of the long-term neighbourhood effects literature. *Eur J Public Health* 30:922–928. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckz153>
- Jones AC, Chaudhary NS, Patki A, et al (2021) Neighborhood Walkability as a Predictor of Incident Hypertension in a National Cohort Study. *Front Public Health* 9:611895. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.611895>
- Jordan JM, Helmick CG, Renner JB, et al (2007) Prevalence of knee symptoms and radiographic and symptomatic knee osteoarthritis in African Americans and Caucasians: the Johnston County Osteoarthritis Project. *J Rheumatol* 34:172–180
- Joyce K, Burke R, Veldman T, et al (2018) Use of Fine-scale Geospatial Units and Population Data to Evaluate Access to Emergency Care. *West J Emerg Med* 19:1043–1048. <https://doi.org/10.5811/westjem.2018.9.38957>
- Kail BL, Taylor MG, Rogers N (2020) Double Disadvantage in the Process of Disablement: Race as a Moderator in the Association Between Chronic Conditions and Functional Limitations. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 75:448–458. <https://doi.org/10.1093/geronb/gby027>
- Kamphuis CB, van Lenthe FJ, Giskes K, et al (2009) Socioeconomic differences in lack of recreational walking among older adults: the role of neighbourhood and individual factors. *Int J Behav Nutr Phys Act* 6:1. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-6-1>
- Kanamori S, Kai Y, Aida J, et al (2014) Social participation and the prevention of functional disability in older Japanese: the JAGES cohort study. *PLoS One* 9:e99638. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099638>

- Karusisi N, Thomas F, Méline J, Chaix B (2013) Spatial accessibility to specific sport facilities and corresponding sport practice: the RECORD Study. *Int J Behav Nutr Phys Act* 10:48. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-10-48>
- Katz S, Ford AB, Moskowitz RW, et al (1963) Studies of illness in the aged. The index of ADL: A standardized measure of biological and psychological function. *JAMA* 185:914–919. <https://doi.org/10.1001/jama.1963.03060120024016>
- Keddie AM, Peek MK, Markides KS (2005) Variation in the associations of education, occupation, income, and assets with functional limitations in older Mexican Americans. *Ann Epidemiol* 15:579–589. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2004.08.012>
- Kelley JA, Dannefer D, Masarweh LIA (2018) Addressing erasure, microfication and social change: age-friendly initiatives and environmental gerontology in the 21st century. In: *Age-Friendly Cities and Communities*. Policy Press, pp 51–72
- Keskinen KE, Rantakokko M, Suomi K, et al (2018) Nature as a facilitator for physical activity: Defining relationships between the objective and perceived environment and physical activity among community-dwelling older people. *Health Place* 49:111–119. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2017.12.003>
- Kingston A, Davies K, Collerton J, et al (2014) The contribution of diseases to the male-female disability-survival paradox in the very old: results from the Newcastle 85+ study. *PLoS One* 9:e88016. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088016>
- Kitzmann M (2018) Les grands-parents: un mode de garde régulier ou occasionnel pour deux tiers des jeunes enfants. *Etudes Résultats Drees* 1070:
- Klokgieters SS, Huisman M, van Groenou MB, Kok AAL (2021) Socioeconomic pathways to inequalities in mental and functional health: a comparative study of three birth cohorts. *BMC Public Health* 21:155. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-10154-0>
- Komatsu M, Obayashi K, Tomioka K, et al (2019) The interaction effect between physical and cultural leisure activities on the subsequent decline of instrumental ADL: the Fujiwara-kyo study. *Environ Health Prev Med* 24:71. <https://doi.org/10.1186/s12199-019-0826-4>
- Kondo N, Mizutani T, Minai J, et al (2005) Factors Explaining Disability-free Life Expectancy in Japan: the Proportion of Older Workers, Self-reported Health Status, and the Number of Public Health Nurses. *J Epidemiol* 15:219–227. <https://doi.org/10.2188/jea.15.219>
- Kostanjsek N (2011) Use of The International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) as a conceptual framework and common language for disability statistics and health information systems. *BMC Public Health* 11:S3. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-S4-S3>
- Kröger H, Pakpahan E, Hoffmann R (2015) What causes health inequality? A systematic review on the relative importance of social causation and health selection. *Eur J Public Health* 25:951–960. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckv111>

- Kung CSJ, Pudney SE, Shields MA (2022) Economic gradients in loneliness, social isolation and social support: Evidence from the UK Biobank. *Soc Sci Med* 1982 306:115122. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2022.115122>
- Laborde C, Ankri J, Cambois E (2022) Environmental barriers matter from the early stages of functional decline among older adults in France. *PLOS ONE* 17:e0270258. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270258>
- 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. *Arch Public Health Arch Belg Sante Publique* 70:23. <https://doi.org/10.1186/0778-7367-70-23>
- Laraia BA, Downing JM, Zhang YT, et al (2017) Food Environment and Weight Change: Does Residential Mobility Matter? *Am J Epidemiol* 185:743–750. <https://doi.org/10.1093/aje/kww167>
- Lawrence RH, Jette AM (1996) Disentangling the Disablement Process. *J Gerontol Ser B* 51B:S173–S182. <https://doi.org/10.1093/geronb/51B.4.S173>
- Lawton MP, Brody EM (1969) Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. *The Gerontologist* 9:179–186
- Lawton MP, Nahemow L (1973) Ecology and the aging process. In: *The psychology of adult development and aging*. American Psychological Association, Washington, DC, US, pp 619–674
- Lehning AJ, Smith RJ, Dunkle RE (2014) Age-Friendly Environments and Self-Rated Health: An Exploration of Detroit Elders. *Res Aging* 36:72–94. <https://doi.org/10.1177/0164027512469214>
- Lerner D, Amick BC, Rogers WH, et al (2001) The Work Limitations Questionnaire. *Med Care* 39:72–85. <https://doi.org/10.1097/00005650-200101000-00009>
- Letellier N, Gutierrez L-A, Carrière I, et al (2018) Sex-specific association between neighborhood characteristics and dementia: The Three-City cohort. *Alzheimers Dement J Alzheimers Assoc* 14:473–482. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2017.09.015>
- Letellier N, Gutierrez L-A, Pilorget C, et al (2022) Association Between Occupational Exposure to Formaldehyde and Cognitive Impairment. *Neurology* 98:e633–e640. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000013146>
- Levasseur M, Gauvin L, Richard L, et al (2011) Associations between perceived proximity to neighborhood resources, disability, and social participation among community-dwelling older adults: results from the VoisiNuAge study. *Arch Phys Med Rehabil* 92:1979–1986. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.06.035>
- Levasseur M, Généreux M, Bruneau J-F, et al (2015) Importance of proximity to resources, social support, transportation and neighborhood security for mobility and social participation

- in older adults: results from a scoping study. *BMC Public Health* 15:503. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1824-0>
- Levy D (2018) Territorial disparities in access to services for people aged 60 or over. *Retraite Soc N° 79*:113–123
- Ley L, Khaw D, Duke M, Botti M (2019) The dose of physical activity to minimise functional decline in older general medical patients receiving 24-hr acute care: A systematic scoping review. *J Clin Nurs*. <https://doi.org/10.1111/jocn.14872>
- Lhuissier A, Tichit C, Caillavet F, et al (2013) Who still eats three meals a day? Findings from a quantitative survey in the Paris area. *Appetite* 63:59–69. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2012.12.012>
- Liang J, Shaw BA, Krause NM, et al (2003) Changes in Functional Status Among Older Adults in Japan: Successful and Usual Aging. *Psychol Aging* 18:684–695. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.18.4.684>
- Lien LL, Steggell CD, Iwarsson S (2015) Adaptive Strategies and Person-Environment Fit among Functionally Limited Older Adults Aging in Place: A Mixed Methods Approach. *Int J Environ Res Public Health* 12:11954–11974. <https://doi.org/10.3390/ijerph120911954>
- Lin J, Leung J, Yu B, et al (2021a) Socioeconomic status as an effect modifier of the association between built environment and mortality in elderly Hong Kong Chinese: A latent profile analysis. *Environ Res* 195:110830. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.110830>
- Lin L, Moudon AV (2010) Objective versus subjective measures of the built environment, which are most effective in capturing associations with walking? *Health Place* 16:339–348. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2009.11.002>
- Lin L, Wang HH, Lu C, et al (2021b) Adverse Childhood Experiences and Subsequent Chronic Diseases Among Middle-aged or Older Adults in China and Associations With Demographic and Socioeconomic Characteristics. *JAMA Netw Open* 4:e2130143. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.30143>
- Liu H, Wang M (2022) Socioeconomic status and ADL disability of the older adults: Cumulative health effects, social outcomes and impact mechanisms. *PloS One* 17:e0262808. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262808>
- Liu J, Chen G, Chi I, et al (2010) Regional variations in and correlates of disability-free life expectancy among older adults in China. *BMC Public Health* 10:446. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-10-446>
- Liu SY, Chavan NR, Glymour MM (2013) Type of high-school credentials and older age ADL and IADL limitations: is the GED credential equivalent to a diploma? *The Gerontologist* 53:326–333. <https://doi.org/10.1093/geront/gns077>
- Liu Y-H, Chang H-J, Huang C-C (2012) The Unmet Activities of Daily Living (ADL) Needs of Dependent Elders and their Related Factors: An Approach from Both an Individual- and

- Area-Level Perspective. *Int J Gerontol* 6:163–168. <https://doi.org/10.1016/j.ijge.2012.05.009>
- Lord S, Després C (2012) Vieillir dans la ville étalée. Enjeux, éléments de solution et défis en mise en œuvre. In: *Vieillesse et enjeux d'aménagement. Regards à différentes échelles*. pp 119–154
- Lu Y, Chen L, Yang Y, Gou Z (2018) The Association of Built Environment and Physical Activity in Older Adults: Using a Citywide Public Housing Scheme to Reduce Residential Self-Selection Bias. *Int J Environ Res Public Health* 15. <https://doi.org/10.3390/ijerph15091973>
- Luo J, Chen G, Li C, et al (2018) Use of an E2SFCA Method to Measure and Analyse Spatial Accessibility to Medical Services for Elderly People in Wuhan, China. *Int J Environ Res Public Health* 15:1503. <https://doi.org/10.3390/ijerph15071503>
- Luzy C, Hazo J-B, Leduc A (2023) Comparaisons des pathologies et recours aux soins déclarés en enquête avec les données médico-administratives des répondants. *Rev D'Épidémiologie Santé Publique* 71:101441. <https://doi.org/10.1016/j.respe.2023.101441>
- Macintyre S (2007) Deprivation amplification revisited; or, is it always true that poorer places have poorer access to resources for healthy diets and physical activity? *Int J Behav Nutr Phys Act* 4:32. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-4-32>
- Macintyre S, Ellaway A (2003) Neighborhoods and Health: An Overview. In: Kawachi I, Berkman LF (eds) *Neighborhoods and Health*. Oxford University Press, pp 20–42
- Mackenbach JD, Lakerveld J, van Lenthe FJ, et al (2016) Exploring why residents of socioeconomically deprived neighbourhoods have less favourable perceptions of their neighbourhood environment than residents of wealthy neighbourhoods. *Obes Rev Off J Int Assoc Study Obes* 17 Suppl 1:42–52. <https://doi.org/10.1111/obr.12375>
- Mallon I (2021) Les relations de voisinage des personnes âgées. In: *Les formes contemporaines du voisinage Espaces résidentiels et intégration sociale*, Sous la direction de Jean-Yves Authier et Joanie Cayouette-Remblière. pp 431–460
- Malmusi D, Artazcoz L, Benach J, Borrell C (2012) Perception or real illness? How chronic conditions contribute to gender inequalities in self-rated health. *Eur J Public Health* 22:781–786. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckr184>
- Marchal H (2017) Vieillir dans un quartier urbain composé de pavillons. *Gérontologie Société* 39 / 152:27–40. <https://doi.org/10.3917/g1.152.0027>
- Marengoni A, Winblad B, Karp A, Fratiglioni L (2008) Prevalence of Chronic Diseases and Multimorbidity Among the Elderly Population in Sweden. *Am J Public Health* 98:1198–1200. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2007.121137>

- Marfeo EE, Ni P, Keeney T, Jette A (2020) Measuring Activity Limitations Within the National Health and Aging Trends Study (NHATS). *The Gerontologist* 60:e11–e19. <https://doi.org/10.1093/geront/gnz010>
- Martinho KO, Dantas EHM, Longo GZ, et al (2013) Comparison of functional autonomy with associated sociodemographic factors, lifestyle, chronic diseases (CD) and neuropsychiatric factors in elderly patients with or without the metabolic syndrome (MS). *Arch Gerontol Geriatr* 57:151–155. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2013.04.005>
- Matsumoto H, Igarashi A, Suzuki M, Yamamoto-Mitani N (2019) Association between neighbourhood convenience stores and independent living in older people in Japan. *Australas J Ageing* 38:116–123. <https://doi.org/10.1111/ajag.12607>
- Matsushita M, Harada K, Arao T (2015) Socioeconomic position and work, travel, and recreation-related physical activity in Japanese adults: a cross-sectional study. *BMC Public Health* 15:916. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-2226-z>
- Matthews RJ, Smith LK, Hancock RM, et al (2005) Socioeconomic factors associated with the onset of disability in older age: a longitudinal study of people aged 75 years and over. *Soc Sci Med* 1982 61:1567–1575. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2005.02.007>
- Matud MP, Bethencourt JM, Ibáñez I (2015) Gender differences in psychological distress in Spain. *Int J Soc Psychiatry* 61:560–568. <https://doi.org/10.1177/0020764014564801>
- McInerney M, Csizmadi I, Friedenreich CM, et al (2016) Associations between the neighbourhood food environment, neighbourhood socioeconomic status, and diet quality: An observational study. *BMC Public Health* 16:984. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3631-7>
- Melchior M, Berkman LF, Kawachi I, et al (2006) Lifelong socioeconomic trajectory and premature mortality (35–65 years) in France: findings from the GAZEL Cohort Study. *J Epidemiol Community Health* 60:937–944. <https://doi.org/10.1136/jech.2005.042440>
- Merecz D, Andysz A (2012) Relationship between person-organization fit and objective and subjective health status (person-organization fit and health). *Int J Occup Med Environ Health* 25:166–177. <https://doi.org/10.2478/S13382-012-0020-z>
- Meslé F (2005) Espérance de vie et mortalité aux âges élevés. *Retraite Société* 45:89–113. <https://doi.org/10.3917/rs.045.0089>
- Meyer OL, Castro-Schilo L, Aguilar-Gaxiola S (2014) Determinants of Mental Health and Self-Rated Health: A Model of Socioeconomic Status, Neighborhood Safety, and Physical Activity. *Am J Public Health* 104:1734–1741. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2014.302003>
- Mezuk B, Li X, Cederin K, et al (2016) Beyond Access: Characteristics of the Food Environment and Risk of Diabetes. *Am J Epidemiol* 183:1129–1137. <https://doi.org/10.1093/aje/kwv318>
- Min K-J, Lee C-K, Park H-N (2012) The lifespan of Korean eunuchs. *Curr Biol* 22:R792–R793. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.06.036>

- Minagawa Y, Saito Y (2017) An analysis of factors related to disability-free life expectancy at 65 years of age across Japanese prefectures in 2010. *Eur J Ageing* 15:15–22. <https://doi.org/10.1007/s10433-017-0433-4>
- Minaire P (1992) Disease, illness and health: theoretical models of the disablement process. *Bull World Health Organ* 70:373–379
- Ministère des solidarités et de la santé, Santé Publique France, Assurance Maladie, et al (2020) *Le livret de nos 1000 premiers jours*
- Minster C, Hubert J-P (2012) Density Effect on Mobility Characteristics in France. *Procedia - Soc Behav Sci* 48:3328–3337. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.1298>
- Mitra R, Nash S (2019) Can the built environment explain gender gap in cycling? An exploration of university students' travel behavior in Toronto, Canada. *Int J Sustain Transp* 13:138–147. <https://doi.org/10.1080/15568318.2018.1449919>
- Mitra R, Siva H, Kehler M (2015) Walk-friendly suburbs for older adults? Exploring the enablers and barriers to walking in a large suburban municipality in Canada. *J Aging Stud* 35:10–19. <https://doi.org/10.1016/j.jaging.2015.07.002>
- Monnet J, López RP, Hubert J-P (2019) Marche en ville: enjeux sociaux et politiques. *Espac Sociétés Paris Fr* 2019/4:7. <https://doi.org/10.3917/esp.179.0007>
- Moran MR, Werner P, Doron I, et al (2017) Exploring the Objective and Perceived Environmental Attributes of Older Adults' Neighborhood Walking Routes: A Mixed Methods Analysis. *J Aging Phys Act* 25:420–431. <https://doi.org/10.1123/japa.2016-0165>
- Morel-Brochet A, Rougé L (2017) Quotidien, ajustements et arbitrages des retraités du périurbain francilien. *Gérontologie Société* 39 / 152:41–56. <https://doi.org/10.3917/g1.152.0041>
- Morgan Hughey S, Kaczynski AT, Child S, et al (2017) Green and lean: Is neighborhood park and playground availability associated with youth obesity? Variations by gender, socioeconomic status, and race/ethnicity. *Prev Med* 95 Suppl:S101–S108. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.11.024>
- Morgenstern H (1982) Uses of ecologic analysis in epidemiologic research. *Am J Public Health* 72:1336–1344
- Morgenstern H (1995) Ecologic studies in epidemiology: concepts, principles, and methods. *Annu Rev Public Health* 16:61–81. <https://doi.org/10.1146/annurev.pu.16.050195.000425>
- Morland K, Wing S, Diez Roux A (2002) The contextual effect of the local food environment on residents' diets: the atherosclerosis risk in communities study. *Am J Public Health* 92:1761–1767. <https://doi.org/10.2105/ajph.92.11.1761>

- Mortamais M, Gutierrez L-A, de Hoogh K, et al (2021) Long-term exposure to ambient air pollution and risk of dementia: Results of the prospective Three-City Study. *Environ Int* 148:106376. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106376>
- Morteruel M, Rodriguez-Alvarez E, Martin U, Bacigalupe A (2018) Inequalities in Health Services Usage in a National Health System Scheme: The Case of a Southern Social European Region. *Nurs Res* 67:26–34. <https://doi.org/10.1097/NNR.0000000000000256>
- Moudon AV, Lee C, Cheadle AD, et al (2006) Operational Definitions of Walkable Neighborhood: Theoretical and Empirical Insights. *J Phys Act Health* 3:S99–S117. <https://doi.org/10.1123/jpah.3.s1.s99>
- Murata H, Barnhill LM, Bronstein JM (2022) Air Pollution and the Risk of Parkinson's Disease: A Review. *Mov Disord Off J Mov Disord Soc* 37:894–904. <https://doi.org/10.1002/mds.28922>
- Nagi SZ (1976) An epidemiology of disability among adults in the United States. *Milbank Mem Fund Q Health Soc* 54:439–467
- Nathan A, Pereira G, Foster S, et al (2012) Access to commercial destinations within the neighbourhood and walking among Australian older adults. *Int J Behav Nutr Phys Act* 9:133. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-133>
- Nelson AE, Renner JB, Schwartz TA, et al (2011) Differences in multijoint radiographic osteoarthritis phenotypes among African Americans and Caucasians: the Johnston County Osteoarthritis project. *Arthritis Rheum* 63:3843–3852. <https://doi.org/10.1002/art.30610>
- Neumark Y (2017) What can ecological studies tell us about death? *Isr J Health Policy Res* 6:52. <https://doi.org/10.1186/s13584-017-0176-x>
- Ng TP, Nyunt MSZ, Shuvo FK, et al (2018) The Neighborhood Built Environment and Cognitive Function of Older Persons: Results from the Singapore Longitudinal Ageing Study. *Gerontology* 64:149–156. <https://doi.org/10.1159/000480080>
- Nguyen TT, Rist PM, Glymour MM (2016) Are self-reported neighbourhood characteristics associated with onset of functional limitations in older adults with or without memory impairment? *J Epidemiol Community Health* 70:1017–1023. <https://doi.org/10.1136/jech-2016-207241>
- Niti M, Yap K-B, Kua E-H, et al (2008) Physical, social and productive leisure activities, cognitive decline and interaction with APOE-epsilon 4 genotype in Chinese older adults. *Int Psychogeriatr* 20:237–251. <https://doi.org/10.1017/S1041610207006655>
- Niu Y, Li N, Jin C, et al (2017) Activity outside the home, environmental barriers, and healthy aging for community-dwelling elderly individuals in China. *Biosci Trends* 11:603–605. <https://doi.org/10.5582/bst.2017.01266>

- Noordzij JM, Beenackers MA, Diez Roux AV, van Lenthe FJ (2019) Age-friendly cities: challenges for future research. *Bull World Health Organ* 97:436–437. <https://doi.org/10.2471/BLT.18.224865>
- Norburn JEK, Bernard SL, Konrad TR, et al (1995) Self-care and assistance from others in coping with functional status limitations among a national sample of older adults. *J Gerontol Soc Sci* 101–109
- Nourhashémi F, Andrieu S, Gillette-Guyonnet S, et al (2001) Instrumental Activities of Daily Living as a Potential Marker of Frailty: A Study of 7364 Community-Dwelling Elderly Women (the EPIDOS Study). *J Gerontol Ser A* 56:M448–M453. <https://doi.org/10.1093/gerona/56.7.M448>
- Nourhashémi F, Gillette-Guyonnet S, Andrieu S, et al (2000) Alzheimer disease: protective factors. *Am J Clin Nutr* 71:643S–649S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/71.2.643s>
- Nourhashémi F, Ousset PJ, Gillette-Guyonnet S, et al (2008) A 2-year follow-up of 233 very mild (CDR 0.5) Alzheimer's disease patients (REAL.FR cohort). *Int J Geriatr Psychiatry* 23:460–465. <https://doi.org/10.1002/gps.1904>
- Nusselder WJ, Cambois EM, Wapperom D, et al (2019) Women's excess unhealthy life years: disentangling the unhealthy life years gap. *Eur J Public Health* 29:914–919. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckz114>
- Nusselder WJ, Looman CW (2004) Decomposition of differences in health expectancy by cause. *Demography* 41:315–334. <https://doi.org/10.1353/dem.2004.0017>
- Nyunt MSZ, Shuvo FK, Eng JY, et al (2015) Objective and subjective measures of neighborhood environment (NE): relationships with transportation physical activity among older persons. *Int J Behav Nutr Phys Act* 12:108. <https://doi.org/10.1186/s12966-015-0276-3>
- OECD (2015) *Ageing in Cities*. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris
- Okoye SM, Samuel LJ, Fabius C, et al (2021) Home and Neighborhood Context of Falls Among Black and White Older Americans. *J Aging Health* 8982643211009436. <https://doi.org/10.1177/08982643211009436>
- Ory MG, Towne SD, Won J, et al (2016) Social and environmental predictors of walking among older adults. *BMC Geriatr* 16:155. <https://doi.org/10.1186/s12877-016-0327-x>
- Oswald F, Hieber A, Wahl H-W, Mollenkopf H (2005) Ageing and person-environment fit in different urban neighbourhoods. *Eur J Ageing* 2:88–97. <https://doi.org/10.1007/s10433-005-0026-5>
- Oswald F, Wahl H-W, Schilling O, et al (2007) Relationships between housing and healthy aging in very old age. *The Gerontologist* 47:96–107. <https://doi.org/10.1093/geront/47.1.96>
- Oude Groeniger J, Kamphuis CBM, Mackenbach JP, et al (2019) Are socio-economic inequalities in diet and physical activity a matter of social distinction? A cross-sectional study. *Int J Public Health* 64:1037–1047. <https://doi.org/10.1007/s00038-019-01268-3>

- Palazzo C, Ravaud J-F, Trinquart L, et al (2012) Respective contribution of chronic conditions to disability in France: results from the national Disability-Health Survey. *PloS One* 7:e44994. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044994>
- Palazzo C, Yokota RTC, Tafforeau J, et al (2019) Contribution of chronic diseases to educational disparity in disability in France: results from the cross-sectional “disability-health” survey. *Arch Public Health* 77:. <https://doi.org/10.1186/s13690-018-0326-9>
- Palència L, Malmusi D, De Moortel D, et al (2014) The influence of gender equality policies on gender inequalities in health in Europe. *Soc Sci Med* 117:25–33. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2014.07.018>
- Pan H, Liu Y, Chen Y (2021) The health effect of perceived built environment on depression of elderly people in rural China: Moderation by income. *Health Soc Care Community* 29:185–193. <https://doi.org/10.1111/hsc.13081>
- Papon S (2019) Les gains d’espérance de vie se concentrent désormais aux âges élevés. *Insee Focus* 517:5
- Park CL, Cho D, Moore PJ (2018) How does education lead to healthier behaviours? Testing the mediational roles of perceived control, health literacy and social support. *Psychol Health* 33:1416–1429. <https://doi.org/10.1080/08870446.2018.1510932>
- Park S, Lee S (2017) Age-friendly environments and life satisfaction among South Korean elders: person-environment fit perspective. *Aging Ment Health* 21:693–702. <https://doi.org/10.1080/13607863.2016.1154011>
- Pearce J, Hiscock R, Blakely T, Witten K (2008) The contextual effects of neighbourhood access to supermarkets and convenience stores on individual fruit and vegetable consumption. *J Epidemiol Community Health* 62:198–201. <https://doi.org/10.1136/jech.2006.059196>
- Peele ME (2019) Childhood Conditions Predict Chronic Diseases and Functional Limitations Among Older Adults: The Case of Indonesia. *J Aging Health* 31:1892–1916. <https://doi.org/10.1177/0898264318799550>
- Peres K, Helmer C, Amieva H, et al (2011) Gender Differences in the Prodromal Signs of Dementia: Memory Complaint and IADL-Restriction. A Prospective Population-Based Cohort. *J Alzheimers Dis JAD* 27:39–47. <https://doi.org/10.3233/JAD-2011-110428>
- Pérès K, Helmer C, Amieva H, et al (2008) Natural History of Decline in Instrumental Activities of Daily Living Performance over the 10 Years Preceding the Clinical Diagnosis of Dementia: A Prospective Population-Based Study. *J Am Geriatr Soc* 56:37–44. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2007.01499.x>
- Pérès K, Matharan F, Daien V, et al (2017) Visual Loss and Subsequent Activity Limitations in the Elderly: The French Three-City Cohort. *Am J Public Health* 107:564–569. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2016.303631>

- Peres K, Verret C, Alioum A, Barberger-Gateau P (2005) The disablement process: Factors associated with progression of disability and recovery in French elderly people. *Disabil Rehabil* 27:263–76. <https://doi.org/10.1080/09638280400006515>
- Philibert MD, Pampalon R, Hamel D, Daniel M (2013) Associations between disability prevalence and local-area characteristics in a general community-living population. *Rev D'Épidémiologie Santé Publique* 61:463–474. <https://doi.org/10.1016/j.respe.2013.05.020>
- Pickett K, Pearl M (2001) Multilevel analyses of neighbourhood socioeconomic context and health outcomes: a critical review. *J Epidemiol Community Health* 55:111–122. <https://doi.org/10.1136/jech.55.2.111>
- Polku H, Mikkola TM, Rantakokko M, et al (2018) Hearing and Quality of Life Among Community-Dwelling Older Adults. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 73:543–552. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbw045>
- Pope D, Tisdall R, Middleton J, et al (2018) Quality of and access to green space in relation to psychological distress: results from a population-based cross-sectional study as part of the EURO-URHIS 2 project. *Eur J Public Health* 28:35–38. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckv094>
- Portegijs E, Rantakokko M, Viljanen A, et al (2017) Perceived and objective entrance-related environmental barriers and daily out-of-home mobility in community-dwelling older people. *Arch Gerontol Geriatr* 69:69–76. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2016.11.011>
- Prina AM, Wu Y-T, Kralj C, et al (2019) Dependence- and Disability-Free Life Expectancy Across Eight Low- and Middle-Income Countries: A 10/66 Study. *J Aging Health* 898264319825767. <https://doi.org/10.1177/0898264319825767>
- Ramsay SE, Morris RW, Whincup PH, et al (2009) Socioeconomic inequalities in coronary heart disease risk in older age: contribution of established and novel coronary risk factors. *J Thromb Haemost JTH* 7:1779–1786. <https://doi.org/10.1111/j.1538-7836.2009.03602.x>
- Ramsay SE, Whincup PH, Morris RW, et al (2008) Extent of social inequalities in disability in the elderly: results from a population-based study of British men. *Ann Epidemiol* 18:896–903. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2008.09.006>
- Rantakokko M, Iwarsson S, Portegijs E, et al (2015) Associations between environmental characteristics and life-space mobility in community-dwelling older people. *J Aging Health* 27:606–621. <https://doi.org/10.1177/0898264314555328>
- Rantakokko M, Iwarsson S, Vahaluoto S, et al (2014) Perceived environmental barriers to outdoor mobility and feelings of loneliness among community-dwelling older people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 69:1562–1568. <https://doi.org/10.1093/gerona/glu069>
- Rantakokko M, Mänty M, Iwarsson S, et al (2009) Fear of moving outdoors and development of outdoor walking difficulty in older people. *J Am Geriatr Soc* 57:634–640. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2009.02180.x>

- Rantakokko M, Portegijs E, Viljanen A, et al (2017) Perceived environmental barriers to outdoor mobility and changes in sense of autonomy in participation outdoors among older people: a prospective two-year cohort study. *Ageing Ment Health* 21:805–809. <https://doi.org/10.1080/13607863.2016.1159281>
- Rantakokko M, Portegijs E, Viljanen A, et al (2016) Mobility Modification Alleviates Environmental Influence on Incident Mobility Difficulty among Community-Dwelling Older People: A Two-Year Follow-Up Study. *PLoS ONE* 11:. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154396>
- Rechel B, Grundy E, Robine J-M, et al (2013) Ageing in the European Union. *Lancet Lond Engl* 381:1312–1322. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)62087-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)62087-X)
- Renalds A, Smith TH, Hale PJ (2010) A systematic review of built environment and health. *Fam Community Health* 33:68–78. <https://doi.org/10.1097/FCH.0b013e3181c4e2e5>
- Rimmer JH, Padalabalanarayanan S, Malone LA, Mehta T (2017) Fitness facilities still lack accessibility for people with disabilities. *Disabil Health J* 10:214–221. <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2016.12.011>
- Robine J-M, Andrieu S (2015) Inscrire la fragilité et les processus de fragilisation dans les modèles de l'incapacité. In: *Repérage et maintien de l'autonomie des personnes âgées fragiles*. pp 25–26
- Robine J-M, Jagger C, Euro-REVES Group (2003) Creating a coherent set of indicators to monitor health across Europe: the Euro-REVES 2 project. *Eur J Public Health* 13:6–14. https://doi.org/10.1093/eurpub/13.suppl_1.6
- Robinette JW, Charles ST, Gruenewald TL (2017) Neighborhood Socioeconomic Status and Health: A Longitudinal Analysis. *J Community Health* 42:865–871. <https://doi.org/10.1007/s10900-017-0327-6>
- Rockwood K, Fox RA, Stolee P, et al (1994) Frailty in elderly people: an evolving concept. *CMAJ Can Med Assoc J* 150:489–495
- Rodriguez-Loureiro L, Casas L, Bauwelinck M, et al (2021) Social inequalities in the associations between urban green spaces, self-perceived health and mortality in Brussels: Results from a census-based cohort study. *Health Place* 70:102603. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2021.102603>
- Röhr S, Rodriguez FS, Siemensmeyer R, et al (2021) How can urban environments support dementia risk reduction? A qualitative study. *Int J Geriatr Psychiatry*. <https://doi.org/10.1002/gps.5626>
- Rohrmann S (2020) Epidemiology of Frailty in Older People. *Adv Exp Med Biol* 1216:21–27. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33330-0_3
- Roux AVD, Mair C (2010) Neighborhoods and health. *Ann N Y Acad Sci* 1186:125–145. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.05333.x>

- Roux AVD, Merkin SS, Arnett D, et al (2009) Neighborhood of Residence and Incidence of Coronary Heart Disease. In: <http://dx.doi.org.proxy.insermbiblio.inist.fr/10.1056/NEJM200107123450205>. <https://www-nejm-org.proxy.insermbiblio.inist.fr/doi/10.1056/NEJM200107123450205>. Accessed 23 Nov 2021
- Roxo L, Bambra C, Perelman J (2021) Gender Equality and Gender Inequalities in Self-Reported Health: A Longitudinal Study of 27 European Countries 2004 to 2016. *Int J Health Serv Plan Adm Eval* 51:146–154. <https://doi.org/10.1177/0020731420960344>
- Ruijsbroek A, Droomers M, Kruize H, et al (2017) Does the Health Impact of Exposure to Neighbourhood Green Space Differ between Population Groups? An Explorative Study in Four European Cities. *Int J Environ Res Public Health* 14:. <https://doi.org/10.3390/ijerph14060618>
- Sakari R, Rantakokko M, Portegijs E, et al (2017) Do Associations Between Perceived Environmental and Individual Characteristics and Walking Limitations Depend on Lower Extremity Performance Level? *J Aging Health* 29:640–656. <https://doi.org/10.1177/0898264316641081>
- Sallis HM, Croft J, Havdahl A, et al (2021) Genetic liability to schizophrenia is associated with exposure to traumatic events in childhood. *Psychol Med* 51:1814–1821. <https://doi.org/10.1017/S0033291720000537>
- Salvatore MA, Grundy E (2021) Area deprivation, perceived neighbourhood cohesion and mental health at older ages: A cross lagged analysis of UK longitudinal data. *Health Place* 67:102470. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2020.102470>
- Santosa A, Schröders J, Vaezghasemi M, Ng N (2016) Inequality in disability-free life expectancies among older men and women in six countries with developing economies. *J Epidemiol Community Health* 70:855–861. <https://doi.org/10.1136/jech-2015-206640>
- Scheider M, Moulaert T (2015) La participation citoyenne à l'épreuve du vieillissement territorial. Quatre études de cas de modèles d'intégration citoyenne des aînés dans le Grand-Est français. *Cid Comunidades E Territ.* <https://doi.org/10.7749/citiescommunitiesterritories.jun2015.030.art01>
- Schneider S, D'Agostino A, Weyers S, et al (2015) Neighborhood Deprivation and Physical Activity Facilities - No Support for the Deprivation Amplification Hypothesis. *J Phys Act Health* 12:990–997. <https://doi.org/10.1123/jpah.2014-0034>
- Schoenborn NL, Blackford AL, Joshu CE, et al (2022) Life expectancy estimates based on comorbidities and frailty to inform preventive care. *J Am Geriatr Soc* 70:99–109. <https://doi.org/10.1111/jgs.17468>
- Schüle SA, Bolte G (2015) Interactive and independent associations between the socioeconomic and objective built environment on the neighbourhood level and

