

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG
En cotutelle avec l'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL (Canada)

ÉCOLE DOCTORALE DES SCIENCES DE LA VIE ET DE LA SANTÉ

IPHC - DEPE Département d'Ecologie, Physiologie, Ethologie

THÈSE présentée par :

Alexandre NAUD

soutenue le : **18 mars 2022**

pour obtenir le grade de : **Docteur de l'université de Strasbourg**

Discipline/ Spécialité : Santé Publique

Réseau social et espace d'activité
Dynamique socio-spatiale et bien-être
émotionnel chez les aînés

THÈSE dirigée par :

M. SUEUR Cédric
M. KESTENS Yan

Maître de conférences, université de Strasbourg
Professeur titulaire, université de Strasbourg

RAPPORTEURS :

Me. COTE Sylvana
Me. TUBARO Paola

Professeure titulaire, université de Montréal
Directrice de recherche, ENSAE Paris

AUTRES MEMBRES DU JURY :

Me. SYLVESTRE Marie-Pierre
Me. BERGOUIGNAN Audrey

Professeure agrégée, université de Montréal
Directrice de recherche, université de Strasbourg

Réseau social et espace d'activité

Dynamique socio-spatiale et bien-être émotionnel chez les aînés

par

Alexandre Naud

Thèse effectuée en cotutelle

au

Département de médecine sociale et préventive
École de Santé Publique

Université de Montréal

et

École doctorale des sciences de la vie et de la santé - ED 414

Université de Strasbourg

Thèse présentée aux Études supérieures et postdoctorales de l'Université de Montréal en
vue de l'obtention du grade de Philosophiæ Doctor (Ph.D.)
en Santé publique option Promotion de la santé

et à

l'Université de Strasbourg en vue de l'obtention du grade de Docteur en Santé publique

30 Avril 2021

Université de Montréal

École de Santé Publique

Cette thèse intitulée

Réseau social et espace d'activité

Dynamique socio-spatiale et bien-être émotionnel chez les aînés

présentée par

Alexandre Naud

a été évaluée par un jury composé des personnes suivantes :

Sylvana Côté

(président-rapporteur)

Yan Kestens

(directeur de recherche)

Cédric Sueur

(codirecteur)

Marie-Pierre Sylvestre

(membre du jury)

Audrey Bergouignan

(membre du jury)

Paola Tubaro

(examineur externe)

Résumé

Le vieillissement de la population nous amène à imaginer de nouvelles approches pour promouvoir la santé et le bien-être à un âge avancé. Les liens sociaux et la mobilité quotidienne jouent potentiellement un rôle important, mais ces dynamiques sont actuellement mal comprises. Cette thèse vise à explorer comment les réseaux sociaux des aînés s'intègrent dans leurs espaces d'activité, et comment les relations sociales, inscrites dans l'environnement spatial, sont associées au bien-être.

La thèse explore les données de l'étude CURHA (*Contrasted Urban settings for Healthy Aging*) collectées au Québec au sein de la cohorte NuAge. La population d'étude comprend 183 aînés âgés de 79 ans et plus enquêtés en 2014 et 2015, habitant dans les régions de Montréal et Sherbrooke.

Le premier volet de cette thèse est de nature méthodologique, et concerne le développement d'un module de questionnaire cartographique interactif permettant de recueillir à la fois des lieux d'activité réguliers et des relations sociales, ces deux niveaux d'information connectés en fonction des "personnes vues dans les lieux d'activités". Ces données ont été représentées en réseaux bipartites, ce qui a permis de distinguer des structures en étoile formées d'un nœud central connecté à un ensemble de nœuds périphériques. Ces structures identifient d'une part un lieu où l'aîné voit plusieurs personnes, qui pour la plupart, ne sont rencontrées qu'en ce lieu, et d'autre part une personne centrale avec qui plusieurs activités sont réalisées, de manière relativement exclusive.

Le deuxième volet de la thèse porte sur les liens entre les relations sociales et le bien-être émotionnel. Les relations sociales peuvent être catégorisées en relations proches, personnelles, ou de camaraderie. Le nombre de camarades et la présence d'une relation proche sont positivement associés au niveau de bien-être émotionnel, tandis que le nombre de relations personnelles est associé négativement au bien-être émotionnel.

Le dernier volet décrit de manière plus détaillée la distribution des catégories de relations sociales au sein des structures en étoiles identifiées dans les réseaux bipartites. Les relations

proches représentent la majorité des personnes qui sont rencontrées ou qui accompagnent les personnes âgées dans un grand nombre de lieux d'activités. La résidence primaire est un lieu de socialisation importante, tandis que les lieux non résidentiels semblent servir de cadre privilégié aux relations de groupes. Les relations personnelles sont plus fréquentes au domicile des participants que dans les autres lieux d'activités.

Cette thèse montre que l'analyse de réseau offre un cadre utile pour étudier les relations sociales en rapport avec l'environnement géospatial. Elle met en lumière la concentration de la vie sociale des aînés dans un nombre restreint de lieux d'activités, ainsi que la distribution spatiale différentielle de catégories de relations sociales spécifiquement associée au bien-être émotionnel. Ces approches peuvent soutenir la compréhension des influences socio-environnementales et favoriser la santé et le bien-être des aînés.

Mots clés: Réseau social, Espace d'activité, Bien-être émotionnel, Questionnaire cartographique, Réseau bipartite et multicouche, Interactions sociales géolocalisées, Relations proches, Relations personnelles, Camaraderie, Vieillesse en santé, Facteurs contextuels de santé

Abstract

The aging of the population leads us to imagine new approaches to promote health and well-being in old age. Social connections and daily mobility potentially play an important role, but these dynamics are currently poorly understood. This thesis aims to explore how older adults' social networks fit into their activity spaces, and how social relationships, embedded in the spatial environment, are associated with well-being.

The thesis explores data from the Contrasted Urban settings for Healthy Aging (CURHA) study collected in Quebec within the NuAge cohort. The study population includes 183 older adults aged 79 years and older surveyed in 2014 and 2015, living in the Montréal and Sherbrooke regions.

The first part of this thesis is methodological, and concerns the development of an interactive cartographic questionnaire module allowing to collect both regular activity locations and social relationships, those two layers of information connected by “people seen at activity locations”. These data were represented as bipartite networks, which allowed us to identify star-like structures formed by a central node connected to a set of peripheral nodes. These structures identify, on the one hand, a location where the older adult sees several people, most of whom he or she meets only in that place, and on the other hand, a central person with whom several activities are carried out, while being the only person seen in most of these locations.

The second part of the thesis focuses on the links between social relationships and emotional well-being. Social relationships can be categorized into close relationships, personal relationships, or companionship. The number of companions and the presence of a close relationship are positively associated with emotional well-being, while the number of personal relationships is negatively associated with emotional well-being.

The final section describes in more detail the distribution of social relationship categories within the star-like structures identified within the bipartite networks. Close relations represent the majority of people who are met or accompany the elderly in a large number

of activity locations. The primary residence is an important place of socialization, while non-residential places seem to serve as a privileged setting for group relations. Personal relationships are most common in participants' homes.

This thesis shows that network analysis provides a useful framework for studying social relationships within the geospatial environment. It highlights the concentration of older adults' social lives in a limited number of activity locations, as well as the differential spatial distribution of social relationship categories specifically associated with emotional well-being. These approaches can help to understand the socio-environmental influences on older adults' health and well-being.

Keywords: Social network, Activity space, Emotional well-being, Older adults, Map-based questionnaire, Bipartite and multilayer network, Geolocated social interactions, Close relationships, Personal relationships, Companionship, Healthy aging, Contextual health factors

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| Résumé | 5 |
| Abstract | 7 |
| Liste des tableaux | 21 |
| Liste des figures | 25 |
| Liste des sigles et des abréviations | 29 |
| Remerciements | 33 |
| Chapitre 1. Introduction | 37 |
| Organisation de la thèse | 39 |
| Chapitre 2. Revue de littérature | 41 |
| 1. Démographie du vieillissement de la population | 41 |
| 2. Vieillesse et condition de santé | 43 |
| 2.1. Géographie et temporalité de la morbidité chez les aînés | 43 |
| 2.2. Vieillesse biologique | 44 |
| 2.3. Diminution des capacités | 44 |
| 2.4. Une définition du vieillissement en santé basé sur les aptitudes fonctionnelles | 45 |
| 3. L'expérience émotionnelle comme dimension du vieillissement en santé | 47 |

| | | |
|------------------------------------|--|-----------|
| 3.1. | Qu'est-ce qu'une émotion? | 47 |
| 3.2. | Les troubles dépressifs et anxieux | 49 |
| 3.3. | Conséquences de la dépression et de l'anxiété sur la santé des aînés | 51 |
| 3.4. | La valence des émotions | 53 |
| 3.5. | Fréquences des émotions plaisantes et déplaisantes chez les aînés | 54 |
| 3.6. | Valence émotionnelle et santé physiologique | 55 |
| 3.7. | Valence émotionnelle et douleur | 57 |
| 3.8. | États émotionnels et bien-être | 57 |
| 4. | Les relations sociales comme déterminants du vieillissement en bonne santé | 59 |
| 4.1. | Relations sociales | 59 |
| 4.2. | Liens avec la santé humaine | 60 |
| 4.3. | Santé cognitive | 61 |
| 4.4. | Activité immunitaire | 63 |
| 4.5. | Aptitudes fonctionnelles | 65 |
| 4.6. | État émotionnel | 68 |
| 4.7. | Cadre conceptuel des liens entre les relations sociales et le vieillissement en bonne santé | 73 |
| 5. | Dimension spatiale des relations sociales chez les aînés ; lacune dans les connaissances | 75 |
| Objectifs de la thèse | | 79 |
| Chapitre 3. Méthodes | | 81 |
| 1. | Projet CURHA | 81 |

| | | |
|--------|---|----|
| 2. | Population Canadienne | 81 |
| 3. | Données collectées | 82 |
| 3.1. | Mesure les relations sociales en lien avec l'espace d'activité – Le questionnaire VERITAS-Social | 82 |
| 3.2. | Bien-être émotionnel et capacités physiques | 89 |
| 3.3. | Données sociodémographiques | 90 |
| 3.4. | Collecte de données | 90 |
| 4. | Analyse | 90 |
| 4.1. | Représenter les données VERITAS-Social sous forme de réseaux | 90 |
| 4.1.1. | Discussion sommaire sur l'analyse des réseaux | 90 |
| 4.1.2. | Transformation des données VERITAS Social | 92 |
| 4.1.3. | Représentation des données transformées en réseaux | 94 |
| 4.1.4. | Comparaison avec d'autres approches analytiques | 96 |
| 4.2. | Étude de cas | 97 |
| 4.3. | Analyse des propriétés structurelles des réseaux bipartites | 97 |
| 4.4. | Liens entre les types des relations sociales et le bien-être émotionnel | 98 |
| 4.5. | Distribution des relations sociales dans les réseaux bipartites | 98 |
| 4.6. | Outils utilisés pour les analyses | 99 |

**First Article. Combining social network and activity space data for health
research: tools and methods** 101

| | | |
|------|---|-----|
| 1. | Background | 103 |
| 1.1. | Social networks, activity space and localized face-to-face interactions | 103 |
| 1.2. | Relevance for health research | 104 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 1.3. | Existing methods for localizing social interactions | 105 |
| 2. | VERITAS-Social : A socio-spatial questionnaire | 107 |
| 2.1. | The questionnaire | 107 |
| 2.2. | Validity and reliability of VERITAS-Social | 109 |
| 2.3. | Structure of collected data | 110 |
| 3. | Investigating linked socio-spatial data using network theory | 110 |
| 4. | Case study | 113 |
| 4.1. | Sample source | 113 |
| 4.2. | Bipartite network analysis | 113 |
| 4.2.1. | Bipartite networks | 113 |
| 4.2.2. | Size, density and degree | 114 |
| 4.2.3. | Community structure | 115 |
| 4.2.4. | Within-module degree and participation index | 116 |
| 4.3. | System of interconnected network analysis | 116 |
| 4.3.1. | Computing systems of interconnected networks | 116 |
| 4.3.2. | Cross clustering coefficient | 117 |
| 4.4. | Programming language and software environment | 118 |
| 4.5. | Results | 118 |
| 5. | Discussion | 120 |
| | Authors Contribution Statements | 126 |
| | Competing Interests | 126 |
| | Supplementary material | 127 |

| | | |
|--------|--|------------|
| A. | Alters and locations characteristics..... | 127 |
| B. | Including groups in network analysis..... | 130 |
| | | |
| | Second Article. Linking social interactions to visited locations of older seniors: An analysis of structural properties using bipartite networks..... | 131 |
| 1. | Introduction..... | 134 |
| 1.1. | Background..... | 134 |
| 1.2. | The Current Study..... | 135 |
| 2. | Methods..... | 136 |
| 2.1. | Study sample..... | 136 |
| 2.2. | Sociodemographic characteristic and physical function..... | 137 |
| 2.3. | Bipartite networks..... | 137 |
| 2.3.1. | Empirical networks..... | 137 |
| 2.3.2. | Random network generation..... | 138 |
| 2.4. | Network measures..... | 139 |
| 2.4.1. | Degree and size..... | 139 |
| 2.4.2. | Interval degree distributions and interval edge sums..... | 139 |
| 2.4.3. | Clustering coefficient..... | 140 |
| 2.5. | Statistical analysis..... | 141 |
| 2.5.1. | Mean values of degree distributions and clustering coefficients..... | 141 |
| 2.5.2. | Linear relation between edge frequencies and clustering coefficients..... | 142 |
| 2.5.3. | Characterisation of High Degree Nodes..... | 143 |
| 2.5.4. | Relations between network size and the presence of high-degree nodes... | 144 |

| | |
|--|------------|
| 3. Results | 144 |
| 4. Discussion | 153 |
| Authors Contribution Statements | 156 |
| Competing interests | 156 |
| Supplementary materials..... | 157 |
| A. VERITAS-Social predefined activities | 157 |
| B. Sensitivity analysis on group nodes transformation | 160 |
| C. Detailed discussion on clustering coefficients..... | 166 |
| D. Models' outliers..... | 168 |
| E. Detailed analysis on nodes organized in star-like structures | 170 |
| E.1. High degree nodes | 170 |
| E.2. Neighbours of High Degree Nodes | 172 |
| F. Complete regression models | 175 |
| G. Dissassortativity | 176 |
| Third Article. Social relationships and emotional well-being in later life: The role of personal relationships, the companions and close relationships..... | 179 |
| 1. Introduction..... | 182 |
| 1.1. Emotional Well-being and Healthy Aging | 182 |
| 1.2. Social Relationships and Emotional Well-Being | 183 |
| 1.3. The Current Study | 185 |
| 2. Methods..... | 185 |

| | |
|---|------------|
| 2.1. Design and Population | 185 |
| 2.2. Variables of Interest | 186 |
| 2.2.1. Sociodemographic Variables and Functional Autonomy | 186 |
| 2.2.2. Social Relationships | 186 |
| 2.2.3. Emotional Well-being | 188 |
| 2.3. Statistical Analysis | 188 |
| 3. Results | 189 |
| 4. Discussion | 194 |
| Authors contribution statements | 198 |
| Competing interest | 198 |
| Supplementary materials | 199 |
| A. Complete sets of social relationship types | 199 |
| B. Linear Regression Diagnostics | 200 |
| C. Sensibility analysis on the linear regression models | 203 |
| Chapitre 4. Position des relations sociales au sein des réseaux socio-spatiaux | 209 |
| 1. Introduction | 209 |
| 2. Méthode | 209 |
| 2.1. Population et récolte de données | 209 |
| 2.2. Caractérisation des positions au sein des réseaux bipartites | 210 |
| 2.3. Caractérisation des relations sociales | 211 |
| 2.4. Analyse de proportions | 212 |

| | |
|--|------------|
| 3. Résultat | 213 |
| 4. Discussion | 215 |
| Chapitre 5. Discussion | 217 |
| 1. La problématique scientifique à l'origine de la thèse | 217 |
| 2. Les principales conclusions | 218 |
| 2.1. Questionnaire VERITAS-Social et représentation des données en réseaux.... | 218 |
| 2.2. Propriétés structurelles des réseaux socio-spatiaux | 219 |
| 2.3. Relations sociales et bien-être émotionnel | 220 |
| 2.4. Distribution des relations sociales au sein des réseaux bipartites | 221 |
| 3. Discussion transversale sur l'implication des travaux sur le vieillissement en bonne santé | 221 |
| 4. Limites | 222 |
| 4.1. Le devis transversal | 222 |
| 4.2. Facteurs de confusion | 223 |
| 4.3. Échantillon de l'étude et biais de sélection | 224 |
| 4.4. L'outil VERITAS-Social | 226 |
| 4.5. La conception du bien-être émotionnel | 227 |
| 5. Réflexion sur la recherche future | 227 |
| 5.1. Comment s'inscrivent les réseaux socio-spatiaux dans l'environnement bâti .. | 227 |
| 5.2. Approfondir les liens entre l'environnement bâti, les relations sociales et le vieillessement en bonne santé | 228 |
| 5.3. Étudier d'autres propriétés des réseaux socio-spatiaux | 230 |

| | |
|--|------------|
| 5.4. Étendre à d'autres populations d'aînés | 231 |
| Références bibliographiques | 233 |
| Annexe A. Vieillessement en santé et bien-être | 293 |
| 1. Introduction | 293 |
| 2. Un ou plusieurs concepts de bien-être? | 293 |
| 3. Le pluralisme méthodologique et la recherche sur le bien-être | 296 |
| 4. Les aptitudes fonctionnelles et l'approche par les capacités | 297 |
| 5. Émotions, plaisir et bonheur | 300 |
| Annexe B. Questionnaire VERITAS-Social | 305 |
| Préambule | 305 |
| Présentation du questionnaire VERITAS par l'enquêteur | 305 |
| Introduction | 305 |
| Exemple | 306 |
| Valider avec le participant s'il est prêt pour commencer | 306 |
| PARTIE A. RÉSIDENCE PRINCIPALE ET QUARTIER RÉSIDENTIEL | 307 |
| 1. Résidence principale | 307 |
| 2. Historique résidentiel | 307 |
| 3. Quartier perçu | 307 |
| 4. Attachement au quartier | 307 |
| 5. Répartition du temps dans/hors logement/quartier | 308 |
| 6. Zone d'insécurité | 308 |

| | |
|--|-----|
| 7. Résidence autre..... | 308 |
| PARTIE B: TRAVAIL..... | 309 |
| 8. Travail..... | 309 |
| PARTIE C: AUTRES LIEUX D'ACTIVITÉS..... | 310 |
| 9. Épicerie..... | 310 |
| 10. Marché public..... | 310 |
| 11. Boulangerie..... | 310 |
| 12. Fruiterie..... | 310 |
| 13. Magasin alimentaire spécialisé..... | 310 |
| 14. Dépanneur..... | 311 |
| 15. Magasinage..... | 311 |
| 16. Banque..... | 311 |
| 17. Guichet automatique..... | 311 |
| 18. Coiffeur/barbier..... | 311 |
| 19. Médecin de famille..... | 311 |
| 20. Médecin spécialiste..... | 312 |
| 21. Pharmacie..... | 312 |
| 22. Autres lieux de soins de santé..... | 312 |
| 23. Transport..... | 312 |
| 24. Activités sportives..... | 312 |
| 25. Activités culturelles ou de loisirs..... | 312 |
| 26. Bénévolat..... | 313 |
| 27. Activités associatives/religieuses/spirituelles..... | 313 |

| | |
|--|------------|
| 28. Cimetière..... | 313 |
| 29. Visite à des personnes..... | 313 |
| 30. Restaurant/café/bar..... | 314 |
| 31. Parcours de promenade..... | 314 |
| 32. Activités de raccompagnement..... | 314 |
| 33. Autres lieux d'activité..... | 314 |
| 34. Visite de personnes..... | 314 |
| PARTIE D. INFORMATION SUR LES RELATIONS SOCIALES..... | 315 |
| INFORMATIONS SUPPLÉMENTAIRES SUR LES LIEUX D'ACTIVITÉS, LES INDIVIDUS ET LES GROUPES..... | 317 |
| Annexe C. PF-10 ET MHI-5..... | 319 |
| MHI-5..... | 319 |
| Français..... | 319 |
| English..... | 320 |
| PF-10..... | 321 |
| Français..... | 321 |
| English..... | 322 |
| Annexe D. Formulaire de consentement..... | 323 |
| Annexe E. Approbation éthique..... | 331 |
| Annexe F. Financement..... | 335 |

Liste des tableaux

| | | |
|----|--|-----|
| 1 | Node-level measures for participant A's bipartite and interconnected networks... | 123 |
| 2 | Node-level measures for participant B's bipartite and interconnected networks... | 124 |
| 3 | Characteristics of participant A's alters..... | 128 |
| 4 | Characteristics of participant A's visited locations..... | 128 |
| 5 | Characteristics of participant B's alters..... | 129 |
| 6 | Characteristics of participant B's visited locations..... | 129 |
| 7 | Descriptive statistics of network measures..... | 146 |
| 8 | Loadings of the 6 variables in the first two principal axes..... | 149 |
| 9 | Linear regression models of the number of nodes in a given set explained by the number of edges incident to high-degree nodes in the other set | 152 |
| 10 | The observed frequencies of activity locations by type of activity | 158 |
| 11 | Observed frequency of visited locations generated from activity locations | 159 |
| 12 | Number of visited locations and participant residences that are high degree places due to their connection to one or more groups..... | 161 |
| 13 | Linear regression models of the number of alters explained by the number of edges incident to high degree locations | 165 |
| 14 | Mean proportions of high degree locations by location types..... | 172 |
| 15 | Mean proportions of high degree alters by relationship types | 172 |

| | | |
|----|--|-----|
| 16 | Mean proportions of alters seen in high degree locations..... | 173 |
| 17 | Mean proportions of different relationships seen in high degree locations..... | 173 |
| 18 | Mean proportions of different locations connected to high degree alters..... | 174 |
| 19 | Complete summary of the linear regression models of the number of nodes in one set explain by the number of edges incident to high-degree nodes in the other set | 175 |
| 20 | Relationship categories by relational criteria | 187 |
| 21 | Descriptive statistics of all measured variables..... | 190 |
| 22 | Weighted frequencies of close relationships by role relations | 191 |
| 23 | Summary of the multivariable linear regressions of emotionnal well-being explained by relationship types..... | 193 |
| 24 | Ratio between adjusted standard errors and heteroscedasticity consistent standard errors..... | 201 |
| 25 | Generalized Variance Inflation Factor calculated for model 1 and 2..... | 202 |
| 26 | Complete summary of the multivariable linear regressions of emotionnal well-being explained by relationship types | 205 |
| 27 | Sensibility analysis on model 1 with predictors included separately | 205 |
| 28 | Sensibility analysis on model 2 with predictors included separately | 205 |
| 29 | Sensibility analysis on model 1 and 2 without the observation displaying high leverage | 206 |
| 30 | Sensibility analysis on the multivariable regressions of the emotional well-being explained by types of social relationships..... | 207 |
| 31 | Sensibility analysis on model 2 with a simplified marital status variable | 208 |
| 32 | Sensibility analysis on models 1 and 2 on the subset of face-to-face interactions.. | 208 |

| | | |
|----|---|-----|
| 33 | Distributions des proportions moyennes des différentes catégories relationnelles selon les positions au sein des réseaux bipartites..... | 214 |
|----|---|-----|

Liste des figures

| | | |
|----|---|-----|
| 1 | Modèle conceptuel de l'impact des relations sociales sur le vieillissement en santé | 74 |
| 2 | Distribution spatiale du lieu de résidence des participants de l'échantillon canadien | 82 |
| 3 | Copie d'écran de l'application VERITAS-RECORD | 84 |
| 4 | Représentation schématique de la première partie du module social | 86 |
| 5 | Représentation schématique la seconde partie du module social | 87 |
| 6 | Relations entre les données collectées par le VERITAS-Social | 88 |
| 7 | Représentation visuelle et matrice d'adjacence d'un graphe | 91 |
| 8 | Représentation visuelle d'un réseau social et d'un réseau d'ordinateur | 92 |
| 9 | Illustration de la transformation des activités régulières en lieux d'activités | 93 |
| 10 | Illustration de la transformation des groupes en \sqrt{n} individus | 94 |
| 11 | Illustration de la représentation en réseau des données transformées du VERITAS Social | 95 |
| 12 | Diagram of the VERITAS-Social questionnaire flow chart | 108 |
| 13 | Hypothetical examples of a bipartite network and a system of interconnected networks representing the relationships between social networks and activity spaces | 112 |
| 14 | Example of a bipartite network | 114 |
| 15 | Representation of a system of interconnected networks | 117 |

| | | |
|----|---|-----|
| 16 | Illustration of the cross-clustering coefficient | 119 |
| 17 | Spatial distribution of participants A and B visited locations | 121 |
| 18 | Visual representation of participants A and B's bipartite networks | 122 |
| 19 | Visual representation of a participant's bipartite network..... | 143 |
| 20 | Mean interval degree distribution within locations and alters | 145 |
| 21 | Means of the cumulative clustering coefficients in location and alter nodes..... | 147 |
| 22 | Bivariate scatterplots of $IES_L(3)$, $IES_A(1)$ and $ccs(V_A)$ and $IES_A(3)$, $IES_L(1)$ and $ccs(V_L)$ | 148 |
| 23 | Biplot of loadings and observations along principal axes 1 and 2..... | 150 |
| 24 | Untransformed and transformed group sizes by group | 161 |
| 25 | Mean interval degree distribution within location in bipartite networks with groups transformed as one node and n nodes | 162 |
| 26 | Bivariate scatterplots of $IES_L(3)$, $IES_A(1)$ and $ccs(V_A)$ across bipartite networks with groups as one node and n nodes | 163 |
| 27 | Representation of an hypothetical bipartite network..... | 166 |
| 28 | Representation of two networks with the same number of nodes and edges, but with different edge distributions..... | 167 |
| 29 | Boxplots of the univariate distributions of squared residuals according to the first principal axis in PCA1 and PCA2 | 168 |
| 30 | Bivariate scatterplots of $IES_A(3)$, $IES_L(1)$ and $ccs(V_L)$ with observations at $rs^2 > 2$ coloured and labelled | 169 |
| 31 | Bivariate scatterplots of $IES_L(3)$, $IES_A(1)$ and $ccs(V_A)$ with observations at $rs^2 > 2$ coloured and labelled | 169 |
| 32 | Visual representation of outlier C | 170 |

| | | |
|----|---|-----|
| 33 | Visual representation of outlier J..... | 171 |
| 34 | Frequency distributions of assortativity coefficients observed in participants' networks..... | 177 |
| 35 | Euler diagram of combinations between personal relationships, companions and close relationships | 192 |
| 36 | Venn diagram of the overlapping sets of the characterization of social relationships | 199 |
| 37 | Empirical cumulative distributions of proportions of people reported as both companions and personal relationships | 200 |
| 38 | Studentized residuals against theoretical quantile or fitted values, and the distribution of Cook's distances by observation for model 1..... | 201 |
| 39 | Visualisation d'un réseau bipartite hypothétique d'alter connecté à des lieux d'activités | 211 |
| 40 | Schématisation des catégories de relations sociales..... | 212 |

Liste des sigles et des abréviations

| | |
|--------|--|
| cc | Coefficient de regroupement, de l'anglais <i>clustering coefficient</i> |
| CIHR | Institut de recherche en santé du Canada, de l'anglais <i>Canadian Institut of Health Research</i> |
| CURHA | <i>Contrasted Urban settings for Healthy Aging</i> |
| CRCHUM | Centre de Recherche du Centre Hospitalier de l'Université de Montréal |
| DALYs | Espérance de vie corrigée de l'incapacité, de l'anglais <i>disability-adjusted life years</i> |
| DSM | Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux, de l'anglais <i>Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders</i> |
| FRSQ | Fonds de Recherche en Santé du Québec |
| GVIF | Facteur d'inflation de la variance généralisé, de l'anglais <i>Generalized Variance Inflation Factor</i> |

| | |
|-------|--|
| ICD | Classification Internationale des Maladies, de l'anglais <i>International classification of disease</i> |
| IDD | Distribution des degrés par interval, de l'anglais <i>Interval Degree Distribution</i> |
| IES | Somme des arrêtes par interval, de l'anglais <i>Interval Edge Sum</i> |
| IQR | Écart Interquartile, de l'anglais <i>Interquartile Range</i> |
| MHI-5 | Échelle de santé mentale en 5 points, de l'anglais <i>five-item version of the Mental Health Inventory</i> |
| OMS | Organisation Mondiale de la Santé |
| PCA | Analyse en composante principale, de l'anglais <i>Principal Component Analysis</i> |
| PF-10 | Échelle d'autonomie physique en 10 points, de l'anglais <i>ten-items Physical Functioning scale</i> |
| SF-36 | Questionnaire général sur la santé en 36 points, de l'anglais <i>36-item Short-Form health survey</i> |

VERITAS

Questionnaire cartographique sur l'espace d'activité, de l'anglais
Visualization and Evaluation of Route Itineraries, Travel destinations, and Activity Spaces

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont soutenu au cours de ses longues années de thèse, sans qui ce projet n'aurait pas pu aboutir.