- individual health: a systematic review of multilevel studies. *PLoS One* 10:e0123456. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123456>
- Secrétariat général du Conseil d'orientation des retraites (2015) La répartition démographique des retraités sur le territoire national. *Cons Orientat Retraites* 20
- Seong JY, Choi JN (2021) Multilevel homology and discontinuity of person-group fit on individual and team creativity. *J Soc Psychol* 1–18. <https://doi.org/10.1080/00224545.2021.1967844>
- Serrano-Alarcón M, Perelman J (2017) Ageing under unequal circumstances: a cross-sectional analysis of the gender and socioeconomic patterning of functional limitations among the Southern European elderly. *Int J Equity Health* 16:175. <https://doi.org/10.1186/s12939-017-0673-0>
- Shanahan KH, Subramanian SV, Burdick KJ, et al (2022) Association of Neighborhood Conditions and Resources for Children With Life Expectancy at Birth in the US. *JAMA Netw Open* 5:e2235912. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.35912>
- Sheehan CM, Tucker-Drob EM (2019) Gendered Expectations Distort Male–Female Differences in Instrumental Activities of Daily Living in Later Adulthood. *J Gerontol Ser B* 74:715–723. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbw209>
- Silhol R, Zins M, Chauvin P, Chaix B (2011) Investigating the spatial variability in incidence of coronary heart disease in the Gazel cohort: the impact of area socioeconomic position and mediating role of risk factors. *J Epidemiol Community Health* 65:137–143. <https://doi.org/10.1136/jech.2009.087379>
- Singh-Manoux A (2004) Socioeconomic trajectories across the life course and health outcomes in midlife: evidence for the accumulation hypothesis? *Int J Epidemiol* 33:1072–1079. <https://doi.org/10.1093/ije/dyh224>
- Sirven N, Dumontet M, Rapp T (2020) The dynamics of frailty and change in socio-economic conditions: evidence for the 65+ in Europe. *Eur J Public Health* 30:715–719. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckaa068>
- Sirven N, Rapp T (2017) The cost of frailty in France. *Eur J Health Econ HEPAC Health Econ Prev Care* 18:243–253. <https://doi.org/10.1007/s10198-016-0772-7>
- Smith DM, Cummins S, Taylor M, et al (2010a) Neighbourhood food environment and area deprivation: spatial accessibility to grocery stores selling fresh fruit and vegetables in urban and rural settings. *Int J Epidemiol* 39:277–284. <https://doi.org/10.1093/ije/dyp221>
- Smith M, Hosking J, Woodward A, et al (2017) Systematic literature review of built environment effects on physical activity and active transport – an update and new findings on health equity. *Int J Behav Nutr Phys Act* 14:158. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0613-9>

- Smith MP, Olatunde O, White C (2010b) Monitoring inequalities in health expectancies in England - small area analyses from the Census 2001 and General Household Survey 2001-05. *Health Stat Q* 51-68. <https://doi.org/10.1057/hsq.2010.11>
- Smith RJ, Baik S, Lehning AJ, et al (2022) Residential Segregation, Social Cohesion, and Aging in Place: Health and Mental Health Inequities. *The Gerontologist* 62:1289-1298. <https://doi.org/10.1093/geront/gnac076>
- Solar O, Irwin A (2010) A conceptual framework for action on the social determinants of health. World Health Organization, Geneva
- Soma Y, Tsunoda K, Kitano N, et al (2017) Relationship between built environment attributes and physical function in Japanese community-dwelling older adults. *Geriatr Gerontol Int* 17:382-390. <https://doi.org/10.1111/ggi.12717>
- Song J, Chang HJ, Tirodkar M, et al (2007) Racial/ethnic differences in activities of daily living disability in older adults with arthritis: a longitudinal study. *Arthritis Rheum* 57:1058-1066. <https://doi.org/10.1002/art.22906>
- Stafford M, Marmot M (2003) Neighbourhood deprivation and health: does it affect us all equally? *Int J Epidemiol* 32:357-366. <https://doi.org/10.1093/ije/dyg084>
- Stow D, Matthews FE, Hanratty B (2018) Frailty trajectories to identify end of life: a longitudinal population-based study. *BMC Med* 16:171. <https://doi.org/10.1186/s12916-018-1148-x>
- Strand BH, Dalgard OS, Tambs K, Rognerud M (2003) Measuring the mental health status of the Norwegian population: A comparison of the instruments SCL-25, SCL-10, SCL-5 and MHI-5 (SF-36). *Nord J Psychiatry* 57:113-118. <https://doi.org/10.1080/08039480310000932>
- Struckmeyer L, Morgan-Daniel J, Ahrentzen S, Ellison C (2021) Home Modification Assessments for Accessibility and Aesthetics: A Rapid Review. *HERD* 14:313-327. <https://doi.org/10.1177/1937586720960704>
- Sullivan DF (1971) Disability components for an index of health. *Vital Health Stat* 2 1-40
- Sum G, Lau LK, Jabbar KA, et al (2022) The World Health Organization (WHO) Integrated Care for Older People (ICOPE) Framework: A Narrative Review on Its Adoption Worldwide and Lessons Learnt. *Int J Environ Res Public Health* 20:154. <https://doi.org/10.3390/ijerph20010154>
- Sun C-Y, Yeh C-Y, Zhao Y, Chiu C-J (2020) Can Individual Attitudes toward Aging Predict Subsequent Physical Disabilities in Older Taiwanese Individuals? A Four-Year Retrospective Cohort Study. *Int J Environ Res Public Health* 18:. <https://doi.org/10.3390/ijerph18010098>
- Sun F, Zhou Y (2023) Health benefits of compact cities for Chinese older adults: Nation-level study of Chinese cities. *Trans Plan Urban Reserach* 1:289-308. <https://doi.org/10.1177/27541223221146704>

- Sun Z, Scott I, Bell S, et al (2021) Time Distances to Residential Food Amenities and Daily Walking Duration: A Cross-Sectional Study in Two Low Tier Chinese Cities. *Int J Environ Res Public Health* 18:. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020839>
- Sutton AJ, Abrams KR (2001) Bayesian methods in meta-analysis and evidence synthesis. *Stat Methods Med Res* 10:277–303. <https://doi.org/10.1177/096228020101000404>
- Szanton SL, Leff B, Wolff JL, et al (2016) Home-Based Care Program Reduces Disability And Promotes Aging In Place. *Health Aff Proj Hope* 35:1558–1563. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2016.0140>
- Szwarcwald CL, Souza Júnior PRB de, Marques AP, et al (2016) Inequalities in healthy life expectancy by Brazilian geographic regions: findings from the National Health Survey, 2013. *Int J Equity Health* 15:. <https://doi.org/10.1186/s12939-016-0432-7>
- Tani Y, Suzuki N, Fujiwara T, et al (2018) Neighborhood food environment and mortality among older Japanese adults: results from the JAGES cohort study. *Int J Behav Nutr Phys Act* 15:101. <https://doi.org/10.1186/s12966-018-0732-y>
- Tani Y, Suzuki N, Fujiwara T, et al (2019) Neighborhood Food Environment and Dementia Incidence: the Japan Gerontological Evaluation Study Cohort Survey. *Am J Prev Med* 56:383–392. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2018.10.028>
- Taylor Z, Józefowicz I (2012a) Daily mobility of disabled people for healthcare facilities and their accessibility in urban space
- Taylor Z, Józefowicz I (2012b) Intra-urban daily mobility of disabled people for recreational and leisure purposes. *J Transp Geogr* 24:155–172. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.12.008>
- Thornton CM, Kerr J, Conway TL, et al (2017) Physical Activity in Older Adults: an Ecological Approach. *Ann Behav Med Publ Soc Behav Med* 51:159–169. <https://doi.org/10.1007/s12160-016-9837-1>
- Tiraphat S, Peltzer K, Thamma-Aphiphol K, Suthisukon K (2017) The Role of Age-Friendly Environments on Quality of Life among Thai Older Adults. *Int J Environ Res Public Health* 14:. <https://doi.org/10.3390/ijerph14030282>
- Tomioka K, Kurumatani N, Hosoi H (2018) Association between stairs in the home and instrumental activities of daily living among community-dwelling older adults. *BMC Geriatr* 18:132. <https://doi.org/10.1186/s12877-018-0830-3>
- Traoré M, Vuillermoz C, Chauvin P, Deguen S (2020) Influence of Individual and Contextual Perceptions and of Multiple Neighborhoods on Depression. *Int J Environ Res Public Health* 17:1958. <https://doi.org/10.3390/ijerph17061958>
- Tsai L-T, Rantakokko M, Portegijs E, et al (2013) Environmental mobility barriers and walking for errands among older people who live alone vs. with others. *BMC Public Health* 13:1054. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-1054>

- UNESCO Institute for Statistics (2012) International standard classification of education: ISCED 2011. UNESCO Institute for Statistics, Montreal, Quebec
- Vallée J (2017a) Challenges in targeting areas for public action. Target areas at the right place and at the right time. *J Epidemiol Community Health* 71:945–946. <https://doi.org/10.1136/jech-2017-209197>
- Vallée J (2017b) The daycourse of place. *Soc Sci Med* 194:177–181. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2017.09.033>
- Vallée J (2018) Urban isolation and daytime neighborhood social composition from Twitter data. *Proc Natl Acad Sci* 115:E11886–E11887. <https://doi.org/10.1073/pnas.1816937115>
- Vallée J, Cadot E, Roustit C, et al (2011) The role of daily mobility in mental health inequalities: the interactive influence of activity space and neighbourhood of residence on depression. *Soc Sci Med* 1982 73:1133–1144. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2011.08.009>
- Vallée J, Le Roux G, Chauvin P (2016) Quartiers et effets de quartier. Analyse de la variabilité de la taille des quartiers perçus dans l'agglomération parisienne. *Ann Géographie* 708:119–142. <https://doi.org/10.3917/ag.708.0119>
- van Assen MALM, Helmink JHM, Gobbens RJJ (2022) Associations between lifestyle factors and multidimensional frailty: a cross-sectional study among community-dwelling older people. *BMC Geriatr* 22:7. <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02704-x>
- Van Holle V, Deforche B, Van Cauwenberg J, et al (2012) Relationship between the physical environment and different domains of physical activity in European adults: a systematic review. *BMC Public Health* 12:807. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-807>
- Van Holle V, Van Cauwenberg J, Gheysen F, et al (2016) The Association between Belgian Older Adults' Physical Functioning and Physical Activity: What Is the Moderating Role of the Physical Environment? *PloS One* 11:e0148398. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148398>
- Van Oyen H, Bogaert P, Yokota RTC, Berger N (2018) Measuring disability: a systematic review of the validity and reliability of the Global Activity Limitations Indicator (GALI). *Arch Public Health* 76:. <https://doi.org/10.1186/s13690-018-0270-8>
- Verbrugge LM, Jette AM (1994) The disablement process. *Soc Sci Med* 38:1–14. [https://doi.org/10.1016/0277-9536\(94\)90294-1](https://doi.org/10.1016/0277-9536(94)90294-1)
- Verbrugge LM, Rennert C, Madans JH (1997) The great efficacy of personal and equipment assistance in reducing disability. *Am J Public Health* 87:384–392
- Vergheze J, Lipton RB, Katz MJ, et al (2003) Leisure activities and the risk of dementia in the elderly. *N Engl J Med* 348:2508–2516. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa022252>
- Vigeneron E (2013) Health inequalities, inequalities in health care in French territories [Inégalités de santé, inégalités de soins dans les territoires français]. *Trib Sante* n° 38:41–53

- Villermé LR (1826) De la mortalité dans les divers quartiers de la ville de Paris / Louis René Villermé. 294–339
- Visagie S, Eide AH, Dyrstad K, et al (2017) Factors related to environmental barriers experienced by persons with and without disabilities in diverse African settings. *PLoS ONE* 12: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186342>
- von dem Knesebeck O, Vonneilich N, Lüdecke D (2017) Income and functional limitations among the aged in Europe: a trend analysis in 16 countries. *J Epidemiol Community Health* 71:584–591. <https://doi.org/10.1136/jech-2016-208369>
- Wachs TD (2008) Person-Environment “Fit” and Individual Development. In: *Handbook of Research methods in Developmental Science*, Douglas M.Teti. John Wiley & Sons, pp 443–461
- Wahl H-W, Iwarsson S, Oswald F (2012) Aging Well and the Environment: Toward an Integrative Model and Research Agenda for the Future. *The Gerontologist* 52:306–316. <https://doi.org/10.1093/geront/gnr154>
- Wang F, Luo W (2005) Assessing spatial and nonspatial factors for healthcare access: towards an integrated approach to defining health professional shortage areas. *Health Place* 11:131–146. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2004.02.003>
- Wang K, Lombard J, Rundek T, et al (2019) Relationship of Neighborhood Greenness to Heart Disease in 249 405 US Medicare Beneficiaries. *J Am Heart Assoc* 8:e010258. <https://doi.org/10.1161/JAHA.118.010258>
- Wang L, van Belle G, Kukull WB, Larson EB (2002) Predictors of functional change: a longitudinal study of nondemented people aged 65 and older. *J Am Geriatr Soc* 50:1525–1534. <https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2002.50408.x>
- Ward Thompson C, Curl A, Aspinall P, et al (2014) Do changes to the local street environment alter behaviour and quality of life of older adults? The ‘DIY Streets’ intervention. *Br J Sports Med* 48:1059–1065. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091718>
- Watanabe J, Kimura T, Nakamura T, et al (2022) Associations of social capital and health at a city with high aging rate and low population density. *SSM - Popul Health* 17:100981. <https://doi.org/10.1016/j.ssmph.2021.100981>
- Wen M, Hawkey LC, Cacioppo JT (2006) Objective and perceived neighborhood environment, individual SES and psychosocial factors, and self-rated health: an analysis of older adults in Cook County, Illinois. *Soc Sci Med* 1982 63:2575–2590. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2006.06.025>
- Werngren-Elgström M, Carlsson G, Iwarsson S (2009) A 10-year follow-up study on subjective well-being and relationships to person-environment (P-E) fit and activity of daily living (ADL) dependence of older Swedish adults. *Arch Gerontol Geriatr* 49:e16-22. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2008.08.001>

- Williams DR, Collins C (2001) Racial residential segregation: a fundamental cause of racial disparities in health. *Public Health Rep Wash DC* 1974 116:404–416. <https://doi.org/10.1093/phr/116.5.404>
- Williams R (2012) Using the Margins Command to Estimate and Interpret Adjusted Predictions and Marginal Effects. *Stata J* 12:308–331. <https://doi.org/10.1177/1536867X1201200209>
- Wilson-Genderson M, Pruchno R (2015) Functional Limitations and Gender Differences: Neighborhood Effects. *Int J Aging Hum Dev* 81:83–100. <https://doi.org/10.1177/0091415015614843>
- Winters M, Barnes R, Venners S, et al (2015) Older adults' outdoor walking and the built environment: does income matter? *BMC Public Health* 15:876. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-2224-1>
- Wohland P, Rees P, Gillies C, et al (2014) Drivers of inequality in disability-free expectancy at birth and age 85 across space and time in Great Britain. *J Epidemiol Community Health* 68:826–833. <https://doi.org/10.1136/jech-2014-204083>
- Wong MS, Chan KS, Jones-Smith JC, et al (2018) The Neighborhood Environment and Obesity: Understanding Variation by Race/Ethnicity. *Prev Med* 111:371–377. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.11.029>
- Wood PHN, Badley EM (1978) An epidemiological appraisal of disablement. In: *Recent Advances in Community Medicine*, Bennett, A.E. (ed). Churchill Livingstone, Edinburgh, pp 149–173
- World Health Organization (1980) *International Classification of Impairments, Disabilities, and Handicaps: A manual of classification relating to the consequences of disease*
- World Health Organization (ed) (2007) *Global age-friendly cities: a guide*. WHO, Geneva
- World Health Organization (ed) (2001) *International classification of functioning, disability and health: ICF*. World Health Organization, Geneva
- Xi R, Yu K, Ge Y, Cao P (2022) Ethical leadership and followers' career satisfaction, mobility, and promotability: A P-E fit perspective. *Front Psychol* 13:927146. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.927146>
- Xiao Q, Keadle SK, Berrigan D, Matthews CE (2018) A prospective investigation of neighborhood socioeconomic deprivation and physical activity and sedentary behavior in older adults. *Prev Med* 111:14–20. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2018.02.011>
- Yang Y-T, Iqbal U, Ko H-L, et al (2015) The relationship between accessibility of healthcare facilities and medical care utilization among the middle-aged and elderly population in Taiwan. *Int J Qual Health Care J Int Soc Qual Health Care* 27:222–231. <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzv024>

- Yokota RTC, Nusselder WJ, Robine J-M, et al (2019) Contribution of chronic conditions to gender disparities in health expectancies in Belgium, 2001, 2004 and 2008. *Eur J Public Health* 29:82–87. <https://doi.org/10.1093/eurpub/cky105>
- Yu J-T, Xu W, Tan C-C, et al (2020) Evidence-based prevention of Alzheimer’s disease: systematic review and meta-analysis of 243 observational prospective studies and 153 randomised controlled trials. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 91:1201–1209. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2019-321913>
- Yu R, Wang D, Leung J, et al (2018) Is Neighborhood Green Space Associated With Less Frailty? Evidence From the Mr. and Ms. Os (Hong Kong) Study. *J Am Med Dir Assoc* 19:528–534. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2017.12.015>
- Zeng Y, Gu D, Purser J, et al (2010) Associations of Environmental Factors With Elderly Health and Mortality in China. *Am J Public Health* 100:298–305. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2008.154971>
- Zhang L, Zhou S, Kwan M-P (2019a) A comparative analysis of the impacts of objective versus subjective neighborhood environment on physical, mental, and social health. *Health Place* 59:102170. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2019.102170>
- Zhang S, Chen Q, Zhang B (2019b) Understanding Healthcare Utilization In China Through The Andersen Behavioral Model: Review Of Evidence From The China Health And Nutrition Survey. *Risk Manag Healthc Policy* 12:209–224. <https://doi.org/10.2147/RMHP.S218661>
- Zhang X, Dupre ME, Qiu L, et al (2018) Age and sex differences in the association between access to medical care and health outcomes among older Chinese. *BMC Health Serv Res* 18:1004. <https://doi.org/10.1186/s12913-018-3821-3>
- Zhong Y, Wang J, Nicholas S (2017) Gender, childhood and adult socioeconomic inequalities in functional disability among Chinese older adults. *Int J Equity Health* 16:. <https://doi.org/10.1186/s12939-017-0662-3>
- Zimmer Z, House JS (2003) Education, income, and functional limitation transitions among American adults: contrasting onset and progression. *Int J Epidemiol* 32:1089–1097. <https://doi.org/10.1093/ije/dyg254>
- Zitko Melo P, Cabieses Valdes B (2011) Socioeconomic determinants of disability in Chile. *Disabil Health J* 4:271–282. <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2011.06.002>

ANNEXES

ANNEXE 1. ENVIRONNEMENT CONTEXTUEL ET PERTE D'AUTONOMIE FONCTIONNELLE : ARTICLE SCIENTIFIQUE (ETUDE 1)

1

Title

Contextual factors underpinning geographical inequalities in disability-free life expectancy in 100 French départements

Authors

Caroline Laborde^{1,2},
Maude Crouzet³
Amélie Carrère^{4,5,6}
Emmanuelle Cambois⁴

Authors' information

¹ Université Paris-Saclay, UVSQ, Inserm, CESP, Echappement aux anti-infectieux et pharmaco-épidémiologie, 78180, Montigny-le-Bretonneux, France

² Observatoire régional de santé Île-de-France, département de l'Institut Paris Région, Paris, France

³ UMR7363 SAGE, Université de Strasbourg, Strasbourg, France

⁴ Institut national d'études démographiques (Ined), Paris, France

⁵ Université PSL Paris-Dauphine (LEDa-LEGOS), Paris, France

⁶ Université Paris-Créteil (Erudite), Paris, France

*This is a post-peer-review, pre-copyedit version of an article published in European Journal of Ageing.
The final authenticated version is available online at: <http://dx.doi.org/10.1007/s10433-020-00589-0>

Abstract (250 words)

The objectives were to estimate disability-free life expectancy (DFLE) and life expectancy with disability (DLE) by gender for the 100 French *départements* (administrative geographical subdivisions), and to investigate associations with socioeconomic factors, supply of healthcare and services for older persons. DFLE and DLE at age 60 are estimated using the Sullivan method and based on the GALI indicator provided by the French cross-sectional survey *Vie Quotidienne et Santé* 2014. In 2014, DFLE for men and women aged 60 was 14.3 years, and 15.6 years, respectively. Variations across *départements* were considerable (5.4 years for men, 6.7 years for women). Multivariate random effects meta-regression models indicated a negative association for men between DFLE and some of the socioeconomic contextual indicators (ratio of manual workers to higher-level occupations and unemployment rate); the level of in-home nursing services (HNS) was negatively associated with DFLE and density of nurses positively associated with DLE. Among women, ratio of manual workers to higher-level occupations, unemployment rate, proportion of the population living in large urban areas, density of nurses, and level of HNS were negatively associated with DFLE; density of physiotherapy supply was associated positively with DFLE and negatively with DLE. Our results suggest that geographical inequalities in health expectancies are significantly correlated with socioeconomic status and with healthcare supply, support for older persons, and urban environments, particularly among women. These results underline the importance of monitoring these indicators and disparities at infra-national-level, and of investigating their relations with local context, particularly the supply of healthcare and services.

Keywords: Disability-free life expectancy, geographical inequalities, socioeconomic factors, healthcare supply, disability, mortality

1 Introduction

2 The chances of healthy ageing differ from one individual to another (Brønnum-Hansen et al. 2017), but also across
3 countries (Jagger et al. 2008; Fouweather et al. 2015; Chirinda and Chen 2017) and geographical areas within a
4 country (Minagawa & Saito, 2017; Szwarcwald et al., 2016; Wohland et al., 2014). From a public health
5 perspective, and under the principles of equity, it is crucial to explain these territorial variations. They may be
6 linked to local differences in the socio-demographic structure of the resident population, reflecting marked
7 differences in exposure to occupational health risks (Mäki et al. 2013; Brønnum-Hansen et al. 2017, 2019;
8 Szwarcwald et al. 2017), and in the supply of amenities and infrastructures, depending on locally available
9 resources (Roux and Mair 2010; Laxy et al. 2015; Hoffmann et al. 2017). These variations may also be linked to
10 geographical differences in healthcare supply (Qato et al. 2014; Zhang et al. 2017; Li et al. 2018) and in expenditure
11 on older population care (Jagger et al. 2008; Minagawa and Saito 2017). To date, the impact of socioeconomic
12 factors on healthy life expectancies is well-known (Jagger et al. 2008; Liu et al. 2010; Mäki et al. 2013; Fouweather
13 et al. 2015; Minagawa and Saito 2017; Brønnum-Hansen et al. 2019). However, the correlation with healthcare
14 supply is more complex. Although research on this question is scarce, results seem to suggest that greater
15 healthcare supply in a geographical area is associated with more healthy years of life in that area (Liu et al. 2010;
16 Kondo et al. 2018). But in line with the principles of equity, we cannot expect a one-to-one correlation: through
17 appropriate public policies or measures to attract health professionals, supply can be increased to match the needs
18 of areas with poor health and a greater share of unhealthy years of life. Moreover, some studies indicate urban
19 populations have higher DFLE (Liu et al. 2010; Islam et al. 2017; Tareque et al. 2019). Part of this association
20 may be due to easier access to care, goods, and services. But, here again, the relationship may be more complex,
21 and we might also anticipate an opposite association if people with care needs are more likely to move to (or stay
22 in) well-equipped urban areas. In the context of an ageing population, this question of territorial variations in life
23 expectancy and health is crucial in France at the *département* level. Unlike most other social protection policies,
24 old-age policies to assist the older population in their daily activities are managed at this level. This decentralized
25 responsibility makes the *département* level particularly relevant for the analysis of territorial variations in the
26 functional health of the older population. The question is to determine whether, and how, the local context (i.e.,
27 socioeconomic conditions, healthcare provision and support for older persons) is linked to disparities at the
28 *département* level in health and ill-health expectancies, and whether the same pattern is observed for both men and
29 women.

30 Disability-free life expectancy (DFLE) and the complementary life expectancy with disability (DLE) are key
31 indicators for monitoring and assessing population health, used by the European Union as structural indicators in
32 the Lisbon strategy (2000-2010) and the Europe 2020 strategy (2010-2020). They are important for the
33 organization of healthcare and for planning to address future needs (Lagiewka 2012; Jagger et al. 2013; Prina et
34 al. 2019), providing measures of how living and health conditions impact ageing in good or bad functional health
35 (Jagger et al. 2020). They highlight large gender inequalities, well-known as the "sex disability-survival paradox":
36 women live longer than men, but with more unhealthy years, both in European countries (Jagger et al. 2008b;
37 Oksuzyan et al. 2010; Fouweather et al. 2015; Storeng et al. 2018; Nusselder et al. 2019), and in low- and middle-

38 income countries (Santosa et al. 2016; Chirinda and Chen 2017). They also reveal large inequalities by social
39 status and education (Mäki et al. 2013; Brønnum-Hansen et al. 2017; Cambois et al. 2020). They provide
40 information on changes over time (Storeng et al. 2018) and on geographical disparities (Robine et al. 2003;
41 Fouweather et al. 2015). To better understand geographical variations, the links between local context and DFLE
42 are being explored at country level (Jagger et al. 2008; Fouweather et al. 2015; Santosa et al. 2016; Chirinda and
43 Chen 2017; Prina et al. 2019) and at an infra-national-level (White and Edgar 2010; Wohland et al. 2014;
44 Minagawa and Saito 2017; Szwarcwald et al. 2017). Identifying local factors associated with DFLE and DLE is
45 important because interventions on the environment can produce an impact that complements operations targeting
46 individual factors (Levasseur et al. 2015).

47 *Links between the local context and DFLE*

48 Local context can promote or reduce DFLE or DLE via different dimensions: economic factors (Jagger et al. 2008;
49 Liu et al. 2010; Fouweather et al. 2015; Szwarcwald et al. 2017), social factors (Mäki et al. 2013; Minagawa and
50 Saito 2017; Brønnum-Hansen et al. 2017), policy decisions (Bergqvist et al. 2013; Minagawa and Saito 2017),
51 urban or rural profile (Liu et al. 2010; Islam et al. 2017), or even access to and use of health services (Liu et al.
52 2010; Szwarcwald et al. 2016; Kondo et al. 2018). To date, numerous ecological studies suggest that
53 socioeconomic characteristics are the main factors in territorial variations of DFLE, whether across European
54 countries (Jagger et al. 2008; Fouweather et al. 2015) or across countries with differing economies (Minagawa and
55 Saito 2017; Szwarcwald et al. 2017). DFLE is positively associated with per capita GDP (Jagger et al. 2008; Liu
56 et al. 2010; Fouweather et al. 2015), mean income (Groenewegen et al. 2003; Minagawa and Saito 2017), mean
57 educational level (Jagger et al. 2008; Mäki et al. 2013; Wohland et al. 2014; Szwarcwald et al. 2016) and life-long
58 learning (Jagger et al. 2008). Negative relationships have been found with the unemployment rate among the
59 general population (Gutierrez-Fisac et al. 2000; Groenewegen et al. 2003; Minagawa and Saito 2017) or among
60 men alone (Jagger et al. 2008), and with illiteracy rates (Gutierrez-Fisac et al. 2000). In addition, some studies
61 show an association with the urban-rural distribution of the population (Liu et al. 2010; Islam et al. 2017; Tareque
62 et al. 2019) which can be an indirect indicator of ease of access to shops and services. Research exploring the role
63 of the healthcare supply in DFLE disparities is more sparse and the results are mixed: one ecological study in
64 Japan showed a positive association between DFLE and the number of public health nurses and physicians, but no
65 significant association with medical infrastructure such as hospitals, clinics, and beds (Kondo 2005); another study
66 in China found the exact reverse (Liu et al. 2010); a third study in the Netherlands found no significant correlations
67 and concluded that socioeconomic factors play a major role (Groenewegen et al. 2003). Finally, some of these
68 ecological studies were performed separately for men and women to test if these associations follow the same
69 pattern for both genders. Along with healthcare supply, most socioeconomic factors seem to be associated for both
70 genders (Groenewegen et al. 2003; Kondo et al. 2005; Jagger et al. 2008; Liu et al. 2010; Fouweather et al. 2015;
71 Minagawa and Saito 2017), excepting unemployment rate which seem to be more strongly associated for men
72 (Jagger et al. 2008; Wohland et al. 2014; Fouweather et al. 2015).

73 On the basis of this literature, it can be assumed that territories with favorable socioeconomic conditions (high
74 educational levels, high employment rate etc.), implementing protective public policies in the social sphere

75 (protective social welfare system, high public spending in general or on health) and in health (health prevention
76 policies targeting health behaviors, access to care etc.) will improve health for the older population, and hence life
77 expectancies and healthy life expectancies. Conversely, territories with unfavorable socioeconomic conditions and
78 poor healthcare provision will have a higher prevalence of chronic illnesses and disability, and hence lower DFLE
79 and higher DLE. But are these associations systematic? The *départements* boasting the highest life expectancies
80 may have an advantage in terms of DFLE, but they may also have a relatively high level of DLE because the extra
81 years of life are spent with old-age related disabilities. We thus formulate two hypotheses. The first is that the
82 *départements* with the most favorable socioeconomic situations have relatively high life expectancy, with longer
83 than average DFLE and DLE. This echoes the gender differences in DFLE and DLE, with women living longer
84 than men, but also living longer with disability (Crimmins and Saito 2001; Oksuzyan et al. 2010; Santosa et al.
85 2016; Chirinda and Chen 2017). The second hypothesis is that the poorly equipped *départements* accumulate
86 disadvantages: a shorter life expectancy and a higher proportion of the lifespan spent with disability. This
87 hypothesis is based on the inequalities in DFLE observed between countries with very different socioeconomic
88 contexts (White and Butt 2015; Chirinda and Chen 2017). We also posit that territories with long DLE will have
89 a supply of healthcare and support for older persons that is commensurate with their needs.

90 This paper aims to identify differences in healthy ageing at the *département* level by gender and to see if these
91 variations might be associated with socioeconomic factors, supply of healthcare and support for older persons
92 (implemented at the *département* level). We will analyze variations in DFLE in contexts that are more or less
93 favorable to healthy ageing; and variations in DLE reflecting different needs in terms of care and services. We will
94 observe if these associations follow the same pattern for women and men. The aim is two-fold:

95 1) for each French *département*, to estimate DFLE and DLE at age 60, and the ratio of disability-free years to
96 overall life expectancy at age 60 (DFLE/LE).

97 2) to identify, gender-specific associations at *département* level between these measures and contextual indicators
98 relating to socioeconomic factors, healthcare supply and services for older persons.

99 **Methods**

100 *Disability indicators*

101 The age-specific disability prevalence by *département* is derived from *Vie quotidienne et santé* (VQS), the first
102 cross-sectional health survey in France providing disability data representative of households for each of the 100
103 French *départements*. Conducted in 2014 by the statistics department of the French Health Ministry (DREES),
104 VQS questioned 166 800 men and women aged 60 or over and residing in France. This survey concerns people
105 aged 60 years and more – age 60 being a pivotal age in France for receiving social care managed by the
106 *département* of residence – and focuses on the *département* level. Our analyses are therefore limited to this age
107 range, upon which most of the long-term care resources in France are concentrated. The survey questionnaire
108 included the European Global Activity Limitation Indicator (GALI) (Van Oyen et al. 2018). "For at least the past
109 6 months, to what extent have you been limited because of a health problem in activities people usually do? 1) not

110 limited at all; 2) limited but not severely; 3) severely limited". Here we considered respondents to be in a disability
 111 situation if they reported being (2) limited but not severely or (3) severely limited. International research shows
 112 that the GALL indicator targets functional problems and limitations in activities of daily living (Cambois et al.
 113 2007; Cox et al. 2009; Jagger et al. 2010; Cabrero-García and Juliá-Sanchis 2014; Verropoulou 2014; Berger et
 114 al. 2015). It is predictive of mortality and of over-consumption of healthcare (Van der Heyden et al. 2015).

115 *Life expectancy with and without disability*

116 DFLE (or DLE) at age 60 is the number of remaining years of life without (or with) disability for people having
 117 reached the age of 60. They were estimated for each gender and for each French *département* for the year 2014
 118 using the Sullivan method (Sullivan 1971). This method is based on life tables for males and females issued by
 119 the *départements* and derived from registry data (numbers of deaths) and population census data (population
 120 numbers) provided by the national statistics institute (INSEE). First, the person-years in the life tables are broken
 121 down into person-years lived in institutions and in households, based on the proportions of persons living in
 122 institutions derived from the INSEE population census. Second, the person-years lived in households are broken
 123 down into years with and without disability, applying the age-specific disability prevalence derived from the VQS
 124 survey. Third, as the VQS sample does not include older persons living in institutions and collective households,
 125 and as the majority of institutionalized people have a disability, we assumed that all person-years lived in
 126 institutions are lived with disability, using the assumption that underpins the Sullivan method. This avoids any
 127 underestimation of DLE. In the fourth step, the person-years with disability lived in households and in institutions
 128 are summed and then divided by the number of survivors at 60 in the life table: this provides DFLE and DLE at
 129 age 60, including years lived by the institutionalized population.

130 *Covariates*

131 We used 9 contextual indicators to reflect the socioeconomic and health environment in the *départements*. The
 132 socioeconomic dimension is approached by:

- 133 • taxation potential per inhabitant: level of resources in the *département* derived from local taxes and available for
 134 investment in local projects and services
- 135 • ratio of manual workers to higher-level occupations in the active population: this reflects the occupational
 136 structure of the *département*, placing emphasis on under- or over-representation of unskilled jobs with potentially
 137 more detrimental working conditions as compared to highly qualified jobs
- 138 • unemployment rate in the 15-64 age group (unemployed or inactive) observed in the *département*: this reflects
 139 the economic context and may signal a lower level of collective and individual resources
- 140 • proportion of the *département* population living in large urban areas (LUA) (Online Resource 1): LUAs
 141 correspond to areas with the largest job pool, demonstrating a substantial level of economic activity (Floch and
 142 Levy 2011) and available facilities, particularly superior health facilities, such as hospitals or specialists (Coldefy
 143 2011; Vigneron 2013). In this study, we assume that the proportion of the population living in LUA reflects the
 144 *départements'* economic dynamics and the availability of facilities and superior health facilities.

145 The dimensions relating to the supply of healthcare and services for older persons are approached by:

- 146 • density of general practitioners (GPs) per 1000 inhabitants
- 147 • density of physiotherapists per 1000 inhabitants
- 148 • density of nurses per 1000 inhabitants
- 149 • density of in-home nursing services (HNS) providing nursing and personal care, such as washing, per 1000
- 150 inhabitants aged 75 and over
- 151 • hours of in-home assistance services (HAS), corresponding to assistance with chore activities of daily living,
- 152 excluding interventions prescribed by a physician, per 1000 inhabitants aged 75 or over

153 Definitions, sources, and Pearson's correlations for these 9 indicators are given in Online Resource 1.

154 *Statistical analyses*

155 First, we analyzed disparities across *départements* for LE, DFLE, DLE and DFLE/LE by gender. To examine
156 statistical associations across these four measures and contextual factors, we used random effects meta-regression
157 models to allow for uncertainty around these geographic estimates calculated at the *département* level (Jagger et
158 al. 2008; Wohland et al. 2014; Fouweather et al. 2015; Minagawa and Saito 2017). This strategy allows us to take
159 into account varying degrees of precision (Sutton and Abrams 2001) and to define the *département* as a variable
160 of interest. We introduced the contextual factors first singly and then in a multivariate model and produced separate
161 models for men and women. We used permutation tests to temper the significance of meta-regression models
162 which are liable to produce inflated false-positive rates (Higgins and Thompson 2004). Finally, in line with
163 recommendations (Gallo 2002; Florax et al. 2003), we calculated Moran indexes. These indicated no spatial
164 autocorrelation with vectors of residuals, which suggests that these meta-regression models can be used as a final
165 specification.

166 **Results**

167 *Variation by gender in DFLE across départements*

168 In 2014, LE at age 60 in France was 23.1 years for men and 27.8 years for women (Table 1); DFLE was 14.3 years
169 or 61.9% of their LE for men, and 15.6 years or 56.0% of their LE for women. In each *département*, women had
170 longer DFLE and DLE and they spent a larger share of their longer LE with disability (except in the Vosges
171 *département*) (Online Resource 2). The female-to-male difference in DFLE/LE was above 11 percentage points in
172 Guadeloupe (French overseas territory) (-13.9), Lot-et-Garonne (-12.6), Mayenne (-12.0) southern Corsica (-11.5)
173 and Territoire de Belfort (-11.2).

174 Figure 1 illustrates variation across French *départements* in LE, DFLE and DLE at age 60 for both genders. The
175 largest differential between *départements* in LE is 4.2 years for men (20.9 years in Pas-de-Calais versus 25.1 years
176 in Hautes-Alpes) and 2.8 years for women (26.2 years in Pas-de-Calais versus 29.0 years in Paris) (Table 1). The
177 variation coefficients are 3.6% for men and 2.2% for women. The DFLE differential is even larger, at 5.4 years

178 for men (11.5 years in Pas-de-Calais versus 16.9 years in Paris) and 6.7 years for women (11.4 years in Guadeloupe
 179 versus 18.1 years in Paris). The variation coefficients are 7.0% for men and 6.6% for women. The largest
 180 differential in DLE is 3.6 years for men (6.5 years in Territoire de Belfort versus 10.1 years in Hautes Alpes) and
 181 5.7 years for women (10.2 years in Nièvre versus 15.9 years in Guadeloupe), with variation coefficients of 7.5%
 182 for men and 6.9% for women. DFLE/LE varies by 17.0 percentage points among men (from 54.2% in Moselle to
 183 71.2% in Territoire de Belfort) and by 20.5 points for women (from 41.8% in Guadeloupe to 62.3% in Paris).

184 There is a positive relationship between LE and DFLE/LE in almost two-thirds of *départements* (61/100) for men
 185 and a little over half (53/100) for women (Figure 2 and Online Resource 3). This corresponds to an accumulation
 186 of disadvantages: a shorter life with a smaller share spent in good health in some *départements*, e.g., in Pas-de-
 187 Calais, Aisne, Nord, Moselle and in overseas *départements*, and an accumulation of longevity and health
 188 advantages in others, e.g., in Paris, Haute-Savoie and Rhône. But in 19 *départements* for men and 23 for women,
 189 we found a fairly long LE associated with a fairly short DFLE; conversely, for 20 *départements* for men and 24
 190 for women, we found a shorter LE but a larger share of DFLE.

191 [Table 1]

192 [Figure 1]

193 [Figure 2]

194 *Contextual indicators and DFLE*

195 Results of univariate meta-regression models indicate significant associations between LE, DFLE, DLE and
 196 DFLE/LE and socioeconomic indicators for men and women (Tables 2a and 2b). The taxation potential is
 197 positively associated with LE, DFLE and DFLE/LE for men and women, and negatively with DLE for women.
 198 The ratio of manual workers to higher-level occupations and unemployment rates are negatively associated with
 199 LE, DFLE and DFLE/LE for men and women, and positively with DLE for women. The proportion of the
 200 population living in LUA is positively associated with LE and DFLE, but only for men. The supply of healthcare
 201 and support for older persons are also linked to longevity in good health, but with variations by gender. The density
 202 of GPs and physiotherapists is positively associated with LE for men and women. The density of physiotherapists
 203 is also associated positively with DFLE for men and women: supply of physiotherapy appears protective of
 204 disability but is not strongly correlated to needs corresponding to DLE. The reverse relationship is observed for
 205 the density of nurses: it is negatively associated with DFLE and DFLE/LE and positively associated with DLE,
 206 particularly for women; HNS supply follows the same trends for men. Supply of nurses is associated with the
 207 number of disability years. Supply of HAS is negatively associated with DFLE and DFLE/LE for men and women
 208 and positively associated with DLE for women.

209 In the multivariate meta-regression analysis, some of these associations persist (Tables 2a and 2b) but with
 210 differences between men and women. For men, the ratio of manual workers to higher-level occupations and
 211 unemployment rate still have a negative association with health expectancies; for instance, a 1% increase in the
 212 ratio decreases DFLE by 0.8 years and LE by 1.3 years. The level of HNS remains significantly negatively

213 associated with DFLE, LE and DFLE/LE; number of nurses remains significantly and positively associated with
214 DLE.

215 Among women, the links between the *département* context and health status are more marked and of various types.
216 Concerning LE, strong negative associations are observed with socioeconomic indicators (manual worker to
217 higher-level occupation ratio, unemployment rate and proportion of the population living in LUA) and with the
218 level of HNS. Concerning DFLE, strong negative relationships persist with the ratio of manual workers to higher-
219 level occupations, unemployment rate and proportion of the population in LUA. As is the case for men, local
220 taxation potential is no longer associated with health and ill-health expectancies. For the supply of healthcare and
221 services, we found that the density of nurses is associated negatively with DFLE, DFLE/LE and positively with
222 DLE; the level of HNS is also negatively associated with DFLE, LE and DFLE/LE. Unlike in men, the density of
223 physiotherapy supply is associated positively with DFLE, DFLE/LE and negatively with DLE. Health (ill-health)
224 expectancies are negatively (positively) associated with the density of nurses and positively (negatively) with that
225 of physiotherapists. For instance, an increase of 1% in the physiotherapy density increases DFLE by 1.5 years and
226 DFLE/LE by 5 percentage points; an increase of 1% in the nursing density in a *département* decreases DFLE by
227 0.8 years and DFLE/LE by 3 percentage points.

228 [Tables 2a and 2b]

229 Discussion

230 This is the first study in France to estimate LE, DFLE and DLE at age 60 by gender in the 100 *départements*. In
231 line with what has been termed in the literature as the "sex disability-survival paradox", women live longer than
232 men in all French *départements*, but longer with disability (Oksuzyan et al. 2010; Fouweather et al. 2015; Santosa
233 et al. 2016; Chirinda and Chen 2017; Storeng et al. 2018; Nusselder et al. 2019). The variations in DFLE and DLE
234 at age 60 across French *départements* are considerable and exceed LE variations at the same age (Jagger et al.
235 2008; Fouweather et al. 2015).

236 For most French *départements*, longer LE is accompanied by longer DFLE and shorter DLE. These areas
237 accumulate advantages with respect to mortality and health factors. But this relationship between LE and DFLE
238 is not systematic, particularly for women, with certain *départements*, for instance, exhibiting long LE alongside a
239 relatively high number of disability years. To our knowledge, this geographical analysis of the distribution of
240 "good" and "bad" years has not been performed in other countries, so our results cannot be compared. Nevertheless,
241 on the basis of hypotheses put forward to explain the "sex disability-survival paradox", the situation of
242 *départements* with good LE and low levels of DFLE could result from the high prevalence of disabling but non-
243 lethal conditions that result in many years of life spent with disabilities (Yokota et al. 2019; Palazzo et al. 2019;
244 Nusselder et al. 2019). These first results point to the need for further investigation of the relationships between
245 LE and DFLE using multivariate analyses and distinguishing between men and women.

246 There is an increasing body of research indicating that DFLE is lower in socioeconomically underprivileged
247 geographical areas (Groenewegen et al. 2003; Kondo et al. 2005; Jagger et al. 2008; Liu et al. 2010; Wohland et

248 al. 2014; Minagawa and Saito 2017). Our results provide further evidence and indicate that the occupational
249 composition of a *département* and its unemployment rate are strongly correlated with DFLE for both genders. The
250 occupational composition (a synthetic indicator of qualifications and income) and the unemployment rate in the
251 working population give an idea of the socioeconomic inequalities across *départements*. Educational level and
252 income are important factors in life and health expectancy as they are conducive to healthy behaviors (Elliott and
253 Lowman 2015; Park et al. 2018; Cavaliere et al. 2018), better living and working conditions (Matsushita et al.
254 2015) and greater use of healthcare services (Zhang et al. 2019). The observed association between the
255 unemployment rate and DFLE at age 60 is consistent with the findings of previous studies (Jagger et al. 2008;
256 Fouweather et al. 2015; Minagawa and Saito 2017). It suggests that areas with a high proportion of people exposed
257 to social and financial difficulties have a lower DFLE. This result is in line with those obtained in the UK (White
258 and Butt 2015).

259 Another finding of this study is that the relationship between DFLE and the local context is complex and multiform,
260 particularly for women, and cannot be simply be attributed to differences in the socioeconomic environment.
261 Indeed, our results suggest that, for women, the supply of healthcare and services for older persons is associated
262 with DFLE, as are the socioeconomic characteristics of the territory. First, there is a strong positive association
263 between DFLE and physiotherapist density, and a significant negative association with DLE. To date, these links
264 between health expectancy and physiotherapy supply have not been studied. On the one hand, the higher the
265 density of physiotherapists, the higher the capacity of preventing functional decline through rehabilitation. On the
266 other hand, because health insurance in France only partially covers the cost of physiotherapy care,
267 physiotherapists may be more likely to settle in higher-income areas, where DFLE is higher. That physiotherapists'
268 density remains significant for women, after adjusting for other socioeconomic variables, may corroborate the first
269 hypothesis. Here again, further research at small-area level should help in responding to this question. We also
270 found an association between DLE and nurses and in-home assistance services. Nurse density is linked negatively
271 to DFLE for women, and positively to DLE for both genders; the level of nursing services is negatively associated
272 to DFLE for both genders. This result differs from two other studies that found a positive association with the
273 density of nurses in Japan (Kondo et al. 2005) and an insignificant association in China (Liu et al. 2010). In France,
274 provision of nursing care and assistance to the older population seems to be greater in the *départements* where
275 more years are spent with disability, in other words, years in which the population has greater need.

276 Finally, our results indicate a positive association for men between DFLE and the proportion of the population
277 living in LUA in the univariate analysis; it is negative (not statistically significant) in the multivariate analysis,
278 when accounting for socioeconomic factors and density of health professionals. For women, we find a negative
279 association in the multivariate analysis. Some studies have observed a positive relationship between urban areas
280 and DFLE for men only (Tareque et al. 2013), for women only (Liu et al. 2010), or a non-significant association
281 (Gutierrez-Fisac et al. 2000). In our study, the negative association when adjusting for the other contextual
282 variables may suggest that people with care needs are more likely to live in such well-equipped *départements*.
283 However, it can be hypothesized that LUAs are likely to hasten the shift towards activity limitations for those with
284 health problems. Interestingly, some studies suggest that living close to dense traffic zones is associated with a

285 high risk of dementia (Chen et al. 2017) and hypertension for women (Kirwa et al. 2014). Further research at
286 small-area level is required to investigate the complex relationship between urban areas and disability in old age.

287 This research presents several limitations. First, as it is based on cross-sectional data, we cannot investigate the
288 causal relationships between contextual indicators and DFLE. But as years both with and without disability are
289 considered, we can qualify our conclusions. The contrast between nursing care and physiotherapy supply in
290 relation to variations in DFLE and DLE is particularly interesting; interpreting the association of the contextual
291 indicators with only DFLE overlooks the context-related variations in the needs of those living with disability.
292 Second, in line with the ecological fallacy, a statistical association detected at the *département* level is not
293 necessarily observed at the individual level (Neumark 2017). As the VQS questionnaire does not provide
294 individual socioeconomic variables, it was not possible to disentangle territorial effects from individual
295 determinants, while individual and contextual socioeconomic characteristics combine and compound in their
296 relationship with mortality (Cho et al. 2016). Third, although the Sullivan method is generally used in research on
297 DFLE (Minagawa and Saito 2017; Szwarcwald et al. 2017; Brønnum-Hansen et al. 2019), it uses cross-sectional
298 data and consequently cannot capture transitions between states (healthy-disability-mortality) and assumes a
299 stationary population (Crimmins et al. 1993). A further limitation that might lead to a slight underestimation of
300 DFLE is the lack of data on the prevalence of disability in institutions at the *département* level. In this study, we
301 assumed that the entire population living in institutions is disabled. However, the prevalence of disability in
302 institutions is probably somewhere between the prevalence in households and 100%. We tested the robustness of
303 our DFLE values by producing estimations under two hypotheses representing the extremes of disability
304 prevalence in institutions: 1) 100% prevalence in institutions; 2) the same prevalence in institutions and
305 households. The results are consistent with the literature (Breakwell and Bajekal 2005; Cambois et al. 2008) and
306 indicate that the differences between the resulting estimates are small: 0.4 years at most for men and 0.7 years for
307 women. This suggests that the choice of one or other hypothesis will not affect our conclusions. Fourth, the French
308 *départements* have clearly delineated administrative boundaries, with the obvious advantage of offering readily
309 available data. But large administrative areas have considerable internal heterogeneity and important
310 neighborhood-level inequalities may be masked (Apparicio et al. 2008; Bissonnette et al. 2012). However, our
311 findings give insight into which indicators might potentially be associated with differences in health and ill-health
312 expectancies. Fifth, our models do not consider a potential edge effect: health expectancies of one *département*
313 might be influenced by the characteristics of neighboring *départements*. To test the robustness of our models, we
314 carried out random effect meta-regressions applying the k-nearest neighbors' method : all the associations persist,
315 except DFLE with the ratio of manual workers to higher-level occupations for men, and with unemployment rate
316 and level of HNS for women (results available on request). Finally, in addition to those considered in this study,
317 there may be other factors influencing population health, such as infra-national migration (linked to employment
318 or retirement, or motivated by deteriorating health), health-related behaviors such as tobacco use (Gutierrez-Fisac
319 et al. 2000; Groenewegen et al. 2003), or indicators of access to recreational facilities (d'Orsi et al. 2014; Soma et
320 al. 2017). In this study, we cannot conclude on a differentiated association of DFLE with in-home assistance
321 compared to long-term care (LTC) institutions. Further studies should investigate this question by analyzing
322 various types of healthcare supply, such as the number of hospital beds (Groenewegen et al. 2003; Kondo et al.

323 2005) or number of beds in LTC in addition to the simpler indicators used here. The results only partially explain
324 the links between context and health, but they do appear promising. They point up the need for further
325 investigations using the different dimensions of functional health to gain a more refined understanding of the links
326 between context and health expectancies.

327 **Conclusion**

328 For the first time in France, this study presents DFLE at *département* level. These results underline the large
329 territorial variations in DFLE in France in 2014 and confirm a strong correlation with socioeconomic conditions
330 for both genders. Additional factors, such as the supply of healthcare and services for older persons, are correlated
331 with DFLE and DLE. Among women, it appears that physiotherapy provision is positively associated with DFLE,
332 reflecting a type of care with a preventive role in reducing the number of years spent with disability. Conversely,
333 for both genders, the supply of nursing care tends to run parallel with healthcare needs, and care needs during
334 years lived with disability. These results underline the importance of monitoring disparities in DFLE and DLE at
335 an infra-national-level, and of investigating their relations with local context, particularly the supply of healthcare
336 and services for older persons.

Tables and figures**Table 1** Descriptive statistics for life expectancy (LE), disability-free life expectancy (DFLE), life expectancy with disability (DLE) and ratio of disability-free years of life to overall life expectancy (DFLE/LE) at age 60, for men and women. VQS survey (60+), 2014, France

	LE60 (1)	DFLE60 (2)	DLE60 (3)	DFLE60/LE60 =(2)/(1)
Men				
Minimum	20.9	11.5	6.5	54.2%
Mean	23.1	14.3	8.8	61.9%
Median	23.2	14.5	8.7	62.1%
Maximum	25.1	16.9	10.1	71.2%
Difference (=Maximum- Minimum)	4.2	5.4	3.6	17.0
Variation Coefficient (%)	3.6%	7.0%	7.5%	5.0%
Women				
Minimum	26.2	11.4	10.2	41.8%
Mean	27.8	15.6	12.2	55.9%
Median	28.0	15.6	12.3	56.0%
Maximum	29.0	18.1	15.9	62.3%
Difference (=Maximum- Minimum)	2.8	6.7	5.7	20.5
Variation Coefficient (%)	2.2%	6.6%	6.9%	5.7%

Fig. 1 Life expectancy (LE), disability-free life expectancy (DFLE), life expectancy with disability (DLE) at age 60, men and women, by *département*, 2014. VQS survey (60+), 2014, France

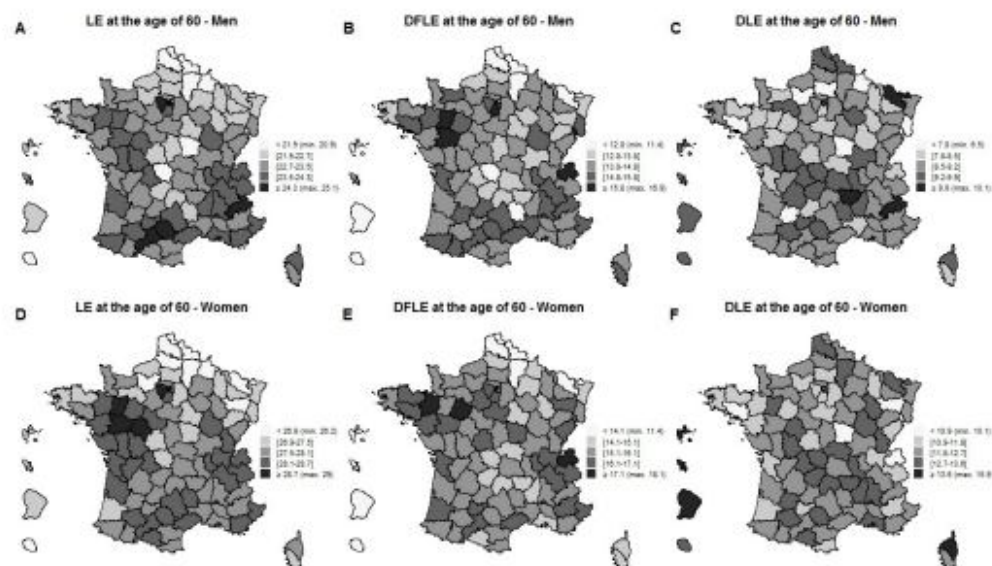
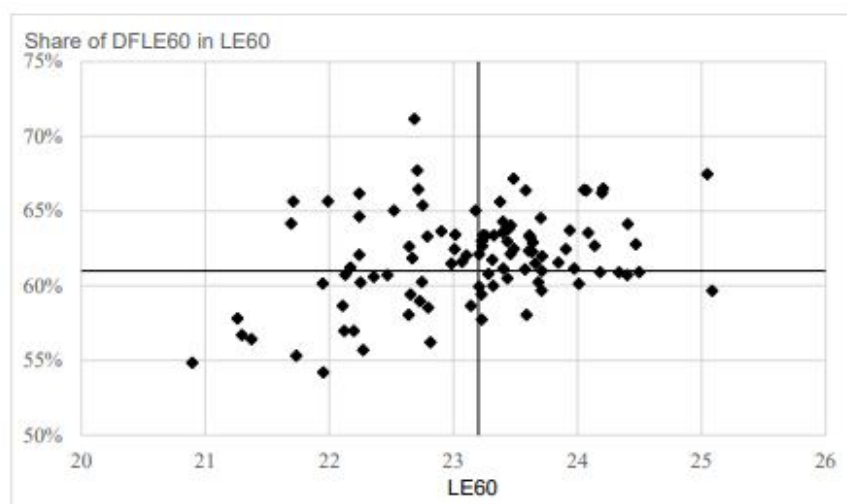
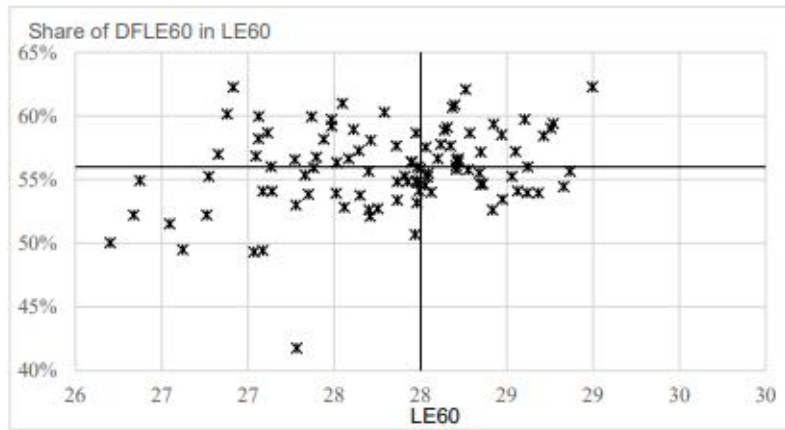


Fig. 2 Distribution of life expectancy (LE) at age 60 and ratio of DFLE to overall LE at age 60, by gender. VQS survey (60+), 2014, France

a Men



Note : x-axis (LE60) intersects y-axis (DFLE60/LE60) at the median value of y (=62.1%); y-axis intersects x-axis at the median value of x (=23.2 yrs)

b Women

Note : x-axis (LE60) intersects y-axis (DFLE60/LE60) at the median value of y (=56.0%); y-axis intersects x-axis at the median value of x (=28 yrs)

Table 2a Meta-regression analyses assessing associations between healthy life expectancies at age 60 years and contextual indicators, for men. VQS survey (60+), 2014, France

	DFLE		DLE		LE		DFLE/LE	
	Univariate	Multivariate	Univariate	Multivariate	Univariate	Multivariate	Univariate	Multivariate
	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)
Taxation potential	0.004**** (0.001)	0.001 (0.001)	-0.000 (0.001)	-0.000 (0.001)	0.004**** (0.001)	0.0003 (0.0008)	0.000*** (0.000)	0.000 (0.000)
Ratio manual workers/higher-level occs.	-1.219**** (0.226)	-0.822* (0.415)	0.001 (0.160)	-0.466 (0.332)	-1.209**** (0.170)	-1.324**** (0.291)	-0.020** (0.007)	-0.001 (0.015)
Unemployment rate	-0.113**** (0.020)	-0.073** (0.027)	0.028* (0.015)	0.020 (0.022)	-0.084**** (0.016)	-0.053*** (0.019)	-0.003**** (0.001)	-0.002* (0.001)
Proportion of the population living in large urban areas (LUA)	0.011** (0.005)	-0.010 (0.007)	-0.001 (0.003)	-0.003 (0.006)	0.009** (0.004)	-0.014*** (0.005)	0.000 (0.000)	-0.000 (0.000)
Density of GPs	0.881 (0.600)	-0.412 (0.872)	0.428 (0.383)	0.129 (0.693)	1.40*** (0.466)	-0.270 (0.621)	0.002 (0.018)	-0.008 (0.031)
Density of physiotherapists	0.817** (0.350)	0.820 (0.677)	0.273 (0.226)	-0.414 (0.539)	1.129**** (0.266)	0.506 (0.482)	0.005 (0.011)	0.023 (0.024)
Density of nurses	-0.177 (0.140)	-0.143 (0.205)	0.210** (0.088)	0.266* (0.165)	0.045 (0.112)	0.094 (0.143)	-0.009* (0.004)	-0.009 (0.007)
Level of HNS	-0.093*** (0.029)	-0.069** (0.019)	0.018 (0.019)	0.021 (0.023)	-0.071*** (0.023)	-0.046** (0.020)	-0.002** (0.001)	-0.002* (0.001)
Level of HAS	-0.017** (0.008)	-0.000 (0.008)	0.007 (0.005)	0.004 (0.006)	-0.009 (0.007)	0.005 (0.005)	-0.001* (0.000)	-0.000 (0.000)

Univariate models analyze relationships between dependent variables and the different contextual indicators

Multivariate models are adjusted on all contextual indicators present in the model

*(p<0.10), **(p<0.05), ***(p<0.01), ****(p<0.001)

17

Table 2b Meta-regressions analyses assessing associations between healthy life expectancies at 60 years of age and contextual indicators, for women. VQS survey (60+), 2014, France

	DFLE		DLE		LE		DFLE/LE	
	Univariate	Multivariate	Univariate	Multivariate	Univariate	Multivariate	Univariate	Multivariate
	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)	Coefficient (SE)
Taxation potential	0.005**** (0.001)	0.002 (0.001)	-0.002*** (0.001)	-0.002 (0.001)	0.002**** (0.001)	-0.000 (0.001)	0.0001**** (0.000)	0.000 (0.000)
Ratio manual workers/higher-level occs.	-1.202**** (0.231)	-0.693* (0.372)	0.488** (0.200)	-0.294 (0.371)	-0.701**** (0.139)	-1.011**** (0.237)	-0.029**** (0.007)	-0.005 (0.013)
Unemployment rate	-0.146**** (0.019)	-0.059** (0.024)	0.072**** (0.017)	0.012 (0.024)	-0.071**** (0.012)	-0.046*** (0.015)	-0.004**** (0.001)	-0.001 (0.001)
Proportion of the population living in large urban areas (LUA)	0.006 (0.005)	-0.022*** (0.007)	-0.004 (0.004)	0.008 (0.007)	0.002 (0.003)	-0.014*** (0.004)	0.000 (0.000)	-0.001** (0.000)
Density of GPs	0.700 (0.613)	-0.063 (0.770)	0.086 (0.490)	0.072 (0.769)	0.791** (0.354)	0.012 (0.505)	0.009 (0.019)	-0.000 (0.026)
Density of physiotherapists	0.817** (0.350)	1.445** (0.599)	0.064 (0.290)	-1.271** (0.597)	0.509** (0.209)	0.156 (0.391)	0.006 (0.011)	0.047** (0.021)
Density of nurses	-0.523**** (0.135)	-0.763**** (0.183)	0.469**** (0.105)	0.773**** (0.183)	-0.051 (0.083)	-0.004 (0.116)	-0.018**** (0.004)	-0.028**** (0.006)
Level of HNS	-0.049 (0.030)	-0.058** (0.025)	0.010 (0.024)	0.022 (0.025)	-0.036** (0.018)	-0.033* (0.017)	-0.001 (0.001)	-0.001* (0.001)
Level of HAS	-0.022** (0.009)	0.003 (0.007)	0.014** (0.007)	0.002 (0.007)	-0.007 (0.005)	0.005 (0.004)	-0.001** (0.0003)	-0.000 (0.000)

Univariate models analyze relationships between dependent variables and the different contextual indicators

Multivariate models are adjusted on all contextual indicators present in the model

*(p<0.10), **(p<0.05), ***(p<0.01), ****(p<0.001)

References

- Apparicio P, Abdelmajid M, Riva M, Shearmur R (2008) Comparing alternative approaches to measuring the geographical accessibility of urban health services: Distance types and aggregation-error issues. *Int J Health Geogr* 7:7. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-7-7>
- Berger N, Van Oyen H, Cambois E, et al (2015) Assessing the validity of the Global Activity Limitation Indicator in fourteen European countries. *BMC Med Res Methodol* 15:1. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-15-1>
- Bergqvist K, Yngwe MÅ, Lundberg O (2013) Understanding the role of welfare state characteristics for health and inequalities – an analytical review. *BMC Public Health* 13:1234. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-1234>
- Bissonnette L, Wilson K, Bell S, Shah TI (2012) Neighbourhoods and potential access to health care: The role of spatial and aspatial factors. *Health Place* 18:841–853. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2012.03.007>
- Breakwell C, Bajekal M (2005) Review of sources and methods to monitor healthy life expectancy. *Health Stat Q* 17–22
- Brønnum-Hansen H, Eriksen ML, Andersen-Ranberg K, Jeune B (2017) Persistent social inequality in life expectancy and disability-free life expectancy: Outlook for a differential pension age in Denmark? *Scand J Public Health* 45:459–462. <https://doi.org/10.1177/1403494816683591>
- Brønnum-Hansen H, Foverskov E, Andersen I (2019) Occupational inequality in health expectancy in Denmark. *Scand J Public Health* 1403494819882138. <https://doi.org/10.1177/1403494819882138>
- Cabrero-García J, Juliá-Sanchis R (2014) The Global Activity Limitation Index mainly measured functional disability, whereas self-rated health measured physical morbidity. *J Clin Epidemiol* 67:468–476. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2013.10.005>
- Cambois E, Brønnum-Hansen H, Hayward M (2020) Monitoring Social Differentials in Health Expectancies. In: *International Handbook of Health Expectancies: Springer, International Handbook of Health Expectancies: Springer*. Jagger C, Crimmins EM, Saito Y, de Carvalho Yokota RT, Van Oyen H, Robine JM
- Cambois E, Clavel A, Romieu I, Robine J-M (2008) Trends in disability-free life expectancy at age 65 in France: consistent and diverging patterns according to the underlying disability measure. *Eur J Ageing* 5. <https://doi.org/10.1007/s10433-008-0097-1>
- Cambois E, Robine J-M, Mormiche P, Mandelbaum J (2007) Did the Prevalence of Disability in France Really Fall Sharply in the 1990s? *Population* Vol. 62:313–337
- Cavaliere A, De Marchi E, Banterle A (2018) Exploring the Adherence to the Mediterranean Diet and Its Relationship with Individual Lifestyle: The Role of Healthy Behaviors, Pro-Environmental Behaviors, Income, and Education. *Nutrients* 10. <https://doi.org/10.3390/nu10020141>
- Chen H, Kwong JC, Copes R, et al (2017) Living near major roads and the incidence of dementia, Parkinson's disease, and multiple sclerosis: a population-based cohort study. *Lancet Lond Engl* 389:718–726. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)32399-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)32399-6)
- Chirinda W, Chen H (2017) Comparative study of disability-free life expectancy across six low- and middle-income countries. *Geriatr Gerontol Int* 17:637–644. <https://doi.org/10.1111/ggi.12748>
- Cho KH, Nam CM, Lee EJ, et al (2016) Effects of individual and neighborhood socioeconomic status on the risk of all-cause mortality in chronic obstructive pulmonary disease: A nationwide population-based cohort study, 2002-2013. *Respir Med* 114:9–17. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2016.03.003>

- Coldefy M (2011) Travel Distances and Travel Times to Nearest Health Care in Metropolitan France. *Quest Econ Santé* 164:7
- Cox B, van Oyen H, Cambois E, et al (2009) The reliability of the Minimum European Health Module. *Int J Public Health* 54:55–60. <https://doi.org/10.1007/s00038-009-7104-y>
- Crimmins EM, Saito Y (2001) Trends in healthy life expectancy in the United States, 1970–1990: gender, racial, and educational differences. *Soc Sci Med* 52:1629–1641. [https://doi.org/10.1016/S0277-9536\(00\)00273-2](https://doi.org/10.1016/S0277-9536(00)00273-2)
- Crimmins EM, Saito Y, Hayward M (1993) Sullivan and multistate methods of estimating active life expectancy: Two methods, two answers. In: *Calculation of health expectancies: Harmonization, consensus achieved and future perspectives.*, Robine JM et al (eds). John Libbey Eurotext, pp 155–160
- d’Orsi E, Xavier AJ, Steptoe A, et al (2014) Socioeconomic and lifestyle factors related to instrumental activity of daily living dynamics: results from the English Longitudinal Study of Ageing. *J Am Geriatr Soc* 62:1630–1639. <https://doi.org/10.1111/jgs.12990>
- Elliott M, Lowman J (2015) Education, income and alcohol misuse: a stress process model. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol* 50:19–26. <https://doi.org/10.1007/s00127-014-0867-3>
- Floch J-M, Levy D (2011) The new zoning in urban areas in 2010 : Continuation of peri-urbanization and growth of large urban areas [Le nouveau zonage en aires urbaines de 2010: Poursuite de la périurbanisation et croissance des grandes aires urbaines]. *Insee Prem* 375:1–4
- Florax RJGM, Folmer H, Rey SJ (2003) Specification searches in spatial econometrics: the relevance of Hendry’s methodology. *Reg Sci Urban Econ* 33:557–579. [https://doi.org/10.1016/S0166-0462\(03\)00002-4](https://doi.org/10.1016/S0166-0462(03)00002-4)
- Fouweather T, Gillies C, Wohland P, et al (2015) Comparison of socio-economic indicators explaining inequalities in Healthy Life Years at age 50 in Europe: 2005 and 2010. *Eur J Public Health* 25:978–983. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckv070>
- Gallo JL (2002) Spatial econometrics: spatial autocorrelation in linear regression models [Économétrie spatiale : l’autocorrélation spatiale dans les modèles de régression linéaire]. *Econ Previs* no 155:139–157
- Groenewegen PP, Westert GP, Boshuizen HC (2003) Regional differences in healthy life expectancy in the Netherlands. *Public Health* 117:424–429. [https://doi.org/10.1016/S0033-3506\(03\)00100-8](https://doi.org/10.1016/S0033-3506(03)00100-8)
- Gutierrez-Fisac JL, Gispert R, Sola J (2000) Factors explaining the geographical differences in Disability Free Life Expectancy in Spain. *J Epidemiol Community Health* 54:451–455. <https://doi.org/10.1136/jech.54.6.451>
- Higgins JPT, Thompson SG (2004) Controlling the risk of spurious findings from meta-regression. *Stat Med* 23:1663–1682. <https://doi.org/10.1002/sim.1752>
- Hoffmann E, Barros H, Ribeiro AI (2017) Socioeconomic Inequalities in Green Space Quality and Accessibility—Evidence from a Southern European City. *Int J Environ Res Public Health* 14:. <https://doi.org/10.3390/ijerph14080916>
- Islam MdS, Tareque MdI, Mondal MdNI, et al (2017) Urban-rural differences in disability-free life expectancy in Bangladesh using the 2010 HIES data. *PLoS ONE* 12:. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179987>
- Jagger C, Crimmins EM, Saito Y, et al (eds) (2020) *International Handbook of Health Expectancies*. Springer International Publishing