Yan et Cédric, merci pour votre soutien, votre professionnalisme, et l'encadrement que vous m'avez apportés au cours de ces nombreuses années. Sans vous, ce projet n'aurait jamais pu être.

Merci à tous les professeurs, enseignants et chercheurs qui m'ont enseigné, ou avec qui j'ai eu le privilège de collaborer pendant ces dernières années. Vous avez nourri mon intérêt pour la recherche et m'avez permis de développer un sens critique.

Merci à tous les étudiants de L'ESPUM et du DEPE. Vous avez grandement contribué à ma santé mentale durant cette période exigeante.

Benoit, merci pour ton assistance et ta grande patience avec mes mille et une questions.

Merci à mes parents de m'avoir insufflé l'envie de poursuivre de très longues études.

Merci à tous les participants de l'étude CURHA d'avoir pris le temps de compléter ce long protocole.

Merci enfin à Eloise pour ton aide et ta présence au quotidien. Tu joues, assurément, un rôle central dans mon bien-être émotionnel.

Je dédicace cette thèse à mon chat, pour son soutien sans faille et sa chaleur réconfortante.

Chapitre 1

Introduction

La population mondiale vieillit aujourd’hui à un rythme sans précédent. La proportion d’aînés (c.-à-d., 65 ans et plus) a pratiquement doublé depuis le milieu du XXe siècle, avec une tendance plus marquée dans les pays plus développés [1].¹ Cette transition démographique implique qu’un nombre croissant de personnes vivent aujourd’hui jusqu’à un âge très avancé. Bien que le vieillissement soit souvent stigmatisé, Lloyd-Sherlock et al. [3] défend que « l’augmentation de la longévité humaine devrait être un motif de célébration [...] au lieu d’être dépeinte comme un problème » (p. 1292, traduction libre²). L’augmentation de la durée de vie implique plus de temps pour profiter de la vie et faire les choses qui nous sont chères, mais aussi la possibilité de contribuer à la société plus longtemps. En matière de santé publique, l’enjeu est donc de développer une approche globale incluant des politiques et des interventions qui favorisent le maintien de la santé et de la qualité de vie à un âge avancé [4].

Une stratégie consiste à adapter le milieu de vie afin de soutenir les besoins, les capacités et les aspirations des personnes âgées. Cette considération est notamment au cœur des efforts déployés par le réseau de villes et des communautés amis des aînés, créé par l’OMS en 2010, et qui rassemble aujourd’hui plus de 750 villes et communautés à l’internationale [5]. De plus, ces interventions sont soutenues par un nombre croissant d’études sur cette problématique [6, 7, 8, 9]. Un thème qui émerge de ces travaux est l’importance de la communauté sur la vie sociale des aînés [10, 11], et quelles sont les caractéristiques des communautés pouvant atténuer l’isolement et favoriser les contacts sociaux [8, 9]. Du point de vue de la santé publique, il s’agit d’une problématique importante si l’on considère l’influence des relations

¹ Selon l’indice de développement humain définie par le Programme des Nations Unies pour le Développement [2]

² “*We argue that, instead of being portrayed as a problem, increased human longevity should be a cause for celebration*”

sociales sur la survie [12, 13] et le vieillissement en bonne santé [14], les aînés eux-mêmes déclarent leurs relations sociales comme centrale à leur bien-être [15].

Lorsqu'on examine cette problématique, une question est de savoir quels sont les lieux de rencontres des aînés. Cette question a été explorée par de nombreuses études qualitatives, montrant, notamment, la fonction sociale d'espaces publics et privés [16, 17, 10, 11, 18]. Dans la recherche quantitative, l'accent a été mis sur la fréquence des contacts sociaux à travers différents lieux d'activités [19]. Ces études fournissent des informations très utiles sur les contextes dans lesquels s'inscrivent les relations sociales des aînés. Toutefois, une information reste absente, à savoir quelles sont les personnes qui sont vues dans les différents lieux visités.³ Une telle évaluation peut aider à mieux comprendre comment la vie sociale des aînés s'intègre dans leur communauté. Cette thèse vise à combler cette lacune par le développement de méthodes permettant la collecte et l'analyse de ce type d'information. En complémentarité, j'explore comment les propriétés de ces relations sociales sont associées à l'état émotionnel des aînés. L'intérêt ici est que l'état émotionnel est considéré comme un élément central au bien-être [20], et est potentiellement un médiateur entre les relations sociales et la morbidité [21, 22].

³ Par exemple, un aîné pourrait rencontrer une amie dans trois lieux différents, soit son domicile, un restaurant, et un centre communautaire. Dans ce même centre communautaire, il pourrait rencontrer un groupe de bénévoles qui sont uniquement vu dans ce lieu.

Organisation de la thèse

Le présent manuscrit est dans le format d'une thèse par articles. Il comprend cinq chapitres, incluant celui-ci, et trois articles. Le manuscrit est rédigé en français, à l'exception des articles qui sont anglais. Le premier article a été publié dans l'édition de novembre 2020 de *Health and Place*. Le deuxième et troisième article sont soumis à *Social Network* et *Journal of Social and Personal Relationships*, respectivement.

Le **Chapitre 2** présente une revue de littérature en cinq parties. Je fais tout d'abord un point sur la démographie du vieillissement de la population. Puis, j'aborde la question de la perte des capacités physiologiques liées à l'âge, et de leurs conséquences sur les aptitudes fonctionnelles. Ensuite, l'état émotionnel est discuté en tant que dimension du vieillissement en bonne santé. Ceci m'amène à aborder les relations sociales en tant que déterminant du vieillissement en bonne santé. Et finalement, je traite de la diminution des relations sociales avec l'âge, et les liens entre l'environnement bâti et les relations sociales des aînés.

Les **Objectifs** de la thèse sont ensuite présentés.

Le **Chapitre 3** présente sommairement la méthodologie, comprenant l'étude dans laquelle s'inscrivent la thèse, la population, les méthodes de collecte de données, et les analyses.

Dans le **1^{er} Article**, j'aborde le développement d'un outil de collecte de données permettant de récolter des données intégrées de réseaux sociaux et d'espace d'activité. Ensuite, j'explore comment les données récoltées à l'aide de cet outil peuvent être analysées à l'aide de la théorie des réseaux.

Dans le **2^e Article**, je présente les résultats de l'analyse des réseaux socio-spatiaux mesurés à l'aide de l'outil développé au chapitre précédent. Plus spécifiquement, j'analyse une structure récurrente dans ces réseaux, en forme d'étoile, composée d'un nœud central connecté à un ensemble de nœuds périphériques.

Dans le **3^e Article**, j'évalue, premièrement, les liens entre trois types de relations sociales – à savoir les relations personnelles, les relations de camaraderie, et les relations proches – et le bien-être émotionnel. Ensuite, j'explore dans quelle mesure les relations personnelles et de camaraderie se superposent au sein des relations sociales, et j'analyse plus en détail les caractéristiques des relations proches.

Le **Chapitre 4** présente une brève analyse de la distribution des relations sociales au sein des réseaux socio-spatiaux.

Le **Chapitre 5** propose une discussion sur le sujet de recherche, les principales conclusions, les limites des articles, et des pistes de réflexion pour la recherche à venir.

Chapitre 2

Revue de littérature

1. Démographie du vieillissement de la population

Le vieillissement des populations est un enjeu majeur des sociétés modernes. Mondialement, le nombre de personnes âgées de 65 ans et plus est passé de 422 millions à 702 millions entre 2000 et 2019, et on estime qu'ils dépasseront le milliard en 2030, soit 10% de la population mondiale [1].⁴ Ces changements démographiques que nous observons aujourd'hui sont le résultat de fluctuations de la fécondité et de la mortalité au cours du XXe siècle [23].

Pendant la plus grande partie de l'histoire de l'humanité, les taux de natalité et de mortalité ont été relativement élevés, s'annulant essentiellement l'un l'autre, entraînant une stabilité démographique. On estime que la mortalité chez les enfants était particulièrement élevée pendant les deux derniers millénaires, avec en moyenne 26.9% de mortalité chez les moins d'un an (c.-à-d., mortalité infantile), et 46.2% de mortalité avant 15 ans (c.-à-d., mortalité juvénile) [24]. Cette situation s'est radicalement améliorée au cours du XXe siècle – la mortalité infantile est passée de 14.6% à 2.8% entre 1950 et 2019, et la mortalité juvénile est passée de 27% à 4.5% pour la même période. Ce déclin ne s'est pas produit uniformément sur le plan géographique, mais a été plus rapide et plus marqué dans les pays développés — aujourd'hui la mortalité en bas âge se concentre essentiellement dans la région subsaharienne [25]. La mortalité chez les adultes a également diminué depuis la seconde moitié du XXe siècle, passant de 39.4% à 13.8% entre 1950 et 2019, avec une espérance de vie pour une personne de 60 ans qui est passée de 74 à 81 ans pendant cette même période [26].⁵ Dans les pays développés, l'augmentation de l'espérance de vie est encore plus importante

⁴ Les projections démographiques de l'ONU sont réalisées en fonction de trois scénarios d'évolution future de la fécondité. Les prédictions démographiques rapportées ici se basent sur celui de la fertilité moyenne [1].

⁵ Contrairement à la mortalité juvénile, les inégalités quant à la survie des aînés ont augmenté entre les différentes régions du monde. En 1950, l'espérance de vie à 60 ans était de 12.5 ans en région subsaharienne comparativement à 17 ans en Australie et Nouvelle-Zélande. En 2019, cet écart a doublé, passant à 16.2 ans et 25.8 ans dans ces régions respectives.

chez les plus âgées – les probabilités de survie entre 80 et 90 ans, et entre 90 et 100 ans, ont plus que doublé entre 1950 et 2002 [27].⁶

Cette diminution radicale de la mortalité en bas âge et l'accroissement de la longévité ont eu pour effet d'augmenter le nombre absolu d'aînés. Cette tendance s'est amplifiée dans les pays développés avec le baby-boom de l'après-guerre. Dans ces régions, les taux de natalité avaient commencé à réduire au 19e siècle pour atteindre un minimum dans les années 1930. Après la Seconde Guerre mondiale, les taux de natalité ont de nouveau augmenté pendant une période de 20-25 ans avant de recommencer à décliner dans les années 1960 et 1970. En raison de la faible mortalité, la plupart des bébés nés à cette époque ont survécu et sont les aînés d'aujourd'hui, et les pays ayant eu les plus importants baby-boom en termes de durée et de taux de natalité connaissent aujourd'hui un vieillissement plus marqué de leur population [28].

En plus de cette augmentation en nombre absolu, la diminution importante de la natalité observée après 1960 (*baby bust*) a engendré une modification de la structure démographique. En absence de flux migratoire conséquent, la taille des générations subséquentes diminue successivement ce qui augmente graduellement l'âge moyen de la population et le nombre relatif d'aînés dans la population [23]. Depuis 1950, le taux de fertilité⁷ a diminué de moitié tandis que l'âge médian de la population a augmenté de 7.3 ans [1], avec une tendance encore plus marquée dans les pays développés [29].⁸ Cette transition rapide de la natalité fait que l'augmentation absolue et relative des personnes âgées se produit conjointement dans les pays développés, amplifiant le vieillissement de la population [23]. On estime que le vieillissement dans ces régions augmentera de manière importante jusqu'en 2030-2035 [30, 28], et que son intensité sera relative aux fluctuations démographiques antérieures (c.-à-d., baby-boom et *baby bust*) [28] et aux flux migratoires [29].

Au Canada, le baby-boom a été particulièrement intense en termes de durée et de taux natalité – étant seulement surpassé par la Nouvelle-Zélande, l'Australie et l'Irlande – avec une diminution subséquente de la natalité qui a été très marquée [28]. Par conséquent, le Canada a l'un des taux de croissance les plus élevés de sa population âgée. On estime que la proportion d'aînés passera de 18% à 22% pendant la prochaine décennie.⁹ Cette tendance est d'autant plus marquée chez les 80 ans et plus, avec une augmentation d'environ 53%

⁶ Cette étude utilise les données de la *Kannisto-Thatcher Database on Old-Age Mortality*, une base de données sur la mortalité après 80 ans dans 30 pays développés et d'Europe de l'est. L'analyse porte sur 23 pays (20 pour 1950) excluant ceux d'Europe de l'est due aux variations de la mortalité dans les années 1990.

⁷ Le nombre moyen d'enfants qu'aura une femme au cours de sa vie.

⁸ Entre 1950 et 1980, le taux de fertilité a diminué de 46% au Canada et aux États-Unis comparativement à une diminution de 25% au niveau mondiale.

⁹ Au Québec, on estime que l'augmentation sera plus importante, avec une proportion d'aînés passant de 20% à 25% entre 2020 et 2030.

entre 2020 et 2030, ce qui est cinq fois plus que la croissance canadienne moyenne pendant la même période [31].¹⁰

2. Vieillesse et condition de santé

2.1. Géographie et temporalité de la morbidité chez les aînés

L'analyse démographique précédente peut suggérer une représentation homogène des aînés. Trop souvent, le vieillissement est perçu comme synonyme de maladies et de perte d'autonomie [33], bien qu'il y ait une grande variabilité de l'état de santé entre des individus ayant le même âge. À partir des données de l'étude mondiale sur le fardeau de la morbidité (*Global Burden of Disease Study*), Chang et al. [34] ont développé une mesure qui reflète l'accumulation de la morbidité liée à l'âge.¹¹ Entre les 192 pays recensés, ils ont observé près du double de l'accumulation de la morbidité dans les régions les plus pauvres, comparativement aux plus riches.¹² Ensuite, ils ont estimé l'âge moyen auquel la population dans chaque pays présente une morbidité comparable à la moyenne mondiale à 65 ans. Ils ont observé de fortes disparités, avec la plus vieille valeur au Japon (c.-à-d., 76 ans) et la plus jeune en Papouasie Nouvelle-Guinée (c.-à-d., 46 ans).¹³ De plus, cet indice est inversement lié au niveau socio-économique national, signifiant que les pays les plus riches ont à la fois un vieillissement démographique plus marqué et des aînés en meilleure santé.¹⁴

Selon l'étude de Chang et al. [34], l'accumulation de la morbidité a diminué de 23% entre 1990 et 2017, indiquant que les cohortes d'aînés sont aujourd'hui en meilleure santé que les précédentes à un âge comparable. Toutefois, cette réduction de la morbidité disparaît lorsque l'ensemble des maladies sont prises en compte [36], et aux États-Unis, entre 1998 et 2006, on observe une augmentation du nombre d'années vécues avec des problèmes de santé ou une perte de mobilité [37]. De ce fait, il demeure incertain que nous assistons actuellement à une compression de la morbidité à un âge avancé [38].

¹⁰ Ce calcul est fait à partir du scénario de croissance démographique moyenne (M3) de Statistique Canada. Voir Chagnon et al. [32] pour plus de détail sur la méthode.

¹¹ En compilant les données sur 92 maladies, ils ont calculé le nombre d'années de vie corrigé selon un facteur d'invalidité (*Disability-adjusted Life Years* (DALYs)) qui cumule les années de vie perdues dues à une mortalité prématurée (*Years lost live*), et les années de vie vécue avec un handicap (*Year lost disability*) [35]. Dans l'étude de Changet al. [34], l'index a été compilé sur un sous-ensemble des 333 pathologies recensées dans le *Global Burden of Disease study*.

¹² Ils ont observé 137.8 DALYs et 265.9 DALYs dans les régions à statuts socio-économiques faibles et élevés, respectivement. Ils ont également observé de grandes différences d'accumulation de la morbidité entre des pays ayant des taux similaires de mortalité pour les mêmes tranches d'âge.

¹³ Au Canada, c'est à 73.2 ans que la population présente une morbidité équivalente à la moyenne mondiale à 65 ans.

¹⁴ Réduction de 23% en DALYs entre 1990 et 2017.

2.2. Vieillesse biologique

Même si nous pouvions éviter l'apparition de toutes les maladies au cours de la vieillesse, nous devons tout de même continuer à composer avec le vieillissement de l'organisme. D'un point de vue biologique, les mécanismes responsables du vieillissement sont extrêmement complexes, et peuvent se résumer par une accumulation passive de dommages physiologiques se caractérisant par une dégénérescence des structures moléculaires, et, conséquemment, une altération de leurs fonctions [39, 40].¹⁵ Cette augmentation constante de la dégénérescence moléculaire, aussi appelée la sénescence ou le vieillissement biologique, va avoir des répercussions sur le fonctionnement de l'organisme. Chez l'humain, les manifestations de la sénescence sont variées, pouvant s'illustrer par exemple par l'apparition de douleurs articulaires, l'augmentation du temps de réaction ou la perte de mémoire. Quand les répercussions de cette dégradation s'accumulent sur des fonctions vitales, cela peut amener à une augmentation de la vulnérabilité à la maladie, et représenter une menace pour la survie de l'organisme [41]. Empiriquement, des biomarqueurs considérés comme des indicateurs de l'âge biologique prédisent mieux la mortalité que l'âge chronologique (c.-à-d., le nombre d'années vécu) [42]. Il existe des évidences substantielles que le rythme du vieillissement biologique est influencé par des facteurs environnementaux et comportementaux (p. ex., pollution, nutrition) [43], et il est possible que ces mécanismes expliquent en partie comment les circonstances socio-économiques influencent les trajectoires de santé [44, 45].

2.3. Diminution des capacités

La progression de la sénescence et l'accumulation des problèmes de santé vont éventuellement diminuer les capacités physiques et cognitives d'une personne, entraînant une perte d'autonomie et un besoin croissant de soutien lors des activités quotidiennes [41]. Les données internationales montrent que le niveau d'autonomie dans les tâches quotidiennes commence à diminuer à partir de 50 ans dans les pays développés¹⁶ [46], avec une forte variabilité dans le déclin des fonctions cognitives, physiques et psychosociales entre des individus du même âge¹⁷ [47]. Cependant, ces tendances populationnelles ne reflètent pas entièrement la réalité des aînés, puisque la diminution des capacités peut survenir graduellement, avec l'accumulation de problématiques chroniques, ou brutalement suite à un événement aigu, comme une fracture de la hanche [48] ou après une période d'hospitalisation [49].

¹⁵ La cause fondamentale de cette dégénérescence est que les molécules biologiques ne peuvent maintenir leur structure tridimensionnelle indéfiniment [41].

¹⁶ Cette étude utilise les données des enquêtes SHARE (*Survey on Health, Ageing and Retirement in Europe*), HRS (*Health and Retirement Survey*) et ELSA (*English Longitudinal Study of Aging*), incluant des aînés provenant d'Europe, d'Israël et des États-Unis.

¹⁷ L'étude SAGE (*Study on global AGEing*) de l'OMS inclut des données provenant de la Chine, le Ghana, l'Inde, le Mexique, la Fédération de Russie et l'Afrique du Sud.

La relation entre la perte d'autonomie et la morbidité est complexe. La présence de maladies chroniques, ainsi qu'une diminution des capacités physiques et cognitives sont des facteurs de risques majeurs pour la perte d'autonomie (voir Fried et Guralnik [50] et Stuck et al. [51] pour une revue narrative et systématique), et ce risque est d'autant plus important en présence de comorbidités multiples (voir Ryan et al. [52] pour une revue systématique). Il semble également y avoir des relations spécifiques entre la prévalence de certaines maladies chroniques et la perte d'autonomie dans certaines tâches [53, 54, 55]. De plus, la morbidité multiple a tendance à former des clusters de conditions chroniques¹⁸ [56, 57] et il est possible que certaines combinaisons puissent conduire à des interactions plus ou moins amplifiées sur les capacités intrinsèques [58]. Certains chercheurs vont proposer l'existence de relations bidirectionnelles entre la comorbidité multiple et la perte de capacité intrinsèque, et que ces relations peuvent former des processus de rétroaction, entraînant un cercle vicieux d'accélération du déclin physiologique [59] (voir Wolf [60] pour une revue des différences trajectoire de perte d'autonomie chez les aînés).

Les aptitudes fonctionnelles des aînés ne sont pas uniquement déterminées par leur capacité physiologique, mais également par les caractéristiques de leur milieu de vie. L'environnement comporte à la fois des ressources et des contraintes qui détermineront à terme l'autonomie d'une personne au regard de ses propres capacités [47]. Par exemple, un aîné souffrant d'une détérioration de la vue pourra améliorer sa situation s'il a accès aux traitements médicaux adaptés (p.ex. chirurgie de la cataracte). En contrepartie, une personne présentant des limitations physiques pourra voir sa mobilité restreinte s'il vit dans un quartier inadapté à sa situation (p.ex. pas de trottoir, forte circulation automobile). Dans cette logique, l'OMS définit les aptitudes fonctionnelles comme étant la combinaison « des capacités intrinsèques de l'individu, des caractéristiques pertinentes de l'environnement, et des interactions entre l'individu et ces caractéristiques » [61, p. 33] lui permettant de réaliser ses activités quotidiennes.

2.4. Une définition du vieillissement en santé basé sur les aptitudes fonctionnelles

L'OMS soutient que, comparativement à une évaluation de la maladie, les aptitudes fonctionnelles permettent de mieux conceptualiser la santé à un âge avancé [47]. Premièrement, la prévalence de profils de comorbidité, et leurs relations complexes avec la perte d'autonomie et les processus biologiques du vieillissement rendent difficile de comparer la santé de différents individus uniquement selon les pathologies qu'ils présentent [59, 43, 57]. A contrario,

¹⁸ Par exemple, dans l'étude de Kenzik et al. [56], ils ont identifié un cluster musculosquelettique qui comprend l'arthrite de la hanche ou du genou, de la main ou du poignet, et des douleurs le long du nerf sciatique.

une évaluation des capacités physiques est un meilleur prédicteur de la mortalité que le diagnostic médical [62]. De plus, les aînés vont déclarer que la perte d'autonomie représente un fardeau majeur, ou que le maintien des aptitudes est un élément central d'un vieillissement dit « positif », et ces témoignages sont récurrents à travers différents milieux sociaux et culturels [15, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70].¹⁹ Les aptitudes fonctionnelles contribuent donc au bien-être des personnes âgées en leur permettant de faire les choses qu'elles apprécient ou qui leur importe, et c'est pourquoi l'OMS définit le vieillissement en bonne santé comme « *le processus de développement et de maintien des aptitudes fonctionnelles qui permet aux personnes âgées de jouir d'un état de bien-être* » [61, p. 33].