- Jagger C, Gillies C, Cambois E, et al (2010) The Global Activity Limitation Index measured function and disability similarly across European countries. *J Clin Epidemiol* 63:892–899. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.11.002>
- Jagger C, Gillies C, Moscone F, et al (2008) Inequalities in healthy life years in the 25 countries of the European Union in 2005: a cross-national meta-regression analysis. *The Lancet* 372:2124–2131. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(08\)61594-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)61594-9)
- Jagger C, McKee M, Christensen K, et al (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* 23:829–833. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckt030>
- Kirwa K, Eliot MN, Wang Y, et al (2014) Residential proximity to major roadways and prevalent hypertension among postmenopausal women: results from the Women's Health Initiative San Diego Cohort. *J Am Heart Assoc* 3:e000727. <https://doi.org/10.1161/JAHA.113.000727>
- Kondo MC, Fluehr JM, McKeon T, Branas CC (2018) Urban Green Space and Its Impact on Human Health. *Int J Environ Res Public Health* 15:. <https://doi.org/10.3390/ijerph15030445>
- Kondo N, Mizutani T, Minai J, et al (2005) Factors Explaining Disability-free Life Expectancy in Japan: the Proportion of Older Workers, Self-reported Health Status, and the Number of Public Health Nurses. *J Epidemiol* 15:219–227. <https://doi.org/10.2188/jea.15.219>
- 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. *Arch Public Health Arch Belg Sante Publique* 70:23. <https://doi.org/10.1186/0778-7367-70-23>
- Laxy M, Malecki KC, Givens ML, et al (2015) The association between neighborhood economic hardship, the retail food environment, fast food intake, and obesity: findings from the Survey of the Health of Wisconsin. *BMC Public Health* 15:. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1576-x>
- Levasseur M, G n reux M, Bruneau J-F, et al (2015) Importance of proximity to resources, social support, transportation and neighborhood security for mobility and social participation in older adults: results from a scoping study. *BMC Public Health* 15:503. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1824-0>
- Li D, Zhou Z, Si Y, et al (2018) Unequal distribution of health human resource in mainland China: what are the determinants from a comprehensive perspective? *Int J Equity Health* 17:29. <https://doi.org/10.1186/s12939-018-0742-z>
- Liu J, Chen G, Chi I, et al (2010) Regional variations in and correlates of disability-free life expectancy among older adults in China. *BMC Public Health* 10:446. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-10-446>
- M ki N, Martikainen P, Eikemo T, et al (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. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2013.06.009>
- Matsushita M, Harada K, Arao T (2015) Socioeconomic position and work, travel, and recreation-related physical activity in Japanese adults: a cross-sectional study. *BMC Public Health* 15:916. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-2226-z>
- Minagawa Y, Saito Y (2017) An analysis of factors related to disability-free life expectancy at 65 years of age across Japanese prefectures in 2010. *Eur J Ageing* 15:15–22. <https://doi.org/10.1007/s10433-017-0433-4>
- Neumark Y (2017) What can ecological studies tell us about death? *Isr J Health Policy Res* 6:52. <https://doi.org/10.1186/s13584-017-0176-x>

- Nusselder WJ, Cambois EM, Wapperom D, et al (2019) Women's excess unhealthy life years: disentangling the unhealthy life years gap. *Eur J Public Health* 29:914–919. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckz114>
- Oksuzyan A, Brønnum-Hansen H, Jeune B (2010) Gender gap in health expectancy. *Eur J Ageing* 7:213–218. <https://doi.org/10.1007/s10433-010-0170-4>
- Palazzo C, Yokota RTC, Tafforeau J, et al (2019) Contribution of chronic diseases to educational disparity in disability in France: results from the cross-sectional “disability-health” survey. *Arch Public Health* 77:. <https://doi.org/10.1186/s13690-018-0326-9>
- Park CL, Cho D, Moore PJ (2018) How does education lead to healthier behaviours? Testing the mediational roles of perceived control, health literacy and social support. *Psychol Health* 33:1416–1429. <https://doi.org/10.1080/08870446.2018.1510932>
- Prina AM, Wu Y-T, Kralj C, et al (2019) Dependence- and Disability-Free Life Expectancy Across Eight Low- and Middle-Income Countries: A 10/66 Study. *J Aging Health* 898264319825767. <https://doi.org/10.1177/0898264319825767>
- Qato DM, Daviglus ML, Wilder J, et al (2014) “Pharmacy deserts” are prevalent in Chicago’s predominantly minority communities, raising medication access concerns. *Health Aff Proj Hope* 33:1958–1965. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2013.1397>
- Robine J-M, Jagger C, Euro-REVES Group (2003) Creating a coherent set of indicators to monitor health across Europe: the Euro-REVES 2 project. *Eur J Public Health* 13:6–14. https://doi.org/10.1093/eurpub/13.suppl_1.6
- Roux AVD, Mair C (2010) Neighborhoods and health. *Ann N Y Acad Sci* 1186:125–145. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.05333.x>
- Santosa A, Schröders J, Vaezghasemi M, Ng N (2016) Inequality in disability-free life expectancies among older men and women in six countries with developing economies. *J Epidemiol Community Health* 70:855–861. <https://doi.org/10.1136/jech-2015-206640>
- Soma Y, Tsunoda K, Kitano N, et al (2017) Relationship between built environment attributes and physical function in Japanese community-dwelling older adults. *Geriatr Gerontol Int* 17:382–390. <https://doi.org/10.1111/ggi.12717>
- Storeng SH, Sund ER, Krokstad S (2018) Factors associated with basic and instrumental activities of daily living in elderly participants of a population-based survey: the Nord-Trøndelag Health Study, Norway. *BMJ Open* 8:e018942. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-018942>
- Sullivan DF (1971) Disability components for an index of health. *Vital Health Stat* 2 1–40
- Sutton AJ, Abrams KR (2001) Bayesian methods in meta-analysis and evidence synthesis. *Stat Methods Med Res* 10:277–303. <https://doi.org/10.1177/096228020101000404>
- Szwarcwald CL, Montilla DER, Marques AP, et al (2017) Inequalities in healthy life expectancy by Federated States. *Rev Saúde Pública* 51:. <https://doi.org/10.1590/S1518-8787.2017051000105>
- Szwarcwald CL, Souza Júnior PRB de, Marques AP, et al (2016) Inequalities in healthy life expectancy by Brazilian geographic regions: findings from the National Health Survey, 2013. *Int J Equity Health* 15:. <https://doi.org/10.1186/s12939-016-0432-7>
- Tareque MdI, Hoque N, Islam TM, et al (2013) Relationships between the Active Aging Index and Disability-Free Life Expectancy: A Case Study in the Rajshahi District of Bangladesh. *Can J Aging Rev Can Vici* 32:417–432. <https://doi.org/10.1017/S0714980813000494>

- Tareque MI, Saito Y, Chan A, et al (2019) Years of life with and without limitation in physical function and in activities of daily living by body mass index among older adults. *Int J Obes* 2005. <https://doi.org/10.1038/s41366-019-0370-8>
- Van der Heyden J, Berger N, Van Oyen H (2015) Comparison of self-rated health and activity limitation as predictors of short term mortality in the older population. *Public Health* 129:283–285. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2014.12.005>
- Van Oyen H, Bogaert P, Yokota RTC, Berger N (2018) Measuring disability: a systematic review of the validity and reliability of the Global Activity Limitations Indicator (GALI). *Arch Public Health* 76. <https://doi.org/10.1186/s13690-018-0270-8>
- Verropoulou G (2014) Specific versus general self-reported health indicators predicting mortality among older adults in Europe: disparities by gender employing SHARE longitudinal data. *Int J Public Health* 59:665–678. <https://doi.org/10.1007/s00038-014-0563-9>
- Vigneron E (2013) Health inequalities, inequalities in health care in French territories [Inégalités de santé, inégalités de soins dans les territoires français]. *Trib Sante* n° 38:41–53
- White C, Butt A (2015) Inequality in Health and Life Expectancies within Upper Tier Local Authorities - Office for National Statistics. <https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/healthandsocialcare/healthandlifeexpectancies/bulletins/inequalityinhealthandlifeexpectancieswithinuppertierlocalauthorities/2009to2013>. Accessed 9 Jan 2020
- White C, Edgar G (2010) Inequalities in healthy life expectancy by social class and area type: England, 2001–03. *Health Stat Q* 45:28–56. <https://doi.org/10.1057/hsq.2010.3>
- Wohland P, Rees P, Gillies C, et al (2014) Drivers of inequality in disability-free expectancy at birth and age 85 across space and time in Great Britain. *J Epidemiol Community Health* 68:826–833. <https://doi.org/10.1136/jech-2014-204083>
- Yokota RTC, Nusselder WJ, Robine J-M, et al (2019) Contribution of chronic conditions to gender disparities in health expectancies in Belgium, 2001, 2004 and 2008. *Eur J Public Health* 29:82–87. <https://doi.org/10.1093/eurpub/cky105>
- Zhang S, Chen Q, Zhang B (2019) Understanding Healthcare Utilization In China Through The Andersen Behavioral Model: Review Of Evidence From The China Health And Nutrition Survey. *Risk Manag Healthc Policy* 12:209–224. <https://doi.org/10.2147/RMHP.S218661>
- Zhang T, Xu Y, Ren J, et al (2017) Inequality in the distribution of health resources and health services in China: hospitals versus primary care institutions. *Int J Equity Health* 16:42. <https://doi.org/10.1186/s12939-017-0543-9>

ANNEXE 2. ENVIRONNEMENT RESIDENTIEL, ETAT FONCTIONNEL ET PERTE D'AUTONOMIE FONCTIONNELLE : ARTICLE SCIENTIFIQUE (ETUDE 2)

PLOS ONE

RESEARCH ARTICLE

Environmental barriers matter from the early stages of functional decline among older adults in France

Caroline Laborde^{1,2*}, Joël Ankri^{1,3}, Emmanuelle Cambois³

1 Université Paris-Saclay, UVSQ, Insem, CESP, Echappement aux anti-infectieux et pharmaco-épidémiologie, Montigny-le-Bretonneux, France, **2** Observatoire régional de santé Île-de-France, Département de l'Institut Paris Région, Paris, France, **3** Institut national d'études démographiques (Ined), Paris, France

These authors contributed equally to this work.

* caroline.laborde@institutparisregion.fr



OPEN ACCESS

Citation: Laborde C, Ankri J, Cambois E (2022) Environmental barriers matter from the early stages of functional decline among older adults in France. *PLoS ONE* 17(6): e0270258. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270258>

Editor: Filipe Prazeres, Faculty of Health Sciences - Universidade da Beira Interior, PORTUGAL

Received: October 21, 2021

Accepted: June 7, 2022

Published: June 22, 2022

Copyright: © 2022 Laborde et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: The dataset underpinning the results presented in the study cannot be shared publicly due to restrictions by the owner of the data (the French Ministry of Health, Drees). Data can be accessed freely by signing an agreement with Quêtelet Progedo Diffusion (<http://quetelet.progedo.fr/>). The authors confirm that they did not have any special access privileges that others would not have had. The authors also confirm that other people would be able to access this data in the same manner as themselves. All data needed to replicate figures is available in the [Supporting Information](#). All code files needed to

Abstract

Background

The adaptation of living environments can preserve functional independence among older people. A few studies have suggested that this would only benefit the most impaired. But conceptual models theorize that environmental pressure gradually increases with functional decline.

Objectives

We examined (1) how far different environmental barriers increased difficulties and favoured resort to assistance; (2) at what stage in functional decline environmental barriers begin to matter.

Methods

We used the French cross-sectional survey CARE (2015), including 7,451 participants (60+) with at least one severe functional limitation (FL). Multinomial logistic regressions models were used to compare predicted probabilities for outdoor activities of daily living (OADL) difficulties (no OADL difficulties; difficulties but without assistance; use of assistance) among individuals with and without environmental barriers (self-reported or objective), in relation to the number of FLs.

Results

Poor-quality pedestrian areas and lack of places to rest were associated with a higher probability of experiencing OADL difficulties, whatever the number of FLs; the association increased with the number of FLs. Up to 6 FLs, individuals with these barriers were more likely to report difficulties without resorting to assistance, with a decreasing association. Living in cities/towns with high diversity of food outlets was associated with a lower probability of reporting assistance, whatever the number of FLs, but with a decreasing association.

replicate analyses are publicly available at doi.org/10.1371/journal.pone.0270258.

Funding: The author(s) disclose receipt of the following financial support by institutions for this research: This work was supported by the Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie (CNSA), in the setting of the call for proposals launched by the Institut de Recherche en Santé Publique (IRSP) in 2018 (grant number: IRSP-18-Hand9-06). The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

Competing interests: The authors have declared that no competing interests exist.

Discussion

Overall, the results suggest that environmental barriers increasingly contribute to OADL difficulties with the number of FLs. Conclusions differed as to whether they tended to favour resort to assistance, but there was a clear association with food outlets, which decreased with impairment severity. The adaptation of living environments could reduce difficulties in performing activities from the early stages of decline to the most severe impairment. However, the most deteriorated functional impairments seem to generate resort to assistance whatever the quality of the environment.

1. Introduction

In a context of ageing populations, preserving functional independence and reducing the needs for human assistance are major policy issues. Functional independence is the ability to perform daily activities without human assistance, which involves interactions between health conditions, personal and environmental factors, as conceptualized in the disablement process [1] and the International Classification of Functioning [2]. Individuals with functional limitations can encounter difficulties shopping, getting to administrative facilities or walking around independently, due to environmental barriers between their home and shops or facilities (such as poor-quality pedestrian areas, the presence of steps, hills, or slopes). When these difficulties become insurmountable, they need to be helped and they thus lose a part of their functional independence. The *ecological theory of ageing* states that behaviours depend on the competence of the individual and the environmental pressure to which he/she is exposed, with environmental pressures increasing as an individual's functional status decreases [3]. Therefore, with age-related functional decline, these environmental effects are particularly important for older adults [4], especially at neighbourhood level, when they become less functionally mobile [5, 6]. In recent years, adapting living environments has received growing attention from researchers [7] and policy makers [8] because it is a crucial step to preserve functional independence for older adults, [9] and more broadly their quality-of-life [10]. In this research, we examined how the presence of environmental barriers interacts with functional decline, restricting older people's daily activities and their functional independence. We pinpoint functional situations in which improving the neighbourhood physical environment could reduce difficulties and preserve functional independence among ageing individuals. This is a major challenge to improve the wellbeing of ageing populations and to monitor their needs for assistance.

A growing body of research has shown that the neighbourhood physical environment influences older adults' later-life restrictions. Major barriers to walking out have been highlighted, such as poor-quality pedestrian areas [11], lack of benches [12], the presence of hills or slopes in the nearby environment [13], and barriers located at the entrances to homes (such as stairs, steps between home and street, narrow doorways etc.) [14]. They increase the risk of falls [15], the apprehension when getting around outdoors [16] and they are associated with a greater risk of disability [17, 18]. In contrast, neighbourhoods with mixed land use (residential, commercial, services) [12, 19], a highly connected street network (e.g. numerous intersections) [20–22], access to green spaces [22], proximity of recreational facilities [23, 24] and food outlets [25, 26] appear to facilitate walking and decrease restrictions in later life. But the options and decisions relating to walking out and shopping could be also affected by the neighbourhood social context (for instance in terms of safety, social cohesion) [27–29], macroeconomic

factors (such as area-level deprivation) [18, 30] and socioeconomic barriers (such as food prices). However, some studies have suggested that neighbourhood physical characteristics remain associated with disability, even after taking account of the socio-economic context of the neighbourhood [18, 20].

Thus the neighbourhood physical environment seems to influence disability in later life by way of two associated mechanisms [20]: physical facilitators promote social [31] and physical activity [13, 32, 33] among healthy older people and can prevent declining physical [34] and cognitive [35] functioning; physical facilitators assist older adults with functional limitations in performing daily activities and in gaining independence. Regarding the second mechanism, previous studies investigating how the neighbourhood physical environment interacts with functional status have suggested it would only benefit the most impaired, that is to say only above a given severity threshold [14, 19, 36]. Indeed, a study in the USA showed that the condition of the streets had an effect on outdoor mobility only among adults reporting severe physical impairment (whereas there was no effect among those with no physical limitations or only some) [36]. Another study in the USA found that older adults with functional limitations living in low mixed-use tracts reported more difficulties with instrumental activities, but only for those with the highest levels of functional limitations (associations were non-significant for the others) [19]. Interactions between the neighbourhood physical environment and functional capacities need to be explored in depth, investigating potential variations across the gradient of functional status.

Data from the CARE-Seniors survey of French older adults matched with geo-located data was used to investigate: (1) to what extent different environmental barriers increase difficulties and tend to favour the resort to assistance for individuals with functional limitations, (2) at which stage in functional decline environmental barriers begin to matter in terms of difficulties and resort to assistance. We hypothesized that people living in areas unsuitable for walking out and with remote services were more likely to have difficulties having outdoor activities, more likely to need assistance, and less likely to remain independent. In line with the *ecological theory of ageing*, we hypothesized that the more functional limitations there were, the more problematic environmental barriers were likely to be. We hypothesized that the neighbourhood physical environment contributed to disability all along the gradient of functional status and not only above a given severity threshold. However, we also hypothesized that the most deteriorated level of functional status would generate activity restrictions and resort to assistance whatever the quality of the environment.

2. Materials and methods

We used data from the French cross-sectional survey CARE-Seniors (Capacity, Aids and REsources) conducted in 2015 by the statistical department of the French Ministry of Health (Drees). CARE-Seniors was conducted on a sample of 10,628 French men and women aged 60+, representative of the population living in private homes. People with functional difficulties were oversampled, on the basis of a screening survey conducted in 2014 [37]. The participation rate in CARE-Seniors was 71%. Weights were calculated by the survey producer at individual level to take account of non-response and unequal probabilities of sampling (by gender, age, and functional status). The survey adopted the International classification of Functioning [1, 2, 38, 39] as a conceptual framework. The survey used face-to-face interviews to collect individual data; contextual datasets including the geo-location of shops, healthcare facilities and services in the city were matched *a posteriori* using the respondents' city/town of residence. The CARE-Seniors survey was compulsory, recognised as being in the public interest, and approved for its statistical quality by the CNIS (National council for statistical information). All participants

were informed before data collection and, in accordance with the General Data Protection Regulation (GDPR), they have a right of access and rectification.

2.1. Restrictions in outdoor activities of daily living (OADL)

On the basis of the elementary (ADL) and instrumental (IADL) activities of daily living [40, 41], the respondents were asked, for each of them: "do you have difficulty in performing 'activity' on your own (even when using your usual aid devices)", with the following response categories: "No", "Yes some difficulty", "Yes a lot of difficulty", "Yes, and I cannot do it alone". Respondents who answered positively were further questioned as to whether they received assistance from someone else. Among all the IADLs assessed in the CARE-Seniors survey, we selected a set of four "outdoor" activities of daily living (OADL) with potential links with the outdoor environment: shopping, getting out of the house, using public transport, carrying out administrative procedures (performing the latter activity can be conditioned by access to the post office or the bank—especially for those aged 70 or over, half of whom do not use the Internet in France [42]). Because a part of the older population frequently does not take on the responsibility for shopping or carry out administrative procedures in daily life [43], individuals who reported not doing these activities were asked if it was "mainly because of their health status or their age"; if the response was no, we classified them as having no difficulty.

For each activity, we constructed a measure classifying participants into three groups (S1 Table): no difficulties; difficulties but no resort to assistance; resort to assistance. As with previous studies [18, 44–46], we created a summary measure combining answers for each outdoor activity and retaining the lowest performance. We built a 3-level indicator to identify participants who resorted to help or had difficulties (with assistive devices if used): no OADL difficulties, difficulties but no resort to assistance, resort to assistance. These three levels reflect a severity gradient under the hypothesis that individuals reporting assistance were more severely restricted than those who did not, even if they had difficulty performing the activity. Making a distinction between experiencing difficulties and receiving assistance enabled us to examine the issue of independence in outdoor activities more fully. We were aware of possible misclassifications. The category "difficulties but no resort to assistance" could comprise individuals who underestimated the assistance received because it seemed natural or unimportant to them [47] and people whose need for assistance had not been met [48, 49]. The category "resort to assistance" could also include individuals who were assisted but who did not necessarily need it. We will discuss our results in the light of these limitations.

This indicator is based on activity restrictions that individuals encounter using their usual aid devices, which could compensate for functional limitations and reduce the risk of activity restrictions [50, 51]. In this sense, this indicator reflects the actual difficulties experienced by individuals deploying their (usual) maximum capacities.

2.2 Functional limitations (FLs)

The questions on self-reported functional limitations (FLs) were based on Nagi's measures [38]. Respondents were asked whether they could perform basic tasks such as climbing stairs, bearing a conversation (including when using usual aids) and whether they would answer "yes with no difficulty", "yes, with some difficulty", "yes, with a lot of difficulty" or "not able at all". We considered nineteen motor, sensory, and cognitive limitations (S2 Table). In this study, we considered severe FLs corresponding to the answers "A lot of difficulty" or "Not able at all". This selection enabled us to focus on the most critical situations. We used the number of limitations among the nineteen items, up to a threshold of 10+, which amounted to 5% of the study population.

2.3. Environmental barriers

To assess the neighbourhood physical environment, we used three different measures of environmental barriers, mobilizing either self-report or objective data. This approach enabled us to observe whether the results varied or were stable depending on the measure and on the collection method.

Low diversity of facilities in the city of residence. This environmental characteristic was explored using a contextual dataset produced by the national statistics institute (INSEE) and matched with the CARE-Seniors dataset. It provides a variable on the driving distance between the city centre (town hall) and various facilities. We did not have any information on the driving or walking distance from the individual homes. Indeed, there are certainly inequalities in access to resources within a city [52, 53]. However, this variable enabled us to approach this information. We selected 16 facilities classified into general facilities (police, bank, post office, and hairdresser), food outlets (grocery stores, bakeries, restaurants, and supermarkets) and health facilities (general practitioner, cardiologist, dentist, nurse, physiotherapist, pharmacy, medical laboratory, and optician). INSEE considered the driving distance to be zero if a facility was available within the city. For each category of facility, we divided the sample into those living in cities with all food outlets, general facilities, and health facilities (high diversity) and those with few/sparse facilities (low diversity). It should be noted that we did not have any information on how rural or urban the environment was nor about the size of the town or city. These variables are nevertheless certainly related to access to shops and services [54].

Barriers in the near environment. In the survey questionnaire, respondents were asked about barriers when out walking with the following question: "When you are walking or using your wheelchair, are you bothered by . . . (1) *poor-quality pedestrian areas (crowded/busy pavements, absence of pavements, etc.)*; (2) *the steepness of a hill or slope*; (3) *the lack of places to have a rest (benches etc.)*; (4) *the absence of, or difficult access to public toilets*". Four dummy variables were constructed on the basis of these categories: poor-quality pedestrian areas; presence of hills/slopes; lack of places to rest; no easy access to public toilets. In contrast with the previous variables, these measures could be influenced by the individual's functional capacities and perceptions, as they were self-reported. However, Portegijs [14] showed that older adults for whom barriers were objectively recorded were more likely to perceive and report barriers, regardless of their functional status.

Barriers in the immediate environment. Respondents were asked whether they had to use stairs or steps to get out of their home. A dummy variable "presence of stairs/steps" was constructed, corresponding to a barrier for getting out of the home. In contrast with the previous variable, respondents were not asked to link this situation to possible mobility difficulties, but only report it as being there or not.

2.4. Covariates

Socio-demographic covariates. We considered gender, age (as a continuous variable) and education as covariates. Age was the strongest factor associated with both difficulties in daily activities [55] and perceptions of the barriers [56]. Persistent gender and social inequalities in disability have been found in the international literature: women and people with lower educational status have a greater likelihood of having disabilities [57–60]. Educational level was measured according to the International Standard Classification of Education (ISCED 2011): (0) *no diploma* (ISCED 0), (1) *low educational level* (ISCED 1–2), (2) *moderate educational level* (ISCED 3) and (3) *high educational level* (ISCED 4–8) [61].

Living arrangements and social network. To reflect possible variations in the assistance received according to the support available [62, 63], we built a dummy variable "living alone",

and a variable on the frequency of relationships and contacts with family members, friends, and neighbours in the past 12 months: *often* (at least several times a month), *rarely* (at least once a year), and *never* (never in the past 12 months or has no family, friends, or neighbours).

Physical and mental health status. Diseases can have a direct impact on performing outdoor activities [64, 65] and can exacerbate sensitivity to the neighbourhood physical environment [66–69]; in the model, we included the (self-reported) number of diagnosed chronic diseases in the past 12 months and the five-item Mental Health Inventory score (MHI-5) (below 56) [70, 71].

2.5. Statistical analysis

We first analysed the characteristics of the study sample using chi-square tests to compare categorical variables and adjusted Wald tests to compare continuous variables. Then we used multinomial logistic regression models to examine associations between the 3-level variable indicating whether an individual had no OADL difficulties, difficulties but no resort to assistance, resort to assistance (dependent variable) and environmental barriers (independent variables). These analyses were multivariate and adjusted on variables significant at $P < 0.05$ in univariate analysis (number of FLs, socio-demographic covariates, living arrangements and social network, physical and mental health status). We ran separate models for each environmental barrier, and we ran full models on all the environmental barriers simultaneously (only the full models are presented in this paper).

Two multinomial logistic regression models are presented: (1) full adjusted model, to compare probabilities for individuals living with and without barriers; (2) model 1 broken down into the number of FLs from 1 to 10+, to test the hypothesis of changes in associations between the environment and OADL restrictions with the severity of the functional status. Using these two models, we estimated predicted probabilities, i.e. Average Adjusted Predictions (AAPs) in model 1 and Adjusted Predictions at Representative values (APRs) in model 2, which are easier to interpret than relative risk ratios (RRRs) [72]. The results are shown in the form of predictive probabilities with 95% confidence intervals (CIs). To estimate the difference between predicted probabilities, we produced Average Marginal Effects (AMEs) in model 1 and Marginal Effects at Representative Values (MERVs) in model 2. Statistical significance was established at $p < 0.10$. We did not perform separate analyses for people using a wheelchair because they were a minority in our sample (2%). Sampling weights were applied to all analyses to take account of the CARE-Seniors study design. Statistical analyses were conducted on STATA 16.1.

3. Results

Our sample comprised 7,451 respondents who reported at least one severe FL (out of a total of 10,628). In our sample, the average age was 76.2 (SD 0.2), and the majority were women. Most of the sample had a low educational level or no diploma (Table 1). Most were living with someone and often saw their families, friends, and neighbours. Almost 40% of our sample were living in a city with low diversity of food outlets (among them, 20% did not have a supermarket in their city, 37% no grocery store and 43% had neither a supermarket nor a grocery store). Less than 20% reported barriers in their near environment and 55% reported having to use stairs to get out.

Half of them did not report any OADL difficulties (53%); 12% reported difficulties but without resort to assistance; 36% reported resort to assistance. The mean number of severe FLs increased across these three categories, confirming the assumption of a severity gradient. Those with OADL difficulties were more likely to be living in cities with high diversity of facilities, but they were also more likely to report barriers in their immediate or near vicinity. Those

Table 1. General characteristics of the study sample. CARE-Seniors Migrations Survey (60+ with at least 1 FI), 2015, France.

	Total	No OADL difficulties	Difficulties but no resort to assistance	Resort to assistance	p-value ^a
Total, n(%)	7,451 (100.0%)	1,964 (52.5%)	966 (11.6%)	4,521 (35.9%)	
Low diversity of facilities in the city/town of residence					
General, n(%) ^a	3,412 (47.5%)	965 (52.0%)	412 (39.0%)	2,035 (43.6%)	<0.001
Food, n(%) ^a	2,894 (39.5%)	842 (44.2%)	321 (28.6%)	1,751 (36.2%)	<0.001
Health, n(%) ^a	4,214 (57.3%)	1,184 (61.5%)	505 (49.2%)	2,525 (53.8%)	<0.001
Physical barriers in the immediate environment					
Stairs/Stops to get out, n(%) ^a	3,714 (54.6%)	1,048 (51.8%)	512 (59.3%)	2,154 (57.8%)	0.004
Physical barriers in the near environment					
Poor-quality pedestrian areas, n(%) ^a	1,600 (17.2%)	287 (11.9%)	252 (26.6%)	1,061 (22.0%)	<0.001
Presence of hills/slopes, n(%) ^a	1,502 (17.1%)	303 (12.6%)	243 (25.6%)	956 (21.1%)	<0.001
Lack of places to rest, n(%) ^a	1,362 (15.6%)	251 (10.6%)	231 (24.7%)	880 (20.1%)	<0.001
No easy access to toilets, n(%) ^a	849 (12.2%)	249 (11.7%)	123 (14.4%)	477 (12.1%)	<0.001
Number of severe functional limitations (FLs)					
Mean (SD) ^b	3.2 (0.04)	1.8 (0.04)	3.6 (0.11)	5.1 (0.07)	<0.001
Gender, n(%)^a					
Men	2,546 (38.4%)	893 (45.8%)	345 (34.6%)	1,308 (28.9%)	<0.001
Women	4,905 (61.6%)	1,071 (54.2%)	621 (65.4%)	3,213 (71.1%)	
Age—Mean (SD) ^b	76.2(0.20)	72.5(0.26)	77.5(0.47)	81.0(0.26)	<0.001
Level of education, n(%)^a					
No diploma	2,268 (25.6%)	431 (20.2%)	255 (24.9%)	1,582 (33.7%)	<0.001
Low educational level	2,936 (37.7%)	709 (53.6%)	376 (43.1%)	1,851 (41.8%)	
Medium educational level	1,736 (27.6%)	628 (54.6%)	247 (22.9%)	861 (19.0%)	
High educational level	511 (9.1%)	196 (11.6%)	88 (9.0%)	227 (5.4%)	
Living alone, n(%)^a					
Yes	3,590 (40.3%)	712 (52.4%)	505 (50.5%)	2,373 (48.7%)	<0.001
No	3,861 (59.7%)	1,252 (67.7%)	461 (49.5%)	2,148 (51.3%)	
Frequency of relationships with family members (other than co-residents), n(%)^a					
Often	5,376 (71.5%)	1,387 (70.6%)	615 (64.8%)	3,374 (74.9%)	<0.001
Rarely	1,675 (24.6%)	503 (26.9%)	284 (29.8%)	888 (19.5%)	
Never	383 (4.0%)	72 (2.5%)	65 (5.4%)	246 (5.7%)	
Frequency of relationships with friends and neighbours, n(%)^a					
Often	4,445 (65.8%)	1,381 (73.2%)	592 (60.2%)	2,472 (57.0%)	<0.001
Rarely	1,506 (18.6%)	360 (17.8%)	178 (17.7%)	968 (19.9%)	
Never	1,466 (15.6%)	214 (9.0%)	192 (22.2%)	1,060 (23.2%)	
Number of diagnosed chronic diseases					
Mean (SD) ^b	3.2 (0.04)	2.6 (0.06)	3.5 (0.12)	3.8 (0.06)	<0.001
Psychological distress, n(%)^a					
Yes	3,008 (31.0%)	573 (21.9%)	491 (46.0%)	1,944 (39.5%)	<0.001
No	4,443 (69.0%)	1,391 (78.1%)	475 (54.0%)	2,577 (60.5%)	

Percentages and Means (SD) are weighted.

^a P-values are derived from^a chi-square tests or^b adjusted Wald tests.<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270258.t001>

having difficulties but reporting no assistance were more likely to report poor-quality pedestrian areas, a lack of places to rest and the presence of hills/slopes compared to those reporting assistance.

3.1. OADL difficulties and environmental barriers

Adjusted multivariate multinomial logistic regression models (Model 1) showed that living in an environment with barriers was associated with a higher predicted probability of having OADL difficulties (except for general and health facilities) and of resorting to assistance (Table 2). Differences were statistically significant for 4 out of the 8 barriers tested. Individuals

Table 2. Average Adjusted Predictions (AAPs)^a of OADL difficulties and resort to assistance (Model 1). CARE-Seniors Ménages Survey (60+ with at least 1 FL), 2015, France.

	No OADL difficulties (n = 1,964)			Difficulties but no resort to assistance (n = 966)			Resort to assistance (n = 4,521)		
	AAPs ^b	95% CI	p-value ^c	AAPs ^b	95% CI	p-value ^c	AAPs ^b	95% CI	p-value ^c
Diversity of facilities in the city/town of residence									
Food High	55.8%	53.5, 58.2	0.452	12.3%	10.7, 14.0	0.197	31.8%	29.8, 33.8	0.056
Low	54.0%	50.8, 57.3		10.2%	8.0, 12.4		35.8%	32.7, 39.0	
General High	54.9%	52.4, 57.3	0.788	11.9%	10.0, 13.9	0.708	33.2%	31.0, 35.4	0.959
Low	55.5%	52.6, 58.5		11.2%	8.9, 13.6		33.3%	30.6, 36.0	
Health High	53.8%	50.9, 56.7	0.261	11.9%	9.8, 14.0	0.773	34.3%	31.6, 37.1	0.326
Low	56.2%	53.8, 58.6		11.4%	9.3, 13.4		32.4%	30.2, 34.5	
Physical barriers in the immediate environment									
Stairs/steps No	57.1%	54.7, 59.6	0.026	11.1%	9.4, 12.7	0.375	31.8%	29.5, 34.1	0.097
Yes	53.6%	51.6, 55.6		12.1%	10.5, 13.7		34.3%	32.5, 36.2	
Physical barriers in the near environment									
Poor-quality pedestrian areas									
No	56.3%	54.6, 58.1	0.003	10.9%	9.6, 12.1	0.012	32.8%	31.1, 34.4	0.167
Yes	49.5%	45.2, 53.8		14.9%	11.8, 18.0		35.6%	31.7, 39.5	
Presence of hills and slopes									
No	55.6%	53.9, 57.4	0.239	11.2%	9.9, 12.5	0.172	33.2%	31.5, 34.9	0.763
Yes	53.0%	49.1, 56.9		13.3%	10.5, 16.0		33.7%	30.3, 37.2	
Lack of places to rest									
No	56.2%	54.5, 58.0	0.006	11.0%	9.7, 12.3	0.019	32.8%	31.1, 34.5	0.169
Yes	49.5%	45.1, 53.9		14.8%	11.7, 17.9		35.7%	31.8, 39.6	
No easy access to public toilets									
No	54.8%	53.2, 56.5	0.392	11.9%	10.6, 13.1	0.427	33.3%	31.8, 34.8	0.750
Yes	57.1%	52.2, 62.1		10.5%	7.4, 13.5		32.4%	27.4, 37.4	

^a Adjusted on gender, age as a continuous variable, level of education, living alone or not, frequency of relationships with family members (other than co-residents), with friends and neighbors, number of diagnosed chronic diseases, psychological distress, number of severe functional limitations and all the environmental barriers.
^b p-values were used to test whether the differences (AMEs) between the predicted probabilities (AAPs) were significantly different from 0.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270258.t002>

living in cities with low diversity of food outlets tended to resort more to assistance than their counterparts living in cities with high diversity of food outlets (AAP = 35.8%, 95% CI [32.7, 39.0] for low diversity of food outlets; AAP = 31.8%, 95% CI [29.8, 33.8] for high diversity of food outlets, p -value = 0.056). Regarding the near environment, poor-quality pedestrian areas, and lack of places to rest increased the predicted probability of difficulties, particularly without resort to assistance. Regarding the immediate environment, having to use stairs/steps to get out increased the likelihood of having OADL restrictions (AAP of having no OADL difficulties = 53.6%, 95% CI [51.6, 55.6] for those with stairs/steps; AAP of having no OADL difficulties = 57.1%, 95% CI [54.7, 59.6] for those without stairs/steps, p -value = 0.026).

3.2. OADL difficulties, environmental barriers, and the number of FLs

To address the question of a gradient in the association according to the number of FLs, Adjusted Predictions at Representative values (APRs) of OADL restrictions were estimated for the 4 barriers that showed a significant association in the previous model. Fig 1 highlights a dose-response association of OADL difficulties with the number of FLs: the probability of having no OADL difficulties strongly declined and the resort to assistance increased greatly with the number of FLs. We also found an interaction between environmental barriers and the number of FLs. Table 3 indicates the relative predictive probabilities (RAPRs) of OADL difficulties, dividing the APRs of those who reported no barriers by the APRs of those who did report barriers (APRs are indicated in Table 3 and illustrated in Fig 1).

Fig 1A shows that living in cities with low diversity of food outlets increased the probability of reporting resort to assistance at an early stage in functional decline and up to 10+ FLs.

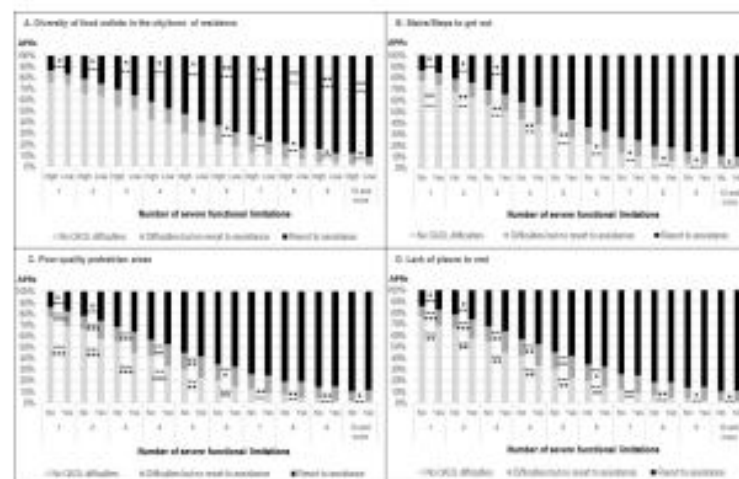


Fig 1. Adjusted Predictions at Representative values* (APRs) of OADL difficulties and resort to assistance, from 1 to 10+ severe FLs (Model 2): (A) high vs low diversity of food outlets in the city/town of residence; (B) with/without stairs/steps to get out; (C) with/without poor-quality pedestrian areas; (D) with/without places to have a rest. CARE-Seniors Ménages Survey (60+ with at least 1 FL) 2015, France. * $p < 0.10$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$. *Adjusted on gender, age as a continuous variable, level of education, living alone, frequency of relationships with family members (other than co-residents), with friends and neighbours, number of diagnosed chronic diseases, psychological distress, number of severe functional limitations and all the environmental barriers. * p -values were used to test whether the differences (MEERVs) between the predicted probabilities (APRs) were significantly different from 0.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270258.g001>

Table 3. Relative Adjusted Predictions at Representative values^a (APRs) of OADL difficulties and resort to assistance, for 1 to 10+ severe FLs (Calculations based on APRs estimated in model 2). CARE-Seniors Mérimages Survey (60+ with at least 1 FL) 2015, France.

Number of severe FLs	No OADL difficulties (n = 1,964)				Difficulties but no resort to assistance (n = 966)				Resort to assistance (n = 4,521)			
	No barrier APR (95% CI)	Barrier APR (95% CI)	p-value ^b	RAPR ^c	No barrier APR (95% CI)	Barrier APR (95% CI)	p-value ^b	RAPR ^c	No barrier APR (95% CI)	Barrier APR (95% CI)	p-value ^b	RAPR ^c
Barrier = Low diversity of food outlets in the city/ town of residence												
1	0.76(0.73,0.79)	0.74(0.7,0.79)	0.548	1.02	0.11(0.08,0.13)	0.09 (0.07,0.12)	0.384	1.15	0.14(0.11,0.16)	0.17(0.13,0.2)	0.095	0.82
2	0.66(0.63,0.69)	0.63 (0.59,0.68)	0.476	1.04	0.13(0.11,0.15)	0.11 (0.09,0.14)	0.299	1.17	0.21(0.19,0.24)	0.25 (0.21,0.29)	0.081	0.83
3	0.54(0.51,0.57)	0.51 (0.47,0.56)	0.410	1.06	0.15(0.13,0.17)	0.13(0.1,0.16)	0.218	1.20	0.31(0.28,0.34)	0.36(0.32,0.4)	0.068	0.85
4	0.42(0.38,0.46)	0.39 (0.34,0.43)	0.367	1.08	0.17(0.14,0.19)	0.14 (0.11,0.17)	0.154	1.22	0.42(0.38,0.45)	0.48 (0.43,0.52)	0.056	0.87
5	0.3(0.25,0.35)	0.27 (0.22,0.32)	0.327	1.10	0.17(0.15,0.2)	0.14 (0.11,0.17)	0.110	1.25	0.53(0.49,0.57)	0.59 (0.54,0.64)	0.047	0.89
6	0.2(0.15,0.25)	0.18 (0.13,0.22)	0.296	1.13	0.17(0.14,0.19)	0.13(0.1,0.16)	0.083	1.28	0.63(0.59,0.68)	0.69 (0.64,0.74)	0.040	0.91
7	0.15(0.09,0.17)	0.11 (0.07,0.14)	0.273	1.16	0.15(0.12,0.18)	0.12 (0.08,0.15)	0.069	1.31	0.72(0.67,0.77)	0.78 (0.73,0.82)	0.036	0.93
8	0.07(0.04,0.1)	0.06 (0.04,0.09)	0.258	1.19	0.13(0.1,0.17)	0.1(0.07,0.13)	0.062	1.33	0.79(0.75,0.84)	0.84(0.8,0.88)	0.036	0.95
9	0.04(0.02,0.06)	0.03 (0.02,0.05)	0.250	1.21	0.11(0.08,0.15)	0.08 (0.05,0.11)	0.060	1.35	0.85(0.8,0.89)	0.88 (0.84,0.92)	0.039	0.96
10 +	0.02(0.01,0.04)	0.02 (0.01,0.03)	0.247	1.23	0.09(0.06,0.13)	0.07(0.04,0.1)	0.061	1.37	0.88(0.85,0.92)	0.91 (0.88,0.94)	0.045	0.97
Barrier = Stairs/steps to get out												
1	0.77(0.74,0.81)	0.73(0.7,0.77)	0.027	1.05	0.09(0.07,0.11)	0.11 (0.09,0.13)	0.172	0.86	0.13(0.11,0.16)	0.16 (0.13,0.18)	0.054	0.84
2	0.67(0.64,0.71)	0.63(0.6,0.66)	0.026	1.08	0.12(0.1,0.14)	0.13 (0.11,0.15)	0.229	0.88	0.21(0.18,0.24)	0.24 (0.22,0.27)	0.062	0.87
3	0.56(0.52,0.59)	0.51 (0.48,0.53)	0.026	1.10	0.14(0.12,0.16)	0.15 (0.13,0.17)	0.325	0.91	0.31(0.27,0.34)	0.34 (0.32,0.37)	0.075	0.89
4	0.43(0.39,0.47)	0.38 (0.35,0.42)	0.027	1.13	0.15(0.13,0.17)	0.16 (0.14,0.18)	0.462	0.93	0.42(0.38,0.46)	0.46 (0.42,0.49)	0.103	0.91
5	0.31(0.28,0.36)	0.27 (0.23,0.31)	0.028	1.17	0.15(0.13,0.18)	0.16 (0.14,0.19)	0.627	0.95	0.53(0.49,0.58)	0.57 (0.53,0.61)	0.124	0.94
6	0.21(0.16,0.25)	0.17 (0.13,0.21)	0.031	1.20	0.15(0.12,0.18)	0.15 (0.13,0.18)	0.789	0.97	0.64(0.59,0.69)	0.67 (0.63,0.72)	0.171	0.95
7	0.15(0.09,0.17)	0.11 (0.07,0.14)	0.037	1.23	0.14(0.11,0.17)	0.14 (0.11,0.17)	0.920	0.99	0.73(0.68,0.78)	0.76(0.71,0.8)	0.243	0.97
8	0.08(0.05,0.11)	0.06 (0.04,0.09)	0.046	1.25	0.12(0.09,0.15)	0.12 (0.09,0.15)	0.988	1.00	0.8(0.76,0.85)	0.82 (0.78,0.86)	0.340	0.98
9	0.04(0.02,0.06)	0.03 (0.02,0.05)	0.057	1.27	0.1(0.07,0.13)	0.1(0.07,0.13)	0.951	1.01	0.86(0.82,0.9)	0.87(0.83,0.9)	0.432	0.99
10 +	0.02(0.01,0.04)	0.02 (0.01,0.03)	0.070	1.28	0.09(0.05,0.12)	0.08 (0.05,0.11)	0.898	1.01	0.89(0.86,0.93)	0.9(0.86,0.93)	0.361	0.99
Barrier = Poor-quality pedestrian areas												
1	0.77(0.74,0.79)	0.69 (0.63,0.74)	0.003	1.12	0.09(0.08,0.11)	0.14(0.1,0.17)	0.004	0.67	0.14(0.12,0.16)	0.18 (0.13,0.22)	0.060	0.80
2	0.67(0.64,0.69)	0.57 (0.51,0.63)	0.003	1.16	0.12(0.1,0.13)	0.17(0.13,0.2)	0.005	0.70	0.22(0.2,0.24)	0.26 (0.21,0.31)	0.077	0.84
3	0.55(0.52,0.57)	0.45 (0.39,0.51)	0.004	1.23	0.13(0.12,0.13)	0.19 (0.15,0.22)	0.009	0.73	0.32(0.3,0.34)	0.36 (0.31,0.42)	0.106	0.88

(Continued)

PLOS ONE

Environmental barriers and functional independence

Table 3. (Continued)

Number of severe FLs	No OADL difficulties (n = 1,964)				Difficulties but no resort to assistance (n = 966)				Resort to assistance (n = 4,521)			
	No barrier APR (95% CI)	Barrier APR (95% CI)	p-value ^c	RAPR ^a	No barrier APR (95% CI)	Barrier APR (95% CI)	p-value ^c	RAPR ^a	No barrier APR (95% CI)	Barrier APR (95% CI)	p-value ^c	RAPR ^a
4	0.42(0.38,0.45)	0.53 {0.27,0.79}	0.004	1.27	0.15(0.13,0.17)	0.19 {0.16,0.23}	0.019	0.76	0.45(0.4,0.46)	0.48 {0.42,0.53}	0.157	0.91
5	0.3(0.26,0.34)	0.23 {0.17,0.28}	0.006	1.33	0.15(0.13,0.17)	0.19 {0.15,0.23}	0.042	0.79	0.55(0.51,0.59)	0.58 {0.52,0.64}	0.243	0.94
6	0.2(0.16,0.24)	0.14(0.1,0.19)	0.009	1.38	0.15(0.12,0.17)	0.18 {0.14,0.22}	0.002	0.81	0.66(0.61,0.7)	0.68 {0.62,0.74}	0.388	0.97
7	0.12(0.09,0.16)	0.09 {0.05,0.12}	0.014	1.43	0.13(0.11,0.16)	0.16(0.12,0.2)	0.154	0.82	0.74(0.7,0.79)	0.75(0.7,0.81)	0.604	0.99
8	0.07(0.04,0.1)	0.05 {0.03,0.07}	0.022	1.47	0.12(0.09,0.14)	0.14(0.1,0.18)	0.183	0.84	0.81(0.77,0.85)	0.81 {0.76,0.86}	0.872	1.00
9	0.04(0.02,0.06)	0.03 {0.01,0.04}	0.034	1.49	0.1(0.07,0.13)	0.12 {0.08,0.16}	0.222	0.84	0.86(0.82,0.9)	0.86(0.81,0.9)	0.863	1.01
10 +	0.02(0.01,0.05)	0.01 {0.01,0.02}	0.049	1.50	0.08(0.05,0.11)	0.1(0.06,0.14)	0.247	0.84	0.9(0.86,0.93)	0.89 {0.85,0.93}	0.655	1.01
Barrier = Lack of places to rest												
1	0.77(0.74,0.79)	0.69 {0.63,0.74}	0.005	1.12	0.09(0.08,0.11)	0.14(0.1,0.17)	0.006	0.68	0.14(0.12,0.16)	0.18 {0.13,0.22}	0.008	0.80
2	0.66(0.64,0.69)	0.57 {0.51,0.63}	0.005	1.16	0.12(0.1,0.13)	0.16(0.13,0.2)	0.008	0.71	0.22(0.2,0.24)	0.26 {0.21,0.31}	0.004	0.84
3	0.54(0.52,0.57)	0.45 {0.39,0.51}	0.006	1.21	0.14(0.12,0.15)	0.18 {0.15,0.22}	0.014	0.74	0.32(0.29,0.34)	0.37 {0.31,0.42}	0.113	0.87
4	0.42(0.38,0.45)	0.53 {0.27,0.79}	0.008	1.26	0.15(0.13,0.17)	0.19 {0.15,0.23}	0.029	0.77	0.45(0.4,0.46)	0.48 {0.42,0.54}	0.161	0.91
5	0.3(0.26,0.34)	0.23 {0.17,0.28}	0.010	1.32	0.15(0.13,0.17)	0.19 {0.15,0.23}	0.060	0.80	0.55(0.51,0.59)	0.58 {0.53,0.64}	0.240	0.94
6	0.2(0.16,0.24)	0.14(0.1,0.19)	0.014	1.38	0.15(0.12,0.17)	0.18 {0.14,0.22}	0.097	0.82	0.66(0.61,0.7)	0.68 {0.62,0.74}	0.371	0.97
7	0.12(0.09,0.16)	0.09 {0.05,0.12}	0.020	1.43	0.13(0.11,0.16)	0.16(0.12,0.2)	0.174	0.84	0.74(0.7,0.79)	0.76(0.7,0.81)	0.565	0.99
8	0.07(0.04,0.1)	0.05 {0.03,0.07}	0.029	1.46	0.12(0.09,0.15)	0.14(0.1,0.18)	0.232	0.85	0.81(0.77,0.85)	0.81 {0.76,0.86}	0.809	1.00
9	0.04(0.02,0.06)	0.03 {0.01,0.04}	0.043	1.48	0.1(0.07,0.13)	0.12 {0.07,0.16}	0.276	0.86	0.86(0.82,0.9)	0.86(0.81,0.9)	0.944	1.00
10 +	0.02(0.01,0.05)	0.01 {0.01,0.02}	0.058	1.50	0.08(0.05,0.11)	0.1(0.06,0.13)	0.305	0.86	0.9(0.86,0.93)	0.89 {0.85,0.93}	0.738	1.01

^c Adjusted on gender, age as a continuous variable, level of education, living alone, frequency of relationships with family members (other than co-residents), with friends and neighbours, number of diagnosed chronic diseases, psychological distress, number of severe functional limitations and all the environmental barriers.

^a We calculated a Relative Adjusted Predictions at Representative values: RAPR = APR (no barrier) / APR (barrier)

^b p-values were used to test whether the differences (MERVs) between the predicted probabilities (APRs) were significantly different from 0.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270258.t003>

Above 6 FLs, individuals with access to higher diversity of food outlets reported fewer OADL difficulties (not significant) and more difficulties without resort to assistance ($p < 0.10$), than those with lower diversity of food outlets. Table 3 indicates that the excess probability of using assistance for those with lower diversity of food outlets in their city decreased gradually with the number of severe FLs (for 1 FL, $RAPR = 14\%/17\% = 0.82$; for 10 FLs, $RAPR = 88\%/91\% = 0.97$). The excess probability of difficulties with no resort to assistance for those with higher diversity of food outlets in their city increased gradually.

Fig 1B shows that the individuals having to use stairs/steps to get out were more likely to have restrictions than those not reporting the use of stairs/steps, whatever the number of FLs;

the excess probability of restrictions increased with the number of FLs. They tended to report more resort to assistance, but only when they had 1–3 FLs; above 3 FLs, the probability of being assisted was still higher but not significantly.

Fig 1C and 1D show that individuals living in poor-quality pedestrian areas and with a lack of places to rest were more likely to have OADL restrictions than those not reporting these environmental barriers, whatever the number of FLs; the excess probability of restrictions substantially increased with the number of FLs (Table 3). Up to 7 FLs, individuals living with these barriers were more likely to report difficulties without resorting to assistance than individuals who did not report these barriers; for 7+ FLs, the difference was no longer significant.

4. Discussion

In this study, we analysed the associations between environmental barriers and OADL restrictions among older adults with one or more severe FLs. We found that the more functional limitations there were, the lower was the probability of having no OADL restrictions, and the higher was the probability of reporting help. Our results also provided further evidence that cities with low diversity of food outlets, poor-quality pedestrian areas, and a lack of places to rest were a challenge for older individuals' outdoor activities. One major contribution of our study is that environmental barriers interact with the gradient of functional status thus contributing to difficulties in OADL from the early stages of functional decline. This result is consistent with the conceptual models of disablement [1, 2] and the *ecological theory of ageing* [3].

Regarding the availability of facilities in the city, our results showed an association between low diversity of food outlets and OADL difficulties (although not statistically significant), as was shown in other studies for shopping restrictions [25, 26, 73]. In addition, individuals having low diversity of food outlets were more likely to have difficulties and receive assistance, even at an early stage in their functional decline and up to the most deteriorated status; but the strength of the association tended to decrease with the number of FLs. Unlike other studies [14, 19, 36], we did not find that barriers became a concern only above a certain severity threshold in functional status. Cities with high diversity of food outlets seemed to preserve the individuals' independence all along the gradient of functional status. Another result suggests an associated mechanism through which the neighbourhood physical environment contributes to functional independence: the most impaired individuals (6+ severe FLs) having high diversity of food outlets had a more marked tendency to experience difficulties, but without resort to assistance. This result is congruent with Brenner and Clarke, who found that areas favouring walking were associated with greater difficulties in activities for women [18]. The authors hypothesized that women living in areas conducive to walking were more likely to travel on foot and therefore be exposed to barriers. Cities with high diversity of food outlets could be an incentive for individuals to keep on shopping independently, even if it becomes difficult. However, as mentioned earlier, our category "difficulty but no resort to assistance" could include unmet needs for assistance. Another explanation would be that well-to-do neighbourhoods with food outlets could attract people who tend to age in place and experience a growing number of functional problems developing over the years. From an intervention standpoint, our results suggest that improving access to food outlets in a neighbourhood could be a step towards preserving independence and reducing the need for assistance for all older people whatever their functional status.

In our study, as in Etman's study [74], general and health facilities were not associated with OADL restrictions. A first hypothesis is that the general and health facilities selected in this study structure older adults' living space less strongly than the food-related facilities. A second hypothesis is the presence of two opposite associations: on the one hand, cities with general

and health facilities provide a protective setting for older people; on the other, cities where many older residents require attention provide better access to health and general services. From a methodological point of view, it is worth noting that in our sample 57% did not have access to "all health facilities" in their cities and 47% did not have "all general facilities" and 39% did not have "all food facilities". The first two categories were less restrictive and may have gathered more heterogeneous situations.

Regarding barriers in the close vicinity, living in a neighbourhood with poor-quality pedestrian areas and lack of places to rest increased the likelihood of having OADL difficulties, as found in other studies [12, 18, 20, 36, 74, 75]. We further evidenced a clear gradient in pressure on individuals with increasing numbers of FLs. Interestingly, up to 6 FLs, individuals with these barriers were more likely to report difficulties without resorting to assistance, with decreasing pressure. After this threshold, although the barriers increased the probability of having difficulties, the distinction between being assisted and coping with difficulties without assistance was not significant. Unlike other studies, we did not observe any significant associations with environmental barriers such as the presence of hills and slopes [17] or the absence/presence of public toilets [76]. Finally, regarding the immediate environment, using stairs/steps to get out lowered the probability of having no OADL restrictions, as found in several studies [12, 14], with increasing pressure with the number of FLs. Up to 3 FLs, individuals were more likely to resort to assistance; above this threshold, we found no significant distinction for being assisted or not. Our results suggest that improving the environment around homes and neighbourhoods could contribute to reducing risks of disability for all older people whatever their functional status. But we did not observe any significant differences on whether individuals used assistance to perform outdoor daily activities, especially when functional status had deteriorated further.

This research presents several limitations. First, our study, as is the case for most of the studies cited here, used cross-sectional datasets [77]. Therefore, we could not identify the cumulate and short-term effects of barriers [4], neither could we disentangle causal and selection effects. The environment could have acted either as a protection or as pressure on individuals. This association could also result from a composition effect: individuals with better socioeconomic resources tend to settle in areas endowed with amenities close by and in safe neighbourhoods, and they are more likely to be healthy and independent [78]. The association could also result from a selection effect, whereby the most independent people tend to move to (or stay in) areas with amenities suited to their needs. Second, the measures of OADL difficulties and environmental barriers in the nearby environment were self-reported and could reinforce one another. Previous studies have shown that individuals with mobility limitations report more environmental barriers in their environment than their counterparts without such limitations [79, 80]. Moreover, individuals who receive assistance could underestimate obstacles. This could explain the fact that these physical barriers did not show any association with the resort to assistance, while this could be expected. Even if some studies have recommended using such measures to integrate individuals' perception as part of their actual context [14, 79, 80], we recognise that the measures could have impacted our conclusions. This was a reason for using several approaches to the barriers with different collection modes, to pinpoint potential methodological issues. Third, the data on facilities, based on driving distance between city hall and facilities, was not optimal as it did not reflect the considerable neighbourhood-level differences within the cities [52, 53]. A finer measure of the walking distances between homes and facilities could yield more precise results, but this city-level approach has already provided convincing data. Fourth, other environmental features have been identified in the literature, but could not be taken into consideration here, such as noisy road traffic [16], access to public transport [12, 81], the aesthetics of the neighbourhood [82], the presence of

green spaces and water [13] and more broadly, high-quality and safe walking areas [75]. Also, we did not have information on how rural or urban the area of residence was, nor on the socio-economic and social context of the city, which could have helped to adjust our model [78]. Unaccounted-for interactions between environmental features (for example, the association between OADL restrictions and good accessibility of food outlets may be stronger in walkable neighbourhoods) and between environmental features and other unmeasured neighbourhood characteristics (such as social cohesion or residential segregation) could also be considered. Fifthly, we did not have information on the nature and level of severity of mental illness or substance use disorders, which could play a role influencing decisions on walking out and shopping, and ultimately on independence, independently from functional status and the neighbourhood physical environment. Finally, in our analyses, we did not have the opportunity to consider racial/ethnic minorities, who can interact differently with environment [83, 84].

Our study highlighted interactions between functional status and environmental barriers in relation to disability which need to be confirmed by future studies in other contexts. To explore the issue further, more systematic and refined measures of the physical, socioeconomic and social context in surveys could help provide a clearer idea of the environmental settings that preserve independence. Further studies could explore how functional status interacts with environmental barriers according to gender, socio-economic resources, and racial/ethnic group.

5. Conclusion

One major contribution of this study was that it has shown that environmental barriers significantly interact with FLs, restricting individuals in OADL. We found consistent evidence for a contribution of environmental barriers to OADL restrictions, whatever the barrier. We found growing pressure from the environment on OADL difficulties according to the number of limitations; unlike previous studies, we did not find a threshold above which barriers mattered. Neighbourhoods endowed with high diversity of food outlets are important for OADL activities from the very early stages of functional decline and all along the gradient. However, we found different conclusions depending on whether or not they favoured the resort to assistance. This was only clearly the case for food outlet diversity, which appeared to preserve functional independence and reduce need for assistance. However, we found that the environmental influence on resort to assistance decreased as we expected, with the severity of the status. In surveys, more refined measures of barriers and further investigations applying an intersectional approach could help provide a clearer idea of the dynamic processes through which neighbourhood contexts and individual characteristics interact to determine functional independence at older ages.

Supporting information

S1 Table. Distribution of difficulties and resort to assistance for each outdoor activity and the summary measure. CARE-Seniors Ménages Survey (60+ with at least 1 FL), 2015, France. (PDF)

S2 Table. Questions and items selected to assess the functional status of the participants. CARE-Seniors Ménages Survey (60+ with at least 1 FL), 2015, France. (PDF)

S3 Table. Relative Adjusted Predictions at Representative values (APRs) of OADL difficulties and resort to assistance, for 1 to 10+ severe FLs (Calculations based on APRs estimated in model 2). CARE-Seniors Ménages Survey (60+ with at least 1 FL) 2015, France. (XLSX)

Author Contributions

Conceptualization: Caroline Laborde, Joël Ankri, Emmanuelle Cambois.

Data curation: Caroline Laborde.

Formal analysis: Caroline Laborde.

Funding acquisition: Caroline Laborde, Joël Ankri, Emmanuelle Cambois.

Methodology: Caroline Laborde, Joël Ankri, Emmanuelle Cambois.

Supervision: Joël Ankri, Emmanuelle Cambois.

Validation: Joël Ankri, Emmanuelle Cambois.

Visualization: Caroline Laborde, Joël Ankri, Emmanuelle Cambois.

Writing – original draft: Caroline Laborde.

Writing – review & editing: Caroline Laborde, Joël Ankri, Emmanuelle Cambois.

References

1. Verbrugge LM, Jette AM. The disablement process. *Soc Sci Med*. 1994; 38: 1–14. [https://doi.org/10.1016/0277-9536\(94\)90294-1](https://doi.org/10.1016/0277-9536(94)90294-1) PMID: 8146699
2. World Health Organization, editor. *International classification of functioning, disability and health: ICF*. Geneva: World Health Organization; 2001.
3. Lawton MP, Nahaw L. Ecology and the aging process. *The psychology of adult development and aging*. Washington, DC, US: American Psychological Association; 1973. pp. 619–674. <https://doi.org/10.1037/10044-020>
4. Fletcher J, Jung D. Assessing cumulative neighborhood effects on adult health. *PLOS ONE*. 2019; 14: e0213204. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213204> PMID: 31017907
5. Bowling A, Stafford M. How do objective and subjective assessments of neighbourhood influence social and physical functioning in older age? Findings from a British survey of ageing. *Soc Sci*. 2007; 17. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2007.03.009> PMID: 17433509
6. Glass TA, Balfour JL. *Neighborhoods, Aging, and Functional Limitations*. *Neighborhoods and Health*. Oxford University Press; 2003. Available: <https://oxford.universitypressscholarship.com/view/10.1093/acprof:oso/9780195138382.001.0001/acprof-9780195138382-chapter-14>
7. Diaz Roux AV. Neighborhoods and Health: What Do We Know? What Should We Do? *Am J Public Health*. 2016; 106: 430–431. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2016.303064> PMID: 26865960
8. Lehning AJ, Smith RJ, Dunkle RE. Age-Friendly Environments and Self-Rated Health: An Exploration of Detroit Elders. *Res Aging*. 2014; 36: 72–94. <https://doi.org/10.1177/0164027512469214> PMID: 25651801
9. Fortune N, Singh A, Badiand H, Stancliffe RJ, Llewellyn G. Area-Level Associations between Built Environment Characteristics and Disability Prevalence in Australia: An Ecological Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217844> PMID: 33114716
10. Tsaphat S, Peltzer K, Thamma-Aphiphol K, Suthisukon K. The Role of Age-Friendly Environments on Quality of Life among Thai Older Adults. *Int J Environ Res Public Health*. 2017; 14. <https://doi.org/10.3390/ijerph14030282> PMID: 28282942
11. Moran MR, Werner P, Doron I, HaGani N, Benvenist Y, King AC, et al. Exploring the Objective and Perceived Environmental Attributes of Older Adults' Neighborhood Walking Routes: A Mixed Methods Analysis. *J Aging Phys Act*. 2017; 25: 420–431. <https://doi.org/10.1123/japa.2016-0165> PMID: 27992252
12. Cerin E, Sit CHP, Barnett A, Johnston JM, Cheung M-C, Chan W-M. Ageing in an ultra-dense metropolis: perceived neighbourhood characteristics and utilitarian walking in Hong Kong elders. *Public Health Nutr*. 2014; 17: 225–232. <https://doi.org/10.1017/S1368880012003862> PMID: 22906505
13. Keskinen KE, Rantakokko M, Suomi K, Rantanen T, Portegijs E. Nature as a facilitator for physical activity: Defining relationships between the objective and perceived environment and physical activity among community-dwelling older people. *Health Place*. 2018; 49: 111–119. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2017.12.003> PMID: 29306140

14. Portegijs E, Rantakokko M, Viljanen A, Rantanen T, Iwarsson S. Perceived and objective entrance-related environmental barriers and daily out-of-home mobility in community-dwelling older people. *Arch Gerontol Geriatr*. 2017; 69: 69–76. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2016.11.011> PMID: 27889590
15. Okoye SM, Samuel LJ, Fabius C, Mulcahy J, Reider LM, Szanton SL, et al. Home and Neighborhood Context of Falls Among Black and White Older Americans. *J Aging Health*. 2021; 8982643211009436. <https://doi.org/10.1177/08982643211009436> PMID: 33877940
16. Rantakokko M, Mänty M, Iwarsson S, Törmäkangas T, Leinonen R, Heikkinen E, et al. Fear of moving outdoors and development of outdoor walking difficulty in older people. *J Am Geriatr Soc*. 2009; 57: 634–640. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2009.02180.x> PMID: 19392955
17. Danielewicz AL, d'Orsi E, Boing AF. Association between built environment and the incidence of disability in basic and instrumental activities of daily living in the older adults: Results of a cohort study in southern Brazil. *Prev Med*. 2018; 115: 119–125. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2018.08.016> PMID: 30149036
18. Brenner AB, Clarke PJ. Difficulty and independence in shopping among older Americans: More than just leaving the house. *Disabil Rehabil*. 2019; 41: 191–200. <https://doi.org/10.1080/09638288.2017.1398785> PMID: 29117730
19. Clarke P, George LK. The role of the built environment in the disablement process. *Am J Public Health*. 2005; 95: 1933–1939. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2004.054494> PMID: 16195520
20. Beard JR, Blaney S, Cerdá M, Frye V, Lovasi GS, Ompad D, et al. Neighborhood Characteristics and Disability in Older Adults. *J Gerontol Ser B*. 2009; 64B: 252–257. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbn018> PMID: 19181694
21. Freedman VA, Grafova IB, Schoeni RF, Rogowski J. Neighborhoods and disability in later life. *Soc Sci Med*. 1982; 2008: 66: 2253–2267. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2008.01.013> PMID: 18329148
22. Thornton CM, Kerr J, Conway TL, Saalens BE, Sallis JF, Ahn DK, et al. Physical Activity in Older Adults: an Ecological Approach. *Ann Behav Med Publ Soc Behav Med*. 2017; 51: 159–169. <https://doi.org/10.1007/s12160-016-9837-1> PMID: 27580568
23. Levasseur M, Gagnéux M, Bruneau J-F, Vanasse A, Chabot É, Beaulac C, et al. Importance of proximity to resources, social support, transportation and neighborhood security for mobility and social participation in older adults: results from a scoping study. *BMC Public Health*. 2015; 15: 503. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1824-0> PMID: 26002342
24. Lu Y, Chen L, Yang Y, Gou Z. The Association of Built Environment and Physical Activity in Older Adults: Using a Citywide Public Housing Scheme to Reduce Residential Self-Selection Bias. *Int J Environ Res Public Health*. 2018; 15. <https://doi.org/10.3390/ijerph15091973> PMID: 30201927
25. Ishikawa M, Yokoyama T, Nakaya T, Fukuda Y, Takemi Y, Kusama K, et al. Food Accessibility and Perceptions of Shopping Difficulty among Elderly People Living Alone in Japan. *J Nutr Health Aging*. 2016; 20: 904–911. <https://doi.org/10.1007/s12603-015-0694-6> PMID: 27791220
26. Matsumoto H, Igarashi A, Suzuki M, Yamamoto-Mitani N. Association between neighbourhood convenience stores and independent living in older people in Japan. *Australas J Ageing*. 2019; 38: 116–123. <https://doi.org/10.1111/ajag.12607> PMID: 30701659
27. Ory MG, Towne SD, Won J, Forjuoh SN, Lee C. Social and environmental predictors of walking among older adults. *BMC Geriatr*. 2016; 16: 155. <https://doi.org/10.1186/s12877-016-0327-x> PMID: 27553668
28. Van Holle V, Van Cauwenberg J, De Bourdeaudhuij I, Deforche B, Van de Weghe N, Van Dyck D. Interactions between Neighborhood Social Environment and Walkability to Explain Belgian Older Adults' Physical Activity and Sedentary Time. *Int J Environ Res Public Health*. 2016; 13. <https://doi.org/10.3390/ijerph13060569> PMID: 27338426
29. Van Cauwenberg J, De Donder L, Clarys P, De Bourdeaudhuij I, Buffel T, De Witte N, et al. Relationships between the perceived neighborhood social environment and walking for transportation among older adults. *Soc Sci Med*. 2014; 104: 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2013.12.016> PMID: 24581058
30. Xiao Q, Keagle SK, Berrigan D, Matthews CE. A prospective investigation of neighborhood socioeconomic deprivation and physical activity and sedentary behavior in older adults. *Prev Med*. 2018; 111: 14–20. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2018.02.011> PMID: 29454077
31. Levasseur M, Gauvin L, Richard L, Kestens Y, Daniel M, Payette H, et al. Associations between perceived proximity to neighborhood resources, disability, and social participation among community-dwelling older adults: results from the VoisiNuAge study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011; 92: 1979–1986. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.06.035> PMID: 22133245
32. Gong Y, Gallacher J, Palmer S, Fone D. Neighbourhood green space, physical function and participation in physical activities among elderly men: the Caerphilly Prospective study. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2014; 11: 40. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-11-40> PMID: 24646136