Différents modèles théoriques antérieurs mettaient déjà l'accent sur les aptitudes fonctionnelles. La charte d'Ottawa sur la Promotion de la Santé [72] souligne la nécessité de créer des environnements qui soutiennent et renforcent les individus dans leur capacité à améliorer leur état de santé. Cette perspective découle du modèle socioécologique du développement humain introduit dans les années 1970 [73]. Le vieillissement réussi²⁰, un autre thème central dans la recherche en gérontologie [74], est largement guidé par la proposition que de bien vieillir nécessite le maintien d'un bon niveau de fonctionnement, en tenant compte des processus d'adaptation et des facteurs environnementaux [75]. Les thématiques centrales de la définition de l'OMS sont aussi présentes dans les définitions précédentes du vieillissement en santé [76].²¹

En mettant l'emphase sur les aptitudes fonctionnelles, cette approche intègre efficacement la diversité des trajectoires en matière de vieillissement biologique et d'accès aux ressources permettant de pallier la diminution des capacités intrinsèques (c.-à-d. physiques et cognitives). De ce fait, elle offre un cadre utile pour réfléchir la manière dont les politiques et interventions de santé publique doivent être adaptées à la trajectoire spécifique de chaque aîné (p. ex. [77]). Cette approche met également en lumière les facteurs environnementaux, non dépendants des systèmes de santé, qui peuvent jouer un rôle fondamental dans la promotion des aptitudes fonctionnelles. De plus, elle permet d'aborder les inégalités sociales dans la réalité qui est propre aux aînés. Il est largement démontré que les conditions sociales influencent la santé [78], et il est probable que l'accumulation, au cours de la vie, de conditions sociales délétères puisse accélérer le vieillissement biologique [44, 45]. Parallèlement, les conditions

¹⁹ Dans la population générale, les patients en soins de santé primaire atteints de multimorbidité témoignent également de l'impact dévastateur de leur état sur leur vie quotidienne [71].

²⁰ *successful aging*

²¹ Une analyse conceptuelle sur les différentes définitions du vieillissement dans la littérature académique et non académique publiée avant 2005 montre une récurrence d'aspects centraux à la définition de l'OMS, soit l'idée d'un processus continu d'adaptation à la diminution des fonctions physiologiques, de la présence de trajectoires variables de vieillissements, de la considération des habilités fonctionnelles, et enfin du désir de continuer à être actif. Cette analyse observe également un certain amalgame entre les déterminants, les attributs et les conséquences du vieillissement en bonne santé dans ces définitions [76].

sociales vont déterminer l'accès aux ressources (p. ex., sociales, économiques) et le milieu de vie (p. ex., niveau de défavorisation du quartier, capital social), ces deux facteurs pouvant influencer les aptitudes fonctionnelles des aînés [47]. Ensemble, cela implique que les aînés socialement défavorisés sont probablement doublement impactés par leurs conditions sociales, à la fois par une accélération du déclin physiologique et un contexte ne permettant pas de compenser, voire aggravant la perte d'aptitudes fonctionnelles.

3. L'expérience émotionnelle comme dimension du vieillissement en santé

Se concentrer sur les aptitudes fonctionnelles permet de considérer les trajectoires multiples de vieillissement biologique et les facteurs permettant de maintenir la capacité des aînés à effectuer leurs activités. Toutefois, la définition de l'OMS sur le vieillissement en bonne santé omet une dimension importante de la santé des aînés, à savoir l'état émotionnel. Cet argument est fondé sur les observations suivantes. Un état émotionnel sain et agréable peut être maintenu malgré le déclin de l'état de santé et des fonctions physiologiques. Néanmoins, le vieillissement biologique est un facteur de risque pour la dépression et l'anxiété, et ces conditions pathologiques peuvent compromettre les aptitudes fonctionnelles, notamment en augmentant le risque de déclin cognitif. Finalement, un état émotionnel positif semble être un élément central du bien-être des personnes âgées.

3.1. Qu'est-ce qu'une émotion?

Bien que nous ayons tous une compréhension intuitive de ce qu'est une émotion, il n'existe aujourd'hui pas de consensus sur sa définition [79]. En 1988, Ortony et al. décrivaient la science des émotions comme « un champ de recherche confus et déroutant »²² [80, p.2; traduction libre] et en 2016, Scarantino concluait que « nous ne sommes apparemment pas plus près de parvenir à un consensus sur la nature des émotions que nous ne l'étions pendant la Grèce antique »²³ [81, p. 37; traduction libre]. Malgré cette absence de définition universelle, il est possible d'identifier des thématiques récurrentes permettant de comprendre les éléments constituant ce concept.

Les émotions sont premièrement vues comme des expériences subjectives ayant une qualité *sensorielle*. On parle ici de *l'effet que cela fait* d'avoir une émotion, de comment on se sent lorsqu'on vit une émotion. Cette dimension phénoménologique est omniprésente dans le discours théorique avant le XXe siècle et représente le mieux notre compréhension intuitive

²² *a very confused and confusing field of study*

²³ *we are apparently not much closer to reaching consensus on what emotions are than we were in Ancient Greece*

de ce phénomène [82]. Plusieurs théories proposent que ces sensations émotionnelles soient issues de l'intéroception, soit la perception des conditions internes du corps (p. ex., changement de température, digestion, modulation hormonale). Cette proposition est appuyée par un nombre croissant d'évidence empirique [83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90].

Les émotions ne sont pas que sensorielles puisqu'elles s'expriment généralement en *comportements*, allant d'actions simples à des séquences plus complexes. Elles peuvent être conceptualisées comme un réflexe complexe répondant à un stimulus [91], ou comme une prédisposition ou une tendance à exprimer certains comportements [92]. L'émotion est donc instrumentale, conceptualisée par sa fonction, et généralement considérée comme une adaptation évolutive permettant à l'organisme d'adopter des comportements favorisant sa survie ou celle de l'espèce (p.ex., voir Tracy et Randles [93]).

Les émotions se distinguent de sensation plus simple (p. ex. la faim, la soif) par l'implication de la *cognition*. Les émotions sont *à propos de quelque chose* (p. ex. je pleure la perte d'une amie), impliquant une intentionnalité, et reposent sur l'évaluation ou le jugement d'un objet (p. ex. le danger de doubler un camion sur la route, la gravité de la maladie qui m'afflige). Cette évaluation peut également porter sur l'émotion même, à savoir si elle est appropriée ou inappropriée selon le contexte (p. ex. être amusé de la souffrance d'une autre personne est moralement inacceptable; la peur de l'avion est irrationnelle). Cette évaluation est multidimensionnelle et séquentielle et relève d'attributs idiosyncrasiques (p. ex., valeurs, connaissance, désirs, croyances) qui sont eux-mêmes construits dans un cadre socioculturel [94]. Conséquemment, les émotions, en tant qu'expérience subjective humaine, seront influencées par l'environnement dans lequel une personne se développe.

La plupart de théories modernes vont impliquer plusieurs de ces thématiques, mais vont être en contradictions sur leur importance, sur la manière dont elles interagissent entre elles, et sur les éléments qui sont essentiels à la définition d'une émotion. Je réfère le lecteur à Scarantino et de Sousa [95] et Solomon [96] pour des analyses comparatives de perspectives théoriques, à Solomon [97] pour une analyse critique de perspectives modernes, et à Gendron et Feldman Barrett [98] pour une revue des théories en psychologie. Je réfère le lecteur à Adolphs et al. [91], Barrett [83], Berridge [99], Damasio [100], LeDoux et Brown [101] pour des perspectives théoriques récentes.²⁴ Pour cette thèse, je ne considère pas nécessaire de me positionner spécifiquement selon une, ou plusieurs de ces perspectives théoriques, mais de poser que nous nous concentrerons sur la dimension subjective et consciente des émotions.

²⁴ Il existe également un débat fondamental dans ce champ de recherche quant à la nature même des émotions, à savoir s'il existe des émotions distinctes dépendant de systèmes ou des mécanismes neurologiques hérités par la sélection naturelle [102, 103, 104, 105] ou que ces phénomènes relèvent de la conscience phénoménologique et émergente des structures et fonctions du système neurologiques [83, 106, 101, 107].

Finalement, on distingue deux types d'expériences émotionnelles : les *émotions prototypiques* (p. ex. la colère, la joie) et les *humeurs* (p. ex., irritable, calme). Elles sont généralement distinguées selon un ensemble de critères, dont les plus communs sont la durée, la cause et l'intentionnalité [108, 109, 110, 111]. Typiquement, les émotions prototypiques seront de courtes durées, causées par un événement précis ou dirigé sur un objet spécifique (p. ex. la joie ressentie après avoir reçu un cadeau). En contrepartie, les humeurs seront de durées plus longues, sans être reliées à un événement ou un objet particulier (p. ex. une déprime latente). Cette distinction reste néanmoins relativement imprécise, essentiellement descriptive de l'expérience subjective, il n'est pas démontré si elles reflètent des mécanismes physiologiques distincts [112]. Dans la discussion qui suit, les termes émotions ou états émotionnels feront référence à ces deux concepts.

3.2. Les troubles dépressifs et anxieux

En santé publique, l'état émotionnel est principalement abordé sous l'angle pathologique. Les troubles associés à la dépression et à l'anxiété²⁵ sont les formes les plus courantes de maladies mentales, et parmi les problèmes de santé chroniques les plus prévalentes au Canada et dans le monde. À partir des données du *Global Burden of Disease*, l'OMS estime qu'en 2015, 4.4% et 3.6% de la population mondiale souffrait respectivement de troubles dépressifs et anxieux, avec une prévalence plus élevée chez les femmes dans les deux cas [115]. Des prévalences comparables ont été observées à partir de méta-analyses d'études épidémiologiques communautaires internationales [116, 117, 118].²⁶ Au Canada, 10% de la population âgée d'un an et plus a eu recours en 2015 à des services de santé pour des troubles de l'humeur

²⁵ Les troubles dépressifs et anxieux comprennent un ensemble d'états pathologiques définis selon les critères diagnostiques du Manuel Diagnostique et Statistique des Troubles Mentaux (DSM) [113] et de la Classification Internationale des Maladies (ICD) [114]. Sommairement, les troubles dépressifs se distinguent par la présence d'humeur dépressive (p. ex. tristesse, irritabilité, vide intérieur) et/ou la perte d'intérêt et de plaisir dans les activités quotidiennes, tandis que les troubles de l'anxiété se caractérisent par la présence de peur ou d'appréhension excessive. Ces troubles peuvent être accompagnés de perturbations cognitives et comportementales, et sont considérés comme étant pathologiques lorsqu'ils impliquent une détresse significative et /ou une perte de l'autonomie fonctionnelle. Pour les troubles dépressifs, les études citées dans cette section ciblent principalement les troubles majeurs de la dépression (*major depressive disorders*), une catégorie clinique définie dans le DSM. Pour les troubles anxieux, les études compilent généralement les données pour l'ensemble des troubles compris dans cette catégorie.

²⁶ La variabilité importante quant à la couverture populationnelle et la présence de problèmes méthodologiques limite la validité de ces estimations globales avec un biais favorable pour les pays les plus riches [119]. De plus, il est observé que l'expression et l'expérience subjective de ces troubles de santé mentale varient entre les cultures [120, 121, 122, 123] ce qui peut limiter la validité de l'utilisation de critères diagnostiques universels. Les enquêtes épidémiologiques internationales se basent sur des critères diagnostiques suivant les standards cliniques établis par le DSM (principalement la 4e version) et/ou l'ICD (principalement la 10e version). Une étude incluant deux populations d'origine vietnamienne – une vivant au Vietnam et ayant immigré en Australie – montre que l'inclusion de critères dérivés des idiomes et des concepts propres à leur culture augmente jusqu'à 10 fois plus l'estimation de la prévalence de ces troubles communs comparativement à l'utilisation seule de critères occidentaux [124].

(c.-à-d., les troubles de dépressions et de bipolarités) ou d'anxiété, représentant 68% des services pour l'ensemble des maladies mentales [125]. De plus, la prévalence mondiale de la dépression et de l'anxiété semble rester stable depuis 30 ans [116] et dans le pays anglo-saxon, on observe une stabilité malgré l'augmentation des traitements, et particulièrement de la prescription d'antidépresseur [126].²⁷ Ces résultats indiquent les défis rencontrés dans le traitement et la prévention de ces maladies [127].

Les troubles dépressifs et anxieux restent communs chez les aînés [125, 128, 129, 130], mais leur prévalence ne semble pas augmenter avec l'âge. Au contraire, les enquêtes épidémiologiques montrent, de manière constante, une diminution de la prévalence chez les aînés comparativement à la population adulte [116, 131, 132, 133]. On observe toutefois une hétérogénéité de la prévalence estimée entre les enquêtes, en partie expliquée par des différences méthodologiques [128, 130]. Il est suggéré que la validité de ces estimations est moindre chez les aînés les critères établis dans le Manuel Diagnostique et Statistique des Troubles Mentaux (DSM) et la Classification Internationale des Maladies (ICD) ne permettant pas d'évaluer ces troubles de santé mentale aussi efficacement que chez les plus jeunes [134, 135, 136].²⁸ Il n'est donc pas clairement établi si ces observations reflètent un véritable déclin avec l'âge ou une difficulté d'obtenir des mesures valides [134, 137].²⁹ À l'aide d'une version du *Composite International Diagnostic Interview* (CIDI) – un outil diagnostique basé sur les critères du DSM-IV – spécifiquement adaptée aux aînés, Canuto et al. [141] ont estimé à 17% la prévalence moyenne de troubles anxieux dans une population d'aînés provenant d'Europe et d'Israël, ce qui représente plus du double de la prévalence observé (c.-à-d. 7%) à l'aide de la version standard du CIDI sur un échantillon représentatif de la population américaine [142]. À l'instar d'autres études, ils ont observé une diminution linéaire de la prévalence avec l'âge, passant de 20% entre 65 et 70 ans à 12% entre 80 et 84 ans.³⁰

²⁷ Cette absence de relation ne semble également pas être expliquée par une augmentation des facteurs de risque ou par une sensibilisation accrue sur ces maladies [126].

²⁸ Dans l'ensemble, les études actuelles sur la phénoménologie et la nomologie de ces troubles semblent indiquer que l'expression et l'expérience semblent similaires chez les aînés comparativement aux populations plus jeunes. Toutefois, la question se pose à savoir si cela témoigne de l'absence de pathologie spécifique selon l'âge ou d'une utilisation de critères communs pour détecter ces troubles communs de santé mentale. Il est possible que les aînés vivent d'autres symptômes, ou utilisent une terminologie différente pour la décrire, et dans les deux cas ces derniers ne seraient pas capturés par les critères standardisés du DSM et de l'ICD [132, 133].

²⁹ Empiriquement, les aînés peuvent avoir des difficultés à distinguer les symptômes liés aux troubles physiques de ceux provenant de troubles dépressifs et anxieux [138] et les questionnaires utilisés pour évaluer ces pathologies sont plus difficiles pour les personnes ayant une plus faible mémoire de travail [139]. Certains ont proposé un effet de cohorte, avançant que la génération dans ces études serait moins encline à discuter de leurs émotions et aurait en général une attitude plus stoïque face à la vie [140]. Toutefois, une revue des données épidémiologiques internationales montre des tendances similaires quant aux réductions des prévalences entre les cohortes de 1990, 2005 et 2010 [116].

³⁰ Toutefois, le taux de participations était plus élevé chez les plus jeunes, et donc ce résultat peut refléter un biais de participation.

Bien que la prévalence des troubles dépressifs et anxieux semble diminuer avec l'âge, ils demeurent de sérieux enjeux de santé. La dépression après 65 ans présente souvent une forme chronique. Les études longitudinales montrent que, dans cette population, la dépression est accompagnée de trajectoire de vie défavorable dans 20% à 50% des cas [143, 144] et que les risques de rechutes sont plus élevés chez les aînés comparativement aux plus jeunes adultes, bien que ces différences restent modestes [145]. On observe une forte comorbidité entre les troubles associés à la dépression et l'anxiété, et les problèmes de santé physique [146]. La prévalence de l'anxiété est plus élevée chez les patients ambulatoires, en milieu clinique et hospitalier [131, 147, 148, 149] particulièrement chez les patients à un stade avancé de certaines maladies [128]. La présence de conditions cliniques spécifiques, telle que celles affectant les fonctions cardiaques ou rénales, semble également augmenter les risques de développer un trouble dépressif [150]. Ces études indiquent que les aînés souffrant de conditions chroniques sont plus vulnérables devant ces troubles de santé mentale.

En résumé, les études empiriques montrent que les troubles dépressifs et anxieux sont communs chez les aînés, mais que ceux-ci ne sont pas la simple conséquence d'un processus normal de vieillissement. Néanmoins, l'accumulation des conditions chroniques augmente la vulnérabilité à ces troubles.

3.3. Conséquences de la dépression et de l'anxiété sur la santé des aînés

Il existe des évidences fortes supportant que les troubles dépressifs soient des facteurs de risque pour l'apparition et la progression des maladies cardiovasculaires [151] et le diabète de type 2 [152]. Les résultats de revues systématiques et de méta-analyses suggèrent que la dépression augmente le risque de mortalité chez les patients souffrant de cancers [153], de diabète [154], ayant eu un infarctus du myocarde [155] ou un accident vasculaire cérébrale [156]. De nombreuses études montrent aussi des relations entre la dépression et la mortalité toutes causes confondues, bien que la qualité globale de ces études ne permette pas de tirer des conclusions définitives sur une relation causale [157, 158].³¹ On observe également une fréquente comorbidité entre l'anxiété et la dépression chez les aînés [133], comme chez les adultes [160], ce qui aggrave généralement les pronostics [161, 162].

Il est largement établi que la dépression est un facteur de risque important pour la perte d'autonomie fonctionnelle chez les aînés [163, 164].³² Certaines études montrent des relations inverses entre ces deux phénomènes, suggérant une forme de renforcement rétroactif créant

³¹ Une étude représentative de la population de Seattle aux États-Unis montre une augmentation de 50% des coûts de soins chez les aînés déprimés comparativement à leur homologue non déprimé [159].

³² C'est-à-dire le niveau d'indépendance dans la réalisation de tâches quotidiennes telles que se laver, se nourrir ou descendre les escaliers.

des conditions où l'aîné subira conjointement une diminution de ces capacités physiques et une augmentation de l'humeur dépressive [164, 165]. Le rôle de l'anxiété sur la perte d'autonomie chez les aînés est moins clair [166], bien que certaines études longitudinales rapportent l'anxiété comme facteur de risque [167, 168, 169]. Il est possible que l'anxiété soit également un prodrome, c'est-à-dire un symptôme apparaissant dans les premières phases de la perte d'autonomie.

Chez les aînés, la dépression est fréquemment associée à la diminution des fonctions cognitives [170, 150], bien que la portée de cette association varie considérablement d'un individu à l'autre [171]. La nature de cette relation reste incertaine [172] avec des évidences suggérant que la dépression tardive serait un prodrome du déclin cognitif [173, 174].³³ Des études récentes montrent des interactions complexes entre ces pathologies et des changements au niveau des structures et fonctions cérébrales résultant du vieillissement biologique [175].³⁴ D'un côté, le vieillissement cognitif pourrait augmenter une vulnérabilité à l'apparition de trouble dépressif, mais également d'autres maladies psychiatriques par les changements physiologiques qu'il entraîne. De l'autre, la dépression de manière prolongée pourrait laisser des séquelles neurologiques pouvant accélérer le déclin cognitif [173, 175]. On observe également une comorbidité fréquente entre les troubles anxieux et la perte de fonction cognitive [133] et les études les plus récentes suggèrent que l'anxiété serait un facteur de risque pour le déclin cognitif, potentiellement par l'intermédiaire de mécanisme lié au stress [176].

L'essentiel des résultats discutés précédemment porte sur les troubles de santé mentale identifiés par un diagnostic clinique, principalement la dépression majeure et l'anxiété généralisée [177]. Parallèlement, certaines études se sont intéressées aux troubles dépressifs et anxieux considérés comme « mineur » ou « sous les seuils cliniques ». Une revue systématique des évidences sur 30 ans montre que la dépression mineure est 2 à 3 fois plus fréquente que la dépression clinique chez les aînés [178]. Les données épidémiologiques d'enquêtes nationales au Canada et aux États-Unis rapportent des prévalences plus élevées de symptômes anxieux que l'anxiété clinique chez les aînés [179, 180]. Ces prévalences élevées sont préoccupantes, puisque la dépression et l'anxiété non clinique semblent également augmenter le risque d'une perte d'autonomie fonctionnelle et d'une diminution de la qualité de vie [181, 178]. Toutefois, ces études utilisent des critères hétérogènes pour définir ces seuils non cliniques, ce qui limite leurs comparabilités [178].

³³ À l'inverse, la dépression précoce (c.-à-d., dont les premiers épisodes se produisent avant 65 ans) serait un facteur de risque pour la perte de fonction cognitive à un âge avancé [172].

³⁴ Les plus étudiés sont la vascularisation cérébrale, l'activité inflammatoire et la sénescence mitochondriale.

3.4. La valence des émotions

Au-delà de l'aspect pathologique, les états émotionnels peuvent également se décrire en fonction de leur valence, à savoir si ces derniers sont ressentis comme étant plaisant ou déplaisant.³⁵ Les chercheurs sont majoritairement d'accord sur le fait que la valence émotionnelle est un aspect fondamental non seulement de l'expérience émotionnelle, mais aussi de la plupart des phénomènes psychologiques (voir Barrett [183] pour une revue), bien qu'il existe un débat non résolu sur sa nature [184, 185] et sur la relation entre les sensations plaisantes et déplaisantes [186, 187, 188]. Au niveau théorique, on retrouve la valence dans la plupart des modèles contemporains des émotions [83, 99, 85, 80, 189, 190, 191, 192].

Les études classiques en psychologie ont montré, à l'aide de méthode dimensionnelle (p. ex., analyse factorielle, analyse en composante principale), que l'expérience subjective des émotions s'organise principalement selon leur valence (voir Russel et Barrett [193], et Smith et Ellsworth [194]) et les personnes vont systématiquement décrire leur vécu émotionnel selon cette dimension [183]. Il existe des mots dans l'ensemble des langues connues pour communiquer les sensations plaisantes et déplaisantes [195], tandis que l'organisation des émotions en fonction de leur valence semble pan culturelle [196, 197].³⁶ Au niveau développemental, les enfants vont très tôt différencier les expressions faciales en fonction de leur valence, tandis que la reconnaissance des catégories d'émotions ne se fait qu'après plusieurs années [199] et théoriquement il est avancé que les sensations plaisantes et déplaisantes résulteraient de processus psychologiques plus « primitif » que les émotions [186].

Les données probantes en imagerie neurologiques montrent que la valence émotionnelle active des régions du cerveau qui sont parmi les plus connectées (voir Lindquist et al. [187] pour une méta-analyse, et Clark-Polner et al. [200], et Kragel et LaBar [201] pour des revues narratives), utilisant des mécanismes associés aux fonctions cognitives inférieures et supérieures [202, 203]. Ceci implique que cet état sensitif est probablement impliqué dans un ensemble de phénomènes psychologiques qui sont a priori non émotionnels.³⁷ Il ne semble pas y avoir de distinction entre les processus cérébraux associés aux sensations plaisantes ou déplaisantes, suggérant que la distinction phénoménologique entre ces deux grandes catégories puisse ne pas représenter la façon dont le cerveau génère ces sensations [187]. Cette apparente universalité ne signifie pas nécessairement que les différentes expériences de plaisir

³⁵ Le plaisir, dans son expérience subjective, est depuis longtemps décrit comme phénomène central de l'expérience humaine [182]

³⁶ On observe des variations significatives quant à la valence relative du lexique (p. ex., « banquet » sera plus plaisant que « funérailles ») selon les attributs sociodémographiques et la personnalité [198].

³⁷ La valence semble également impliquée dans la prise de décision [204], les préjugés raciaux [205], les jugements de valeur et les croyances [206], la motivation [207], la perception visuelle [208], ou l'apprentissage [209]. Il est avancé que l'ensemble des expériences conscientes humaines seraient caractérisées par un certain degré de sensation plaisante ou déplaisante [210, 211, 212]

sont liées. Basé sur l'expérience intuitive, Haybron [213] soutient que l'on peut ressentir du plaisir lorsqu'on mange un burger, mais que ce plaisir ne nous rendra pas forcément plus heureux.

Les observations neurologiques et éthologiques indiquent que les sensations plaisantes et déplaisantes seraient non spécifiques à l'espèce humaine [203]. Théoriquement, ces phénomènes permettraient à l'organisme de différencier des situations complexes selon un critère commun, soit les sensations hédoniques qu'elles élicitent [214]. Ces sensations permettraient de réguler les actions adaptées au contexte environnemental (p. ex., être attiré par une ressource alimentaire), par l'intermédiaire des comportements d'approche et d'évitement [215, 216] ou dans le contrôle continu des comportements [217].

Il est à noter que cette caractérisation des émotions selon leur valence peut suggérer que les états émotionnels sont unipolaires en étant intrinsèquement plaisants ou déplaisants. Ce raccourci semble erroné puisque certaines instances d'émotions peuvent avoir une valence distincte de leur catégorie de référence (p. ex., une peur plaisante dans un manège, le plaisir d'écouter une musique triste) [218, 219]. Parler d'émotions négatives ou positives signifie en fait que certains états émotionnels seront typiquement ressentis comme plaisants ou déplaisants au sein d'une population et d'un contexte spécifique [183].

3.5. Fréquences des émotions plaisantes et déplaisantes chez les aînés

L'état émotionnel semble en général s'améliorer après la période adulte. Les données d'une enquête nationale américaine montrent une légère augmentation des émotions positives (c.-à-d., la joie et le bonheur) et une franche diminution des émotions négatives (c.-à-d., stress et inquiétude) entre 50 et 70 ans. Cette tendance est observée dans d'autres études américaines transversales [220, 221] et longitudinale [222]. De plus, on observe une légère augmentation des émotions négatives chez les plus vieux, mais ce phénomène semble se produire à l'approche du décès et serait indépendant de l'âge chronologique [223]. Ces observations ne sont pas systématiques – certaines études ne rapportent aucun changement, d'autres rapportent une aggravation de l'état émotionnel après la période adulte (voir Charles [224] pour une revue narrative).