PLOS ONE

Environmental barriers and functional independence

33. Van Holle V, Van Cauwenberg J, Gheysen F, Van Dyck D, Deforche B, Van de Weghe N, et al. The Association between Belgian Older Adults' Physical Functioning and Physical Activity: What Is the Moderating Role of the Physical Environment? *PLoS One*. 2018; 11: e0148398. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148398> PMID: 29872017
34. Bailfour JL, Kaplan GA. Neighborhood Environment and Loss of Physical Function in Older Adults: Evidence from the Alameda County Study. *Am J Epidemiol*. 2002; 155: 507–515. <https://doi.org/10.1093/aje/kw155.6.507> PMID: 11882524
35. de Keijzer C, Tonne C, Basagaña X, Valentín A, Singh-Manoux A, Alonso J, et al. Residential Surrounding Greenness and Cognitive Decline: A 10-Year Follow-up of the Whitehall II Cohort. *Environ Health Perspect*. 2018; 126: 077003. <https://doi.org/10.1289/EHP2875> PMID: 30028296
36. Clarke P, Alishire JA, Bader M, Morenoff JD, House JS. Mobility Disability and the Urban Built Environment. *Am J Epidemiol*. 2008; 168: 506–513. <https://doi.org/10.1093/aje/kwn185> PMID: 18667526
37. Carrère A, Haag O, Soulier N. VQS and CARE surveys or how to take into account the selection of dependent samples within the framework of the NCEE? Statistical Methodology Days. Paris, France: INSEE; 2015. Available: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01182199>
38. Nagi SZ. An epidemiology of disability among adults in the United States. *Milbank Mem Fund Q Health Soc*. 1976; 54: 439–467. PMID: 137366
39. Wood PHN, Badley EM. An epidemiological appraisal of disablement. Bennett A.E. (ed). *Recent Advances in Community Medicine*. Bennett, A.E. (ed). Edinburgh: Churchill Livingstone; 1978. pp. 149–173. Available: https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Recent%20advances%20in%20community%20medicine&pages=149-173&publication_year=1978&author=Wood%20P&author=Badley%20E
40. Katz S, Ford AB, Moskowitz RW, Jackson BA, Jaffe MW. Studies of illness in the aged. The index of ADL: A standardized measure of biological and psychological function. *JAMA*. 1963; 185: 914–919. <https://doi.org/10.1001/jama.1963.03060120024016> PMID: 14044222
41. Lawton MP, Brody EM. Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. *The Gerontologist*. 1969; 9: 179–186. PMID: 5349366
42. Albirola E, Aldeghi I, Baillet J, Berhuet S, Brice Mansencal L, Brosseau R, et al. DIGITAL BAROMETRE 2019: Dissemination survey information and communication in the French company in 2019. *Crédoc*; 2019 p. 250.
43. Sheehan CM, Tucker-Drob EM. Gendered Expectations Distort Male–Female Differences in Instrumental Activities of Daily Living in Later Adulthood. *J Gerontol Ser B*. 2019; 74: 715–723. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbw209> PMID: 28158847
44. Freedman VA, Kasper JD, Comman JC, Agree EM, Bandeen-Roche K, Mor V, et al. Validation of New Measures of Disability and Functioning in the National Health and Aging Trends Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2011; 66A: 1013–1021. <https://doi.org/10.1093/gerona/glr087> PMID: 21715647
45. Norbum JEK, Bernard SL, Konrad TR, Woomert A, Defriese GH, Kalsbeek WD, et al. Self-care and assistance from others in coping with functional status limitations among a national sample of older adults. *J Gerontol Soc Sci*. 1995; 101–109. <https://doi.org/10.1093/geronb/50b.2.e101> PMID: 7757838
46. Marfeo EE, NIP, Keeney T, Jette A. Measuring Activity Limitations Within the National Health and Aging Trends Study (NHATS). *The Gerontologist*. 2020; 60: e11–e19. <https://doi.org/10.1093/geront/gnz010> PMID: 30889237
47. Cranswick K, Dosman D. Eldercare: What we know today. *Can Soc Trends—Stat Can*. 2008; 86: 11.
48. Bohns VK, Flynn FJ. “Why didn’t you just ask?” Underestimating the discomfort of help-seeking. *J Exp Soc Psychol*. 2010; 46: 402–409. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2009.12.015>
49. Liu Y-H, Chang H-J, Huang C-C. The Unmet Activities of Daily Living (ADL) Needs of Dependent Elders and their Related Factors: An Approach from Both an Individual- and Area-Level Perspective. *Int J Gerontol*. 2012; 6: 163–168. <https://doi.org/10.1016/j.ijge.2012.05.009>
50. Agree EM, Freedman VA. A Comparison of Assistive Technology and Personal Care in Alleviating Disability and Unmet Need. *The Gerontologist*. 2003; 43: 335–344. <https://doi.org/10.1093/geront/43.3.335> PMID: 12810897
51. Verbrugge LM, Rannert C, Madans JH. The great efficacy of personal and equipment assistance in reducing disability. *Am J Public Health*. 1997; 87: 384–392. <https://doi.org/10.2105/ajph.87.3.384> PMID: 9096538
52. Apparicio P, Abdelmajid M, Riva M, Shearman R. Comparing alternative approaches to measuring the geographical accessibility of urban health services: Distance types and aggregation-error issues. *Int J Health Geogr*. 2008; 7: 7. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-7-7> PMID: 18282284

53. Bissonnette L, Wilson K, Bell S, Shah TI. Neighbourhoods and potential access to health care: The role of spatial and aspatial factors. *Health Place*. 2012; 18: 841–853. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2012.03.007> PMID: 22503565
54. Levy D. Territorial disparities in access to services for people aged 60 or over. *Retraite Soc*. 2018;N° 79: 113–123.
55. Connolly D, Garvey J, McKee G. Factors associated with ADL/IADL disability in community dwelling older adults in the Irish longitudinal study on ageing (TILDA). *Disabil Rehabil*. 2017; 39: 809–816. <https://doi.org/10.3109/09638288.2016.1161848> PMID: 27045728
56. Black K, Jester DJ. Examining Older Adults' Perspectives on the Built Environment and Correlates of Healthy Aging in an American Age-Friendly Community. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17. <https://doi.org/10.3390/ijerph17197056> PMID: 32992480
57. Serrano-Alarcón M, Perelman J. Ageing under unequal circumstances: a cross-sectional analysis of the gender and socioeconomic patterning of functional limitations among the Southern European elderly. *Int J Equity Health*. 2017; 16: 175. <https://doi.org/10.1186/s12939-017-0673-0> PMID: 28974223
58. Zhong Y, Wang J, Nicholas S. Gender, childhood and adult socioeconomic inequalities in functional disability among Chinese older adults. *Int J Equity Health*. 2017; 16. <https://doi.org/10.1186/s12939-017-0662-3> PMID: 28855465
59. Bleijenberg N, Zuthoff NPA, Smith AK, de Wit NJ, Schuurmans MJ. Disability in the Individual ADL, IADL, and Mobility among Older Adults: A Prospective Cohort Study. *J Nutr Health Aging*. 2017; 21: 897–903. <https://doi.org/10.1007/s12603-017-0891-6> PMID: 28972242
60. Liu SY, Chavan NR, Glymour MM. Type of high-school credentials and older age ADL and IADL limitations: is the GED credential equivalent to a diploma? *The Gerontologist*. 2013; 53: 326–333. <https://doi.org/10.1093/geronl/gns077> PMID: 22859434
61. UNESCO Institute for Statistics. International standard classification of education: ISCED 2011. Montreal, Quebec: UNESCO Institute for Statistics; 2012.
62. Henning-Smith C, Shippee T, Capistrant B. Later-Life Disability in Environmental Context: Why Living Arrangements Matter. *The Gerontologist*. 2018; 58: 853–862. <https://doi.org/10.1093/geronl/gnx019> PMID: 28379425
63. Galof K, Žnidarič A, Balantič Z. Independence and Caregiver Preferences Among Community-Dwelling Older People in Slovenia: A Cross-Sectional Study. *Inq J Med Care Organ Provis Financ*. 2019; 58. <https://doi.org/10.1177/0046958019869155> PMID: 31394962
64. d'Orsi E, Xavier AJ, Steptoe A, de Oliveira C, Ramos LR, Orrell M, et al. Socioeconomic and lifestyle factors related to instrumental activity of daily living dynamics: results from the English Longitudinal Study of Ageing. *J Am Geriatr Soc*. 2014; 62: 1630–1639. <https://doi.org/10.1111/jgs.12990> PMID: 25243677
65. Jekel K, Damian M, Wattmo C, Hausner L, Bullock R, Connolly PJ, et al. Mild cognitive impairment and deficits in instrumental activities of daily living: a systematic review. *Alzheimers Res Ther*. 2015; 7. <https://doi.org/10.1186/s13195-015-0099-0> PMID: 25815063
66. Pope D, Tisdal R, Middleton J, Verma A, van Ameijden E, Birt C, et al. Quality of and access to green space in relation to psychological distress: results from a population-based cross-sectional study as part of the EURO-URHIS 2 project. *Eur J Public Health*. 2018; 28: 35–38. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckx094> PMID: 28172941
67. Wang K, Lombard J, Rundek T, Dong C, Gutierrez CM, Byrne MM, et al. Relationship of Neighborhood Greenness to Heart Disease in 249 405 US Medicare Beneficiaries. *J Am Heart Assoc*. 2019; 8: e010258. <https://doi.org/10.1161/JAHA.118.010258> PMID: 30835593
68. Briggs AC, Black AW, Lucas FL, Biewers AE, Fairfield KM. Association between the food and physical activity environment, obesity, and cardiovascular health across Maine counties. *BMC Public Health*. 2019; 19: 374. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-6884-6> PMID: 30943942
69. Mezuk B, Li X, Cederin K, Rice K, Sundquist J, Sundquist K. Beyond Access: Characteristics of the Food Environment and Risk of Diabetes. *Am J Epidemiol*. 2016; 183: 1129–1137. <https://doi.org/10.1093/aje/kwv318> PMID: 27240801
70. Friedman B, Heisel M, Delavan R. Validity of the SF-36 Five-Item Mental Health Index for Major Depression in Functionally Impaired, Community-Dwelling Elderly Patients. *J Am Geriatr Soc*. 2005; 53: 1978–1985. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.00469.x> PMID: 16274382
71. Strand BH, Dalgard OS, Tambo K, Rognerud M. Measuring the mental health status of the Norwegian population: A comparison of the instruments SCL-25, SCL-10, SCL-5 and MH-5 (SF-36). *Nord J Psychiatry*. 2003; 57: 113–118. <https://doi.org/10.1080/08039480310000932> PMID: 12745773

72. Bommann L, Williams R. How to calculate the practical significance of citation impact differences? An empirical example from evaluative institutional bibliometrics using adjusted predictions and marginal effects. *J Informatr*. 2013; 7: 562–574. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2013.02.005>
73. Ishikawa M, Yokoyama T, Takami Y, Fukuda Y, Nakaya T, Kusama K, et al. Association between Satisfaction with State of Health and Meals, Physical Condition and Food Diversity, Health Behavior, and Perceptions of Shopping Difficulty among Older People Living Alone in Japan. *J Nutr Health Aging*. 2017; 21: 514–520. <https://doi.org/10.1007/s12603-016-0824-9> PMID: 28448081
74. Etman A, Kamphuis CBM, Plerik FH, Burdorf A, Van Lenthe FJ. Residential area characteristics and disabilities among Dutch community-dwelling older adults. *Int J Health Geogr*. 2016; 15: 42. <https://doi.org/10.1186/s12942-016-0070-8> PMID: 27846880
75. Mitra R, Siva H, Kohler M. Walk-friendly suburbs for older adults? Exploring the enablers and barriers to walking in a large suburban municipality in Canada. *J Aging Stud*. 2015; 35: 10–19. <https://doi.org/10.1016/j.jaging.2015.07.002> PMID: 26568210
76. Röhr S, Rodriguez FS, Siemensmayer R, Müller F, Romero-Ortuno R, Riedel-Heller SG. How can urban environments support dementia risk reduction? A qualitative study. *Int J Geriatr Psychiatry*. 2021. <https://doi.org/10.1002/gps.5626> PMID: 34571579
77. Danielewicz AL, dos Anjos JC, Bastos JL, Boing AC, Boing AF. Association between socioeconomic and physical/built neighborhoods and disability: A systematic review. *Prev Med*. 2017; 99: 118–127. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.02.014> PMID: 28216376
78. Roux AVD, Mair C. Neighborhoods and health. *Ann N Y Acad Sci*. 2010; 1186: 125–145. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.05333.x> PMID: 20201871
79. Rantakokko M, Iwarsson S, Portegijs E, Viljanen A, Rantanen T. Associations between environmental characteristics and life-space mobility in community-dwelling older people. *J Aging Health*. 2015; 27: 606–621. <https://doi.org/10.1177/0898264314555328> PMID: 25326130
80. Rantakokko M, Portegijs E, Viljanen A, Iwarsson S, Kauppinen M, Rantanen T. Perceived environmental barriers to outdoor mobility and changes in sense of autonomy in participation outdoors among older people: a prospective two-year cohort study. *Aging Ment Health*. 2017; 21: 805–809. <https://doi.org/10.1080/13607863.2016.1159281> PMID: 26979293
81. Cerin E, Sit CHP, Barnett A, Cheung M, Chan W. Walking for recreation and perceptions of the neighborhood environment in older Chinese urban dwellers. *J Urban Health Bull N Y Acad Med*. 2013; 90: 56–66. <https://doi.org/10.1007/s11524-012-9704-8> PMID: 22678651
82. Van Holle V, Deforche B, Van Cauwenberg J, Goubert L, Maes L, Van de Weghe N, et al. Relationship between the physical environment and different domains of physical activity in European adults: a systematic review. *BMC Public Health*. 2012; 12: 807. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-807> PMID: 22992438
83. Morgan Hughey S, Kaczynski AT, Child S, Moore JB, Porter D, Hibbert J. Green and lean: Is neighborhood park and playground availability associated with youth obesity? Variations by gender, socioeconomic status, and race/ethnicity. *Prev Med*. 2017; 95 Suppl: S101–S108. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.11.024> PMID: 27932053
84. Schüle SA, Bolte G. Interactive and independent associations between the socioeconomic and objective built environment on the neighbourhood level and individual health: a systematic review of multilevel studies. *PLoS One*. 2015; 10: e0123456. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123456> PMID: 25849569

ANNEXE 3. ENVIRONNEMENT RESIDENTIEL, NIVEAU DE DIPLOME ET PERTE D'AUTONOMIE FONCTIONNELLE : ARTICLE SCIENTIFIQUE (ETUDE 3)

Title

Laborde C. Do barrier-free neighbourhoods foster functional independence equally among older people with lower and higher educational status?

Abstract

Background Preventing the loss of functional independence (FI) among functionally limited older people is a major public health concern. Because environmental barriers interfere with people's functioning, one option to foster their FI is to improve the built features of their neighbourhood. It is however not known whether the benefits would be spread evenly across all social groups. We explored the interactions between educational levels and environmental barriers for FI.

Methods The CARE-Ménages survey (2015) assessed the functional health of the French population aged 60+ living in private homes (n=10,628). We selected people with severe functional limitations (SFLs) (n=7,451). We constructed a 3-level indicator of FI based on self-reported difficulties in performing a range of outdoor activities of daily living (OADL): no difficulties, difficulties but no resort to assistance, resort to assistance. Environmental barriers were characterised by 3 self-reported indicators (stairs/steps to go out; poor-quality pedestrian areas; no places to rest) and a contextual indicator (low diversity of food outlets in the city). We used multinomial logistic regression models stratified by gender.

Results The less educated men and women with SFLs were more likely to report difficulties and assistance in OADL than the more educated. The magnitudes of educational differences did not vary notably across areas with and without barriers. Almost no variation was observed in the association between environmental barriers and FI across educational levels, even if the association tended to be slightly stronger among the less educated.

Conclusion Barrier-free environments fostered FI among all older people with SFLs, without strong evidence for education-specific benefits. Improving built environments appears not to add to the educational differentials in FI among functionally limited older people and could tend to decrease them. Besides interventions to prevent the onset of SFLs, improving built environments appears to be a universal action prolonging FI for all.

Keywords

Functional independence; Disability; Neighbourhood built environment; Educational inequalities; Older age

1. Introduction

Maintaining older adults' functional independence (FI) is a key objective to promote quality of life and reduce growing needs for human assistance. FI is defined as the ability to perform daily activities without human assistance, and involves complex and dynamic interactions between functional health, personal resources and environmental barriers (Lawton and Nahemow 1973; Verbrugge and Jette 1994; World Health Organization 2001). The built features of the places where older adults live can have an impact on the onset of functional decline among healthy individuals (Balfour and Kaplan 2002), and later, on the consequences of impairments in terms of disability or FI (Clarke et al. 2008; Laborde et al. 2022). Besides interventions to limit the onset of functional limitations (FLs), the incidence of which accelerates with age (Liang et al. 2003), interventions are needed to help older people deal with these limitations. In this context, improving the built features of the neighbourhood could be part of the policies to contain the levels of functional dependency despite common age-related disorders. However, it is not clear whether, among older people with FLs, an improved environment would benefit all social groups evenly, nor whether it could increase or decrease social inequalities in FI.

Environmental barriers such as poor access to food outlets (Matsumoto et al. 2019; Laborde et al. 2022) or to local services (Danielewicz et al. 2017), inadequate/unsafe pedestrian infrastructures (Brenner and Clarke 2019; Laborde et al. 2022), poor street connectivity (Freedman et al. 2008), and the presence of steps, hills or slopes (Danielewicz et al. 2018; Laborde et al. 2022) can restrict older people with FLs in walking around independently and performing daily outdoor activities on their own. However, the options and decisions relating to walking out and shopping can also be affected by the neighbourhood social context (for instance in terms of safety or social cohesion) (Ory et al. 2016), macroeconomic factors (such as area-level deprivation) (Brenner and Clarke 2019) and socioeconomic barriers (such as food prices). However, neighbourhood built features seem to remain associated with disability, even after taking the socio-economic context of the neighbourhood into account (Brenner and Clarke 2019).

Although evidence on the role of the neighbourhood built environment for FI is accumulating, some gaps persist. To date, the measures of disability used to test associations with built environments have not always referred to activities that can be directly impacted by the outdoor environment. Furthermore, social differences in the effects on disability of neighbourhood built environments have been understudied. We found no study focusing on how the neighbourhood built environment interacts with individual socio-economic status (SES) in FI. And yet individual SES plays a massive role in the disablement process: both in the onset of FLs (Serrano-Alarcón and Perelman 2017) and in the ability to maintain activities despite FLs (Arrighi et al. 2017). Most studies investigating these interactions have focused on other health outcomes (Smith et al. 2017; Jones et al. 2021; Gullon et al. 2021).

The built features of a neighbourhood could have differing effects on high- and low-SES individuals with FLs in their options and decisions concerning walking out, shopping, and

consequently in maintaining their FI. The collective resource model (Stafford and Marmot 2003) states that the benefits of living in areas without barriers could be greater among low-SES individuals; they may be more dependent on local resources, while high-SES individuals have more private resources to access goods and services outside their neighbourhood. Conversely, the relative deprivation hypothesis (Stafford and Marmot 2003) suggests that benefits may be greater among high-SES individuals, whose individual resources help them take better advantage of local resources. Previous studies considering social variations in the associations between health and neighbourhood built environment have reached no congruent conclusions. Some studies suggested greater environment-related health benefits for the least socially advantaged people (Pan et al. 2021; Adhikari et al. 2021); but others estimated greater benefits for the more advantaged individuals (Smith et al. 2017; Lin et al. 2021a). Finally several studies found no statistical differences in the built environment-health association in terms of individual SES (Schüle and Bolte 2015; Jones et al. 2021). This absence of social differences could be partly explained by an underestimation of the neighbourhood effects that generally draw less attention in surveys than individual characteristics (Macintyre and Ellaway 2003). Furthermore, residential segregation – a small number of high-SES individuals in underprivileged areas and low-SES people in affluent areas – could limit analyses and the production of robust findings (Stafford and Marmot 2003).

Data from the CARE-Ménages survey on French older adults was used to assess whether and how the association between the environmental barriers and FI varied across educational levels (used as a proxy for SES) using several measures of environmental barriers. This dataset enabled to select outdoor activities of daily living (OADLs) and to focus on older people who have already entered the disablement process. We hypothesized that living in areas with environmental barriers presented more disadvantages for the less educated older adults (more dependent on the neighbourhood) than for the more educated (more likely to adapt by drawing on private resources). We hypothesized that living in barrier-free environments was more beneficial to the less educated than to the more educated; and that consequently living in barrier-free environments cushioned educational inequalities in FI. But we also hypothesized that these variations across educational levels might be small: once FLs have occurred, all older adults might become particularly dependent on their neighbourhood for outdoor activities, whatever their personal resources, because of environmental constraints (stairs, poor pedestrian areas...).

2. Methods

2.1. Study population

The CARE-Ménages (Capacity, Aids and REsources) survey was a French cross-sectional survey conducted in 2015 by the statistical department of the French Ministry of Health (Drees), assessing the functional health of men and women aged 60+. The survey adopted the International Classification of Functioning (Verbrugge and Jette 1994; World Health Organization 2001) as a conceptual framework, making it possible to highlight the likelihood

of being restricted and resorting to assistance among people with FLs. The sample was representative of the population living in private homes (N=10,628). People with FLs were oversampled, on the basis of a screening survey conducted in 2014 (Carrère et al. 2015). The participation rate was 71%. Weights were applied to account for non-response and unequal probabilities of sampling (by gender, age, and functional status). The CARE Seniors survey was compulsory, recognised as being in the public interest, and approved for its statistical quality by the CNIS (National council for statistical information). All participants were informed before data collection and, in accordance with the General Data Protection Regulation (GDPR), they have a right of access and rectification.

2.2. Measures

2.2.1. Functional independence

Functional independence (FI) was measured using different questions on difficulties in performing elementary and instrumental activities of daily living (ADL and IADL) (Katz et al. 1963; Lawton and Brody 1969). Participants were asked whether they had difficulties (none, some, a lot, cannot do it alone) in performing activities on their own (even when using their usual aids). Those who answered positively were asked whether they had received assistance from someone else for the activity. They were also asked whether their difficulties were "mainly because of their health status or their age" to take account of gender inequalities in taking responsibility for shopping or carrying out administrative procedures in daily life (Sheehan and Tucker-Drob 2019).

For our study, we selected four outdoor activities of daily living (OADL) to focus on activities adapted to the neighbourhood built environment: shopping, getting out of the house, using public transport, carrying out administrative procedures (access to the post office or the bank can condition this last activity, as half of the French people aged 70 or over do not use the Internet (Albérola et al. 2019)). For each outdoor activity, we constructed a measure classifying participants into three categories (Supplementary Table 1): no difficulties; difficulties but no resort to assistance; resort to assistance. As with previous studies (Freedman et al. 2011b; Brenner and Clarke 2019; Laborde et al. 2022), we combined answers for each outdoor activity and retained the lowest performance to create a summary measure. We obtained a 3-level indicator identifying participants who resorted to help or had difficulties (with aids if used): no OADL difficulties; difficulties but no resort to assistance; resort to assistance. This indicator considers the use of usual aids in the assessment of activity restrictions, since they can compensate for FLs and make it possible to remain independent (Verbrugge et al. 1997).

These three levels could reflect a severity gradient: individuals reporting assistance might be more severely restricted than those who do not, even if they had difficulty performing the activity. But the two categories with or without resort to assistance clearly integrated more heterogeneous populations: (1) the category "difficulties but no resort to assistance" could include individuals who underestimated the assistance received because it seemed natural to

them, and also people whose needs for assistance had not been met (Bohns and Flynn 2010); (2) the category “resort to assistance” could also include individuals that were assisted but did not necessarily need it.

2.2.2. Educational level

We used educational level as a proxy for individuals' SES. The literature has highlighted persistent educational inequalities in functional decline (Serrano-Alarcón and Perelman 2017) and in the ability to achieve functional improvements (Arrighi et al. 2017). This independent variable was measured according to the International Standard Classification of Education (ISCED 2011): low educational level (ISCED 0), medium educational level (ISCED 1-2), high educational level (ISCED 3-8) (UNESCO Institute for Statistics 2012). Because of the distribution of this variable in our sample (Table 1), we chose to dissociate ISCED 0 and ISCED 1-2, but to group ISCED 3-8 together.

2.2.3. Functional limitations (FLs)

The CARE-Ménages survey also comprises several measures of FLs, based on Nagi's indicators (Nagi 1976). Participants were asked whether they could perform basic tasks (no difficulty, some difficulty, not able at all), such as walking 500 meters on flat terrain without the help of anyone or hearing a conversation (with usual aids). In this study, we selected nineteen motor, sensory and cognitive limitations (Supplementary Table 2). To focus on the most critical situations, we considered severe functional limitations (SFLs) corresponding to the answers “yes, with some difficulty” or “not able at all”. Given the marked social variation in exposure to FLs (Serrano-Alarcón and Perelman 2017), confirmed with this dataset, the least educated participants had a higher probability of being included in our analysis sample than the most educated.

2.2.4. Environmental barriers

We used four measures of environmental barriers associated with difficulties in living independently used in previous studies (Laborde et al. 2022): the presence of stairs/steps between the home and the street (Portegijs et al. 2017); poor-quality pedestrian areas (Brenner and Clarke 2019); lack of places to rest (Rantakokko et al. 2016); low diversity of food outlets in the city of residence (Matsumoto et al. 2019).

Firstly, we selected three self-reported indicators: (1) stairs/steps between their home and the street; being hampered in walking around because of (2) poor-quality pedestrian areas and (3) lack of places to rest. Using these indicators, we constructed three dummy measures on the presence of barriers to getting outside and walking around. For the two latter indicators, the respondents were to report situations that had an impact on their ability to walk outside. It is worth noting that the presence of FLs may have objectivized environmental barriers and reinforced the associations observed. However, Portegijs showed a close link between the

perceptions older people had of barriers and the objective presence of barriers, whatever their functional status (Portegijs et al. 2017). In contrast, for the first indicator, the respondents were not asked whether the presence of stairs/steps caused them difficulties, and it should be more neutral with respect to the respondents' functional status.

Finally, we created another dummy variable (4) "high vs. low diversity of food outlets" using a contextual dataset matched *a posteriori* with the CARE-Ménages survey using the respondent's city/town. This dataset included the driving distance between the city centre (town hall) and food outlets (grocery stores, bakeries, restaurants, and supermarkets). The national institute of statistics and economic studies (Insee) calculates this distance by considering the driving distance to be zero if a facility is available within the city. Information on the driving or walking distance from the individual homes within the city was not available (Apparicio et al. 2008); neither was information on the city (size, rural or urban locations). Because many distances equal to zero, corresponding to people living in cities with food outlets, we divided the sample into those living in cities with all food outlets (high diversity) and those with few food outlets (low diversity).

2.2.5. Covariates

We adjusted for individual factors that could influence disability and resort to assistance, perceptions of the quality of the environment, and the characteristics of the environment in which the individuals were living. We considered age (as a continuous variable) as well as health status, which tended to be better among more highly-educated people (even among people with at least one SFL) and among neighbourhood built environments with protective features (Roux et al. 2009): (self-report) the number of diagnosed chronic diseases in the past 12 months; the five-item Mental Health Inventory score (MHI-5) (below 56) (Friedman et al. 2005); the number of SFLs (as a continuous variable). We considered contact with relatives, which could differ between the actual and perceived levels of resort to assistance: "living alone" (dummy variable); and frequency of relationships and contacts with family members, friends, and neighbours in the past 12 months.

2.3. Analysis

We first analysed the characteristics of the study sample by educational level (chi-square tests to compare categorical variables; adjusted Wald tests to compare continuous variables). We then used multinomial logistic regression models to examine the association between educational levels and FI (no OADL difficulties; difficulties but no resort to assistance; resort to assistance). Model 1 estimated the probability of FI according to educational status, adjusted on covariates. We used only the covariates that had a significant association with FI in univariate analysis ($p < 0.05$). Model 2 further included the four measures of environmental barriers. We compared the magnitudes of the adjusted educational differences, measured using Average Marginal Effects (AMEs) (Williams 2012), derived from models 1 and 2.

With model 3, we then tested the effect modification of each environmental barrier on the education-FI association. We calculated the Marginal Effects at Representative Values (MERs) derived from model 3 to see how educational differences differed according to the presence/absence of environmental barriers. As the MERs were estimated from a single model, we were able to compare them (Williams 2012). In the same way, Model 4 tested the effect modification of educational level on the barriers-FI association. All analyses were stratified by gender, as previous research has suggested that women were more sensitive to the built environment (Visagie et al. 2017), particularly for shopping (Ishikawa et al. 2016). Normalized sampling weights were applied to all analyses to take account of the CARE-Ménages study design.

We conducted sensitivity analyses to assess the robustness of our findings. Firstly, we repeated the analyses using other environmental barriers such as low diversity of general and health facilities, the presence of hills/slopes and the lack of public toilets. Secondly, we produced analyses adjusted on the use of aids and adaptations in the house. Thirdly, we introduced variables testing the interactions between each of the four environmental barriers and educational level (Supplementary Table 3). Statistical analyses were conducted on STATA 16.1.

3. Results

Our sample included 7,451 respondents who reported at least one SFL (out of a total of 10,628). As expected, individuals with low educational status were more likely to report SFLs and therefore had a greater likelihood of being included in our analysis sample (Supplementary Table 4).

Table 1 shows the descriptive analysis of our sample. Among older people with SFLs, the more highly-educated participants were younger, more often men, more likely to report frequent contact with friends and neighbours, but less likely to see their families often and to report psychological distress. Lower educational status was associated with more chronic disease, a larger number of SFLs and more OADL difficulties with resort to assistance compared to participants with higher educational status; medium educational status reached intermediate values. Among older adults with SFLs, we observed fewer educational differences for exposure to environmental barriers: the lowest educational groups tended to be less likely to report poor-quality pedestrian areas than the highest educational categories ($p=0.052$). No educational difference for exposure to environmental barriers was observed among individuals without SFLs, who were not considered in this study.

Table 1. General characteristics of the study sample according to educational level.

CARE-Ménages Survey (60+ with at least 1 SFL), 2015, France.

	Total	Low educational level	Medium educational level	High educational level	p-value
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	
Total *	7,451	2,268	2,936	2,247	
Distribution across educational levels	(100.0)	(25.6)	(37.7)	(36.7)	
OADL restrictions*					
No OADL difficulties	1,964 (52.5)	431 (41.4)	709 (46.8)	824 (66.0)	
Difficulties but no resort to assistance	966 (11.6)	255 (11.3)	376 (13.3)	335 (10.1)	<0.001
Resort to assistance	4,521 (35.9)	1,582 (47.3)	1,851 (39.9)	1,088 (23.9)	
Environmental barriers					
Low diversity of food outlets * (Yes)	2,894 (39.5)	856 (38.5)	1,227 (40.5)	811 (39.3)	0.745
Stairs/Steps to get out * (Yes)	3,714 (54.6)	1,088 (55.7)	1,457 (53.7)	1,169 (54.8)	0.756
Poor-quality pedestrian areas * (Yes)	1,600 (17.2)	455 (16.1)	564 (15.9)	581 (19.5)	0.052
Lack of places to rest * (Yes)	1,362 (15.6)	391 (17.2)	501 (15.4)	470 (14.8)	0.398
Socio-demographic covariates					
Sex*					
Women	4,905 (61.6)	1,550 (62.0)	2,125 (69.3)	1,230 (53.4)	<0.001
Men	2,546 (38.4)	718 (38.1)	811 (30.7)	1,017 (46.6)	
Age ‡					
Living alone (Yes)*	3,590 (40.3)	1,123 (39.6)	1,519 (43.3)	948 (37.8)	0.054
Frequency of relationships with family members (other than co-residents) *					
Often	5,376 (71.5)	1,745 (76.4)	2,173 (74.3)	1,458 (65.2)	
Rarely	1,675 (24.6)	396 (18.7)	633 (22.7)	646 (30.6)	<0.001
Never	383 (4.0)	121 (4.9)	125 (3.1)	137 (4.2)	
Frequency of relationships with friends and neighbours *					
Often	4,445 (65.8)	1,266 (60.0)	1,761 (66.7)	1,418 (69.0)	
Rarely	1,506 (18.6)	419 (19.6)	604 (17.1)	483 (19.3)	<0.001
Never	1,466 (15.6)	571 (20.4)	565 (16.1)	330 (11.7)	
Health covariates					
Number of SFLs ‡	3.3 (0.05)	3.9 (0.11)	3.4 (0.07)	2.7 (0.07)	<0.001
Number of diagnosed chronic diseases ‡	3.2 (0.04)	3.4 (0.08)	3.2 (0.07)	2.9 (0.07)	<0.001
Psychological distress *	3,008 (31.0)	963 (33.7)	1,198 (34.3)	847 (25.8)	<0.001

* N (%) Percentages are weighted; p-values are derived from chi-square tests.

‡ Weighted Mean (SD); p-values are derived from adjusted Wald tests.

Table 2 shows the magnitudes of educational differences in FI before (Model 1) and after (Model 2) adjustment on environmental barriers. For both models, AMEs were calculated taking low educational status as the reference and taking account of the covariates. Model 1 indicates that highly-educated were less likely to have OADL restrictions than the less educated (MERs for having no OADL difficulties: + 7.5 pp for men and + 6.7 pp for women), and less likely to resort to assistance (- 6.8 pp for men; - 7.2 pp for women). Among women, individuals with medium educational status were also less likely to resort to assistance than those with low educational status (-5.1 pp); but this tended to be coupled with an increased probability of having difficulties without resorting to assistance (not significant).

These associations remained significant after adjustment on environmental barriers, with the same magnitudes (Model 2). The only plausible pattern (which cannot be ascertained by comparing the outcomes of these two separate models) was a slight increase in the differences between the most and the least educated women with no OADL difficulties (model 1: + 6.7 pp; model 2: + 8.1 pp) and resorting to assistance (model 1: - 7.2 pp; model 2: - 8.7 pp).

Figure 1 provides the MERs derived from the stratified analyses in Model 3, enabling an exploration of whether and how educational differences in FI vary in areas with (plain bars) and without (hatched bars) environmental barriers, for men (Fig 1A) and women (Fig 1B). The MERs are displayed taking low educational level as the reference. The bars with a negative value indicate a lower probability of FI in the high and medium educational status groups compared to low educational status (e.g., resort to assistance); a positive value means a higher probability (e.g., no difficulties).

The educational differences identified in Models 1-2 remained significant in Model 3: wherever they lived, individuals with lower educational status were more likely to have OADL difficulties and to resort to assistance than those with higher educational status. For women, the magnitudes of the educational differences were similar in areas with and without barriers. For men, there was a slight trend: reporting poor-quality pedestrian areas and a lack of places to rest tended to increase the educational inequalities in FI (MERs for having no OADL difficulties: 9.1 pp for those reporting lack of places to rest vs. 7.7 pp for those not reporting it; MERs for resorting to assistance: 8.1 for those reporting lack of places to rest pp vs 6.5 pp for those not reporting it).

Table 2. Predicted probabilities (AAPs) of OADL difficulties and resort to assistance and marginal effects (AMEs) according to educational level before (Model 1) and after (Model 2) adjustment on environmental barriers, among men and women. CARE-Ménages Survey (60+ with at least 1 SFL), 2015, France.

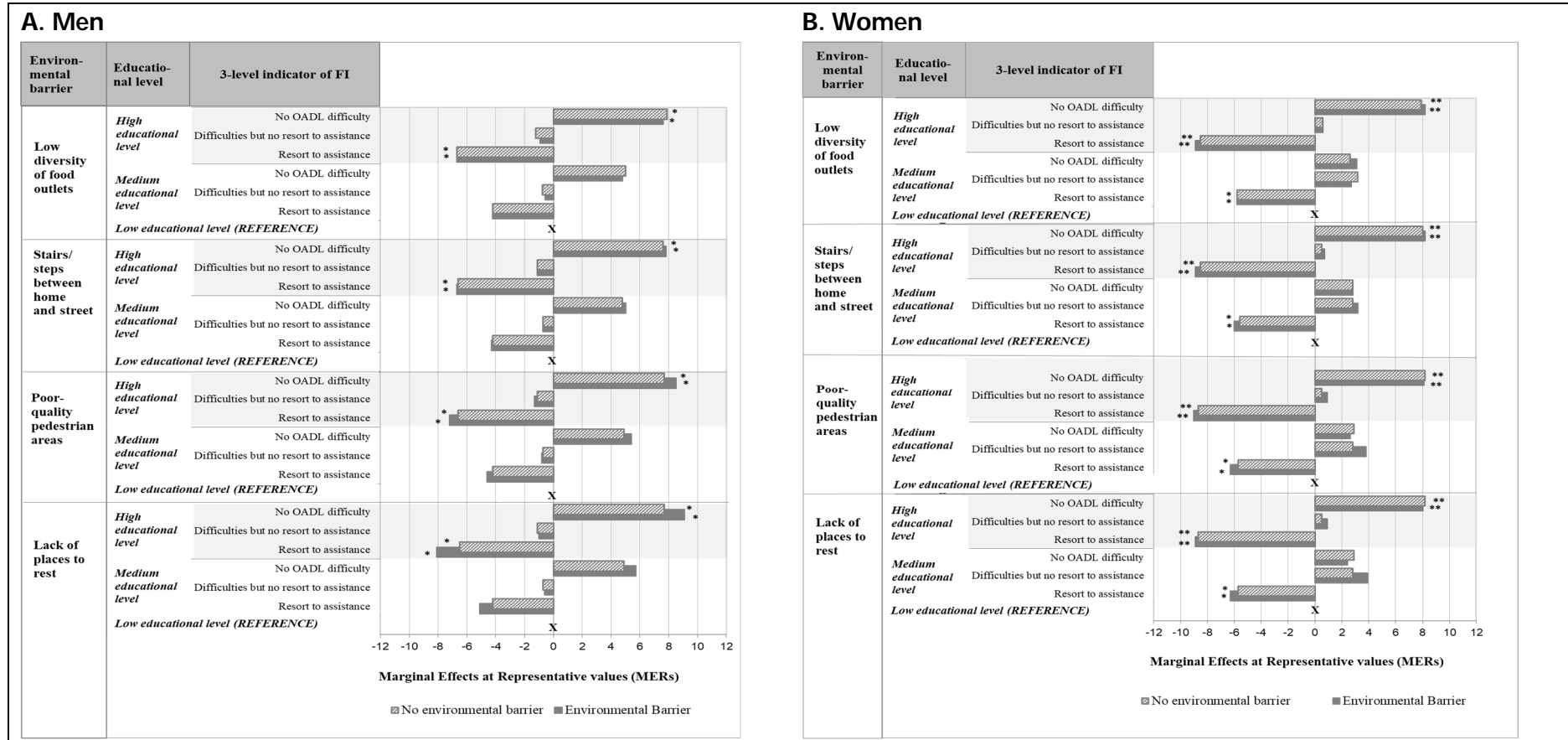
Model 1 ¶						
Educational level	No OADL difficulties		Difficulties but no resort to assistance		Resort to assistance	
	AAPs ^a (95% CI)	AMEs ^b	AAPs ^a (95% CI)	AMEs ^b	AAPs ^a (95% CI)	AMEs ^b
Men						
Low	57.8 (52.8;62.7)	Ref.	11.1 (7.4;14.7)	Ref.	31.2 (26.5;35.9)	Ref.
Medium	62.9 (58.8;67.0)	5.1	10.4 (7.3;13.5)	-0.7	26.7 (23.1;30.3)	-4.5
High	65.3 (61.9; 68.7)	7.5 *	10.4 (8.2;12.6)	-0.7	24.4 (21.3;27.5)	-6.8 *
Women						
Low	42.8 (38.6; 47.0)	Ref.	11.2 (8.7; 13.8)	Ref.	46.0 (42.0; 50.0)	Ref.
Medium	45.3 (42.1; 48.6)	2.6	13.7 (11.0; 16.5)	2.5	40.9 (38.1; 43.7)	-5.1 *
High	49.5 (46.4; 52.6)	6.7 *	11.7 (8.8; 14.6)	0.4	38.8 (35.4; 42.2)	-7.2 **
Model 2 ‡						
Educational level	No OADL difficulties		Difficulties but no resort to assistance		Resort to assistance	
	AAPs ^a (95% CI)	AMEs ^b	AAPs ^a (95% CI)	AMEs ^b	AAPs ^a (95% CI)	AMEs ^b
Men						
Low	60.3 (55.2;65.3)	Ref.	11.3 (7.6; 15.0)	Ref.	28.4 (23.7; 33.1)	Ref.
Medium	65.2 (61.0;69.4)	5.0	10.6 (7.4; 13.8)	-0.7	24.2 (20.5; 27.9)	-4.2
High	68.0 (64.6;71.5)	7.7 *	10.2 (8.0; 12.4)	-1.1	21.8 (18.6; 24.9)	-6.7 *
Women						
Low	44.9 (40.6; 49.3)	Ref.	11.0 (8.4; 13.5)	Ref.	44.1 (40.0; 48.2)	Ref.
Medium	47.7 (44.4; 51.0)	2.8	14.0 (11.3; 16.7)	3.0	38.3 (35.3;41.2)	-5.8 *
High	53.0 (49.6; 56.4)	8.1 **	11.6 (8.8; 14.4)	0.6	35.4 (31.9;39.0)	-8.7 **

The values shown are (a) the predicted probabilities measured by Average Adjusted Predictions (AAPs) for adjusted multinomial regression models; and (b) the differences between these AAPs measured via Average Marginal Effects (AMEs), with low educational level entered as the reference. *p-values* were used to test whether these differences (AMEs) were significantly different from 0: **p*<0.05; ** *p*<0.01; *** *p*<0.001

¶ Model 1 was adjusted for covariates: gender, age as continuous variables, number of severe functional limitations, living alone, frequency of relationships with family members (other than co-residents), with friends and neighbours, number of diagnosed chronic diseases, psychological distress.

‡ Model 2 was adjusted for covariates and environmental barriers.

Figure 1. Educational differences in OADL difficulties and resort to assistance stratified on the presence/absence of environmental barriers among men (A) and women (B) (Model 3¶). CARE-Ménages Survey (60+ with at least 1 SFL), 2015, France.



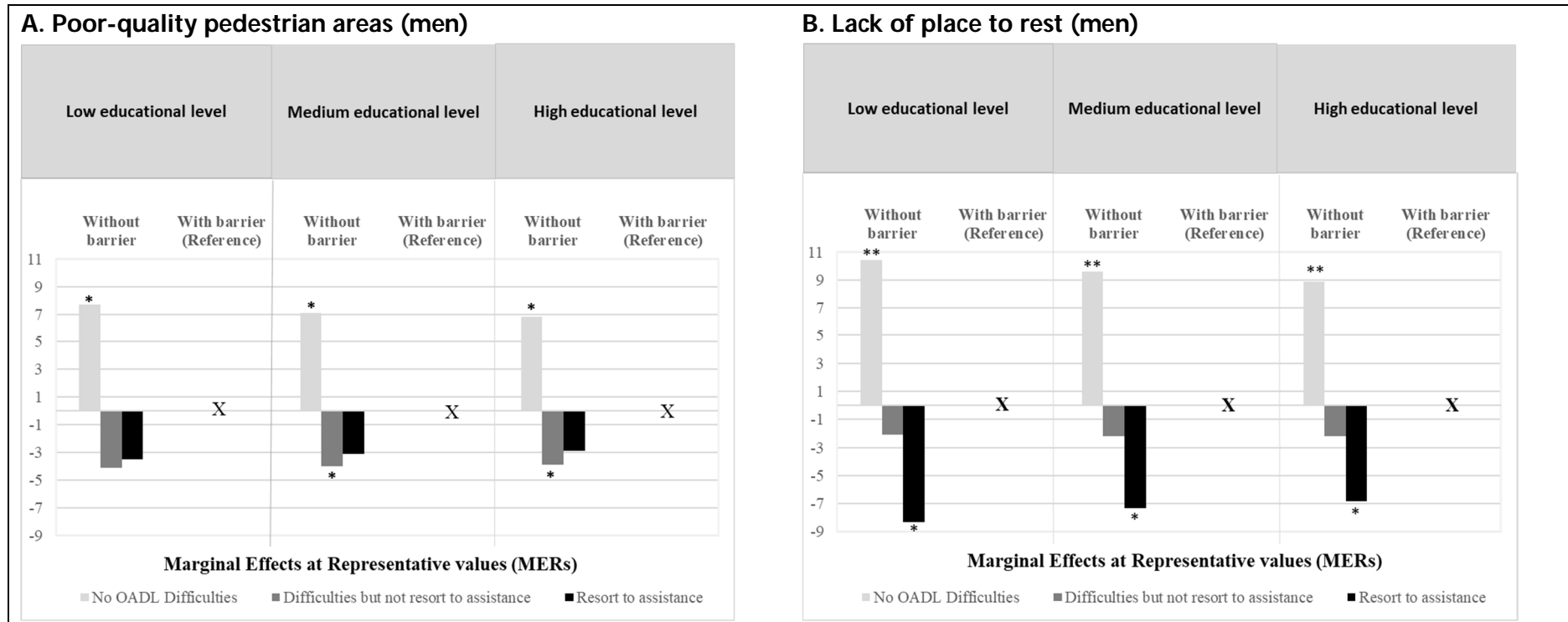
The values shown are the educational differences between the predicted probabilities in FI measured by Marginal Effects at representative values (MERs), with low educational level entered as the reference (marked as "X"). *p-values* were used to test whether these (MERs) were significantly different from 0: **p*<0.05; ** *p*<0.01; *** *p*<0.001

¶ Model 3 was adjusted for covariates (gender, age as a continuous variable, number of severe functional limitations, living alone, frequency of relationships with family members (other than co-residents), with friends and neighbours, number of diagnosed chronic diseases, psychological distress) and stratified on the presence/absence of environmental barriers

Figure 2 shows how the FI-barrier association varied across educational groups (Model 4). The MERs were calculated considering “area with barriers” as the reference. The MERs with a positive value indicate that those living in barrier-free areas had higher probabilities of FI than those living in areas with barriers (e.g., no difficulties). We only present MERs for men and for the two environmental barriers (poor-quality pedestrian areas and lack of places to rest) for which slightly smaller educational differences were observed in model 3 (detailed results in Supplementary Table 5).

Whatever their educational level, men and women living in areas without barriers were less likely to have difficulties and to resort to assistance than their counterparts living in areas with barriers (Figure 2 and Supplementary Table 5). But the associations with poor-quality pedestrian areas and lack of places to rest tended to be slightly stronger for those with a low educational level compared to those with a high educational level. Having low educational status tended to increase the environmental inequalities in FI (MERs for having no OADL difficulties: 10.4 pp among the less educated men vs. 8.9 pp among the more educated men; MERs for resorting to assistance: -8.3 for those reporting lack of places to rest pp vs. -6.8 pp for those not reporting it).

Figure 2. Environmental differences in OADL difficulties and resort to assistance stratified on educational level among men, for poor-quality pedestrian areas (A) and lack of places to rest (B) (Model 4¶). CARE-Ménages Survey (60+ with at least 1 SFL), 2015, France.



The values shown are the environmental differences between the predicted probabilities for FI measured by Marginal Effects at representative values (MERS), with “area with barriers” entered as the reference (marked as “X”). *p-values* were used to test whether these values (MERS) were significantly different from 0: **p*<0.05; ** *p*<0.01; *** *p*<0.001 ¶ Model 4 was adjusted for covariates (gender, age as a continuous variable, number of severe functional limitations, living alone, frequency of relationships with family members (other than co-residents), with friends and neighbours, number of diagnosed chronic diseases, psychological distress) and stratified by educational levels.

4. Discussion

Our study provides a better understanding of the interactions between environmental barriers and individual educational levels, hitherto little explored in disability studies. Firstly, our results showed significant educational differences in FI for older people with SFLs, in contexts both with and without environmental barriers. Individuals with higher educational status had an increased probability of having no OADL difficulties and a decreased probability of resorting to assistance compared to individuals with lower educational status, even after controlling for individual covariates. We also found a trend in gender differences (not significant): education tended to reduce the probability of men reporting difficulties (decreasing probability for both resort or no resort to assistance); however, education tended to reduce the probability of women resorting to assistance (increasing the probability of no difficulties and difficulties but no assistance). Furthermore, adjustment on environmental barriers did not seem to significantly impact educational differences in FI, even if we noted a small increase in the gap for women in our study population. Finally, barrier-free environments were associated with FI, with no strong evidence of education-specific benefits (even if they tended to be slightly more marked among the less educated men).

We found evidence that both individual and neighbourhood built characteristics were associated with OADL difficulties and resort to assistance at older ages, which is consistent with the conceptual models of disablement (Verbrugge and Jette 1994; World Health Organization 2001) and the environmental pressure model (Lawton and Nahemow 1973). Indeed, individuals' educational level matters for FI (wherever the individuals are living) as do environmental barriers (whatever the individuals' educational level). Previous studies investigating the role of built or SES-related neighbourhoods on other health outcomes have found similar results (Stafford and Marmot 2003; Roux et al. 2009; Jones et al. 2021). These results supported that area-level interventions could complement individual-level interventions to improve the FI of older people, once functional limitations have appeared, in not only high educated but also low educated populations.

Our results highlighted large educational inequalities, even after adjustment for environmental barriers. This finding is consistent with previous studies investigating the contribution of the built environment to social inequalities in physical activity (Gullon et al. 2021) or mental health (Fone et al. 2014). The minor role or the underestimation of contextual effects compared to individual effects (Pickett and Pearl 2001; Macintyre and Ellaway 2003) are possible explanations. The coexistence of barriers and facilitators in a given area (Macintyre 2007), competing with each other and affecting FI in different ways, could also play a part. Indeed, socio-economically advantaged neighbourhoods have been associated with greater accessibility to green spaces, but with lower walkability/bikeability, and accessibility to recreational facilities (Jacobs et al. 2019) and to grocery stores (Smith et al. 2010a). Consistently, in our sample, the most educated people were more likely to report poor-quality pedestrian areas (for objective or subjective reasons), and this difference was more pronounced among women (which could explain the small increase in educational differences among women).

Non-explored interactions between environmental barriers (for example, the association between FI and good accessibility of food outlets could be stronger in walkable neighbourhoods) and between environmental barriers and other unmeasured neighbourhood characteristics (such as social cohesion or safety) can also be considered. For all these reasons, it is essential to bear in mind that this result should be interpreted with caution. More studies on disability are needed to conclude on the possibly low contribution of environmental barriers in relation to educational inequalities for FI, to gain better understanding of the inter-related mechanisms involved in disability.

Environmental barriers appear to alter FI in a similar way across educational status groups for people with SFLs. But for men, we observed a slight trend towards a reduction in educational inequalities in FI, but for only two environmental barriers (poor-quality pedestrian areas and lack of places to rest), mostly explained by stronger associations with the low educational level. This result is consistent with the collective resources models (Stafford and Marmot 2003) and previous studies focusing on other health outcomes (Pan et al. 2021; Adhikari et al. 2021). However, our findings only showed a slight trend and the small scale of this decrease could question the relevance of the collective resources models (Stafford and Marmot 2003), as we focused on an older population with SFLs. Indeed, our results tend to support that once SFLs have occurred, environmental improvements have a universal impact. As their mobility declines, the more educated older people may lose their comparative advantage consisting in being able to procure goods and services privately elsewhere, and they may become as dependent on their neighbourhood as the less educated individuals. Unmeasured characteristics of the neighbourhood (such as social cohesion or safety) could have interacted more with the level of education. For example, a study in California showed that people with low-SES had greater neighbourhood safety concerns, which was associated with decreased likelihood of walking out freely (Meyer et al. 2014). Our results suggest that removing the environmental barriers could have similar benefits for all and would not contribute to increasing educational inequalities at this later stage of the disablement process.

This research presents several limitations. Firstly, our study, as is the case with most of the studies cited here, used cross-sectional datasets. A major and recurrent criticism is whether these area effects reflect differences between areas (a contextual explanation) or differences between residents in these areas (a composition explanation). Our findings suggested that both individual and contextual effects may play a role in determining FI. In addition, the cross-sectional data did not enable us to determine whether the barrier effects were short or long-term effects (Fletcher and Jung 2019). Secondly, barriers in the outdoor and near-home environments were self-perceived and may have been influenced by the participants' functional status; individuals who were receiving assistance may have underestimated the barriers. Although integrating the participants' perception of their immediate environment is encouraged by some researchers, these self-perceived measures could have had an impact on our conclusions. Using multiple collection modes to characterize the neighbourhood built environment could have helped to identify potential methodological issues and present more

robust results. Thirdly, the data concerning facilities was based on the driving distance between the city town hall and the facilities. A finer measure of the walking distances between homes and facilities could have provided more precise results reflecting inequalities in access to facilities between neighbourhoods within the cities (Apparicio et al. 2008), but this city-level approach has nevertheless already provided interesting data. Fourthly, we did not have the opportunity to include other barriers that could be related to FI in our study, such as noisy road traffic (Rantakokko et al. 2009), access to public transport (Cerin et al. 2014), the aesthetics of the neighbourhood (Van Holle et al. 2012), the presence of green spaces, and water (Keskinen et al. 2018). Furthermore, we did not have any information to characterize other dimensions of the cities/towns of residence that are closely related to and interact with the built dimension (such as socio-economic level, social status, urbanity/rurality), which would have helped us adjust our models and cast light on some unmeasured interactions (Roux and Mair 2010). Finally, we did not have the opportunity to investigate the potential modifier effect of race/ethnicity between built environments and individual health (Schüle and Bolte 2015).

Our study has provided a better understanding on how a neighbourhood built environment and educational level could affect each other in relation to FI, for which further studies are required in other contexts. Future studies could mobilize other indicators of SES (such as income or socio-professional category) to explore how they interact with the neighbourhood built environment in relation to FI. Generally, more systematic measures of the built, socio-economic, and social environments in surveys could help provide a better understanding of the dynamic processes through which neighbourhood contexts and individual characteristics interact to determine FI.

5. Conclusion

Our study has provided further evidence that both educational level and neighbourhood built characteristics are associated with FI. One major contribution was that barrier-free neighbourhoods benefitted older people with SFLs evenly and did not contribute to accentuating educational inequalities or could even tend to decrease them (only among men). We confirmed the educational differences in exposures to SFLs and in the likelihood of remaining independent for outdoor activities; however, we showed that people with lower and higher educational status seemed to benefit similarly from improved environments to remain independent. This study encourages future investigations to ascertain the universal nature of the environmental interventions.

6. References

Adhikari, B., Delgado-Ron, J. A., Van den Bosch, M., Dummer, T., Hong, A., Sandhu, J., Demlow, E., Hu, Y., & Frank, L. D. (2021). Community design and hypertension: Walkability and park access relationships with cardiovascular health. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 237, 113820. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2021.113820>

Albérola, E., Aldeghi, I., Baillet, J., Berhuet, S., Brice Mansencal, L., Brosseau, R., Croutte, P., Eddahbi, M., Guisse, N., Hoibian, S., Jauneau-Cottet, P., Maes, C., Millot, C., Müller, J., & Prieur, V. (2019). DIGITAL BAROMETER 2019: Dissemination survey information and communication in the French company in 2019 (p. 250). Crédoc.

Apparicio, P., Abdelmajid, M., Riva, M., & Shearmur, R. (2008). Comparing alternative approaches to measuring the geographical accessibility of urban health services: Distance types and aggregation-error issues. *International Journal of Health Geographics*, 7, 7. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-7-7>

Arrighi, Y., Rapp, T., & Sirven, N. (2017). The impact of economic conditions on the disablement process: A Markov transition approach using SHARE data. *Health Policy (Amsterdam, Netherlands)*, 121(7), 778-785. <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2017.05.002>

Balfour, J. L., & Kaplan, G. A. (2002). Neighborhood Environment and Loss of Physical Function in Older Adults: Evidence from the Alameda County Study. *American Journal of Epidemiology*, 155(6), 507-515. <https://doi.org/10.1093/aje/155.6.507>

Bohns, V. K., & Flynn, F. J. (2010). "Why didn't you just ask?" Underestimating the discomfort of help-seeking. *Journal of Experimental Social Psychology*, 46(2), 402-409. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2009.12.015>

Brenner, A. B., & Clarke, P. J. (2019). Difficulty and Independence in shopping among older Americans: More than just leaving the house. *Disability and rehabilitation*, 41(2), 191-200. <https://doi.org/10.1080/09638288.2017.1398785>

Carrère, A., Haag, O., & Soullier, N. (2015, mars). VQS and CARE surveys or how to take into account the selection of dependent samples within the framework of the NCEE? *Statistical Methodology Days*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01162199>

Cerin, E., Sit, C. H. P., Barnett, A., Johnston, J. M., Cheung, M.-C., & Chan, W.-M. (2014). Ageing in an ultra-dense metropolis: Perceived neighbourhood characteristics and utilitarian walking in Hong Kong elders. *Public Health Nutrition*, 17(1), 225-232. <https://doi.org/10.1017/S1368980012003862>

Clarke, P., Ailshire, J. A., Bader, M., Morenoff, J. D., & House, J. S. (2008). Mobility Disability and the Urban Built Environment. *American Journal of Epidemiology*, 168(5), 506-513. <https://doi.org/10.1093/aje/kwn185>

Danielewicz, A. L., d'Orsi, E., & Boing, A. F. (2018). Association between built environment and the incidence of disability in basic and instrumental activities of daily living in the older adults: Results of a cohort study in southern Brazil. *Preventive Medicine*, 115, 119-125. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2018.08.016>

- Danielewicz, A. L., dos Anjos, J. C., Bastos, J. L., Boing, A. C., & Boing, A. F. (2017). Association between socioeconomic and physical/built neighborhoods and disability: A systematic review. *Preventive Medicine*, 99, 118-127. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.02.014>
- Fletcher, J., & Jung, D. (2019). Assessing cumulative neighborhood effects on adult health. *PLOS ONE*, 14(4), e0213204. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213204>
- Fone, D., White, J., Farewell, D., Kelly, M., John, G., Lloyd, K., Williams, G., & Dunstan, F. (2014). Effect of neighbourhood deprivation and social cohesion on mental health inequality: A multilevel population-based longitudinal study. *Psychological Medicine*, 44(11), 2449-2460. <https://doi.org/10.1017/S0033291713003255>
- Freedman, V. A., Grafova, I. B., Schoeni, R. F., & Rogowski, J. (2008). Neighborhoods and disability in later life. *Social Science & Medicine* (1982), 66(11), 2253-2267. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2008.01.013>
- Freedman, V. A., Kasper, J. D., Cornman, J. C., Agree, E. M., Bandeen-Roche, K., Mor, V., Spillman, B. C., Wallace, R., & Wolf, D. A. (2011). Validation of New Measures of Disability and Functioning in the National Health and Aging Trends Study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 66A(9), 1013-1021. <https://doi.org/10.1093/gerona/glr087>
- Friedman, B., Heisel, M., & Delavan, R. (2005). Validity of the SF-36 Five-Item Mental Health Index for Major Depression in Functionally Impaired, Community-Dwelling Elderly Patients. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(11), 1978-1985. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.00469.x>
- Gullon, P., Bilal, U., Hirsch, J. A., Rundle, A. G., Judd, S., Safford, M. M., & Lovasi, G. S. (2021). Does a physical activity supportive environment ameliorate or exacerbate socioeconomic inequities in incident coronary heart disease? *J Epidemiol Community Health*, 75(7), 637-642. <https://doi.org/10.1136/jech-2020-215239>
- Ishikawa, M., Yokoyama, T., Nakaya, T., Fukuda, Y., Takemi, Y., Kusama, K., Yoshiike, N., Nozue, M., Yoshiba, K., & Murayama, N. (2016). Food Accessibility and Perceptions of Shopping Difficulty among Elderly People Living Alone in Japan. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 20(9), 904-911. <https://doi.org/10.1007/s12603-015-0694-6>
- Jacobs, J., Alston, L., Needham, C., Backholer, K., Strugnell, C., Allender, S., & Nichols, M. (2019). Variation in the physical activity environment according to area-level socio-economic position-A systematic review. *Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 20(5), 686-700. <https://doi.org/10.1111/obr.12818>
- Jones, A. C., Chaudhary, N. S., Patki, A., Howard, V. J., Howard, G., Colabianchi, N., Judd, S. E., & Irvin, M. R. (2021). Neighborhood Walkability as a Predictor of Incident Hypertension in a National Cohort Study. *Frontiers in Public Health*, 9, 611895. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.611895>

- Katz, S., Ford, A. B., Moskowitz, R. W., Jackson, B. A., & Jaffe, M. W. (1963). Studies of illness in the aged. The index of ADL: A standardized measure of biological and psychological function. *JAMA*, 185, 914-919. <https://doi.org/10.1001/jama.1963.03060120024016>
- Keskinen, K. E., Rantakokko, M., Suomi, K., Rantanen, T., & Portegijs, E. (2018). Nature as a facilitator for physical activity: Defining relationships between the objective and perceived environment and physical activity among community-dwelling older people. *Health & Place*, 49, 111-119. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2017.12.003>
- Laborde, C., Ankri, J., & Cambois, E. (2022). Environmental barriers matter from the early stages of functional decline among older adults in France. *PLOS ONE*, 17(6), e0270258. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270258>
- Lawton, M. P., & Brody, E. M. (1969). Assessment of older people: Self-maintaining and instrumental activities of daily living. *The Gerontologist*, 9(3), 179-186.
- Lawton, M. P., & Nahemow, L. (1973). Ecology and the aging process. In *The psychology of adult development and aging* (p. 619-674). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/10044-020>
- Liang, J., Shaw, B. A., Krause, N. M., Bennett, J. M., Blaum, C., Kobayashi, E., Fukaya, T., Sugihara, Y., & Sugisawa, H. (2003). Changes in Functional Status Among Older Adults in Japan: Successful and Usual Aging. *Psychology and Aging*, 18, 684-695. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.18.4.684>
- Lin, J., Leung, J., Yu, B., Woo, J., Kwok, T., & Ka-Lun Lau, K. (2021). Socioeconomic status as an effect modifier of the association between built environment and mortality in elderly Hong Kong Chinese: A latent profile analysis. *Environmental Research*, 195, 110830. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.110830>
- Macintyre, S. (2007). Deprivation amplification revisited; or, is it always true that poorer places have poorer access to resources for healthy diets and physical activity? *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 4, 32. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-4-32>
- Macintyre, S., & Ellaway, A. (2003). Neighborhoods and Health: An Overview. In *Neighborhood and Health* (p. 20-42). <https://oxford.universitypressscholarship.com/view/10.1093/acprof:oso/9780195138382.001.0001/acprof-9780195138382-chapter-2>
- Matsumoto, H., Igarashi, A., Suzuki, M., & Yamamoto-Mitani, N. (2019). Association between neighbourhood convenience stores and independent living in older people in Japan. *Australasian Journal on Ageing*, 38(2), 116-123. <https://doi.org/10.1111/ajag.12607>
- Meyer, O. L., Castro-Schilo, L., & Aguilar-Gaxiola, S. (2014). Determinants of Mental Health and Self-Rated Health: A Model of Socioeconomic Status, Neighborhood Safety, and Physical

- Activity. *American Journal of Public Health*, 104(9), 1734-1741.
<https://doi.org/10.2105/AJPH.2014.302003>
- Nagi, S. Z. (1976). An epidemiology of disability among adults in the United States. *The Milbank Memorial Fund Quarterly. Health and Society*, 54(4), 439-467.
- Ory, M. G., Towne, S. D., Won, J., Forjuoh, S. N., & Lee, C. (2016). Social and environmental predictors of walking among older adults. *BMC Geriatrics*, 16(1), 155.
<https://doi.org/10.1186/s12877-016-0327-x>
- Pan, H., Liu, Y., & Chen, Y. (2021). The health effect of perceived built environment on depression of elderly people in rural China: Moderation by income. *Health & Social Care in the Community*, 29(1), 185-193. <https://doi.org/10.1111/hsc.13081>
- Pickett, K., & Pearl, M. (2001). Multilevel analyses of neighbourhood socioeconomic context and health outcomes: A critical review. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 55(2), 111-122. <https://doi.org/10.1136/jech.55.2.111>
- Portegijs, E., Rantakokko, M., Viljanen, A., Rantanen, T., & Iwarsson, S. (2017). Perceived and objective entrance-related environmental barriers and daily out-of-home mobility in community-dwelling older people. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 69, 69-76.
<https://doi.org/10.1016/j.archger.2016.11.011>
- Rantakokko, M., Mänty, M., Iwarsson, S., Törmäkangas, T., Leinonen, R., Heikkinen, E., & Rantanen, T. (2009). Fear of moving outdoors and development of outdoor walking difficulty in older people. *Journal of the American Geriatrics Society*, 57(4), 634-640.
<https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2009.02180.x>
- Rantakokko, M., Portegijs, E., Viljanen, A., Iwarsson, S., & Rantanen, T. (2016). Mobility Modification Alleviates Environmental Influence on Incident Mobility Difficulty among Community-Dwelling Older People: A Two-Year Follow-Up Study. *PLoS ONE*, 11(4).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154396>
- Roux, A. V. D., & Mair, C. (2010). Neighborhoods and health. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1186(1), 125-145. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.05333.x>
- Roux, A. V. D., Merkin, S. S., Arnett, D., Chambless, L., Massing, M., Nieto, F. J., Sorlie, P., Szklo, M., Tyroler, H. A., & Watson, R. L. (2009, août 20). Neighborhood of Residence and Incidence of Coronary Heart Disease (world) [Research-article].
[Http://Dx.Doi.Org.Proxy.Insermbiblio.Inist.Fr/10.1056/NEJM200107123450205](http://Dx.Doi.Org.Proxy.Insermbiblio.Inist.Fr/10.1056/NEJM200107123450205); Massachusetts Medical Society. <https://doi.org/10.1056/NEJM200107123450205>
- Schüle, S. A., & Bolte, G. (2015). Interactive and independent associations between the socioeconomic and objective built environment on the neighbourhood level and individual health: A systematic review of multilevel studies. *PloS One*, 10(4), e0123456.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123456>

- Serrano-Alarcón, M., & Perelman, J. (2017). Ageing under unequal circumstances: A cross-sectional analysis of the gender and socioeconomic patterning of functional limitations among the Southern European elderly. *International Journal for Equity in Health*, 16(1), 175. <https://doi.org/10.1186/s12939-017-0673-0>
- Sheehan, C. M., & Tucker-Drob, E. M. (2019). Gendered Expectations Distort Male–Female Differences in Instrumental Activities of Daily Living in Later Adulthood. *The Journals of Gerontology: Series B*, 74(4), 715-723. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbw209>
- Smith, D. M., Cummins, S., Taylor, M., Dawson, J., Marshall, D., Sparks, L., & Anderson, A. S. (2010). Neighbourhood food environment and area deprivation: Spatial accessibility to grocery stores selling fresh fruit and vegetables in urban and rural settings. *International Journal of Epidemiology*, 39(1), 277-284. <https://doi.org/10.1093/ije/dyp221>
- Smith, M., Hosking, J., Woodward, A., Witten, K., MacMillan, A., Field, A., Baas, P., & Mackie, H. (2017). Systematic literature review of built environment effects on physical activity and active transport – an update and new findings on health equity. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14, 158. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0613-9>
- Stafford, M., & Marmot, M. (2003). Neighbourhood deprivation and health: Does it affect us all equally? *International Journal of Epidemiology*, 32(3), 357-366. <https://doi.org/10.1093/ije/dyg084>
- UNESCO Institute for Statistics. (2012). International standard classification of education: ISCED 2011. UNESCO Institute for Statistics.
- Van Holle, V., Deforche, B., Van Cauwenberg, J., Goubert, L., Maes, L., Van de Weghe, N., & De Bourdeaudhuij, I. (2012). Relationship between the physical environment and different domains of physical activity in European adults: A systematic review. *BMC Public Health*, 12, 807. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-807>
- Verbrugge, L. M., & Jette, A. M. (1994). The disablement process. *Social Science & Medicine*, 38(1), 1-14. [https://doi.org/10.1016/0277-9536\(94\)90294-1](https://doi.org/10.1016/0277-9536(94)90294-1)
- Verbrugge, L. M., Rennert, C., & Madans, J. H. (1997). The great efficacy of personal and equipment assistance in reducing disability. *American Journal of Public Health*, 87(3), 384-392.
- Visagie, S., Eide, A. H., Dyrstad, K., Mannan, H., Swartz, L., Schneider, M., Mji, G., Munthali, A., Khogali, M., van Rooy, G., Hem, K.-G., & MacLachlan, M. (2017). Factors related to environmental barriers experienced by persons with and without disabilities in diverse African settings. *PLoS ONE*, 12(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186342>

Williams, R. (2012). Using the Margins Command to Estimate and Interpret Adjusted Predictions and Marginal Effects. *The Stata Journal*, 12(2), 308-331.
<https://doi.org/10.1177/1536867X1201200209>

World Health Organization (Éd.). (2001). *International classification of functioning, disability and health: ICF*. World Health Organization.

ANNEXE 4. MODULE « RESTRICTIONS D'ACTIVITE » DU QUESTIONNAIRE DE L'ENQUETE CARE-MENAGES 2015

Sont présentées ici l'ensemble des ADL et IADL sur laquelle les participants à l'enquête CARE-Ménages 2015 ont été interrogés.

« Nous allons maintenant parler des difficultés que vous pouvez rencontrer, chez vous, pour effectuer seul(e) certaines activités de la vie quotidienne. Pour chaque activité, ne tenez pas compte de l'aide apportée par une personne, mais prenez en compte les objets ou appareils que vous utilisez. Veuillez ignorer les problèmes passagers ou temporaires. »

Modalités de réponse pour les ADL et les IADL

1. Non, aucune difficulté
2. Oui, quelques difficultés
3. Oui, beaucoup de difficultés
4. Vous ne pouvez pas le faire seul(e)

Les limitations dans les activités du quotidien de type ADL

1. Avez-vous des difficultés à vous laver seul(e) ?
2. Avez-vous des difficultés pour vous habiller et vous déshabiller seul (e) ?
3. Avez-vous des difficultés pour couper votre nourriture ou vous servir à boire seul (e) ?
4. Avez-vous des difficultés pour manger et boire seul(e), une fois que la nourriture est prête ?
5. Avez-vous des difficultés pour vous servir seul(e) des toilettes ?
6. Avez-vous des difficultés pour vous coucher et vous lever seul(e) de votre lit ?
7. Avez-vous des difficultés pour vous asseoir et vous lever seul(e) d'un siège ?

Les limitations dans les activités du quotidien de type IADL

1. Avez-vous des difficultés pour faire seul(e) vos courses ? Si oui : Est-ce surtout à cause de votre état de santé ou de votre âge ?
2. Avez-vous des difficultés préparer seul(e) vos repas ? Si oui : Est-ce surtout à cause de votre état de santé ou de votre âge ?
3. Avez-vous des difficultés pour faire seul(e) les tâches ménagères courantes dans votre domicile telles que la vaisselle, la lessive, le rangement, le ménage... ? Si oui : Est-ce surtout à cause de votre état de santé ou de votre âge ?
4. Avez-vous des difficultés pour faire seul (e) les démarches administratives ? Si oui : Est-ce surtout à cause de votre état de santé ou de votre âge ?
5. Avez-vous des difficultés pour prendre seul(e) vos médicaments ?
6. Avez-vous des difficultés pour vous déplacer seul(e) dans toutes les pièces d'un étage ?
7. Avez-vous des difficultés pour sortir seul(e) de votre logement ?