Une limite des études précédentes est qu'elles reposent essentiellement sur des mesures rétrospectives autorapportées (p. ex., est-ce que vous vous êtes senti anxieux dans la dernière semaine?). Le problème est que les aînés ont tendance à appréhender plus positivement leurs expériences passées comparativement aux populations plus jeunes. Cela dit, à partir d'évaluations momentanées de l'état émotionnel (c.-à-d., comment une personne se sent à l'instant présent), Carstensen et al. [225] ont observé une amélioration de l'état émotionnel

général en fonction de l'âge à la fois de manière transversale (c.-à-d., différents individus d'âge différents) et longitudinale (c.-à-d., un même individu dans le temps), après le contrôle de facteurs de confusion.³⁸

Les principales explications théoriques à cette tendance sont que les aînés vont privilégier les expériences positives [226] et améliorer leurs compétences en matière de régulation des émotions [224]. Ensuite, le déclin cognitif pourrait créer un biais favorisant la perception des expériences positives de celles qui sont négatives [227].³⁹ Bien que différentes études empiriques supportent la présence d'adaptation ou de changement des processus cognitifs chez les aînés (voir Carstensen et al. [225]) l'existence d'une relation causale entre ces derniers et les trajectoires émotionnelles n'est pas démontrée, et il existe plusieurs observations conflictuelles avec ces modèles théoriques. Certaines études donnent une image plus complexe et nuancée de l'évolution de l'état émotionnel à un âge avancé, avec une influence très probable du contexte socio-économique et culturel [221, 20].⁴⁰ En résumé, ces données suggèrent que, conformément à la littérature sur la dépression et l'anxiété, il semble possible de maintenir un état émotionnel globalement positif malgré le vieillissement biologique.

3.6. Valence émotionnelle et santé physiologique

Nous avons vu précédemment que la dépression et l'anxiété sont des facteurs de risque pour toute une série de problèmes de santé. En dehors des conditions cliniques, la détresse psychologique⁴¹ est prospectivement associée à un risque accru de maladies chroniques et de mortalité toutes causes confondues (voir Barry et al. [231] pour une revue systématique). Une méta-analyse sur les données d'enquêtes prospectives sur des populations anglaises et écossaises montre que le niveau de détresse psychologique est un facteur de risque de mortalité

³⁸ Personnalité, aisance verbale, santé physique, statut socio-économique et démographique.

³⁹ Une théorie prédominante dans ce champ de recherche est la sélectivité socioémotionnelle. Elle propose qu'avec la perspective décroissante du nombre d'années à vivre, les aînés cherchent à prioriser les expériences qui sont plus significatives et qui augmentent leur bien-être émotionnel, et soient plus enclins à cultiver leur compétence émotionnelle leur permettant d'arriver à leurs objectifs [226]. S'appuyant sur ce cadre théorique, le modèle d'Intégration de la Force et de la Vulnérabilité explique comment l'utilisation de stratégie de régulation des émotions compense l'apparition de vulnérabilité physiologique découlant du vieillissement biologique [224]. La théorie de l'intégration dynamique propose une explication alternative à ce phénomène – l'amélioration de l'état émotionnel serait un effet secondaire du déclin cognitif, car ces modifications fonctionnelles rendraient plus difficile le traitement des émotions négatives ou ambivalentes, et donc indirectement cela favorise l'expérience d'émotions positives [227].

⁴⁰ Les évidences actuelles dressent un tableau hétérogène de l'évolution des compétences émotionnelles selon leur dimension spécifique et la tâche à accomplir [228, 229]. Mroczek et Kolarz [221] ont observé, à partir d'analyse stratifiée, que l'association entre la fréquence d'émotions positives et l'âge s'observe uniquement dans certains sous-groupes définis par des différences de caractéristiques sociodémographiques, de personnalités et d'autres facteurs contextuels. Steptoe et al. [20], à partir des données de l'enquête *Gallup World Poll* comprenant un échantillon de 160 000 personnes répartis dans 160 pays, montre une amélioration de l'état émotionnel avec l'âge dans les pays anglophones à haut revenu, mais une dégradation dans l'ancienne Union Soviétique, dans les pays d'Europe de l'Est et en Afrique subsaharienne.

⁴¹ Un concept représentant un ensemble d'états émotionnels considéré comme très inconfortables [230].

pour certains cancers [232]. Les études s'intéressant au lien entre les émotions positives et la santé sont moins nombreuses et de qualité moindre comparativement aux études sur la dépression et l'anxiété. Les mesures se font principalement à l'aide de questionnaires où le participant identifie rétrospectivement, pour une période donnée (p. ex., les deux dernières semaines), la fréquence à laquelle il a vécu un ensemble d'états émotionnels défini a priori comme positif (p. ex., calme et serein) ou négatif (p. ex., anxieux). D'autres mesures sont plus simples, et évaluent l'état émotionnel global au moment présent (p. ex., vous qualifieriez-vous d'heureux ?). De ce fait, il existe une forte hétérogénéité dans les mesures, selon les items utilisés et la durée de rappel [233].

De multiples études prospectives montrent une relation entre les états émotionnels positifs et la survie (voir Zhang et Han [234] pour une revue systématique), et que cette relation est plus constamment observée chez les aînés par rapport aux populations plus jeunes (voir Chida et Steptoe [235], et Pressman et Cohen [236] pour des revues systématiques). Au niveau de la morbidité, la plupart des études se sont intéressées aux maladies cardiovasculaires. Bien que différentes études épidémiologiques à grandes échelles ont observé des associations positives, ces résultats ne sont pas observés de manière constante dans l'ensemble des études (voir Boehm et Kubzansky [237] pour une revue narrative). Chez les patients atteints de maladies cardiovasculaires, un niveau élevé d'émotions positives est associé longitudinalement à une baisse du risque de mortalité, de ré-hospitalisation et d'incidents pathologiques cardiaques [238]. D'autres études montrent des relations entre les émotions positives et l'incidence ou le pronostic de pathologies physiques (c.-à-d., maladies cardiovasculaires, diabètes, cancer, VIH) [233]. Toutefois, leur nombre reste limité, impliquant peu de réplication des résultats, et les tailles d'échantillon sont restreintes. Une méta-analyse montre que le niveau d'émotions positives prédit, de façon longitudinale, de meilleurs pronostics et une plus grande probabilité de survie chez des patients ayant divers troubles de santé, mais avec des tailles d'effet relativement faible [239]. Néanmoins, en absence d'une évaluation précise de l'état de santé au départ de l'enquête, les études longitudinales sont difficiles à interpréter considérant que les patients les plus malades seront à la fois plus à risque d'avoir un moins bon pronostic et d'avoir une baisse des émotions positives [240]. On observe également des relations avec le maintien des fonctions physiologiques chez les aînés. Les émotions positives sont associées prospectivement à un plus faible risque de fragilité⁴², de perte de capacité physique et de déclin de l'autonomie fonctionnelle [242, 243, 244]. Toutefois, on n'observe pas de lien avec le déclin des fonctions cognitives [245].

Il y a plusieurs limites à l'interprétation de ces résultats. Principalement, les émotions positives sont fortement liées aux émotions négatives, ainsi qu'à d'autres facteurs déjà connus

⁴² Un syndrome gériatrique qui se caractérise par un état de grande vulnérabilité à divers problèmes de santé [241].

pour être liés à la santé. Ensuite, ces études sont essentiellement observationnelles et ne sont que peu reproduites. Par conséquent, la nature de ces associations reste incertaine.⁴³ Dans l'hypothèse d'une relation causale, une question subséquente demeure s'il est possible de promouvoir la santé par des interventions visant une amélioration de l'état émotionnel. Certaines études interventionnelles semblent indiquer que l'état émotionnel peut être amélioré chez les individus présentant des problèmes de santé, néanmoins, ces études restent limitées, avec de petites tailles d'échantillons, et aucune n'a pu démontrer à ce jour que les émotions positives peuvent être un médiateur entre l'intervention et l'état de santé (voir Pressman et al. [233] et Steptoe [240] pour des revues de littérature).

3.7. Valence émotionnelle et douleur

Au-delà de la mortalité et de la morbidité, l'état émotionnel est, de manière constante, associé à l'expérience de la douleur. Il est bien établi que les émotions négatives peuvent générer ou exacerber la perception de la douleur (voir Wiech et Tracey [249] pour une revue des études expérimentales et en contexte clinique). Certaines études suggèrent également que les émotions positives peuvent diminuer l'expérience de la douleur (voir Hanssen et al. [250] pour une revue narrative) particulièrement pour la douleur chronique [251, 252]. Ces résultats suggèrent que les émotions positives peuvent influencer le bien-être des aînés considérant l'accumulation des douleurs chroniques avec l'âge. Ces relations restent toutefois complexes considérant que la douleur chronique est un facteur de risque pour la dépression, et que c'est deux états sont étroitement liés au niveau neurologique [253].

3.8. États émotionnels et bien-être

À l'instar des aptitudes fonctionnelles, la promotion d'états émotionnels positifs peut être souhaitable, indépendamment de son influence sur la santé, par sa contribution au bien-être

⁴³ Il y a plusieurs limites à l'interprétation de ces résultats. Premièrement, les niveaux d'émotions positives et négatives sont inversement corrélés [246], impliquant que les relations observées puissent être en partie, expliquées par une diminution des émotions négatives. La plupart des études citées vont contrôler les mesures d'émotions négatives, principalement par des mesures proxy (p. ex., perte de sommeil) ou d'état pathologique (p. ex., dépression), suggérant que les relations observées sont indépendantes de ce facteur de confusion, bien que ces contrôles statistiques restent toutefois limités (voir Pressman et al. [233] pour une discussion approfondie). Deuxièmement, les questionnaires utilisés vont parfois mesurer les émotions à l'aide de qualificatifs traduisant des états de « vitalités » élevés (p. ex., se sentir heureux et plein d'énergie) qui fort probablement sont liés à la santé physique d'une personne et pouvant expliquer en partie les associations observées. Troisièmement, les émotions sont influencées par une multitude de facteurs qui sont également des déterminants de la santé, et bien que la plupart des études contrôlent pour une partie de ces facteurs, le contrôle statistique pour l'ensemble de ces facteurs reste limité (voir Diener et al. [247], et Steptoe [240] pour une discussion approfondie). Quatrièmement, ces résultats proviennent essentiellement d'études épidémiologiques observationnelles avec peu de réplifications au niveau des mesures spécifiques de santé. Une exception est que les études expérimentales montrant que les individus avec un niveau d'émotions positives plus élevés sont moins à risque de développer une infection respiratoire suite à l'inoculation virale [248]. Conséquemment, la nature de la relation entre les émotions positives et la santé reste incertaine.

des personnes âgées. La relation conceptuelle entre les capacités fonctionnelles et le bien-être réside dans la *capacité d'une personne à faire les choses qui ont pour elle de la valeur*. Cette conceptualisation du bien-être est centrale à l'approche par les capacités introduite par Sen [254, 255, 256] et approfondie par Nussbaum [257, 258, 259] et d'autres (voir Wells [260], Robeyns et Byskov [261] pour des revues de cette approche). La force de cette approche est qu'elle ne fixe pas ce qui constitue le bien-être, mais se concentre plutôt sur la capacité de chaque personne à atteindre un niveau de bien être, en fonction de ce qu'ils estiment être importants dans leur vie. Toutefois, une limite de cette approche est qu'elle ne concerne pas le bien-être dans son essence, mais sur les conditions nécessaires à son atteinte [262].

Considérer le bien-être en termes d'états émotionnels apporte une vision complémentaire en se concentrant sur les expériences subjectives et la façon dont elles contribuent à celui-ci. Sumner [262] défend cette perspective, en soutenant que nous pouvons attribuer à un animal, mais non à un rocher, un niveau de bien-être et que cette différence réside dans la présence ou non d'une expérience subjective. Ensuite, différents arguments intuitifs soutiennent l'importance des émotions dans le bien-être. Être malheureux semble peu compatible avec le bien-être [263], tandis que les notions de plaisir et de souffrance, fondamentale à l'expérience émotionnelle [264, 203], sont au centre d'une représentation prédominante du bien-être [265, 266]. Différentes notions associées aux émotions positives sont des composantes que l'on retrouve dans plusieurs théories du bien-être (p. ex. voir [267, 268, 269, 262, 270]), ce qui souligne l'intuition commune de leur importance.

Une critique quant à la conceptualisation du bien-être selon l'état émotionnel, mais plus généralement de l'évaluation subjective, est le problème des préférences adaptatives. Une personne, soumise à des conditions difficiles, peut maintenir un certain niveau de bonheur en modifiant ces attentes, ces désirs et ses aspirations [271, 272]. Par conséquent, les évaluations subjectives du bien-être peuvent ne pas refléter les conditions auxquelles sont confrontés les seniors. Toutefois, l'adaptation peut être vue comme un processus de résilience psychologique qui demeure essentiel au bien-être [273], processus d'autant plus importants chez les aînés [274] et les mesures subjectives de bien-être seront probablement plus valides lorsqu'elles sont utilisées pour comparer des individus sociologiquement semblables [263].

En somme, la prise en compte conjointe des capacités fonctionnelles et de l'état émotionnel permet une vision plus complète du bien-être chez les seniors en intégrant différentes dimensions de leur expérience vécue. Par ailleurs, cette approche reste cohérente avec la

considération plus générale de la relation entre la santé et le bien-être [275]. Pour une discussion approfondie de cette question, voir l'Annexe A.

4. Les relations sociales comme déterminants du vieillissement en bonne santé

L'augmentation sans précédent de l'espérance de vie pose d'énormes défis sociaux, notamment en ce qui concerne la promotion de la santé dans la population vieillissante. En matière de santé publique, l'enjeu est de développer une approche globale incluant des politiques et des interventions qui favorisent le maintien de la santé et de la qualité de vie à un âge avancé [4]. Pour ce faire, il est essentiel d'identifier les facteurs sur lesquels nous pourrions intervenir. Parmi ceux-ci figurent les relations sociales des personnes âgées. Ces facteurs présentent un intérêt particulier sur le plan de la santé publique, car ils peuvent favoriser à la fois la santé, les aptitudes fonctionnelles et le bien-être émotionnel des aînés. Dans cette section, nous approfondirons ce constat en examinant la nature des relations sociales et leur lien avec ces différentes dimensions du vieillissement en santé.

4.1. Relations sociales

Au sens large, les relations sociales décrivent les liens existants entre deux ou plusieurs personnes, pouvant être décrites au travers de multiples dimensions (p. ex., le niveau d'intimité, les liens de parenté). Les relations sociales peuvent aussi être définies en matière d'interactions sociales, c'est-à-dire les échanges comportementaux (p. ex., la communication verbale, les échanges affectifs) qui sont à la base des relations humaines [276, 277] et qui exercent une influence mutuelle sur les personnes impliquées [278]. Mis à part de rares exceptions (p. ex. *The Snow Guardian* [279]), nous évoluons dans un réseau de relations sociales qui changent au fil du temps [280]. Elles sont si ubiquitaires, qu'il n'est pas surprenant qu'elles soient au centre de notre compréhension de nombreux phénomènes humains. Des exemples notables sont les propriétés émergentes des entités sociales⁴⁴ [281, 282] ou la construction sociale de la connaissance scientifique [284]. D'un point de vue éthologique, l'être humain n'est qu'un exemple d'espèce ayant adopté des comportements sociaux, affichant l'une des organisations sociales les plus élaborées [285, 286].

⁴⁴ Elder-Vass [281, 282] soutient que les entités sociales (p. ex., entreprise, famille, associations) ont des capacités émergentes des relations entre les personnes formant ces entités. Il donne l'exemple d'un orchestre, composé d'un ensemble de musiciens occupant des rôles spécifiques (p.ex. un violoniste, un chef d'orchestre) associés à des normes qui définies la manière dont les musiciens sont censés interagir entre eux. Elder-Vass inclut également les éléments matériels, comme les instruments et les partitions dans cet exemple, et les relations entre les personnes et ces éléments matériels. Cette organisation collective permet aux musiciens de jouer des œuvres orchestrales, une capacité que possède l'entité sociale dans son ensemble. Voir Zahle [283, p. 125-128] pour un résumé de la théorie d'Elder-Vasse.

4.2. Liens avec la santé humaine

Considérant l’omniprésence des relations sociales dans nos vies, il n’est pas surprenant qu’il y ait un intérêt scientifique concernant leur influence sur la santé. Parmi les travaux fondateurs, on pense aux travaux de Durkheim sur le suicide [287] et ceux de Bowlby sur l’attachement maternel [288], mais la discussion scientifique contemporaine est principalement influencée par des lectures académiques dans les années 1970 [289, 290, 291].

Les premières données probantes substantielles d’un lien entre les relations sociales et la santé proviennent d’une étude communautaire longitudinale menée en Suède et aux États-Unis dans les années 1980. Elles ont systématiquement observé que des mesures composites des relations sociales sont de puissants prédicteurs de mortalité, tout en contrôlant pour des facteurs biomédicaux, socio-économiques et comportementaux (voir House [292] pour une revue de ces études). Vingt ans plus tard, plusieurs méta-analyses, impliquant jusqu’à 600 millions de personnes, fournissent de robustes évidences que différents aspects des relations sociales [12, 293] incluant l’isolement social [13], la fréquence des contacts sociaux [294], le fait de n’avoir jamais été marié [295], le divorce [296, 297] et le veuvage [298] augmentent le risque de mortalité, avec dans certains cas, des tailles d’effet comparables à d’autres facteurs de risques modernes, tels que le tabagisme et la sédentarité [12]. L’ensemble de ces méta-analyses contrôle pour l’âge, et observe essentiellement que l’association reste significative au-delà de 65 ans⁴⁵, mais avec une diminution de l’effet, dans la plupart d’entre-elles, vers la fin de la période adulte [13, 295, 296, 298, 297].⁴⁶

Au-delà de la mortalité, l’isolement social serait un facteur de risque pour les maladies cardiovasculaires et les troubles communs de santé mentale. Dans une moindre mesure, différents aspects des relations sociales semblent jouer un rôle sur la santé physique et mentale (voir Leigh- Hunt et al. [14] pour une revue systématique des revues systématiques et des méta-analyses). Chez les aînés, plusieurs études montrent que les relations sociales sont liées à leur état de santé [299], notamment concernant les fonctions cognitives [300, 301] et les troubles de santé mentale [302, 303, 304, 305].

La recherche en santé sur les relations sociales se révèle toutefois hétérogène et souvent caractérisée par des résultats contradictoires. Différents facteurs expliquent cette situation. Premièrement, les relations sociales sont des phénomènes complexes se caractérisant sur plusieurs dimensions. Par exemple, dans une méta-analyse largement citée [12], les auteurs comparent dix concepts (p. ex., la perception d’avoir accès à du soutien, le statut matrimonial, vivre seul) dont la plupart sont mesurés de plusieurs façons. La faible cohérence

⁴⁵ Seule l’étude de Shor et al. [298] sur le veuvage n’observe pas d’effet chez les personnes âgées de 90 ans et plus.

⁴⁶ Seules les études de Shor et Roelfs [294] et Holt-Lunstad et al. [12] n’ont pas observé d’effet modérateur de l’âge, tandis que l’étude de Shor et al. [293] observe une augmentation de l’effet après 65 ans.

entre les mesures limite grandement la comparabilité entre les études [306]. Au-delà d'une préoccupation méthodologique, cette hétérogénéité souligne que les liens entre les relations sociales et la santé sont susceptibles de se produire par plusieurs mécanismes distincts, qui peuvent être favorables ou nuisibles à la santé. De nombreux mécanismes ont été étudiés au fil des ans (p. ex., [307, 308, 306, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 22]), mais le plus étudié est probablement la capacité qu'offrent les relations de soutien à atténuer les épisodes de stress [315, 316, 317]. Enfin, il est probable que plusieurs de ces dimensions peuvent avoir un effet additif, voir synergétique, rendant d'autant plus complexes les mécanismes par lesquels les relations sociales influencent la santé [306]. Ces multiples dimensions peuvent se retrouver dans une seule relation (p. ex., un conjoint qui aide à arrêter de fumer et apporte un soutien en cas de rechute), ou encore être organisées au sein d'un réseau social (p. ex., le soutien apporté par un groupe d'amis présentant des compétences complémentaires).⁴⁷

Considérant la complexité évidente de ce domaine de recherche et les multiples façons par lesquelles les relations sociales sont susceptibles d'influencer la santé, l'analyse qui suit se limitera aux dimensions du vieillissement en santé mentionnées précédemment. Spécifiquement, nous examinerons comment les relations sociales peuvent influencer la santé des aînés, à travers des processus spécifiques impliquant *la santé cognitive, l'activité immunitaire, les aptitudes fonctionnelles et les états émotionnels*.

4.3. Santé cognitive

Les relations sociales sont associées aux fonctionnements cognitifs, et à l'apparition et la progression de la démence chez les aînés. Une méta-analyse sur des études de cohortes montre qu'une faible participation sociale et une faible fréquence de contacts sociaux sont tous deux associés à une augmentation de l'incidence de démence, avec des effets comparables à d'autres facteurs de risque bien établis, tels que la dépression tardive et l'hypertension à l'âge adulte [301].⁴⁸ Une seconde méta-analyse, également sur des études de cohortes, montre que, dans l'ensemble, des relations sociales plus « pauvres » augmentent le risque de déclin cognitif. Les résultats sont cependant très hétérogènes, ce qui peut s'expliquer par la diversité de concepts et mesures utilisés dans l'étude [318]. Des observations similaires ressortent d'une plus récente méta-analyse [319], tandis qu'une revue systématique sur des domaines spécifiques des fonctions cognitives indique que les relations sociales sont le plus constamment associées à la cognition globale et à la mémoire de travail [300]. La plupart de ces études longitudinales a pour limite d'être de relativement courte durée. En contrepartie,

⁴⁷ Dans la méta-analyse de Holt-Lustad et al. [12], les mesures composites combinant plus dimensions de relations sociales ont un effet statistique plus important sur le risque de mortalité comparativement aux mesures ciblant qu'une seule dimension.

⁴⁸ A contrario, les associations avec le nombre de relations sociales sont hétérogènes et dans l'ensemble non significatives.

l'étude Whitehall II, qui suit une cohorte de 10 228 fonctionnaires britannique, montre que la fréquence des contacts sociaux à 50, 60 et 70 ans est associée, 28 ans plus tard, au risque d'incidence de la démence, bien qu'elle ne soit statistiquement significative qu'à 60 ans. De plus, cette association s'explique par les contacts avec les amis et non avec la famille.⁴⁹

Une hypothèse pour expliquer ces observations est que les relations sociales favorisent la résilience cognitive, c'est-à-dire la capacité de maintenir les fonctions cognitives malgré les changements physiologiques dus au vieillissement ou aux pathologies cérébrales [322]. Cette résilience serait déterminée par les réserves cognitives d'une personne lui permettant de compenser les atteintes cérébrales [323], notamment pour atténuer les dommages résultant de la maladie d'Alzheimer [324], et l'hypothèse est que les relations sociales seraient un facteur favorisant les réserves cognitives [325]. Des études expérimentales animales montrent que les interactions sociales atténuent les pertes de mémoire liées à l'Alzheimer par des mécanismes impliquant, entre autres, l'expression de facteurs neurotrophiques dérivés du cerveau (BDNF)⁵⁰ jouant un rôle dans la neuroplasticité et la neurogenèse [326]. De plus, les interactions sociales influencent la régénération après un accident vasculaire cérébrale chez la souris [327]. L'expression de BDNF est considérée comme un facteur neurologique important dans la maladie d'Alzheimer [324], et un niveau élevé de son expression est associé à un déclin cognitif plus lent chez l'humain [328]. D'autres fonctions et structures cérébrales sont susceptibles d'être responsables des réserves cognitives [324, 329] et d'être influencées par les relations sociales.

Un autre mécanisme pouvant expliquer les liens entre relations sociales et fonctions cognitives implique les processus inflammatoires. L'isolement social, la sensation de solitude et la perception de ne pas avoir accès à du soutien sont associés à l'augmentation de marqueurs biologiques de l'inflammation (voir Leschak et Eisenberger [330] pour une revue narrative et Smith et al. [331] pour une méta-analyse) qui peut s'ajouter à l'inflammation chronique qui augmente avec l'âge [332]. De nombreuses études animales montrent que l'inflammation dans le système nerveux central perturbe les fonctions cérébrales et cognitives (voir Norden et Godbout [333] pour une revue narrative). Chez l'humain, une méta-analyse d'études cliniques montre une concentration plus élevée d'inflammation chez les sujets atteints d'Alzheimer comparativement à des individus sains [334]. La réaction inflammatoire à la suite d'une situation stressante est aussi plus forte chez les personnes âgées affichant une plus grande solitude [335, 336]. Pour d'autres mécanismes théoriques mettant en relation les relations sociales et les fonctions cognitives, voir Kuiper et al. [301, 318].

⁴⁹ Cette étude ne montre également aucune association entre une diminution des contacts sociaux à 60 et 70 ans et la prévalence de démence, ce qui serait une indication d'un symptôme prodromique [320]. À l'inverse, les résultats d'une étude antérieure, comportant également un suivi de plus de 20 ans, suggèrent qu'une diminution des relations sociales pourrait être un symptôme prodromique de la démence [321].

⁵⁰ *Brain Derived Neurotrophic Factor*

4.4. Activité immunitaire

Au-delà des fonctions cognitives, il est établi que l'inflammation chronique à un âge avancé est un facteur de risque pour plusieurs problèmes de santé, incluant les maladies cardiovasculaires [337, 338, 339, 340], le diabète [152, 341, 342] et le développement de cancer [343, 344, 345]. L'inflammation chronique est néfaste à la régénération osseuse [346], augmenterait le risque de syndrome de fragilité chez l'aîné [347, 348], et semble accélérer le processus de vieillissement en lui-même [234]. Théoriquement, il est proposé que l'effet de l'environnement, incluant le contexte social, sur le vieillissement biologique et les conditions chroniques serait médié par des changements de l'activité inflammatoire [349]. Empiriquement, un niveau plus faible de contacts sociaux est associé longitudinalement à un risque plus élevé de mortalité, et cette relation est médiée par un niveau plus élevé de fibrinogène, un indicateur biologique de l'inflammation chronique [350].

On constate aussi que les relations sociales sont liées aux réponses antivirales de l'organisme. Dans le cadre d'un protocole expérimental, Cohen et al. [351] ont inoculé des volontaires avec un rhinovirus (c.-à-d., un type de rhume) pour ensuite étudier le développement de symptômes respiratoires. Ils ont observé que les individus avec une plus grande diversité des relations sociales (p. ex., conjoint, ami, parent) ont moins de symptômes. Une hypothèse est que les différentes relations nous exposent à diverses souches de maladies infectieuses, ce qui stimule le système immunitaire. Les parents sont également moins susceptibles de développer une infection respiratoire après avoir été exposés expérimentalement au virus [352], une explication est que leur système immunitaire est renforcé par les contacts avec leurs enfants. Pourtant, les liens sociaux peuvent constituer un risque parmi les sous-groupes vulnérables. La diversité des relations sociales est associée à la fois à la diminution et à l'augmentation du risque de développer une infection respiratoire, dépendant de l'exposition des individus à des événements stressants [353]. D'autres études montrent que le nombre de relations sociales est associé à un risque plus élevé d'infections respiratoires en cas de stress [354, 355].⁵¹ Les études expérimentales sur des modèles animaux montrent que l'augmentation du stress social, principalement par des interactions forcées avec des congénères non familiers, est liée à une diminution de la réponse antivirale et des processus biologiques associés (voir Leschak et Eisenberger [330] pour une revue narrative).

La modulation de ces mécanismes immunitaires par les circonstances sociales peut être considérée comme un processus adaptatif permettant d'assurer la survie de l'organisme [330, 312]. L'activité inflammatoire représente la première ligne de défense du système immunitaire aux

⁵¹ On observe également des associations avec le fonctionnement du système immunitaire. Chez des étudiants au collège, la réponse immunitaire à la suite d'une vaccination pour l'influenza était plus faible chez les étudiants ayant moins de relations sociales. Toutefois, cette association est observée pour seulement un des trois antigènes présents dans le vaccin [236].

blesures physiques et aux infections microbiennes, tandis que les processus antiviraux permettent une défense adaptative aux agents infectieux. L'espèce humaine a longtemps vécu dans un environnement naturel rempli de menaces physiques, auxquelles s'ajoute le risque sous-jacent d'infection microbienne, et la socialité permet de minimiser ces risques environnementaux (p. ex. [356]). Être socialement isolé accroît les risques, et une augmentation de l'activité inflammatoire prépare l'organisme à de potentiels dommages corporels. Inversement, une augmentation des liens sociaux induit une plus grande exposition à des agents viraux, et ce risque est atténué par l'augmentation de l'activité antivirale. L'hypothèse est donc que le système immunitaire aurait évolué conjointement avec la socialité chez l'humain de manière à atténuer les risques relatifs aux circonstances sociales en redirigeant l'énergie vers les processus critiques assurant la survie de l'individu [357, 358]. Par ailleurs, la menace sociale n'est pas seulement une question d'isolement ou de liens sociaux, mais peut découler de la qualité des relations sociales – les relations hostiles et bienveillantes pourront être interprétées respectivement comme risquées ou protectrices par l'organisme, induisant différentes réponses immunitaires [312].

Cette hypothèse évolutive s'appuie sur un ensemble d'observations génétiques, neurocognitives et comportementales. Au cours des 20 dernières années, les études ont montré que l'isolement chronique est associé à une modulation de la transcription de gène impliqué dans l'activité immunitaire. L'isolement social est associé à une augmentation de la transcription de gènes pro-inflammatoire, et à une diminution de ceux impliqués dans les fonctions antivirales (voir Cole [359] pour une revue narrative). Des régulations inflammatoires et antivirales similaires ont été observées parmi les populations de faible statut socio-économique [360] et chez les aidants naturels [361], ainsi que chez des animaux exposés expérimentalement à des stress sociaux [362, 363]. Certains chercheurs proposent que les gènes responsables de cette régulation de l'activité immunologique aient été sélectionnés chez les mammifères pour répondre aux conditions environnementales, incluant l'environnement social, dans le but d'augmenter la valeur sélective des individus⁵² [364, 365].

Les données montrent que c'est la perception, et non les circonstances sociales en elles-mêmes, qui influence les fonctions immunitaires. C'est la perception d'être isolé, et non les mesures objectives d'isolement, qui semble déclencher la modulation immunologique [359]. Cela suggère que les relations entre les circonstances sociales et la réponse immunologique varient entre les individus selon leur perception spécifique (p. ex., deux personnes en conflit avec leur famille pourront accorder plus ou moins d'importance à cette situation), et une représentation cognitive d'un événement non existant (p. ex. l'appréhension de la mort

⁵² *fitness*

éventuelle d'un proche) pourra induire une réponse immunitaire [366]. Au niveau neurologique, des mécanismes physiologiques par lesquels le système nerveux central régule la réponse immunitaire sont identifiés [358, 365].

Enfin, ces modulations de l'activité inflammatoire peuvent à leur tour avoir une influence sur les comportements sociaux. Plusieurs éléments indiquent que les états pro-inflammatoires⁵³ induisent des comportements favorisant une diminution des contacts sociaux, et principalement avec les individus perçus comme nuisibles, tout en favorisant la recherche de contacts avec des individus pouvant fournir du soutien et des soins (voir Leschak et Eisenberger [330] et Eisenberger et al. [372] pour des revues narratives). Ces changements comportementaux sont considérés comme un processus d'adaptation visant à faciliter le rétablissement rapide de la maladie [368], et font partie d'un système de régulation plus large permettant à l'organisme de s'adapter à son environnement sociophysique [365]. Toutefois, ce processus peut devenir inadapté si une personne perçoit constamment son environnement social comme menaçant, ce qui aura des répercussions immunologiques favorisant d'autant plus les comportements antisociaux. Cette situation pourra conduire à une augmentation inflammatoire chronique et à une diminution de l'immunité virale, risquant à terme d'avoir des répercussions sur sa santé [312]. À un âge avancé, cela peut créer une pression physiologique supplémentaire, étant donné que l'organisme est déjà soumis à une inflammation de base liée au vieillissement biologique [332].

4.5. Aptitudes fonctionnelles

Le vieillissement s'accompagne d'une perte des fonctions physiologiques qui éventuellement peut limiter la capacité d'une personne à réaliser ses activités aux quotidiens. Toutefois, la diminution des capacités intrinsèques, soit les capacités physiques et mentales, peut être compensée par des adaptations de l'environnement, ou l'accès à des ressources, qui permettent aux aînés de maintenir leurs activités. Le soutien que procurent les relations sociales constitue l'une des plus importantes ressources dont disposent les personnes âgées. Ces interactions de soutien que les gens se fournissent librement sont généralement définies comme du *soutien informel*, afin de le distinguer du soutien formel fourni par l'état ou d'autres organisations (p. ex. communautaire, religieuse, privé) [373].

Chez les aînés, le soutien informel permet de compenser en partie la perte de capacités intrinsèques. Les formes de soutien sont multiples et vont dépendre des besoins précis de chaque individu, ces derniers étant largement définis par le niveau d'incapacité. Cela peut

⁵³ Les cytokines pro-inflammatoires joueraient un rôle crucial dans ces l'expression de comportements associés à la maladie [367, 368], mais également dans la dépression [369, 370] et les comportements suicidaires [371].

varier d'une aide occasionnelle pour des activités spécifiques (p. ex. faire le ménage, accompagnement lors de rendez-vous médical) à des soins de longue durée (p. ex. cohabiter avec un parent atteint d'une maladie d'Alzheimer) [374, 375]. Le soutien informel favorise les aptitudes fonctionnelles à différents stades de sénescence et est considéré comme un pilier des soins aux personnes âgées [376]. Le soutien informel est aussi une ressource fondamentale permettant le vieillissement au sein de la communauté [377, 378], ce qui est une situation souhaitable considérant l'augmentation des risques pour la santé associés à l'institutionnalisation sur la mortalité [379] et la santé physique et mentale (voir Hays [380] pour une revue systématique). De plus, les aînés vont de plus largement préférer vieillir à la maison ou dans leur quartier résidentiel [381, 382, 383].⁵⁴

La famille immédiate est la première source de soutien informel. Les conjoints représentent une source de soutien de premier ordre dans les activités quotidiennes. Cependant, les conjoints sont généralement aussi à risque d'une diminution des capacités intrinsèques et les enfants adultes deviennent, à ce stade, une source prédominante de soutien (voir Carr et Utz [385], et Fingerma et al. [386] pour des revues sur le soutien familial). Au Canada, en 2018, 47% des aidants naturels (c.-à-d., soutenir une personne avec une maladie à long terme) déclaraient s'occuper d'un parent, et ont dans la majorité entre 45 et 64 ans. En comparaison, 13% des aidants naturels déclaraient soutenir un conjoint [387]. Le soutien informel au Canada est majoritairement fourni par des femmes [387].⁵⁵

Mais les profonds changements démographiques et sociaux qui se sont produits au XXe siècle ont modifié la disponibilité du soutien apporté par les enfants adultes. En premier lieu, la diminution de la fertilité après le baby-boom implique que les aînés ont de moins en moins d'enfants. Pour illustrer cet écart, Redfoot et al. [376] ont calculé, aux États-Unis, le ratio entre les personnes âgées de 45 à 64 ans sur les personnes de plus de 80 ans.⁵⁶ Ils ont mesuré un ratio d'environ 7 pour 1 en 2010, et ils ont estimé une diminution de ce ratio à 4 pour 1 en 2030, et 3 pour 1 en 2050. Une tendance similaire s'observe à partir des projections démographiques canadiennes [389].⁵⁷ Ensuite, l'augmentation de la mobilité géographique restreint le soutien disponible [390], bien que les enfants et les parents puissent se rapprocher les uns des autres lorsque ces derniers ont besoin de soutien [391].⁵⁸ Le fait

⁵⁴ Néanmoins, le vieillissement à la maison peut être une expérience négative en raison d'un faible réseau de soutien informel [384].

⁵⁵ Une étude récente suggère que les disparités de genre relèveraient en partie de normes sociales; les couples de même sexe étant plus équitables dans le soutien des beaux-parents [388].

⁵⁶ Cette mesure est donc une approximation du nombre d'aidants à 80 ans, avec comme présupposition que les 45-64 ans incluent des enfants adultes pouvant supporter leur parent.

⁵⁷ Le ratio est d'environ 6 pour 1 en 2020, 4 pour 1 en 2030 et 2.5 pour 1 en 2050. Calculer à partir du scénario M3 de croissance moyenne de statistique Canada [389].

⁵⁸ Il est également suggéré que le nombre croissant de divorces et de familles recomposées [392] pourrait modifier le soutien provenant des enfants [393], bien qu'une analyse récente sur des données transnationales

que le soutien intergénérationnel reste fort dans les pays développés témoigne de la résilience et de la capacité du système familial à fournir du soutien [395, 387].

Toutefois, ces transformations de la famille traditionnelle n'expliquent qu'en partie les différences observées entre et au sein de pays développés. Le soutien de la famille varie entre les pays où l'organisation et les ressources allouées aux services d'aide aux personnes âgées diffèrent [396]. L'accès au soutien change selon le statut socio-économique, avec un risque d'avoir moins de soutien familial chez les aînés à la fois plus pauvres et en perte d'autonomie [397]. Hogan et al. [398] ont observé des différences de soutien intergénérationnel entre Afro-Américains et Caucasiens aux États-Unis. Inversement, Bordone et Valk [399] n'ont pas observé de différence significative entre migrants et non migrants, ou entre les différentes communautés de migrants, dans différents pays européens. Enfin, le soutien intergénérationnel peut être influencé par les normes et valeurs culturelles. En Europe, les besoins de santé des parents sont positivement corrélés avec la quantité de soutien reçue par les enfants, et cette relation est médiée par le niveau de familialisme (c.-à-d., le sentiment de solidarité familiale) spécifique à chaque pays [400].

Une autre préoccupation concernant le soutien informel est la proportion croissante de personnes âgées sans enfant. Dans la plupart des pays occidentaux, on estime à plus de 10% les femmes de la génération du baby-boom sans enfant [401], et cette proportion a continué d'augmenter pour atteindre aujourd'hui approximativement 15% en Amérique du Nord et 20% en Europe [402, 403, 404]. Des tendances similaires sont observées dans les pays asiatiques, notamment au Japon [405]. Ces tendances ont suscité des inquiétudes quant à la capacité des systèmes de santé publique à répondre aux besoins de cette population, en partant du principe qu'ils sont à risque de manquer de soutien informel [406]. Les observations empiriques montrent une réalité plus nuancée. Les aînés sans enfant semblent avoir accès au même niveau de soutien informel que ceux avec des enfants [407, 408], les premiers semblant compenser l'absence d'enfant par plus de contacts et des liens plus forts avec les amis, les voisins, et les membres de la famille étendue (p. ex., sœurs, neveux, cousins) [409, 410, 411]. Ces aînés vont parfois développer des relations quasi familiales avec des amis ou voisins qui leur apportent du soutien [412]. Toutefois, les aînés sans enfant semblent plus vulnérables lorsque le besoin de soutien s'intensifie. Lorsqu'ils se trouvent dans un état avancé de perte d'autonomie, ces aînés sont plus à risque de manquer de soutien informel et d'être institutionnalisés [411].⁵⁹ En Suède, une étude montre que les services publics d'aide à domicile n'ont pas été en mesure de pallier entièrement le manque de soutien informel chez les aînés de 80 ans et plus sans enfant [413]. Compte tenu de ces tendances démographiques, il

européennes montre que les parents sociales (c.-à-d. adoption, famille recomposée) ou biologiques reçoivent un soutien comparable dans la mesure où ils maintiennent suffisants de contacts avec leurs enfants [394].

⁵⁹ Similairement aux aînés sans enfant, ceux avec des enfants seront plus à risque d'utiliser des services de soins formels s'ils ont perdu le contact ou sont séparés géographiquement de ceux-ci [394].

est difficile de savoir dans quelle mesure les amis, les voisins et la famille élargie pourront compenser le déclin ou l'absence des enfants en matière de soutien aux aînés.

Les aînés limités en soutien informel vont dépendre de services publics ou privés [414, 408]. Ceci les rend plus vulnérables, surtout s'ils n'ont pas accès à de tels services, que ce soit par manque d'accès physique ou en raison de moyens financiers insuffisants. Au Canada, il existe des disparités importantes dans les services communautaires entre les aînés des régions rurales et ceux des régions urbaines (voir Keating et al. [415] pour une revue exploratoire). Le manque de disponibilité des services dans les régions rurales amène les aînés à compter sur les aidants naturels, parfois moins présents, lesquels diminuent aussi en raison de l'exode rural, de la distance géographique et de la pauvreté. La solidarité communautaire et familiale dans les milieux ruraux peut compenser en partie ce déficit (voir Clark et Leipert [416] pour une revue narrative). Selon Furstenberg et al. [417], des services publics limités pour les personnes âgées risquent de renforcer les inégalités sociales dans les pays exposés au vieillissement de leur population. Cela conduit à une augmentation des contraintes financières au sein de la famille pour soutenir les personnes âgées, soit par le coût des services, ou par une diminution du temps accordé au travail par les enfants devant soutenir leur parent. Certains adultes se trouveront à devoir à la fois soutenir leurs parents vieillissants et leurs enfants. Cela pourra se répercuter sur les plus jeunes (c.-à-d., les petits-enfants) qui bénéficieront de moins de ressources familiales.⁶⁰

4.6. État émotionnel

Les émotions et les relations humaines sont étroitement liées. Toutefois, les effets de ces phénomènes sur la santé humaine sont essentiellement étudiés séparément ce qui a conduit à de nombreux plaidoyers ces dernières années en faveur d'une plus grande intégration des émotions et des relations sociales dans la recherche sur la santé (voir Farrell et al. [418], Sbarra et Coan [419], Smith et Weihs [21] et Uchino et Rook [22]).

Théoriquement, les émotions sont considérées comme ayant une fonction sociale importante. Au niveau dyadique (c.-à-d., relation entre deux personnes), elles influencent la viabilité des relations interpersonnelles en modulant la régulation comportementale, l'apprentissage et la perception sociale. À une plus grande échelle, les émotions permettent la cohésion du groupe et l'action collective [420]. De nombreux concepts utilisés pour décrire des émotions complexes sont intrinsèquement liés à des phénomènes sociaux, comme le deuil [421], l'envie et la fierté [422], la jalousie [423] et le sentiment de solitude⁶¹ [424], indiquant une intégration profonde entre ces expériences humaines.

⁶⁰ Les auteurs signalent que l'absence de système social et les profondes inégalités sociales qui caractérisent les États-Unis pourraient entraîner le pays dans cette trajectoire au cours des prochaines décennies.

⁶¹ *loneliness*

Empiriquement, la qualité des relations intimes est négativement associée aux symptômes dépressifs et anxieux (voir Proulx et al. [425] et Pankiewicz et al. [426] pour des méta-analyses). Les syndromes de stress post-traumatique prédisent une réduction subséquente de la qualité des relations intimes (voir Lambert et al. [427] pour une méta-analyse) tandis que le neuroticisme⁶² est associé à de moins bonnes relations intimes (voir Malouff et al. [429] pour une méta-analyse) et un risque accru de divorce (voir Roberts et al. [430] pour une revue d'études longitudinales, et Solomon et Jackson [431] pour une étude plus récente). Dans les jeunes couples, le niveau de colère des femmes prédit la réduction subséquente de la qualité perçue du couple par les deux conjoints [432]. Ces relations sont aussi identifiées par des mesures observationnelles – les émotions négatives et les troubles associés sont liés à une hausse des interactions négatives (p. ex., hostilité, dominance) dans le couple [433, 434, 435]. Les difficultés relationnelles associées aux troubles dépressifs sont observées dans de multiples formes de relations autres que le couple (p. ex., les amis, la famille) et impliquent un éventail de mécanismes dysfonctionnels (p. ex., déficit de compétences sociales, recherche de *feedback* négatif) [436].

La majorité des études mettent en lien des mesures globales d'état émotionnel et de relations sociales (p. ex. l'état émotionnel au cours des dernières semaines et la satisfaction à l'égard du conjoint). Néanmoins, les émotions ainsi que les interactions sociales sont des phénomènes qui fluctuent dans le temps – une même personne pouvant vivre une diversité d'expériences émotionnelles et relationnelles pendant une courte période. L'évaluation momentanée de ces phénomènes montre que, au sein des individus, l'état émotionnel ponctuel est associé positivement à la qualité de l'interaction sociale en cours. De plus, être en présence d'une autre personne est associée à un meilleur état émotionnel momentané que si l'on est seul (voir Liu et al. [437] pour une méta-analyse et une revue systématique).

Certaines observations suggèrent des influences mutuelles entre les émotions et la qualité des relations sociales. Plusieurs études ont observé des associations bidirectionnelles entre la dépression et la qualité de la relation de couple [438, 439, 440, 441, 442], tandis qu'une étude a observé une relation similaire entre le neuroticisme et la satisfaction conjugale [443]. Inversement, les expériences relationnelles et les états émotionnels peuvent s'influencer positivement dans un processus réciproque similaire (voir Ramsey et Gentler [444] pour une revue systématique). Ces interrelations sont centrales dans les couples – l'interconnexion des états émotionnels joue un rôle fondamental dans le fonctionnement de la relation [445].⁶³

⁶² Un trait de personnalité caractérisé par une tendance accrue à vivre des émotions négatives [428].

⁶³ D'un point de vue systémique, les données des réseaux sociaux à grande échelle, à savoir de multiples personnes connectées les unes aux autres par des relations sociales, montre que les émotions se propagent entre les personnes [446] selon des schémas similaires à ceux des maladies infectieuses [447]. Ce phénomène, connu sous le nom de contagion émotionnelle [448], est également observé dans les plateformes de réseaux sociaux en ligne [449, 450].

Les relations sociales et l'état émotionnel sont intimement liés chez les aînés. De mauvaises relations sociales (voir Chang et al. [302] pour une méta-analyse) ainsi que des contacts limités (voir Fässberg et al. [303] pour une revue systématique) sont des facteurs de risque de suicide et de pensées suicidaires. Différents aspects des relations sociales sont associés, mais de manière moins constante, à la dépression à un âge avancé (voir Garipey et al. [304] et Schwarzbach et al. [305] pour des revues systématiques). Les interactions négatives avec le conjoint sont associées à une augmentation à long terme du risque de dépression, d'anxiété et de pensées suicidaires [451], et l'on observe une relation bidirectionnelle entre les troubles communs de santé mentale (c.-à-d., dépression et anxiété) et l'isolement social [452]. En considérant plusieurs formes de relations (p. ex., conjoint, amis, famille, connaissances), un réseau social plus diversifié est associé à moins de symptômes dépressifs et anxieux, à une diminution du sentiment de solitude et à un niveau de bonheur plus élevé [453, 454, 455, 456]. La quantité et la qualité des relations sociales sont associées à une probabilité accrue d'états émotionnels positifs chez les aînés, et l'association est plus forte si il s'agit du nombre de contacts avec les amis versus la famille (voir Pinquart et Sörensen [457] pour une méta-analyse). Enfin, la force de l'association entre l'état émotionnel au quotidien et la qualité des interactions sociales dépendront de la proximité émotionnelle⁶⁴ avec les personnes rencontrées [460].

Plusieurs mécanismes sont proposés pour expliquer comment les relations sociales influencent l'état émotionnel. Nous nous concentrerons sur deux grandes catégories, à savoir *l'influence directe d'interactions sociales* et *la modulation de la perception de situations spécifiques*. Pour une discussion détaillée sur les principaux modèles théoriques, voir Sbarra et Coan [419].

Au sein d'une interaction sociale, les comportements manifestes d'une personne semblent avoir une *influence directe sur l'état émotionnel* de l'autre personne. Les comportements de soutien, désignés sous le nom de *soutien social*, sont sans doute les plus étudiés dans la recherche sur la santé. Ils comprennent l'ensemble des comportements visant à faciliter les capacités d'un autre individu à appréhender une situation de stress [308]. Ces comportements peuvent se résumer en deux grandes catégories, soit le soutien instrumental – l'aide à la résolution de problèmes spécifiques (p. ex. donner un conseil ou aider dans une tâche) – et le soutien émotionnel – des comportements visant à atténuer la réponse émotionnelle (p. ex. des étreintes ou des paroles rassurantes). Le soutien informel, tel qu'étudié en gérontologie, inclut essentiellement du soutien instrumental. Il est largement démontré que le soutien

⁶⁴ C'est-à-dire la perception de proximité que l'on ressent dans une relation. Elle peut se mesurer de manière générale (p. ex. vous sentez-vous proches de cette personne?), ou par l'intermédiaire de critères plus spécifiques tels que le sentiment d'être accepté, la possibilité de partager et d'être compris dans ses émotions, le degré d'attention et de sollicitude ou la possibilité d'avoir du soutien de manière plus ou moins inconditionnelle [458]. Il existe également des chevauchements importants avec le concept d'intimité [459].

social permet d'atténuer les effets négatifs du stress, notamment en ce qui concerne l'atténuation d'émotions négatives (voir Cohen et Wills [461], Kawachi et Berkman [309], Uchino et al. [462] pour des revues narratives), avec des travaux récents permettant d'identifier des mécanismes physiologiques sous-jacents (voir Ditzen et Heinrichs [315], Hostinar [316], Hostinar et Gunnar [317] pour des revues narratives). Chez les aînés souffrant de limitations fonctionnelles, le risque d'une augmentation des symptômes dépressifs est plus faible chez les individus bénéficiant de soutien informel, comparativement à ceux qui ne disposent d'aucun soutien [463]. Pendant une maladie grave, le soutien social s'avère être une ressource importante pour faire face à la situation en contribuant au bien-être émotionnel du patient [464], notamment en contexte palliatif (voir Reigada et al. [465] pour une revue systématique). Cependant, les comportements de soutien peuvent être aussi perçus comme insensibles, intrusifs et superficiels [466], ou inutiles et irritants, ce qui peut au contraire augmenter le risque de détresse émotionnelle [467]. Les seniors peuvent aussi ne pas vouloir surcharger leur entourage en raison du soutien dont elles ont besoin [468], soulignant que le soutien social peut représenter une source d'expérience négative.

Les relations sociales ne fournissent pas seulement du soutien, mais offrent des occasions de moments agréables et de convivialité. Rook conceptualise ces interactions sous le nom de *camaraderie*⁶⁵, définie comme « des loisirs partagés et d'autres activités entreprises principalement dans le but intrinsèque d'éprouver du plaisir » [469, p. 1133]. La camaraderie est considérée parfois comme une dimension du soutien social [470, 471, 313], bien qu'ils représentent vraisemblablement des phénomènes distincts – le premier vise une atténuation du stress, tandis que le second est recherché pour le plaisir mutuel [472]. Les interactions de camaraderie sont des contextes clés au cours duquel les personnes peuvent ressentir des émotions positives, ce qui est rapporté par les aînés [473, 474]. Les camarades sont aussi des partenaires pour mener des activités de loisirs, lesquelles sont positivement liées au bien-être émotionnel [475]. Les camarades peuvent permettre à une personne d'échapper au stress de la vie quotidienne [476]. Le nombre de camarades et d'interactions avec ceux-ci sont associés à un niveau de stress plus faible, ainsi que de ces effets associés, pendant la vie quotidienne [477, 469], au travail [478, 479] et chez les aidants naturels [480], avec un lien de modération observé entre le niveau de stress et le bien-être émotionnel [478, 477, 469]. La camaraderie semble être plus efficace pour atténuer les stress mineurs, tandis que le soutien social semble plus efficace pendant les stress majeurs [469], suggérant que le premier permet d'atténuer l'impact émotionnel des conditions chroniques liées à l'âge [472].