8. Avez-vous des difficultés pour utiliser seul(e) un moyen de déplacement (prendre une voiture personnelle, commander et prendre un taxi, prendre les transports en commun) ?
9. Avez-vous des difficultés pour trouver seul(e) votre chemin lorsque vous sortez ?
10. Vous servez-vous d'un téléphone seul(e) ?

ANNEXE 5. QUESTIONS DU MODULE « LIMITATIONS FONCTIONNELLES » RETENUES POUR EVALUER LE STATUT FONCTIONNEL DES PARTICIPANTS

Sont présentées ici uniquement les dix-neuf limitations fonctionnelles que nous retenues dans nos analyses. Nous avons repéré les limitations fonctionnelles sévères par : pour les limitations sensorielles et motrices « Oui, beaucoup de difficultés » et « Vous ne pouvez pas le faire seul(e) » ; pour la mémoire « Oui, souvent ».

« Maintenant j'aimerais que vous pensiez aux difficultés que vous pouvez rencontrer dans la vie de tous les jours. Ignorez les problèmes temporaires ou passagers.

Limitations sensorielles (vue et ouïe)

1. Pouvez-vous voir clairement les caractères d'imprimerie d'un journal, avec vos lunettes ou vos lentilles si vous en portez ?
2. Pouvez-vous voir clairement le visage de quelqu'un à 4 mètres (de l'autre côté de la rue), avec vos lunettes ou vos lentilles si vous en portez ?
3. Pouvez-vous entendre une conversation avec une autre personne dans une pièce silencieuse, avec votre appareil auditif si vous en portez un ?
4. Pouvez-vous entendre ce qui se dit dans une conversation avec plusieurs personnes, avec votre appareil auditif si vous en portez un ?

Modalités de réponse

1. Non, aucune difficulté
2. Oui, quelques difficultés
3. Oui, beaucoup de difficultés
4. Vous ne pouvez pas le faire seul(e)

Limitations motrices

1. Pouvez-vous marcher 500 mètres sur un terrain plat sans l'aide de quelqu'un, sans canne, ni béquille, ni déambulateur ?
2. Pouvez-vous monter et descendre un étage d'escalier à pied sans l'aide de quelqu'un, sans canne, ni rampe ?
3. Pouvez-vous lever le bras en hauteur (par exemple pour attraper un objet en hauteur) ?
4. Pouvez-vous vous servir de vos mains et de vos doigts (par exemple pour ouvrir une porte, manipuler un robinet, saisir un crayon, utiliser des ciseaux...) ?
5. Pouvez-vous vous baisser ou vous agenouiller, sans l'aide de quelqu'un ni d'un objet (canne, chaise, table...) ?
6. Pouvez-vous porter un sac à provisions de 5 kilos sur une distance de 10 mètres sans l'aide de quelqu'un ni d'un déambulateur, d'une canne ou d'une autre aide technique ?
7. Pouvez-vous contrôler vos selles et vos urines ?

Modalités de réponse

1. Non, aucune difficulté
2. Oui, quelques difficultés
3. Oui, beaucoup de difficultés
4. Vous ne pouvez pas le faire seul(e)

Mémoire

1. Vous arrive-t-il de ne plus vous souvenir à quel moment de la journée on est ?
2. Au cours d'une journée, vous arrive-t-il d'avoir des « trous de mémoire » ?
3. Avez-vous l'impression que votre mémoire fonctionne moins bien que celle des autres personnes de votre âge ?
4. Avez-vous ressenti une détérioration de votre mémoire dans les 6 derniers mois ?
5. Avez-vous des difficultés pour vous concentrer plus de 10 minutes ?
6. Avez-vous des difficultés pour résoudre les problèmes de la vie quotidienne (comme vous repérer sur un itinéraire ou compter l'argent) ?
7. Avez-vous des difficultés pour comprendre les autres ou vous faire comprendre des autres ?
8. Au quotidien, éprouvez-vous des difficultés à nouer des relations avec d'autres personnes ?

Modalités de réponse

1. Non
2. Oui, parfois
3. Oui, souvent

ANNEXE 6. TABLEAUX COMPLEMENTAIRES DE L'ETUDE 1

Tableau complémentaire 1. Espérances de vie (EV), espérances de vie sans incapacité (EVSI), espérances de vie avec incapacité (EVI) et le rapport des années de vécues sans incapacité sur l'espérance de vie totale (EVSI/EV) à l'âge de 60 ans, pour les hommes et les femmes, pour les 100 départements. Enquête VQS (60+), 2014, France.

Département		Hommes				Femmes				Différence Femmes-Hommes			
Numéro ¶	Nom	EV	EVSI	EVI	EVSI/EV (%)	EV	EVSI	EVI	EVSI/EV (%)	EV	EVSI	EVI	EVSI/EV (%)
1	Ain	23,7	14,7	9	62,0%	28,3	16,6	11,7	58,7%	4,6	1,9	2,7	-3,3%
2	Aisne	21,3	12,3	9	57,8%	26,5	13,7	12,9	51,5%	5,3	1,4	3,9	-6,3%
3	Allier	22,9	14,6	8,3	63,7%	27,6	14,9	12,8	53,8%	4,7	0,3	4,5	-9,9%
4	Alpes-de-Haute-Provence	23,1	14,3	8,8	62,0%	27,7	16,1	11,6	58,1%	4,6	1,8	2,8	-3,9%
5	Hautes-Alpes	25,1	15,0	10,1	59,7%	28,0	15,6	12,4	55,9%	2,9	0,7	2,2	-3,8%
6	Alpes-Maritimes	23,9	14,9	9,0	62,5%	28,1	16,2	11,9	57,8%	4,2	1,3	2,9	-4,7%
7	Ardèche	23,7	14,5	9,2	61,0%	27,6	14,6	13	52,8%	3,8	0,1	3,8	-8,2%
8	Ardennes	21,7	13,9	7,8	64,2%	26,8	14,8	12	55,3%	5,1	0,9	4,2	-8,9%
9	Ariège	23,5	14,6	8,9	62,1%	28,4	15,0	13,5	52,6%	5,0	0,4	4,6	-9,5%
10	Aube	22,7	13,4	9,3	59,0%	27,6	15,8	11,8	57,3%	4,9	2,4	2,5	-1,7%
11	Aude	23	14,4	8,6	62,5%	27,9	15,8	12,2	56,4%	4,9	1,4	3,5	-6,1%
12	Aveyron	23,9	15,3	8,7	63,7%	28,6	16,0	12,6	56,0%	4,7	0,8	3,9	-7,7%
13	Bouches-du-Rhône	23,6	14,4	9,2	61,1%	27,9	14,9	13	53,4%	4,3	0,5	3,8	-7,7%
14	Calvados	22,7	14,9	7,9	65,4%	28	15,7	12,3	56,0%	5,2	0,8	4,4	-9,4%
15	Cantal	22,1	13,0	9,1	58,7%	27,7	14,6	13,1	52,6%	5,6	1,6	4,0	-6,1%
16	Charente	23,3	14,2	9,1	60,8%	28,3	15,7	12,6	55,5%	5,1	1,6	3,5	-5,3%
17	Charente-Maritime	23,2	15,1	8,1	65,0%	28,2	16,6	11,5	59,1%	5,0	1,6	3,4	-5,9%
18	Cher	22,2	13,4	8,8	60,2%	27,9	15,3	12,6	54,8%	5,6	1,9	3,7	-5,4%
19	Corrèze	22,6	13,1	9,5	58,1%	27,8	14,6	13,1	52,7%	5,1	1,5	3,6	-5,3%

21	Côte-d'Or	23,7	15,3	8,4	64,5%	28,6	15,4	13,2	54,0%	4,9	0,1	4,8	-10,6%
22	Côtes-d'Armor	22,8	14,4	8,4	63,3%	27,5	16,4	11,1	59,7%	4,7	2,0	2,7	-3,6%
23	Creuse	21,4	12,1	9,3	56,4%	27,3	14,5	12,8	53,0%	5,9	2,4	3,5	-3,4%
24	Dordogne	23,2	13,8	9,4	59,4%	27,7	15,4	12,3	55,7%	4,5	1,6	2,9	-3,8%
25	Doubs	23,4	14,3	9,1	61,2%	27,6	16,3	11,3	59,0%	4,2	2,0	2,2	-2,2%
26	Drôme	23,6	14,9	8,8	62,9%	28,1	15,2	12,9	54,0%	4,4	0,3	4,1	-8,9%
27	Eure	22	14,4	7,5	65,7%	26,8	15,3	11,5	57,0%	4,8	0,9	4,0	-8,7%
28	Eure-et-Loir	23,3	14,4	8,9	61,8%	28,0	16,1	11,9	57,6%	4,7	1,7	3,0	-4,2%
29	Finistère	22,1	13,4	8,7	60,7%	27,1	15,9	11,2	58,7%	5,0	2,5	2,5	-2,0%
30	Gard	23,5	15,0	8,4	64,1%	28,0	15,6	12,5	55,5%	4,6	0,5	4,0	-8,6%
31	Haute-Garonne	24,4	15,7	8,7	64,1%	28,5	16,7	11,8	58,5%	4,1	1,0	3,1	-5,6%
32	Gers	24	14,4	9,6	60,1%	28,3	15,5	12,9	54,6%	4,3	1,0	3,3	-5,5%
33	Gironde	23,7	14,6	9,1	61,5%	28,2	15,8	12,4	56,1%	4,5	1,3	3,3	-5,4%
34	Hérault	23,6	14,9	8,7	63,3%	28,2	16,2	11,9	57,7%	4,6	1,3	3,3	-5,6%
35	Ille-et-Vilaine	23,6	15,7	7,9	66,4%	28,2	17,1	11,1	60,7%	4,6	1,4	3,2	-5,7%
36	Indre	22,2	14,4	7,9	64,7%	27,4	16,4	11,0	60,0%	5,1	2,0	3,1	-4,7%
37	Indre-et-Loire	23,8	14,7	9,2	61,6%	28,9	16,1	12,8	55,7%	5,0	1,4	3,6	-5,9%
38	Isère	24,1	15,1	9,0	62,7%	28,3	16,2	12,1	57,2%	4,2	1,1	3,1	-5,5%
39	Jura	23	14,1	8,9	61,5%	28,4	15,5	12,9	54,7%	5,4	1,4	4	-6,8%
40	Landes	23,4	14,8	8,7	63,0%	27,5	16,3	11,2	59,2%	4,1	1,5	2,5	-3,8%
41	Loir-et-Cher	23,3	14,8	8,5	63,4%	28,2	15,9	12,3	56,4%	4,9	1,1	3,8	-7,0%
42	Loire	23,4	14,2	9,3	60,5%	28,0	15,2	12,8	54,2%	4,6	1,0	3,6	-6,3%
43	Haute-Loire	22,8	12,8	10,0	56,2%	28,0	14,9	13,1	53,2%	5,2	2,1	3,1	-3,0%
44	Loire-Atlantique	23,2	14,6	8,6	63,0%	28,1	16,6	11,6	58,9%	4,9	1,9	3,0	-4,1%
45	Loiret	23	14,6	8,4	63,4%	27,8	16,8	11,0	60,3%	4,8	2,2	2,6	-3,1%
46	Lot	23,4	15,0	8,5	63,8%	28,0	15,4	12,6	55,0%	4,5	0,4	4,1	-8,9%
47	Lot-et-Garonne	23,5	15,8	7,7	67,2%	28,0	15,3	12,7	54,6%	4,5	-0,5	5,0	-12,6%

48	Lozère	22,2	12,6	9,5	57,0%	28,2	15,7	12,5	55,8%	6	3,1	2,9	-1,2%
49	Maine-et-Loire	24,2	16,1	8,1	66,5%	28,7	16,8	11,9	58,5%	4,5	0,7	3,8	-8,1%
50	Manche	23,1	14,2	8,9	61,6%	27,9	15,4	12,5	55,3%	4,8	1,2	3,6	-6,3%
51	Marne	22,7	14,0	8,6	61,9%	27,5	14,8	12,7	53,9%	4,8	0,8	4,0	-7,9%
52	Haute-Marne	22,2	13,8	8,4	62,1%	27,7	14,4	13,3	52,1%	5,5	0,6	4,8	-10,0%
53	Mayenne	24,1	16,0	8,1	66,4%	28,8	15,7	13,1	54,5%	4,8	-0,3	5,1	-12,0%
54	Meurthe-et-Moselle	22,6	14,2	8,5	62,6%	27,3	15,1	12,2	55,4%	4,7	0,9	3,7	-7,3%
55	Meuse	22,5	14,6	7,9	65,1%	27	15,4	11,7	56,9%	4,5	0,7	3,8	-8,2%
56	Morbihan	22,7	15,4	7,3	67,7%	27,5	16,8	10,7	61,0%	4,8	1,4	3,4	-6,7%
57	Moselle	21,9	11,9	10,0	54,2%	26,6	13,2	13,4	49,5%	4,7	1,3	3,4	-4,7%
58	Nièvre	21,7	14,3	7,5	65,6%	26,9	16,8	10,2	62,3%	5,2	2,5	2,7	-3,4%
59	Nord	21,3	12,1	9,2	56,7%	26,3	13,8	12,6	52,2%	5	1,7	3,4	-4,5%
60	Oise	22,2	14,7	7,5	66,2%	27,1	15,8	11,3	58,2%	4,8	1,0	3,8	-8,0%
61	Orne	23,2	13,9	9,3	60,0%	27,4	15,6	11,8	56,8%	4,2	1,6	2,5	-3,2%
62	Pas-de-Calais	20,9	11,5	9,4	54,9%	26,2	13,1	13,1	50,1%	5,3	1,7	3,7	-4,8%
63	Puy-de-Dôme	22,8	13,3	9,4	58,5%	28,0	15,3	12,7	54,8%	5,2	2,0	3,2	-3,8%
64	Pyrénées-Atlantiques	23,6	15,0	8,6	63,4%	28,1	15,9	12,2	56,7%	4,5	1,0	3,5	-6,7%
65	Hautes-Pyrénées	23,4	14,9	8,5	63,6%	28,0	15,5	12,6	55,2%	4,6	0,6	4,0	-8,4%
66	Pyrénées-Orientales	23,5	14,7	8,8	62,5%	27,9	16,1	11,8	57,7%	4,4	1,4	3,0	-4,8%
67	Bas-Rhin	22,7	13,5	9,2	59,4%	27,3	14,7	12,6	53,9%	4,7	1,3	3,4	-5,6%
68	Haut-Rhin	22,7	15,1	7,6	66,5%	27,1	15,2	11,9	56,0%	4,4	0,1	4,3	-10,4%
69	Rhône	24,1	15,3	8,8	63,6%	28,5	16,3	12,2	57,2%	4,5	1,0	3,4	-6,3%
70	Haute-Saône	22,7	13,7	9,0	60,3%	27,4	15,3	12,1	55,9%	4,6	1,6	3,0	-4,3%
71	Saône-et-Loire	23,1	13,6	9,6	58,7%	27,9	15,3	12,6	54,9%	4,8	1,7	3,0	-3,8%
72	Sarthe	23,4	15,0	8,4	64,3%	28,2	17,2	11,0	60,9%	4,8	2,1	2,7	-3,4%
73	Savoie	23,6	14,7	8,9	62,3%	28,6	17,1	11,5	59,7%	5,0	2,4	2,6	-2,6%
74	Haute-Savoie	24,1	16,0	8,1	66,4%	28,3	17,6	10,7	62,1%	4,2	1,6	2,6	-4,3%

75	Paris	25,0	16,9	8,1	67,5%	29,0	18,1	10,9	62,3%	3,9	1,2	2,8	-5,2%
76	Seine-Maritime	22,4	13,6	8,8	60,6%	27,3	15,4	11,8	56,6%	4,9	1,9	3,0	-4,0%
77	Seine-et-Marne	23,3	14,7	8,5	63,4%	27,4	16,0	11,5	58,2%	4,2	1,2	3,0	-5,2%
78	Yvelines	24,5	15,4	9,1	62,8%	28,8	17,0	11,8	59,1%	4,3	1,6	2,7	-3,7%
79	Deux-Sèvres	24,0	14,7	9,3	61,2%	28,3	15,8	12,5	55,8%	4,3	1,1	3,2	-5,4%
80	Somme	22,2	13,6	8,6	61,2%	26,4	14,5	11,9	54,9%	4,2	0,9	3,3	-6,3%
81	Tarn	24,3	14,8	9,5	60,9%	28,5	15,2	13,2	53,5%	4,1	0,4	3,7	-7,4%
82	Tarn-et-Garonne	23,7	14,3	9,4	60,2%	28	16,4	11,6	58,7%	4,3	2,1	2,1	-1,6%
83	Var	23,6	14,7	8,9	62,3%	28,2	16,0	12,2	56,7%	4,6	1,3	3,3	-5,6%
84	Vaucluse	23,2	14,4	8,8	62,1%	27,9	15,8	12,2	56,4%	4,7	1,3	3,4	-5,7%
85	Vendée	23,2	14,7	8,5	63,4%	28,2	16,0	12,3	56,5%	5	1,2	3,8	-6,9%
86	Vienne	24,2	14,7	9,5	60,9%	28,6	15,5	13,1	54,1%	4,4	0,7	3,7	-6,8%
87	Haute-Vienne	23,6	13,7	9,9	58,1%	28,7	15,5	13,2	54,0%	5,1	1,8	3,3	-4,1%
88	Vosges	21,9	13,2	8,7	60,2%	26,9	16,2	10,7	60,2%	4,9	3,0	2,0	0,0%
89	Yonne	22,5	13,6	8,8	60,7%	27,1	14,7	12,4	54,1%	4,6	1,0	3,6	-6,6%
90	Territoire de Belfort	22,7	16,1	6,5	71,2%	27,1	16,2	10,8	60,0%	4,4	0,1	4,3	-11,2%
91	Essonne	24,2	16	8,2	66,2%	28,4	16,9	11,5	59,4%	4,2	0,9	3,4	-6,8%
92	Hauts-de-Seine	24,5	14,9	9,6	60,9%	28,8	17,1	11,7	59,4%	4,3	2,2	2,1	-1,5%
93	Seine-Saint-Denis	23,2	13,4	9,8	57,8%	27,5	15,5	12,0	56,4%	4,3	2,1	2,2	-1,4%
94	Val-de-Marne	24,4	14,8	9,6	60,7%	28,5	15,8	12,8	55,3%	4,1	1,0	3,2	-5,4%
95	Val-d'Oise	23,2	14,6	8,7	62,7%	27,6	15,6	12,0	56,7%	4,4	1,1	3,3	-6,0%
971	Guadeloupe	22,3	12,4	9,9	55,7%	27,3	11,4	15,9	41,8%	5,0	-1,0	6,0	-13,9%
972	Martinique	23,3	14	9,3	60,0%	27,1	13,4	13,7	49,5%	3,8	-0,6	4,4	-10,5%
973	Guyane	22,1	12,6	9,5	57,0%	27,0	13,3	13,7	49,3%	4,9	0,7	4,2	-7,7%
974	La Réunion	21,7	12	9,7	55,3%	26,8	14,0	12,8	52,2%	5,0	2,0	3,1	-3,1%
2A	Corse-du-Sud	23,4	15,3	8,0	65,6%	27,1	14,7	12,5	54,1%	3,8	-0,7	4,4	-11,5%
2B	Haute-Corse	23,7	14,2	9,6	59,7%	28,0	14,2	13,8	50,7%	4,3	0,0	4,2	-9,0%

¶ La liste officielle est disponible ici : <https://www.regions-et-departements.fr/departements-francais>

Tableau complémentaire 2. Distribution des départements selon l'espérance de vie (EV) et le rapport des années de vie vécues sans incapacité sur l'espérance de vie totale (EVSI/EV) à 60 ans, pour les hommes et les femmes. Enquête VQS (60+), 2014, France.

HOMMES \ FEMMES	FEMMES		HOMMES		Total
	EV and EVSI/EV en-dessous de la médiane	EV en-dessous la médiane et EVSI/EV au-dessus de la médiane	EV au-dessus de la médiane et EVSI/EV sous la médiane	EV et EVSI/EV au-dessus de la médiane	
EV and EVSI/EV en-dessous de la médiane	19	6	4	0	29
EV en-dessous la médiane et EVSI/EV au-dessus de la médiane	4	13	0	3	20
EV au-dessus de la médiane et EVSI/EV sous la médiane	3	1	11	4	19
EV et EVSI/EV au-dessus de la médiane	1	4	8	19	32
Total	27	24	23	26	100

ANNEXE 7. TABLEAUX COMPLEMENTAIRES DE L'ETUDE 3

Tableau complémentaire 1. Résultats du modèle 2 avec les termes d'interactions.
Enquête CARE-Ménages (60+ avec au moins une limitation fonctionnelle), 2015, France.

A. Hommes

	RRR (Relative risk ratio)	p-value	IC inf	IC sup
Pas de difficultés dans les OADL (baseline outcome)				
Difficultés mais pas de recours à l'aide				
Facteurs individuels				
Age (en continu)	1,04	0,005	1,01	1,06
Niveau de diplôme				
Faible	1,00			
Moyen	0,74	0,550	0,28	1,96
Elevé	0,78	0,605	0,31	1,97
Vivre seul				
Oui	1,00			
Non	0,61	0,073	0,36	1,05
Fréquence des relations avec les membres de la famille (autres que les co-résidents)				
Souvent	1,00			
Rarement	1,04	0,859	0,65	1,69
Jamais	3,77	0,015	1,29	10,99
Fréquence des relations avec les amis et voisins				
Souvent	1,00			
Rarement	1,22	0,460	0,72	2,07
Jamais	1,57	0,137	0,87	2,86
Nombre of limitations fonctionnelles sévères (en continu)				
	1,65	0,000	1,45	1,88
Nombre de maladies chroniques diagnostiquées (en continu)				
	1,07	0,277	0,94	1,22
Détresse psychologique				
Non	1,00			
Oui	4,21	0,000	2,55	6,94
Facteurs environnementaux résidentiels				
Faible diversité de commerces alimentaires				
Oui	0,80	0,631	0,31	2,03
Non	1,00			
Escaliers/marches pour sortir de chez soi				
Oui	1,17	0,720	0,49	2,82
Non	1,00			
Zones piétonnes de mauvaise qualité				
Oui	1,91	0,217	0,68	5,37
Non	1,00			
Absence/manque de lieux de repos				
Oui	0,90	0,863	0,26	3,11
Non	1,00			

Termes d'interactions				
Diversité des commerces alimentaires				
Dip. Moyen X Faible diversité	0,76	0,659	0,23	2,54
Dip. Elevé X Faible diversité	0,70	0,542	0,23	2,19
Escaliers/marches pour sortir de chez soi				
Dip. Moyen X Oui	1,26	0,703	0,39	4,07
Dip. Elevé X Oui	0,74	0,578	0,26	2,14
Zones piétonnes de mauvaise qualité				
Dip. Moyen X Oui	0,97	0,968	0,23	4,16
Dip. Elevé X Oui	0,96	0,952	0,28	3,35
Absence/manque de lieux de repos				
Dip. Moyen X Oui	1,86	0,455	0,37	9,42
Dip. Elevé X Oui	3,00	0,143	0,69	13,07
Recours à l'aide				
Facteurs individuels				
Age (en continu)	1,04	0,004	1,01	1,06
Niveau de diplôme				
Faible	1,00			
Moyen	0,98	0,973	0,36	2,65
Elevé	0,47	0,128	0,17	1,25
Vivre seul				
Oui	1,00			
Non	0,60	0,039	0,37	0,98
Fréquence des relations avec les membres de la famille (autres que les co-résidents)				
Souvent	1,00			
Rarement	0,65	0,096	0,39	1,08
Jamais	2,55	0,036	1,06	6,12
Fréquence des relations avec les amis et voisins				
Souvent	1,00			
Rarement	0,95	0,825	0,58	1,55
Jamais	1,82	0,048	1,01	3,28
Nombre of limitations fonctionnelles sévères (en continu)				
	2,10	0,000	1,86	2,37
Nombre de maladies chroniques diagnostiquées (en continu)				
	1,05	0,326	0,95	1,17
Détresse psychologique				
Non	1,00			
Oui	2,45	0,000	1,62	3,71
Facteurs environnementaux résidentiels				
Faible diversité de commerces alimentaires				
Oui	1,35	0,447	0,62	2,92
Non	1,00			
Escaliers/marches pour sortir de chez soi				
Oui	0,90	0,798	0,41	2,00
Non	1,00			
Zones piétonnes de mauvaise qualité				
Oui	0,82	0,668	0,32	2,07
Non	1,00			
Absence/manque de lieux de repos				
Oui	3,93	0,040	1,06	14,55

Non	1,00			
Termes d'interactions				
Diversité des commerces alimentaires				
Dip. Moyen X Faible diversité	0,45	0,136	0,16	1,29
Dip. Elevé X Faible diversité	0,60	0,287	0,23	1,55
Escaliers/marches pour sortir de chez soi				
Dip. Moyen X Oui	0,92	0,876	0,32	2,64
Dip. Elevé X Oui	1,85	0,240	0,66	5,16
Zones piétonnes de mauvaise qualité				
Dip. Moyen X Oui	3,43	0,065	0,93	12,69
Dip. Elevé X Oui	6,69	1,210	0,23	0,64
Absence/manque de lieux de repos				
Dip. Moyen X Oui	0,33	0,155	0,07	1,53
Dip. Elevé X Oui	0,47	0,319	0,11	2,08

B. Femmes

	RRR (Relative risk ratio)	p-value	IC inf	IC sup
Pas de difficultés dans les OADL (baseline outcome)				
Difficultés mais pas de recours à l'aide				
Facteurs individuels				
Age (en continu)	1,05	0,000	1,03	1,07
Niveau de diplôme				
Faible	1,00			
Moyen	0,91	0,826	0,39	2,14
Elevé	0,67	0,323	0,30	1,49
Vivre seul				
Oui				
Non	0,72	0,074	0,50	1,03
Fréquence des relations avec les membres de la famille (autres que les co-résidents)				
Souvent	1,00			
Rarement	1,30	0,220	0,86	1,96
Jamais	1,46	0,350	0,66	3,25
Fréquence des relations avec les amis et voisins				
Souvent				
Rarement	0,82	0,371	0,54	1,26
Jamais	2,45	0,000	1,56	3,85
Nombre of limitations fonctionnelles sévères (en continu)				
	1,54	0,000	1,39	1,69
Nombre de maladies chroniques diagnostiquées (en continu)				
	1,06	0,151	0,98	1,15
Détresse psychologique				
Non				
Oui	1,54	0,015	1,09	2,19

Facteurs environnementaux résidentiels				
Faible diversité de commerces alimentaires				
Oui	1,11	0,779	0,54	2,26
Non	1,00			
Escaliers/marches pour sortir de chez soi				
Oui	0,90	0,756	0,45	1,77
Non	1,00			
Zones piétonnes de mauvaise qualité				
Oui	1,10	0,830	0,47	2,57
Non	1,00			
Absence/manque de lieux de repos				
Oui	2,94	0,003	1,44	5,99
Non	1,00			
Termes d'interactions				
Diversité des commerces alimentaires				
Dip. Moyen X Faible diversité	0,57	0,223	0,23	1,41
Dip. Elevé X Faible diversité	0,99	0,978	0,38	2,54
Escaliers/marches pour sortir de chez soi				
Dip. Moyen X Oui	2,25	0,072	0,93	5,45
Dip. Elevé X Oui	1,17	0,722	0,48	2,86
Zones piétonnes de mauvaise qualité				
Dip. Moyen X Oui	1,52	0,467	0,49	4,72
Dip. Elevé X Oui	2,47	0,100	0,84	7,26
Absence/manque de lieux de repos				
Dip. Moyen X Oui	0,60	0,331	0,21	1,69
Dip. Elevé X Oui	0,47	0,151	0,16	1,32
Recours à l'aide				
Facteurs individuels				
Age (en continu)	1,09	0,000	1,07	1,11
Niveau de diplôme				
Faible	1,00			
Moyen	0,61	0,169	0,30	1,23
Elevé	0,50	0,049	0,25	1,00
Vivre seul				
Oui	1,00			
Non	1,00	0,990	0,74	1,35
Fréquence des relations avec les membres de la famille (autres que les co-résidents)				
Souvent	1,00			
Rarement	0,73	0,111	0,49	1,08
Jamais	1,35	0,382	0,69	2,65
Fréquence des relations avec les amis et voisins				
Souvent	1,00			
Rarement	1,31	0,189	0,88	1,96
Jamais	1,67	0,015	1,10	2,53
Nombre of limitations fonctionnelles sévères (en continu)				
	1,93	0,000	1,77	2,11
Nombre de maladies chroniques diagnostiquées (en continu)				
	1,07	0,073	0,99	1,15
Détresse psychologique				
Non	1,00			
Oui	1,29	0,107	0,95	1,77

Facteurs environnementaux résidentiels				
Faible diversité de commerces alimentaires				
Oui	1,23	0,525	0,65	2,29
Non	1,00			
Escaliers/marches pour sortir de chez soi				
Oui	1,12	0,722	0,61	2,03
Non	1,00			
Zones piétonnes de mauvaise qualité				
Oui	1,65	0,310	0,63	4,34
Non	1,00			
Absence/manque de lieux de repos				
Oui				
Non	1,29	0,436	0,68	2,44
Termes d'interactions				
Diversité des commerces alimentaires				
Dip. Moyen X Faible diversité	0,79	0,562	0,36	1,74
Dip. Elevé X Faible diversité	1,36	0,475	0,58	3,18
Escaliers/marches pour sortir de chez soi				
Dip. Moyen X Oui	1,72	0,157	0,81	3,67
Dip. Elevé X Oui	0,93	0,856	0,42	2,05
Zones piétonnes de mauvaise qualité				
Dip. Moyen X Oui	0,78	0,672	0,25	2,45
Dip. Elevé X Oui	0,90	0,855	0,28	2,89
Absence/manque de lieux de repos				
Dip. Moyen X Oui	1,07	0,876	0,45	2,58
Dip. Elevé X Oui	1,10	0,843	0,44	2,76

Note : Les modèles 2 sont ajustés sur tous les facteurs individuels et environnementaux résidentiels

Tableau complémentaire 2. Distribution de l'exposition aux limitations fonctionnelles sévères selon le niveau de diplôme. Enquête CARE-Ménages Seniors (60+ avec au moins une limitation fonctionnelle sévère), 2015, France.

	Pas de limitation fonctionnelle sévère	Au moins 1 limitation fonctionnelle sévère	Total
	N (%)	N (%)	N (%)
Niveau de diplôme faible	508 (40,6)	2 268 (59,4)	2 776 (100,0)
Niveau de diplôme moyen	925 (51,9)	2 936 (48,1)	3 861 (100,0)
Niveau de diplôme élevé	1 744 (70,7)	2 247 (29,3)	3 991 (100,0)
Total	3 177 (59,5)	7 451 (40,5)	10 628 (100,0)

Note : N sont bruts ; % sont pondérés

Tableau complémentaire 3. Marginal Effects at Representative values (MERs) pour les difficultés OADL et recours à l'aide parmi les hommes et les femmes (Modèle 4¶).

Enquête CARE-Ménages Seniors (60+ avec au moins une limitation fonctionnelle sévère), 2015, France.

	Pas de difficultés OADL		Difficultés sans recours à l'aide		Recours à l'aide	
	MERs	p-value	MERs	p-value	MERs	p-value
HOMMES						
Faible diversité de commerces alimentaires (Ref: Avec barrière)						
Dip, Faible sans barrière	-3,7	0,151	3,7	0,046	0,0	1,000
Dip, Moyen sans barrière	-3,6	0,141	3,5	0,053	0,0	0,995
Dip, Elevé sans barrière	-3,4	0,130	3,4	0,038	0,0	0,995
Marches/Escaliers pour sortir de chez soi (Ref: Avec barrière)						
Dip, Faible sans barrière	1,7	0,557	-0,8	0,670	-0,9	0,729
Dip, Moyen sans barrière	1,5	0,554	-0,7	0,661	-0,8	0,728
Dip, Elevé sans barrière	1,5	0,549	-0,7	0,647	-0,7	0,728
Zones piétonnes de mauvaise qualité (Ref: Avec barrière)						
Dip, Faible sans barrière	7,7	0,024	-4,1	0,062	-3,5	0,261
Dip, Moyen sans barrière	7,1	0,021	-4,0	0,043	-3,1	0,262
Dip, Elevé sans barrière	6,8	0,019	-3,9	0,041	-2,9	0,253
Manque/Absence de lieux de repos (Ref : Avec barrière)						
Dip, Faible sans barrière	10,4	0,007	-2,1	0,312	-8,3	0,024
Dip, Moyen sans barrière	9,6	0,006	-2,2	0,278	-7,3	0,019
Dip, Elevé sans barrière	8,9	0,006	-2,2	0,254	-6,8	0,018
FEMMES						
Faible diversité de commerces alimentaires (Ref: Avec barrière)						
Dip, Faible sans barrière	1,4	0,530	2,6	0,081	-4,0	0,071
Dip, Moyen sans barrière	1,0	0,664	3,0	0,096	-4,0	0,058
Dip, Elevé sans barrière	1,1	0,617	2,6	0,094	-3,7	0,070
Marches/Escaliers pour sortir de chez soi (Ref: Avec barrière)						
Dip, Faible sans barrière	4,9	0,022	-1,0	0,469	-3,9	0,069
Dip, Moyen sans barrière	4,9	0,023	-1,4	0,431	-3,5	0,091
Dip, Elevé sans barrière	4,7	0,022	-1,2	0,399	-3,5	0,074
Zones piétonnes de mauvaise qualité (Ref: Avec barrière)						
Dip, Faible sans barrière	6,3	0,032	-3,4	0,045	-2,8	0,325
Dip, Moyen sans barrière	6,6	0,024	-4,3	0,039	-2,3	0,411
Dip, Elevé sans barrière	6,3	0,026	-3,8	0,042	-2,5	0,338
Manque/Absence de lieux de repos (Ref : Avec barrière)						
Dip, Faible sans barrière	5,8	0,031	-4,1	0,023	-0,2	0,530
Dip, Moyen sans barrière	6,2	0,022	-5,1	0,023	-0,1	0,674
Dip, Elevé sans barrière	5,9	0,024	-4,4	0,018	-0,1	0,546

Note : ¶ Le modèle 4 a été ajusté par les facteurs individuels (sexe, âge en tant que variable continue, nombre de limitations fonctionnelles sévères, fait de vivre seul, fréquence des relations avec les membres de la famille (autres que les co-résidents), avec les amis et les voisins, nombre de maladies chroniques diagnostiquées, détresse psychologique) et stratifié en fonction des niveaux d'instruction.