Les relations sociales ont aussi une dimension négative, s'exprimant par un éventail d'interactions conflictuelles pouvant être ressenties comme contrariantes, irritantes, voire blessantes. Les interactions négatives sont de loin les formes de stress les plus fréquemment signalées au

⁶⁵ *companionship*

quotidien et sont plus fortement associées à la détresse psychologique et à l'humeur négative que d'autres formes de stress [481, 482]. De même, les interactions négatives sont moins fréquentes que les positives, mais elles sont davantage liées à l'état émotionnel [483]. Des différences selon l'âge semblent apparaître quant à ces interactions sociales. Les aînés ont tendance à rapporter moins d'interactions négatives [484, 485] et une plus grande satisfaction à l'égard de leurs relations sociales [486, 487]. Cette tendance s'observe au sein des seniors – l'âge est associé à une diminution du nombre de relations négatives et ambivalentes entre 65 et 90 ans [488]. Les seniors se déclarent également plus satisfaits de leur couple et indiquent moins de conflits avec leur partenaire [489, 490, 491]. Quotidiennement, les aînés ont moins de disputes et de tensions interpersonnelles que chez les plus jeunes adultes [492, 493], avec globalement une fréquence plus faible d'interactions négatives et plus élevées d'interactions positives [494]. Les aînés sont plus susceptibles de réagir aux interactions négatives par des comportements d'évitement (par exemple, ignorer le problème, ne rien faire) [492] et rapportent une réactivité émotionnelle plus faible face aux tensions interpersonnelles [493]. Cependant, une étude plus récente n'a pas observé de différences quant aux réactions émotionnelles suite à des interactions sociales négatives [495] suggérant que les personnes âgées ne sont ni plus ni moins aptes à réguler leurs réactions émotionnelles, lorsque confrontées à des situations stressantes.

Au-delà de leur effet direct, les relations sociales semblent modifier *la perception des situations spécifiques*. Les relations sociales, en étant perçues comme protectrices, nuisibles ou absentes, modifieraient la perception du risque que pose l'environnement. Considérons une aînée, souffrant d'une limitation de la mobilité, qui doit traverser un carrefour à fort trafic. Son évaluation des risques dans cette situation changera si elle se déplace seule ou accompagnée d'une personne pouvant l'aider à traverser. Expérimentalement, Coan et al. [496] ont observé que la réponse neuronale suivant la menace d'une décharge électrique est plus faible lorsque le participant tient la main d'une autre personne. De plus, cette diminution est plus marquée en tenant la main du conjoint, avec un effet plus fort avec une satisfaction relationnelle et une intimité accrue [497]. Coan et Sbarra [307] soutiennent que, pendant l'évaluation non consciente du risque environnemental, l'environnement social serait internalisé et couplé aux ressources physiologiques dans le calcul mental de l'évaluation des risques. Pour revenir à l'exemple précédent, le fait d'être accompagné modifie la façon dont l'aînée perçoit la traversée du carrefour, la rendant plus sûr d'elle-même, ce qui module les réponses physiologiques (p.ex. atténuation du stress), comportementales (p.ex. réduction de la vigilance) et émotionnelles (p.ex. sensation de calme). À la suite d'observations de l'activité neurologique⁶⁶, Coan et al. [497], proposent que la proximité sociale soit la

⁶⁶ Les régions considérées comme impliquées dans la régulation émotionnelle sont moins activées en présence de soutien social.

condition attendue par le cerveau, ce qui entraîne un état de base de l'activité cérébrale lié au calme émotionnel. Lorsqu'une situation est ressentie comme stressante, les relations sociales peuvent modifier l'évaluation de cette situation, ce qui est un aspect central des modèles d'adaptation au stress (c.f., [498, 499]). Par exemple, un aîné perdant son permis de conduire à cause d'une baisse de la vue, peut d'abord être anxieux de perdre sa mobilité. Il pourrait alors se dire que sa femme peut encore le conduire à ses lieux d'activités, ce qui aurait pour effet de diminuer son anxiété. Cela implique que la perception des relations sociales est une ressource pour la régulation des émotions [500]. Empiriquement, la perception d'avoir accès à un soutien social est un facteur important favorisant la régulation du stress (voir Cohen et Wills [461], Kawachi et Berkman [309], Uchino et al. [462]). Il y a un fort chevauchement entre ces mécanismes et ceux discutés précédemment comme responsables de la réponse neuro-immunologique à l'environnement social [365, 312]. Ces mécanismes relèveraient d'une réponse biologique générale à l'adversité [364]. La perception du risque environnemental est très susceptible d'augmenter avec l'âge, et un milieu agréable et rassurant semble contribuer à atténuer cette situation tout en favorisant un sentiment de calme et de sécurité.

4.7. Cadre conceptuel des liens entre les relations sociales et le vieillissement en bonne santé

La Figure 1 résume les concepts et mécanismes documentés dans cette revue de littérature. Les **aptitudes fonctionnelles** décrivent les capacités des individus à réaliser ce qu'il juge important, et qui résulte de l'interaction entre ses capacités cognitives et physiques, et les caractéristiques de l'environnement. Les **conditions physiologiques** incluent les conditions physiques et mentales, ainsi que les processus physiologiques sous-jacents. Les **émotions** décrivent ici leur dimension subjective et consciente. La **perception du risque** représente l'évaluation cognitive, inconsciente ou consciente, du risque que représente l'environnement. Les **relations sociales** définissent les liens existants entre les personnes, basées sur les interactions sociales. Le **soutien informel** comprend l'ensemble des interactions de soutien fourni par les relations sociales permettant de compenser la perte des aptitudes fonctionnelles. Les aptitudes fonctionnelles vont déterminer les capacités d'avoir des **interactions sociales**, et donc d'entretenir ou de créer des relations sociales. Les aptitudes fonctionnelles seront déterminées par les **capacités intrinsèques** qui diminueront avec le vieillissement biologique. Le niveau d'**activité**, déterminé par les aptitudes fonctionnelles, aura une influence sur les conditions physiologiques. Par exemple, une sédentarité élevée aura une répercussion sur les capacités physiques. Le calcul du risque tiendra compte à la fois de la **perception des ressources sociales et des ressources physiologiques**. La **perception du risque** activera l'expression des gènes responsables de l'**activité immunologique**.

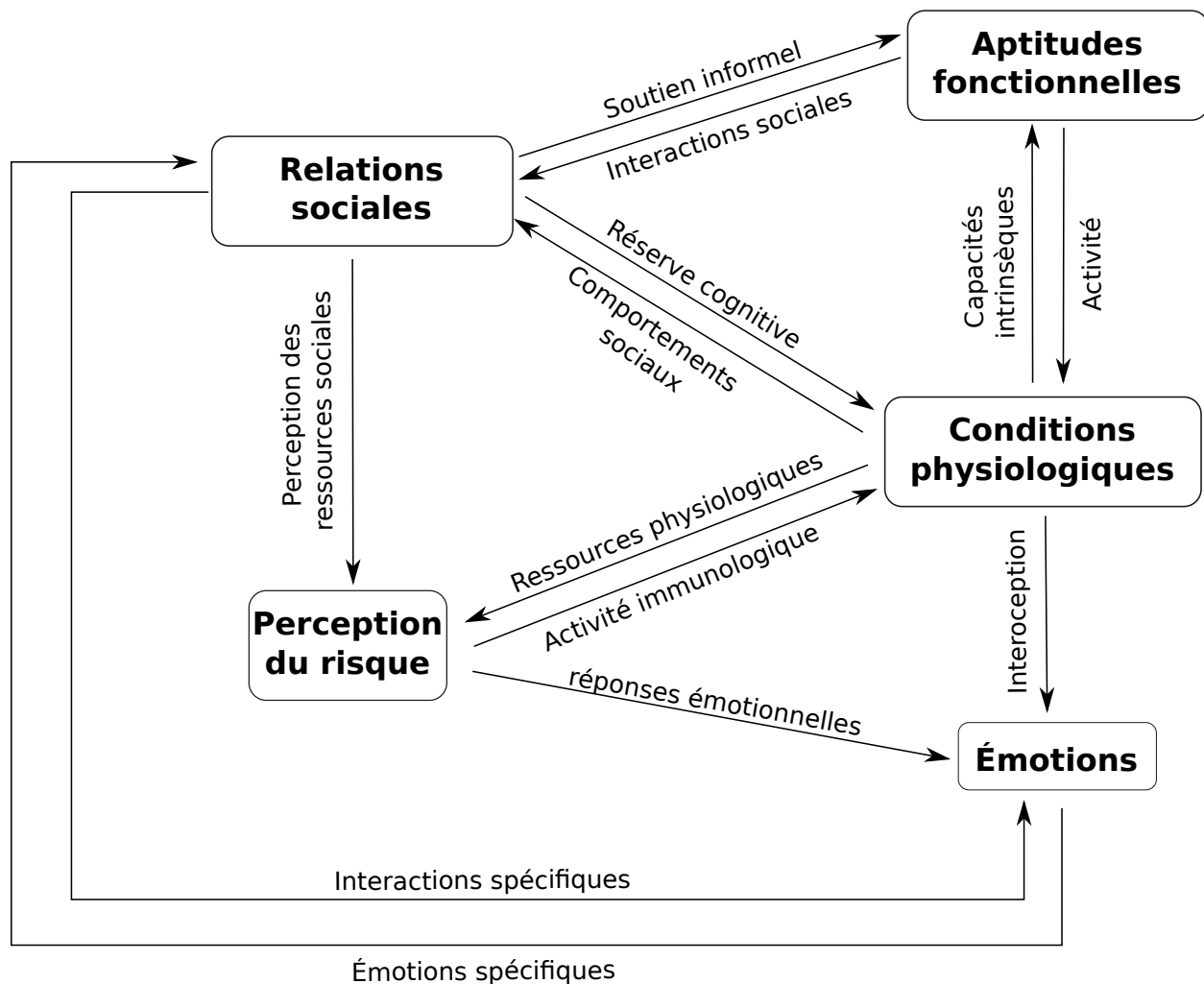


Fig. 1. Modèle conceptuel de l'impact des relations sociales sur le vieillissement en santé.

La libération de cytokines pro-inflammatoire modulera les comportements sociaux, incitant l'individu à s'isoler tout en recherchant la proximité de personnes soutenante. La perception du risque module les **réponses émotionnelles**, une personne se percevant plus à risque sera plus réactive aux signaux environnementaux. L'**interoception**, c'est-à-dire les informations afférentes de l'activité physiologique (p. ex., activité cardiaque, inflammation, glycémie), va moduler l'état émotionnel. Les interactions sociales vont favoriser la résilience face à la diminution de fonctions cognitives en augmentant les **réserves cognitives**. Les **interactions spécifiques**, et plus particulièrement le soutien social, la camaraderie et les interactions négatives, vont influencer l'état émotionnel de la personne qui reçoit l'interaction. À l'inverse, les **émotions spécifiques**, par exemple la colère ou la joie, vont influencer la qualité de la relation sociale. Ces deux mécanismes sont intimement liés, en raison notamment de la dimension comportementale des émotions, et vont ensemble déterminer le fonctionnement et la viabilité de la relation.

5. Dimension spatiale des relations sociales chez les aînés ; lacune dans les connaissances

Comme nous avons vu précédemment, il existe des évidences considérables de l'impact des relations sociales sur la santé des aînés. Il n'est donc pas surprenant que celles-ci fassent partie de la plupart des cadres conceptuels et stratégiques sur le vieillissement en bonne santé [15, 76, 501, 61], ainsi que sur des notions connexes [75, 502, 503, 74].⁶⁷

La pandémie actuelle de Covid-19 nous montre l'importance des interactions sociales directes et physiquement présentes. Afin d'atténuer la propagation de la maladie et de protéger les systèmes de santé, les États ont adopté diverses mesures de distanciation sociale allant du confinement ferme, à des mesures moins restrictives telles que les couvre-feux, l'annulation d'événements culturels et sportifs, l'interdiction de rassemblements publics et la fermeture de services non essentiels. Ces mesures ont joué un rôle central dans les réponses nationales à la pandémie, réduisant efficacement la transmission de la maladie [504, 505, 506]. Toutefois, ce changement profond des conditions sociales suscite l'inquiétude des experts en santé publique et de la population en générale quant au risque d'isolement social et à ses répercussions sur la santé mentale [507, 508, 509]. En outre, il a été spécifiquement question du risque de renforcer l'isolement social des personnes âgées [510, 511, 512], ce qui constituerait un double fardeau sur cette population des plus vulnérables à la maladie [513].⁶⁸

Avec l'âge, les aînés seront plus à risque de voir une diminution de leurs relations sociales. Une méta-analyse de 277 études transversales montre que les relations familiales restent stables au cours de la vie, mais que le nombre de relations en générale, de relations personnelles et d'amis commence à diminuer à la fin de l'âge adulte [527] – des tendances également

⁶⁷ Par exemple, le vieillissement positif, actif ou réussi.

⁶⁸ Les données empiriques montrent que la solitude a augmenté au cours des 6 premiers mois de la pandémie, et qu'elle était nettement plus élevée dans les zones, ou pendant les périodes, où les mesures restrictives étaient les plus fortes [514, 515]. Cependant, les restrictions sociales ont eu un impact plus important sur les jeunes générations en termes de solitude et de détresse psychologique – une tendance observée aux États-Unis [516], en Espagne [517], au Royaume-Uni [518, 519, 331], en Nouvelle-Zélande [520] et au Japon [521]. Une étude allemande a observé la même prévalence de solitude chez les aînés avant et pendant le premier confinement [522]. A contrario, la solitude a augmenté chez les aînés autrichiens au cours des premiers mois de la pandémie, et plus particulièrement pendant la phase de confinement [515]. Ces premiers résultats suggèrent que les aînés peuvent être plus résilients face aux mesures de restriction sociale, néanmoins, leur échantillon contient des aînés vivant dans la communauté et sous-représente vraisemblablement les individus plus vulnérables à ces conditions sociales. En effet les personnes âgées dont les relations sociales sont déjà limitées, [523, 518], celles qui souffrent de conditions chroniques et qui dépendent d'un soutien informel quotidien [523], celles qui vivent dans des établissements de soins de longue durée [524], ou celles qui ont un accès limité aux technologies de communication modernes [525] ont vraisemblablement été plus touchées par ces mesures. De plus, ces résultats reflètent la réalité occidentale. Dans les pays en développement, les personnes âgées sont plus susceptibles d'être en mauvaise santé et de dépendre largement du soutien informel de leur famille. De plus, ils ont un accès limité aux technologies de communication qui pourraient les aider à maintenir des contacts sociaux [526]. Par conséquent, le poids des restrictions sociales peut être plus lourd dans ces populations.

observées dans les suivis longitudinaux [486, 528]. Deux études montrent que les aînés ont, quotidiennement, moins d'interactions sociales [529] et passent plus de temps seuls [530] que les plus jeunes.⁶⁹ Cette diminution des relations sociales semble attribuable à des événements liés à l'âge tels que la retraite, le veuvage et le décès de proches [527], au déclin d'aptitudes fonctionnelles nécessaires au maintien des relations sociales [531, 532], et potentiellement à des changements de préférences qui surviennent avec l'âge [533].⁷⁰

Du point de vue de la santé publique, une priorité est de soutenir la capacité des aînés à rester en contact avec leur proche, voire à créer de nouvelles relations sociales. Pourtant, dans la recherche en santé, la plupart des travaux se sont concentrés sur les conséquences sanitaires des relations sociales, et rares sont celles qui ont exploré les contextes macrosociaux dans lesquels ces relations se forment et se maintiennent [536]. L'un des principaux contextes est l'environnement spatial où les interactions sociales ont lieu. Bien que l'utilisation accrue de technologies de communications ait radicalement changé la façon dont les gens se connectent les uns aux autres [537], les interactions en présence physiques restent fondamentales dans nos vies sociales. En général, les relations en ligne sont dérivées ou reflètent les relations en personne [538, 539] et l'utilisation des médias sociaux ne semble pas augmenter le nombre de relations sociales [540, 541]. Ces outils permettent aux personnes âgées de rester en contact avec les personnes dont elles sont déjà proches, et constituent un moyen de partager soutien et camaraderie (voir Campos et al. [542], Leist [543], Nef et al. [544], Newman et al. [545] et Pfeil et al. [546] pour des revues de la littérature). Néanmoins, les interactions virtuelles diffèrent des interactions réelles, notamment par les limitations quant aux signaux non verbaux [547] et l'impossibilité d'un contact physique [548]. Les aînés vont rapporter préférer être en présence de l'autre [473]. Par ailleurs, une part importante du soutien informel ne peut être apporté qu'en étant présent.

Compte tenu de l'importance des relations sociales dans la vie des aînés, et de la vulnérabilité avec le vieillissement quant à la perte de contacts sociaux, différents appels ont été lancés pour que l'environnement bâti – c.-à-d. l'espace physique aménagé par l'homme⁷¹ – soit adapté afin de mieux soutenir la vie sociale des aînés [554, 555, 556]. Aujourd'hui, l'essentiel des activités humaines se produit dans des environnements construits par l'homme [557], et la

⁶⁹ A contrario, Zhaoyang et al. [494] observe une augmentation des interactions à la fin de l'âge adulte, qui s'explique par des contacts accrus avec la famille. Cependant, ces différences deviennent non significatives lorsque les modèles incluent des facteurs de contrôle sociodémographiques.

⁷⁰ La sélectivité sociale est également observée chez des primates non-humain [534, 535]

⁷¹ La caractérisation de l'environnement bâti va s'intéresser aux aspects liés à l'utilisation du territoire (p.ex. la densité de bâtiment, le niveau de détérioration, la présence de végétation, l'accès à des services spécifiques) et aux systèmes de transports (p.ex. connectivité routière, transport publique, piste cyclable). Les dimensions humaines (p.ex. le niveau de criminalité, la gentrification) et administratives (p.ex. les plans de zonage, la délimitation des quartiers) pourront également être incluse dans la description de l'environnement bâti [549, 550, 551, 552, 553].

vie sociale est intimement liée à l'espace dans lequel les individus évoluent [558]. Dans ce sens, comprendre comment l'environnement bâti favorise ou limite la vie sociale des aînés peut aider à adapter ces milieux aux besoins de cette population.

Avec la perte de la fonction physique, l'environnement bâti peut comporter une variété d'obstacles ou de facilitateurs à la mobilité des aînés, notamment en ce qui concerne les aspects liés à la sécurité lors des déplacements (voir Barnett et al. [559], Clarke et Gallagher [560], Rosenberg et al. [561], Rosso et al. [562], Stoker et al. [563] et Yen et al. [564] pour des revues de la littérature). Les comportements de mobilité et les liens sociaux sont deux phénomènes intimement liés [565] et la faible mobilité est associée à l'isolement social et la solitude chez les aînés [566, 567, 568, 569].⁷² L'accessibilité piétonnière⁷³ dans l'environnement résidentiel est associée à la fréquence des interactions sociales [571] et l'accès à de bons services de transport est associé à la proximité sociale⁷⁴ chez les plus âgés des aînés (c.-à-d. 80 ans et plus) [572].

Lorsqu'on s'intéresse à la localisation des interactions sociales, le domicile et le quartier résidentiel sont des lieux de socialisation particulièrement importants pour les aînés [11, 573, 574, 575]. Les interactions importantes à leurs yeux, peuvent avoir lieu dans le cadre d'activités formelles (p. ex., bénévolat au centre communautaire) ou informelles (p. ex., rencontre une amie) qui se déroulent dans diverses structures publiques et privées [16, 17, 10, 11, 19]. Différents espaces dans la communauté, tels que les lieux de cultes [277], les centres pour aînés [576, 577, 578, 579], les clubs sociaux [580] les restaurants et les cafés [581, 18] ou les espaces commerciaux [582, 583] permettent aux aînés d'être en contact avec d'autres individus. Les espaces informels tels que les devantures de bâtiments [17], la rue [584, 585], ainsi que des éléments du mobilier urbain comme les bancs de parcs [586] vont aussi offrir un cadre aux interactions sociales. L'hospitalité de la part d'employés dans les commerces peut également atténuer la solitude des aînés [587], ce qui souligne l'importance des interactions avec des personnes moins « intimes ». Les lieux d'interaction varieront vraisemblablement selon les contextes géographiques et culturels (p. ex. [588, 589]) et il y a une relation entre le statut socio-économique et le type de lieux dans lesquels les aînés se rencontrent [19].

Les études précédentes nous renseignent sur la manière dont les relations sociales des aînés sont inscrites, mais aussi déterminées par l'environnement bâti dans lequel ils vivent. Toutefois, *une limite réside dans le fait que la grande majorité de ces études n'évaluent pas*

⁷² Les aînés eux-mêmes considèrent la mobilité comme un facteur clé de leur capacité à maintenir leurs relations sociales [16, 570].

⁷³ *Walkability*

⁷⁴ Proximité sociale définie dans l'étude par: "*Sharing experiences with others and getting impressions from the outside world*"

explicitement quelles sont les personnes rencontrées dans les divers lieux fréquentés par les aînés. En d'autres termes, comment les aînés interagissent-ils avec leur réseau social (c.-à-d. l'ensemble des relations sociales d'une personne) au sein de leur espace d'activité (c.-à-d. l'espace comprenant les activités journalières d'une personne)? J'estime qu'une telle considération offrirait une image plus détaillée des liens existant entre les relations sociales des aînés et leurs espaces d'activité. De plus, une meilleure compréhension de ces comportements socio-spatiaux peut contribuer à guider les interventions et les politiques visant à adapter les environnements bâtis en vue de favoriser la vie sociale des aînés.

Objectifs de la thèse

Compte tenu de l'absence relative d'informations détaillées concernant la distribution spatiale des interactions sociales chez les aînés, l'objectif de cette thèse est d'explorer comment les réseaux sociaux des aînés s'intègrent dans leurs espaces d'activité, et comment ces relations sociales, inscrites dans l'environnement spatial, expliquent leur bien-être.

Les objectifs spécifiques sont les suivants :

- (1) Développer un questionnaire interactif pour mesurer conjointement le réseau social et l'espace d'activité des aînés, en reliant ces deux types de données par la localisation spatiale des interactions sociales (c.-à-d. qu'elles sont les personnes rencontrées, et ce dans quels lieux d'activités).
- (2) Identifier des structures récurrentes dans ces systèmes de relations socio-spatiales. Spécifiquement, analyser les structure en forme d'étoiles représentant (a) des lieux d'activités où l'aîné rencontre plusieurs personnes, dont la plupart ne sont vues qu'à cet endroit, ou (b) des personnes rencontrées dans plusieurs endroits, en étant les seules personnes vues dans la plupart de ces endroits.
- (3) Évaluer si la présence de relations proches, et si le nombre de relations personnelles et de camaraderies, dans le réseau social sont associés aux bien-être émotionnels chez les aînés.
- (4) Décrire la distribution des relations proches, des relations personnelles et les relations de camaraderies au sein des systèmes de relations socio-spatiales, et spécifiquement s'ils sont observés au centre, en périphérie et à l'extérieur des structures en forme d'étoiles.

Chapitre 3

Méthodes

1. Projet CURHA

Cette thèse s'est réalisée au sein de l'étude CURHA (*Contrasted Urban settings for Healthy Aging*), un projet de recherche canado-européen s'intéressant au rôle de l'environnement bâti sur le vieillissement en bonne santé. Ce projet, qui réunit des équipes du Canada, de la France et du Luxembourg, est né d'un appel à candidatures en 2011 sous la coordination du réseau ERA-AGE (*European Research Area in Ageing*) de la Commission européenne [590].⁷⁵ L'objectif était de mettre en place une plateforme commune de recherche permettant de collecter des données détaillées, et comparables, sur la mobilité, l'environnement bâti, les activités et relations sociales, la santé et le bien-être chez des aînés provenant de différents milieux géographiques. L'étude porte sur deux populations de personnes âgées vivant au Québec (Canada) et au Luxembourg⁷⁶, et les informations recueillies étaient à la fois quantitatives et qualitatives, selon un plan d'étude transversal et observationnel. Pour cette thèse, nous avons utilisé les données de la population canadienne en nous concentrant sur les informations concernant leur réseau social, leur espace d'activité et leur bien-être émotionnel. Pour plus d'information sur le protocole de l'étude CURHA, voir Kestens et al. [592]. Cette étude a été approuvée par le Comité d'éthique de la recherche du CRCHUM (CE 13.073) pour le volet canadien de l'étude (voir Annexe E).

2. Population Canadienne

La population canadienne de l'étude CURHA a été recrutée dans la cohorte NuAge, une étude prospective sur la nutrition et le vieillissement en bonne santé lancée en 2003 qui comprenait 1 793 personnes âgées de 67 à 87 ans au moment du recrutement, et qui étaient

⁷⁵ Voir <http://era-age.group.shef.ac.uk/about-the-call.html>

⁷⁶ Une troisième population est également comprise dans l'étude, la cohorte RECORD à Paris [591], mais seulement avec une partie des données prévues dans le protocole de l'étude.

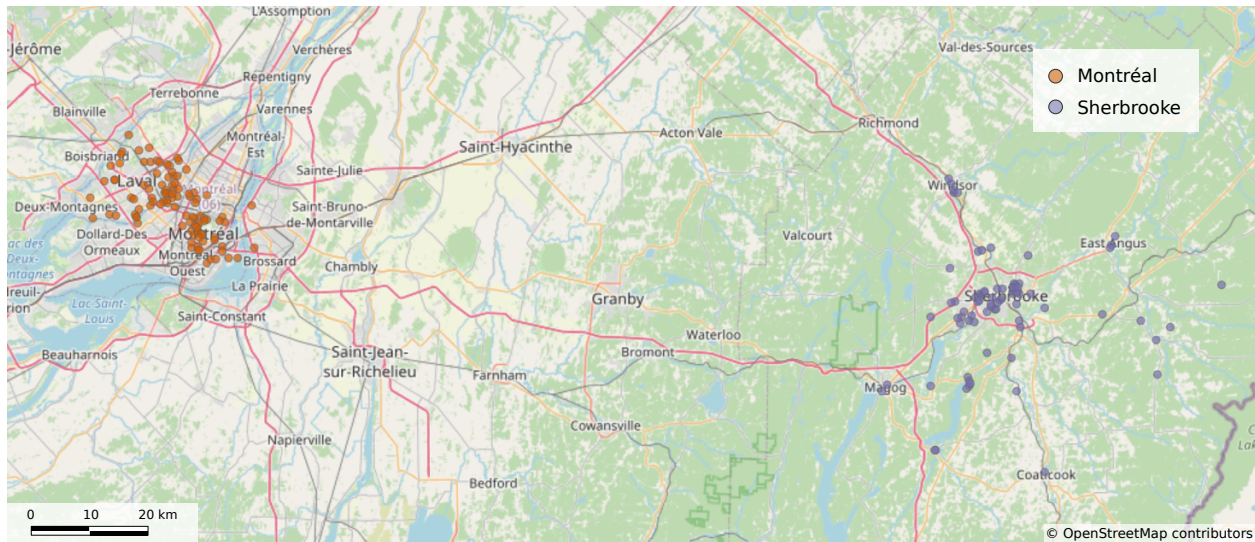


Fig. 2. Distribution spatiale du lieu de résidence des participants de l'échantillon canadien. La localisation des points a été déplacée aléatoirement par un facteur de 0,004, horizontalement et verticalement, pour ne pas représenter les lieux exacts de résidences.

en bonne santé cognitive et fonctionnellement indépendante [593].⁷⁷ Pour le projet CURHA, 983 participants qui étaient encore actifs dans la cohorte NuAge ont été contactés en 2014 et 2015. Les critères d'inclusion étaient les suivants : (1) avoir la résidence principale dans la région de Montréal ou de Sherbrooke, (2) prévoir d'être présent dans la zone d'étude pendant une période de 10 jours, et (3) avoir obtenu un score d'au moins 17/26 au T-MMSE⁷⁸ [594], une mesure de capacités cognitives. Un total de 792 (80,6 %) participants ont pu être joints par téléphone. Parmi eux, 456 étaient éligibles et 269 ont accepté de recevoir des informations supplémentaires sur le projet. Au total, 183 se sont inscrits et ont réalisé les entretiens — 104 provenant de la région de Montréal et 78 de la région de Sherbrooke (voir Figure 2). Les données ont été collectées par des entretiens en face à face au domicile des participants entre octobre 2014 et septembre 2015. Tous les participants ont donné leur consentement éclairé par écrit (voir Annexe D).

3. Données collectées

3.1. Mesure les relations sociales en lien avec l'espace d'activité – Le questionnaire VERITAS-Social

Nous avons adapté l'outil VERITAS (*Visualization and Evaluation of Route Itineraries, Travel destinations, and Activity spaces*) – un questionnaire interactif permettant de collecter

⁷⁷ La cohorte originale a été tirée d'un échantillon aléatoire stratifié par âge et par sexe de la base de données de l'assurance-maladie du Québec pour les régions de Montréal, Laval et Sherbrooke dans la province de Québec, Canada

⁷⁸ *Telephone administered Mini-Mental State Examination*

des informations relatives à l'environnement et aux comportements géospatiaux d'un individu – pour obtenir les mesures des relations sociales des aînés en lien avec leurs lieux d'activités. Cet outil fut initialement développé dans le cadre de l'étude RECORD⁷⁹ qui suit une cohorte de 7300 participants recrutés dans la région Parisienne et dont l'un des objectifs est de comprendre l'influence de l'environnement géographique sur la santé, avec une attention particulière aux maladies coronariennes [591].⁸⁰

L'outil VERITAS est un questionnaire cartographique utilisant une interface Google Map sur laquelle les participants peuvent géolocaliser des lieux, des routes et des zones géospatiale à partir de points, de lignes et de polygones, et fournir des informations supplémentaires sur les objets identifiés [595]. La méthode derrière cet outil de mesure est analogue aux méthodes utilisées dans le développement de Systèmes d'Information Géographiques Participatifs et des Systèmes d'Information Géographiques Volontaires.⁸¹ La Figure 3 présente une capture d'écran de l'outil VERITAS tel qu'utilisé en 2012 dans la cohorte RECORD.

Pour le projet CURHA, nous avons adapté cet outil pour recueillir des informations sur les relations sociales des participants. Dans un premier temps, nous avons utilisés les fonctionnalités du VERITAS pour géolocaliser et documenter les activités régulières des participants. Pour ce faire, ils devaient indiquer s'ils réalisaient, au moins une fois par mois, différentes activités définies préalablement par l'équipe de recherche. Ces lieux d'activités incluent : (1) *la résidence primaire et secondaire*, (2) *le travail*, (3) *une épicerie*, (4) *un marché public*, (5) *un marché fermier*, (6) *une boulangerie*, (7) *une fruiterie*, (8) *un marché alimentaire spécialisé*, (9) *un dépanneur*, (10) *le magasinage*, (11) *une banque*, (12) *un guichet automatique*, (13) *un coiffeur ou un barbier*, (14) *un médecin généraliste*, (15) *un médecin spécialiste*, (16) *une pharmacie*, (17) *un transport public*, (18) *une activité sportive*, (19) *une activité culturelle et de loisir*, (20) *une activité de bénévolat*, (21) *une activité associative, spirituelle ou religieuse*, (22) *un restaurant, un café ou un bar*, (23) *un cimetière*, (24) *visiter un individu*, (25) *une activité de raccompagnement*, et (26) *un autre lieu d'activité*.

⁷⁹ *Residential Environment and CORonary heart Disease*

⁸⁰ Voir également <http://www.record-study.org>

⁸¹ Les premiers sont des outils visant à rassembler des connaissances locales pour informer les décideurs [596], le second comprend les systèmes rassemblant les données géographiques fournies volontairement par les utilisateurs (p.ex. la plateforme OpenStreetMap [597]).

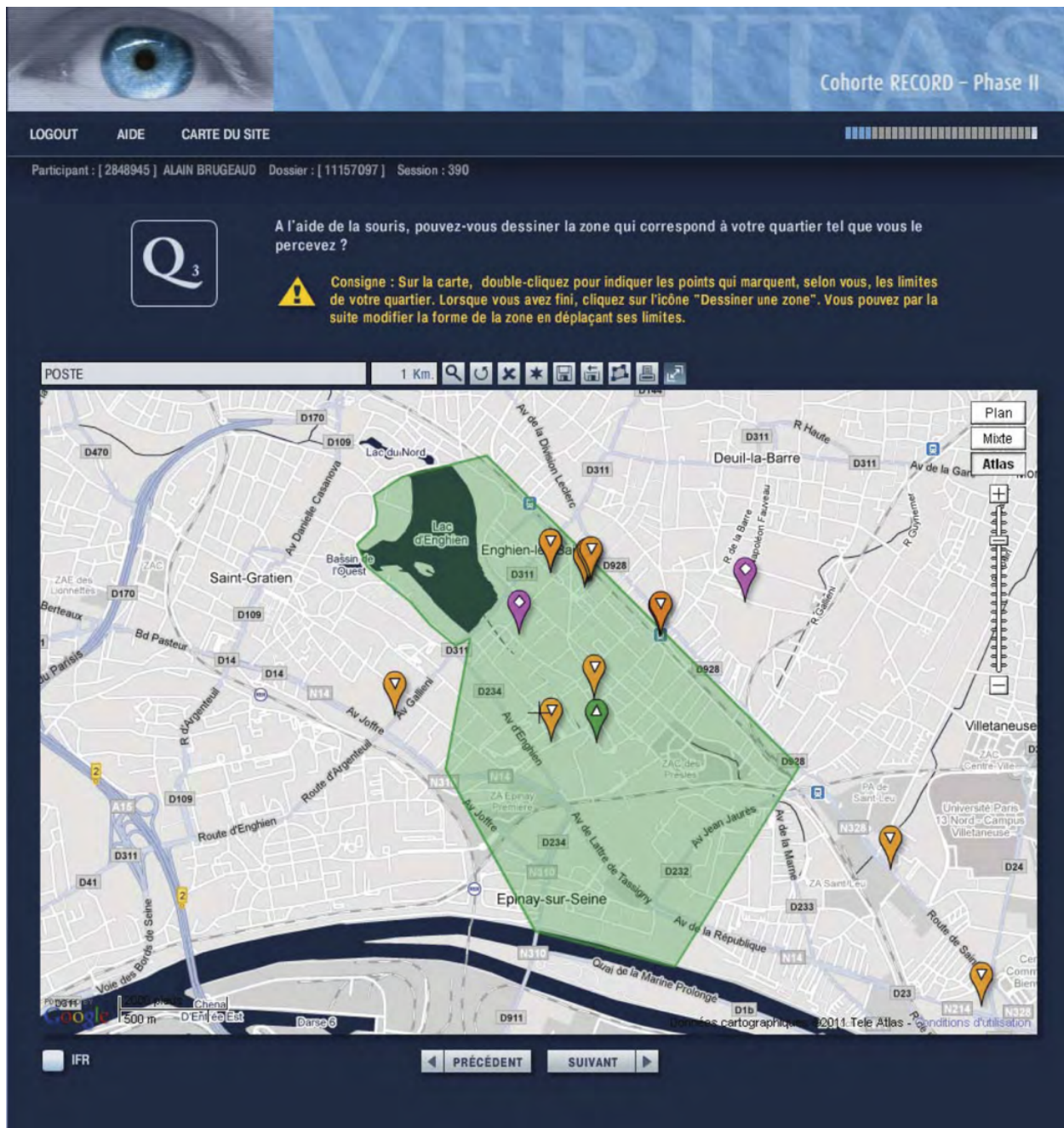


Fig. 3. Copie d'écran de l'application VERITAS-RECORD. L'écran suivant montre l'étape de la collecte de données de VERITAS Record où le participant peut dessiner sur l'interface son quartier résidentiel perçu (polygone vert). Les différents marqueurs représentent des destinations régulières préalablement identifiées par le participant. Cette figure provient de Chaix et al. [595].

Pour chaque activité identifiée, le participant pouvait ensuite géolocaliser le ou les endroits où elles sont réalisées, soit en sélectionnant directement sur la carte, soit en effectuant une recherche dans la base de données Google Map. Pour chaque lieu identifié, des questions complémentaires ont permis d'obtenir si le participant est *incertain* quant à la localisation exacte du lieu, une *description verbatim* de l'activité, la *fréquence* à laquelle elle est réalisée et le *moyen de transport* habituel pour s'y rendre. La *fréquence* pouvait être rapportée en nombre de fois par semaine, mois ou année, et *les moyens de transport* proposés sont la voiture (conduit par le participant ou par une autre personne), la marche, le vélo, l'autobus, le métro, le train, le taxi, les transports spécialisés, et les transports offerts ou organisés par la résidence.

Partant de cette étape, nous avons adapté le questionnaire pour identifier les personnes rencontrées dans les différents lieux d'activités. Pour chaque lieu signalé, le participant devait indiquer si l'activité était habituellement réalisée seul ou avec d'autres personnes. Si oui, le participant pouvait identifier un ou plusieurs *individus*, ou un *groupe de personnes* avec qui l'activité est réalisée. Cette étape fait office de générateur de noms, une méthode utilisée pour recueillir des données sur les relations sociales [598].

Pour chaque individu et groupe identifié, des questions complémentaires ont permis d'obtenir les informations suivantes. Pour les individus, nous avons collecté le *type* de relations (conjoint.e, enfant, autre membre de votre famille, ami.e, connaissance, collègue, autre), l'*âge* (en année), le *genre* (binaire), la *durée* de la relation (nombre de semaines / mois / années), la *fréquence d'interactions* (tous les jours, toutes les semaines, tous les mois, quelques fois par an), *mode de communication usuel* (en personne, au téléphone, par internet, autre), et le *lieu de résidence* (au domicile, dans le bâtiment / immeuble, dans le quartier, à l'extérieur du quartier, ne sait pas). Pour les groupes, nous avons collecté le *nom du groupe* (verbatim), le *nombre de personnes* (ordinal), le *type de relation* qui le compose (membre de votre famille, amis, connaissances, collègues), la *durée de la relation* (nombre de semaines / mois / années) et la *fréquence d'interactions* (tous les jours, toutes les semaines, tous les mois, quelques fois par an). Les participants pouvaient également, pour chaque groupe, indiquer lesquelles des personnes précédemment identifiées comme faisant partie de ce groupe. Par exemple, un participant A qui aurait identifié trois personnes (Pierre, Madeleine et Cécile) et un groupe (amis de la résidence) pourrait identifier que Pierre et Madeleine font partie de ce groupe d'amis. La Figure 4 présente une représentation schématique de l'intégration du générateur de nom au questionnaire VERITAS.

Une fois que l'ensemble des lieux visités ont été cartographiés, et que les personnes correspondantes ont été identifiées, une représentation visuelle des noms des individus a été présentée au participant. À partir de cette interface, les participants pouvaient identifier

VERITAS

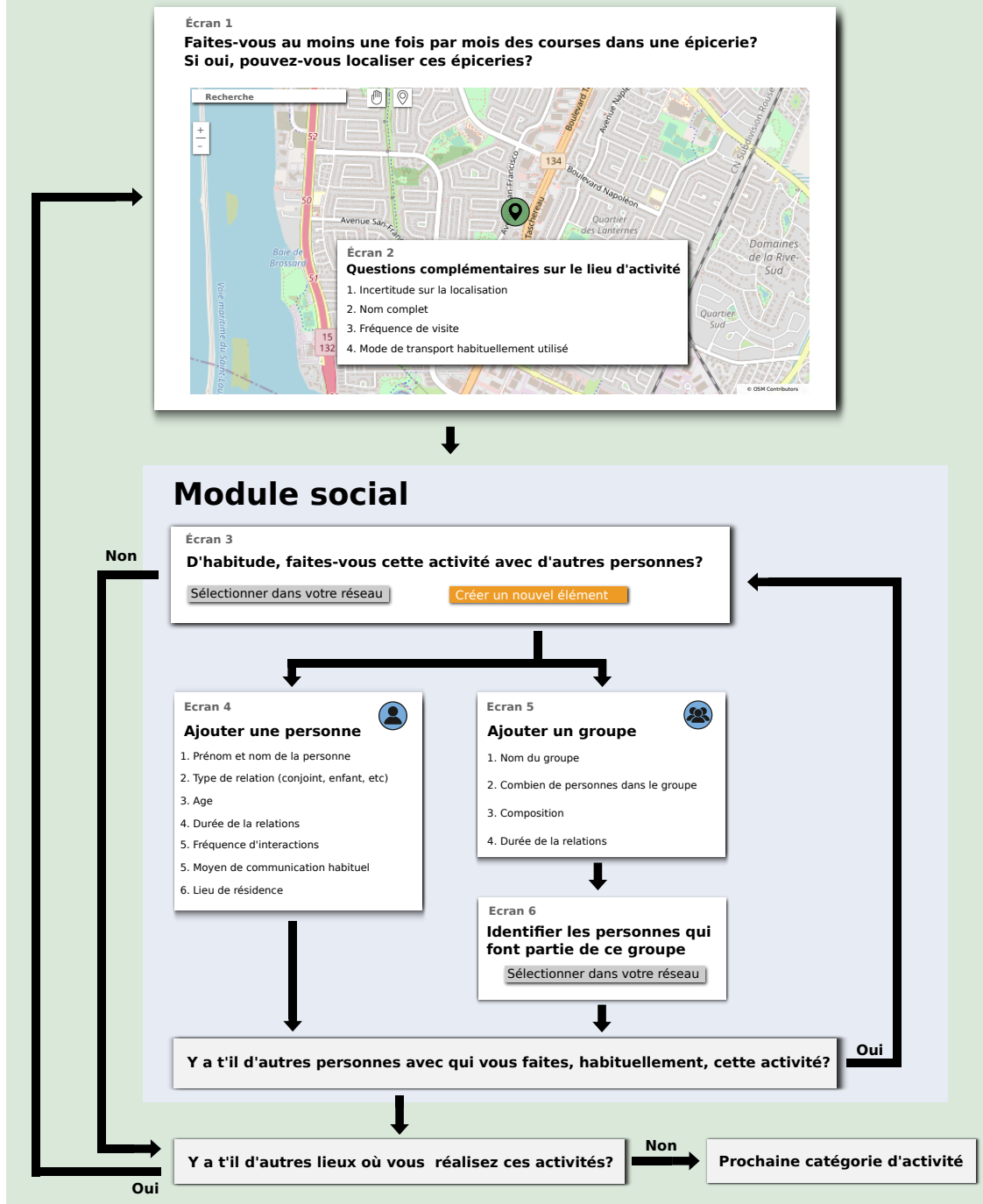


Fig. 4. Représentation schématique de la première partie du module social, soit la partie du module social permettant d'identifier les lieux d'activités en lien avec les relations sociales. En blanc ce sont les interfaces présentées au participant. En gris se sont les décisions à prendre pour naviguer entre les différentes sections du questionnaire.

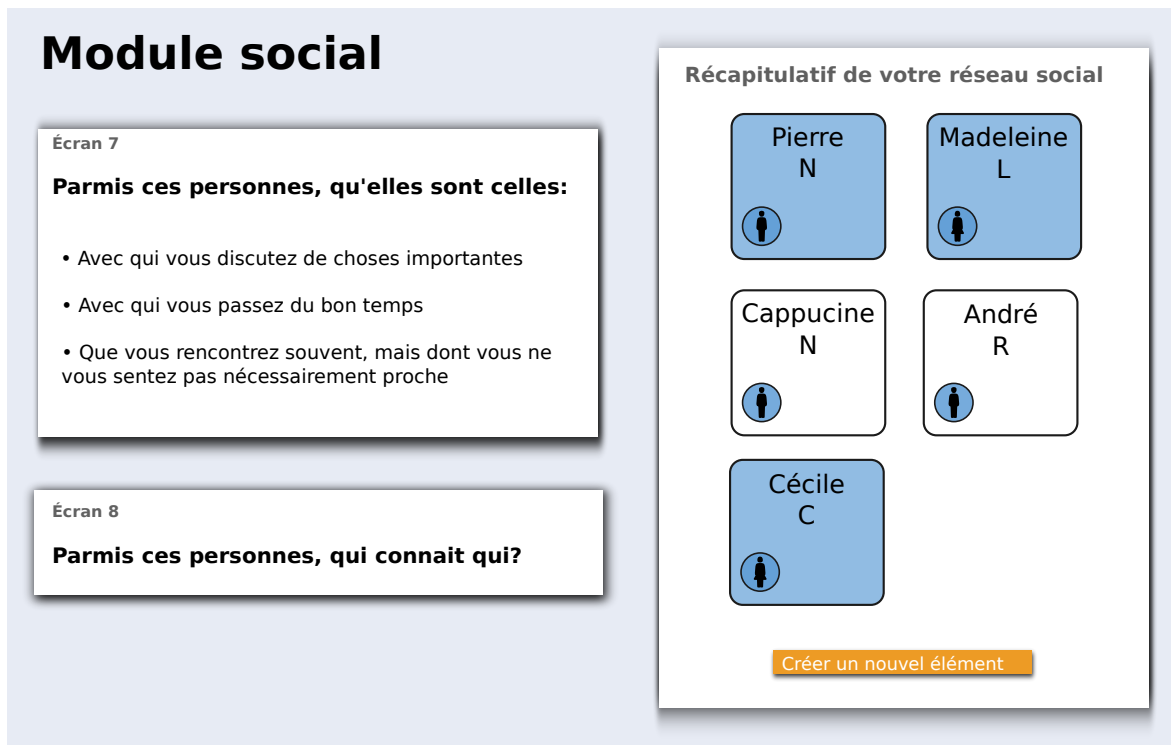


Fig. 5. Représentation schématique la seconde partie du module social. Cette partie du module social est présenté à la fin du questionnaire. À cette étape, le participant peut caractériser les membres de son réseau social en termes de relation personnelle, de camaraderie et de sentiment de proximité à l'aide d'une interface représentant l'ensemble des personnes identifiées pendant le questionnaire (écran de droite). Ensuite, le participant peut identifier qui connaît qui dans ses relations sociales à l'aide de la même interface récapitulative.

des relations personnelles (avec qui discutez-vous de choses importantes ?), de camaraderie (avec qui passez-vous du bon temps ?), et des relations fréquentes sans sentiment de proximité (quelles sont les personnes que vous voyez souvent, mais qui ne sont pas nécessairement des personnes avec qui vous vous sentez proche ?). À cet étape, d'autres membres du réseau ont pu être ajoutés, étendant ainsi la description du réseau social au-delà des personnes rencontrées régulièrement dans l'espace d'activité. Enfin, les participants ont pu indiquer, sur cette représentation, les relations interpersonnelles (c.-à-d., qui connaît qui) au sein de leurs relations sociales. La Figure 5 illustre cette étape du questionnaire.

L'adaptation de l'outil VERITAS développé pour le projet CURHA permet donc de collecter conjointement les relations sociales et les lieux d'activités d'un participant, et reliant entre-elles ces deux niveaux d'information en identifiant *avec qui les activités sont généralement*

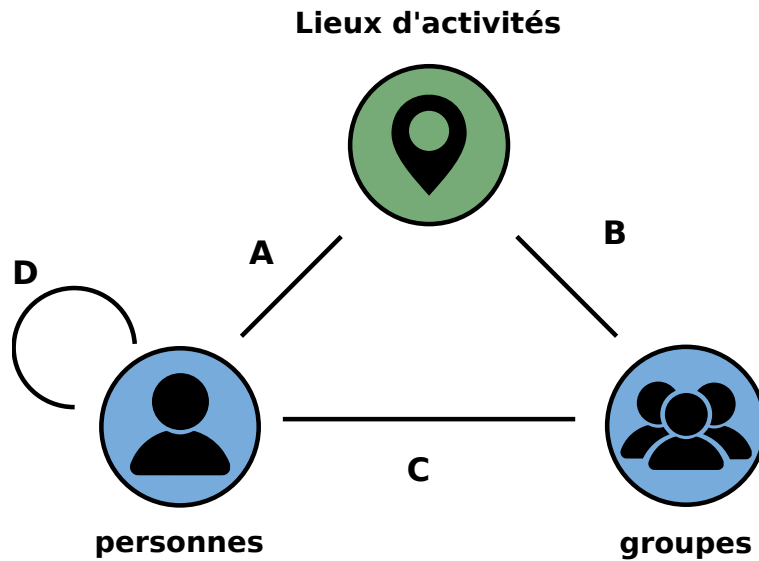


Fig. 6. Relations entre les données collectées par le VERITAS-Social. Les relations entre les lieux d’activités et les personnes (A) ou les groupes (B) représentent avec qui le participant fait habituellement l’activité, (voir écran 3; Figure 4). Les relations entre les groupes et les personnes (C) représentent quelles sont les personnes faisant partie des groupes (voir écran 6; Figure 4). Les relations entre les personnes (D) représentent qui connaît qui (voir écran 8; Figure 4).

réalisées. De plus, les relations sociales sont divisées en personnes et en groupes – les personnes étant reliées entre elles selon *qui connaît qui*, et les groupes selon *qu’elles sont les personnes qui font partie des groupes*. La Figure 6 représente les relations entre les différents types d’informations collectés à l’aide du VERITAS-Social.

Le développement de l’outil VERITAS-Social c’est fait pendant l’année 2013. Dans la proposition initiale du projet CURHA⁸², il était planifié d’utiliser l’outil VERITAS pour mesurer l’espace d’activité ainsi que d’autres mesures de l’environnement spatial. En 2013, j’ai proposé à l’équipe de recherche d’intégrer un générateur de nom à la collecte des lieux d’activités pour ainsi mesurer les réseaux sociaux des participants en lien avec leur espace d’activité. C’est en collaboration avec l’équipe du Sphere Lab que nous avons défini l’implémentation de ce module social. Le développement informatique de l’outil a été réalisé par Treksoft, aujourd’hui renommé Polygon.⁸³

Une discussion détaillée de l’utilisation du VERITAS-Social, sur la validité du questionnaire VERITAS classique ainsi que la méthode des générateurs de noms est présentée à la section 2 de l’article 1. L’ensemble des questions spécifiques utilisées dans l’étude CURHA est disponibles en Annexe B.

⁸² Soumis au réseau ERA-AGE en 2011

⁸³ Voir www.polygon.company

3.2. Bien-être émotionnel et capacités physiques

Les mesures relatives à la santé des participants ont été mesurées à l'aide du *36-item Short Form Health Survey* (SF-36), un questionnaire de santé développé dans le cadre de la Medical Outcome Study [599] et utilisé dans différentes enquêtes de santé publique (p. ex., [600, 601, 602]). Pour cette étude, nous avons utilisé la version originale anglaise [603], ainsi que la traduction française [604]. Le SF-36 se compose de huit échelles, chacune portant sur une dimension distincte de la santé.⁸⁴ Dans cette étude, nous avons retenu deux de ces échelles en lien avec mes objectifs de recherche, soit le *Physical Functioning scale* (PF-10) pour mesurer les capacités physiques, et le *Mental Health Inventory* (MHI-5) pour mesurer le bien-être émotionnel.

Dans le PF-10, les participants se voient présenter une liste d'activités, plus ou moins exigeantes, et doivent déclarer à quel point ils sont limités physiquement pour les réaliser. Un score standardisé allant de 0 à 100 a été calculé, les valeurs faibles indiquant « être très limité dans l'exécution de toutes les activités physiques, y compris se laver ou s'habiller »⁸⁵ et les valeurs élevées indiquant « pouvoir effectuer tous les types d'activités physiques, y compris les plus vigoureuses, sans limitations dues à la santé »⁸⁶ [605, p. 3135; traductions libres].

Le MHI-5 est habituellement utilisé dans l'évaluation générale de la santé mentale [603] ou le dépistage des troubles de l'humeur et de l'anxiété [606]. Les participants doivent rapporter la fréquence, au cours des quatre dernières semaines, où ils se sont sentis nerveux, déprimés, abattus, calmes, et heureux. Un score standardisé de 0 à 100 est ensuite calculé, les valeurs faibles indiquant « des sentiments de nervosité et de dépression en permanence »⁸⁷ et les valeurs élevées « des sentiments de paix, de bonheur et de calme en permanence »⁸⁸ [605, p. 3135; traductions libres]. Le score final reflète donc l'état émotionnel du patient selon la valence des émotions ressenties au cours des dernières semaines.⁸⁹ Suivant certaines perspectives hédoniques [607] et les travaux sur le bien-être subjectif [608], nous avons défini le bien-être émotionnel par une prédominance d'émotions positives sur les émotions

⁸⁴ (1) *Physical functioning*, (2) *Role limitations due to physical problems*, (3) *Role limitations due to emotional problems*, (4) *Social functioning*, (5) *Bodily pain*, (6) *Mental Health*, (7) *Vitality*, (8) *General health perceptions*.

⁸⁵ *very limited in performing all physical activities, including bathing or dressing*

⁸⁶ *performs all types of physical activities including the most vigorous without limitations due to health*

⁸⁷ *feelings of nervousness and depression all of the time*

⁸⁸ *feels peaceful, happy, and calm all of the time*

⁸⁹ Dans le calcul du score brut, les émotions positives (c.-à-d., calmes et paisibles, et heureux) ont une valeur (+), et les émotions négatives (c.-à-d., nerveux, déprimés, abattus et bleus) ont une valeur (-). Chaque émotion est pondérée par leur fréquence au cours des dernières semaines, et le score brut équivaut à la somme entre les émotions positives et négatives.

négatives au fil du temps. Conséquemment, le score obtenu avec le MHI-5 peut être considéré comme une mesure de bien-être émotionnel.

Les scores standardisés pour le PF-10 et le MHI-5 ont été calculés selon la procédure décrite dans Ware et al., [603, p. 6:1-6:22] permettant la comparabilité de nos résultats avec celle d'autres études. Le PF-10 et le MHI-5 ont une bonne validité de construction à travers les langues et les contextes culturels [609] et une bonne cohérence interne chez les aînés [610, 611].⁹⁰ Les questionnaires MHI-5 et PF-10 du SF-36 sont présentés en Annexe C.

3.3. Données sociodémographiques

Les variables sociodémographiques comprennent l'âge en années, le *genre* binaire, le *niveau d'éducation* en nombre d'années d'études terminées, la *langue principalement parlée* comprenant le français et l'anglais, et le *statut matrimonial* distinguant le fait d'être marié ou en union libre, d'être divorcé ou séparé, d'être veuf, ou célibataire et jamais marié.

3.4. Collecte de données

Tous les questionnaires de l'étude CURHA ont été remplis par des enquêteurs, en face à face, au domicile des participants. Ainsi, ils ont été accompagnés à chaque étape du questionnaire VERITAS-Social, ce qui a permis de minimiser les difficultés que pouvaient rencontrer les participants du fait de la complexité du questionnaire.

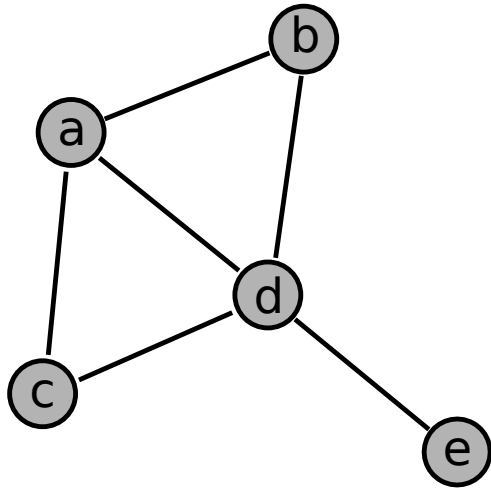
4. Analyse

4.1. Représenter les données VERITAS-Social sous forme de réseaux

4.1.1. Discussion sommaire sur l'analyse des réseaux

Pour analyser les données récoltées avec l'outil VERITAS-Social, nous avons fait le choix de représenter ces informations socio-spatiales sous forme de réseaux. Dans sa forme la plus simple, un réseau consiste en un ensemble d'éléments, généralement appelé nœuds, connectés par un ensemble de liens. Ces représentations sont utilisées dans plusieurs domaines pour étudier divers systèmes tels que les collaborations scientifiques [614], les interactions protéiques au sein d'un organisme [615], Internet [616], les transports de personnes et de marchandises [617], ou la propagation de maladies infectieuses [618] (voir la première partie

⁹⁰ Pour le détail sur le développement du SF-36 et son évaluation psychométrique, voir Ware et Sherbourne [612] et McHorney et al., [613, 611]. Pour l'information détaillée sur la version de l'outil utilisé dans le projet CURHA, voir Ware et al., [603] et Ware [605].



| | a | b | c | d | e |
|---|---|---|---|---|---|
| a | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| b | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| c | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| d | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| e | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

Fig. 7. Représentation visuelle et matrice d’adjacence d’un graphe. Représentation visuelle (à gauche) d’un graph simple comprenant cinq sommets et six arrêtes. Les liens dans ce graphe sont non dirigés et non pondérés. Ce graphe peut également être représenté par une matrice d’adjacence (à droite) où les rangées et les colonnes représentent les sommets, et chaque élément de la matrice prend la valeur de 1 ou de 0, selon s’il y a une arrête entre les sommets correspondants.

de Newman [619] pour une discussion détaillée sur les réseaux empiriques). La représentation de ces systèmes sous la forme de réseaux est une approche utile dans la mesure où elle met l’attention sur les relations entre les éléments. D’autre part, la science des réseaux, soit le champ transdisciplinaire qui concerne l’étude des réseaux empiriques, s’est largement développée et fournit aujourd’hui des méthodes permettant l’analyse approfondie de systèmes empiriques [620, 619].

La science des réseaux est parfois conçue comme une application de la théorie des graphes, puisque les fondements méthodologiques de l’analyse des réseaux proviennent largement de cette branche des mathématiques. Un graphe, dans sa forme la plus simple, se définit comme une séquence d’éléments $G = (V, E)$ où V est un ensemble de sommets interconnectés par un ensemble d’arrêtes E . Visuellement, un graphe peut être représenté par un ensemble de points reliés par des traits. Une autre représentation d’un graph simple est une matrice d’adjacence de dimension $n * n$, où n représente le nombre de nœuds dans le réseau (Figure 7). La théorie des graphes constitue la base fondamentale de l’étude des réseaux en fournissant la formalisation mathématique des réseaux [621]. De nombreux algorithmes développés pour résoudre des problèmes liés aux graphes trouvent des applications dans l’étude de réseaux concrets [622].

Les termes *réseau* et *graphe* sont souvent utilisés de façon interchangeable et sont parfois considérés comme définissant un même concept [623, p. 12] [619, p. 105]. D’autres vont faire une fine distinction entre les deux termes – le graphe représentant une structure abstraite

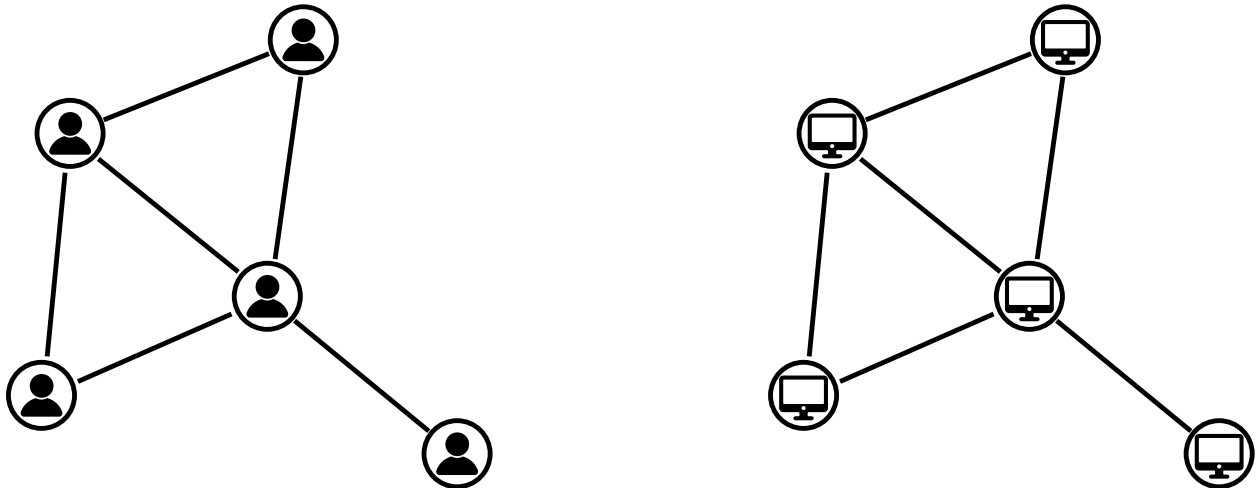


Fig. 8. Représentation visuelle d'un réseau social et d'un réseau d'ordinateur. Cette figure montre un réseau d'individu connecté par leur relations interpersonnelles (à gauche) et un réseau d'ordinateur connecté par des relations de transfert d'information (à droite). Ces deux réseaux sont représentés par le même graphe sous-jacent comprenant cinq sommets et six arrêtes (voir Figure 7).

tandis que le réseau fera référence à un système empirique [620, p. 6] (Figure 8). Dans ce sens, les réseaux se représentent mathématiquement sous la forme de graphe, mais l'analyse de réseaux, en se concentrant sur des phénomènes empiriques, va s'appuyer également sur d'autres disciplines telles que les statistiques et les sciences informatiques, mais également sur des domaines spécifiques qui seront liés aux systèmes étudiés.⁹¹ Je réfère le lecteur à Newman [619] et Barabasi et Pósfai [620] pour des ouvrages de synthèses sur la science des réseaux, et Trudeau [621] pour une introduction à la théorie des graphes.

4.1.2. Transformation des données VERITAS Social

J'ai tout d'abord transformé les données brutes collectées à l'aide de l'outil VERITAS Social. Premièrement, pour chaque participant, j'ai regroupé les activités ayant lieu dans des endroits communs. À l'exception de la résidence, les participants pouvaient géolocaliser leurs activités habituelles (p. ex., aller au restaurant, faire les courses) dans un ou plusieurs endroits. De ce fait, les participants avaient la possibilité de géolocaliser différentes activités dans un seul endroit. Par exemple, un cours de chant en chorale et des activités de bénévolat pouvaient avoir lieu au même centre communautaire. Ensuite, j'ai comparé l'ensemble des activités localisées à une distance égale ou inférieure à 150 m sur la base de leur description verbatim, et j'ai regroupé celles considérées comme se trouvant dans un même lieu, bien que positionné différemment sur la carte. En effet, les coordonnées proches pouvaient aussi refléter des lieux communs puisqu'il était possible de géolocaliser les activités manuellement

⁹¹ Un exemple est l'utilisation des connaissances issues des sciences humaines et sociales dans l'études des réseaux sociaux [624]

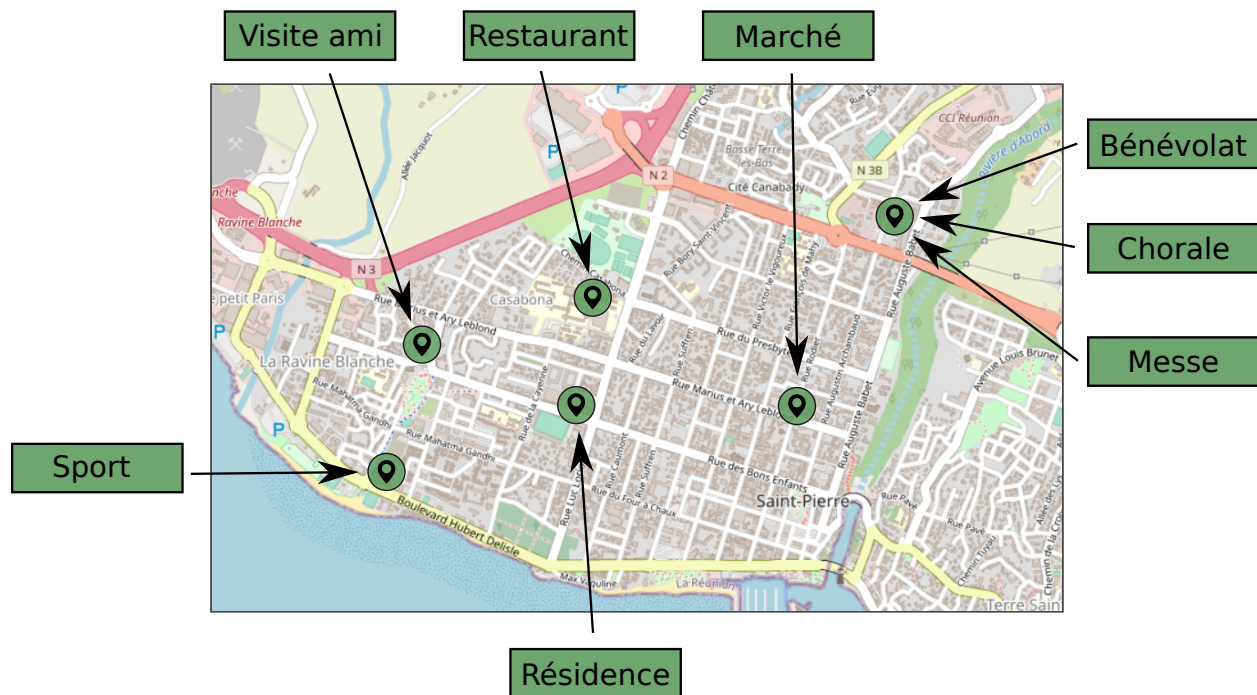


Fig. 9. Illustration de la transformation des activités régulières en lieux d'activités. Ce schéma représente une liste fictive d'activités géoréférencées. On observe que trois des activités – bénévolat, chorale et messe – sont réalisés dans un même lieu. De ce fait, la transformation permet de réduire les 8 activités régulières en 6 lieux d'activités.

sur la carte. J'ai utilisé un seuil de 150 m après avoir observé qu'aucun autre emplacement commun n'a été identifié en utilisant des rayons plus grands (c'est-à-dire jusqu'à 1 km) sur un sous-ensemble de 10 % de notre échantillon. Ces regroupements ont été effectués au sein des données collectées pour chaque participant. Voir la Figure 9 pour une illustration de cette transformation.

Deuxièmement, les participants pouvaient identifier leurs relations sociales soit en tant qu'individus ou en groupe. Pour pouvoir comparer ces deux types d'information, j'ai transformé, pour chaque participant, les groupes identifiés en \sqrt{n} individu unique, où n représente la taille du groupe, soit le nombre de personnes faisant partie du groupe moins le nombre d'individus identifiés comme faisant partie de ce groupe.⁹² J'ai utilisé la racine carrée plutôt que la valeur absolue de n pour minimiser le nombre de nœuds ajoutés pour les grands groupes. En effet, n varie entre 2 et 150 personnes dans les données récoltées dans la population canadienne du projet CURHA, et la transformation des groupes en n individus pouvait biaiser les analyses de réseaux subséquentes, considérant que le nombre d'individu ajouté était, dans plusieurs cas, supérieur au nombre d'individus rapporté par le participant (voir la Section B de la documentation supplémentaire de l'Article 2). Dans la suite de la thèse, j'utiliserai

⁹² Par exemple, pour un groupe comprenant 10 personnes avec deux personnes identifiées individuellement considéré comme faisant partie de ce groupe, j'ai généré 3 nouveaux individus, soit $\sqrt{10 - 2} = 2.83 \approx 3$.

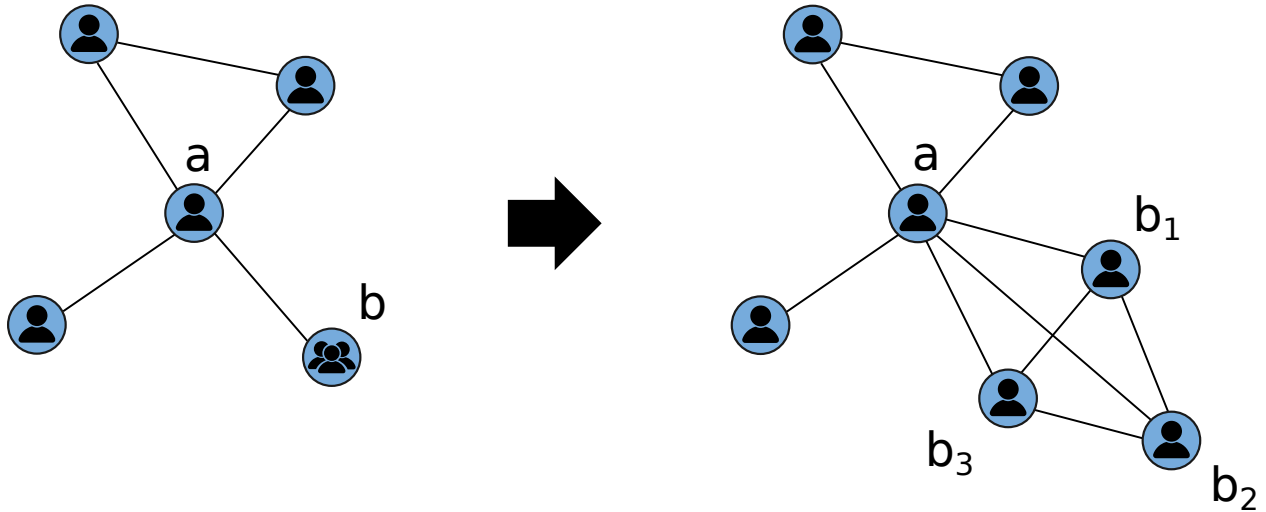


Fig. 10. Illustration de la transformation des groupes en \sqrt{n} individus. La figure de gauche illustre un réseau social fictif tel que mesuré à l’aide de l’outil VERITAS. On observe dans ce réseau la présence d’un groupe (c.-à-d. nœud b), avec un individu faisant partie de ce groupe (c.-à-d. nœud a). Considérant que le groupe contient 9 personnes en considérant le nœud a , la transformation permet de remplacer ce groupe par trois nœuds (c.-à-d. b_1 , b_2 et b_3) entièrement connectés les uns aux autres, ainsi qu’au nœud a .

le terme alter⁹³ pour identifier nœuds représentant à la fois les individus identifiés par le participant (p.ex. son voisin et sa sœur) des individus générés à partir des groupes (p.ex. 6 individus générés à partir du groupe comprenant 36 personnes). L’ensemble des individus générés d’un groupe, ainsi que les personnes identifiées comme faisant partie d’un groupe, sont tous interconnectés après cette transformation, en supposant que les personnes faisant partie d’un même groupe se connaissent forcément (Figure 10).

4.1.3. Représentation des données transformées en réseaux

Une fois les étapes précédentes effectuées, j’ai représenté les données transformées sous la forme de réseaux. Ces données se distinguent de celles utilisées dans l’analyse de réseau simple (p.ex. celle de la Figure 8) puisqu’elles comportent deux types d’éléments – les alters et les lieux d’activités – pouvant être liés de deux manières – *qui connaît qui* et *avec qui les activités sont réalisées*. De ce fait, j’ai généré deux types de réseaux pour les données de chaque participant.

En premier lieu, j’ai construit un réseau bipartite par participant, c’est-à-dire un réseau composé de deux ensembles de nœuds distincts dont les liens sont définis uniquement entre des nœuds de différents ensembles. Appliqués à ces données, les deux ensembles de nœuds

⁹³ En analyse de réseau social, on distingue une personne focale, l’égó, des personnes qui sont en relation avec lui, soit les alters. Dans le cadre de la thèse, l’égó est le participant, et celui-ci est exclue des réseaux bipartites et interconnectés.

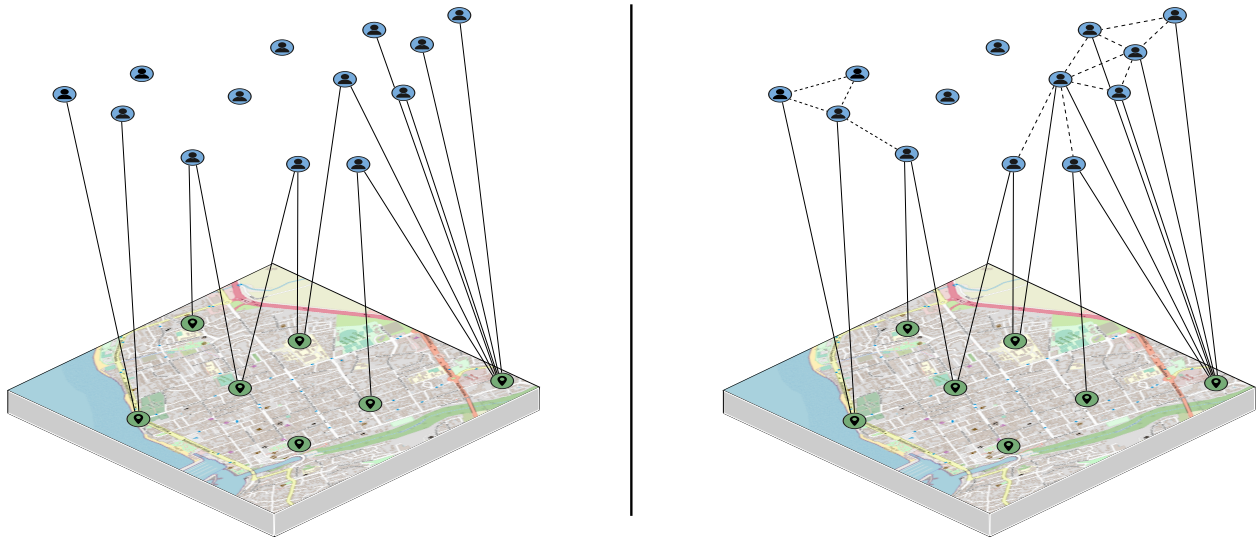


Fig. 11. Illustration de la représentation en réseau des données transformées du VERITAS Social. Illustration d'un réseau bipartite (à gauche), et d'un réseau social connecté aux lieux d'activités (à droite) à partir de données fictives. Dans ces réseaux, les alters et les lieux d'activités sont représentés par des cercles bleus et verts, respectivement. Les lignes continues sont les relations bipartites qui représentent avec qui les activités sont réalisées. Les lignes en traits discontinus représentent les relations sociales, à savoir qui connaît qui au sein des alters. La carte projetée sous les lieux d'activités sert à illustrer le fait que les lieux d'activités sont géoréférencés, bien que cette couche d'information ne relève pas des données VERITAS-Social, mais d'un Système d'Information Géographique.

corresponds aux *alters* et aux *lieux d'activités*, et les liens représentent *avec qui les activités sont réalisées* (Figure 11).

Une limite de ces représentations est qu'elle n'intègre pas l'ensemble des relations mesurées. Dans ce sens, j'ai ajouté les relations sociales aux réseaux bipartites, à savoir *qui connaît qui*, permettant ainsi de générer, pour chaque participant, un réseau à deux couches comprenant un réseau social connecté aux lieux d'activités (Figure 11). Ce type de réseaux est conceptuellement proche de ce qu'on pourrait appeler un système de réseaux interconnectés [625] dans la mesure où l'on a obtenu un réseau social connecté à un réseau spatial [626].

En somme, les réseaux que j'utilise dans le cadre de cette thèse sont une représentation des données collectées pour chaque participant, et non une estimation à partir de données collectées sur l'ensemble des participants.⁹⁴ Ces représentations en réseaux bipartites et en système de réseaux interconnectés sont discutées dans l'Article 1.

⁹⁴ Des exemples du second cas de figure seraient d'estimer les relations entre les participants à partir de données de co-présence (c.-à-d. deux participants fréquentant un même lieu), ou une visualisation des associations estimées entre certaines variables au niveau individuel à l'aide de modélisation par équations structurelles.

4.1.4. Comparaison avec d'autres approches analytiques

D'autres études se sont intéressées spécifiquement à la distribution spatiale des interactions sociales. Un exemple notable est l'étude de van den Berg et al. [19] qui, à l'aide de journal de bord, ont géolocalisé les activités sociales d'aînés résidant à Nord-Limburg aux Pays-Bas. Ils ont mis en évidence l'importance des lieux de résidences, des espaces publics, des lieux communautaires et religieux, ainsi que des espaces commerciaux pour la vie sociale des aînés. Ils ont également pu identifier différents profils d'aînés selon si leurs interactions sociales se concentrent plutôt à la maison, dans les lieux communautaires ou dans d'autres tiers lieux.⁹⁵ Certaines études qualitatives décrivent également le caractère social de certains types de lieux. Un exemple notable est l'étude ethnographique de Cheang [581] qui montre comment les fast-foods aux États-Unis sont des lieux de socialisation pour des groupes d'aînés, en leur permettant entre autres de passer de bons moments entre amis et en leur offrant un espace d'expression personnel. Ces approches analytiques permettent une évaluation plus approfondie des liens entre les espaces d'activités et les relations sociales chez les aînés. Une limite, cependant, est qu'elles ne permettent pas de décrire, dans son ensemble, comment une personne rencontre ces différentes relations sociales au sein de son espace d'activité. Dans l'étude de van den Berg et al. [19], on ne sait pas si les activités sociales qui se produisent en différents lieux se font avec les mêmes personnes (p. ex. je rencontre A à la maison et au centre communautaire). Dans l'étude de Cheang [581], la description des relations sociales se focalisent uniquement sur un type de lieu, soit les fast-foods. Je soutiens que de considérer l'ensemble des personnes rencontrées à travers l'espace d'activité peut permettre d'étudier ces propriétés émergentes au sein des systèmes relationnels. L'analyse de réseau appliquée aux données collectées avec l'outil VERITAS Social permet d'aborder ces questions.

Dans le domaine de la santé, l'analyse de réseau a été tout particulièrement utilisée pour étudier la propagation des maladies infectieuses [536, 627, 628]. Dans le contexte de la pandémie de Covid-19, des simulations intégrant des données empiriques de réseaux sociaux indiquent que la recherche de cas de contact, associée à d'autres mesures de distanciation sociale, semble réduire la nécessité de la quarantaine et du dépistage [629]. Christakis et Fowler [630, 631] ont étudié la distribution et la diffusion de facteurs de risques à partir des données de l'étude de Framingham. Ils ont observé, entre autres, que le fait d'arrêter de fumer et de devenir obèse chez une personne augmente la probabilité d'observer, ultérieurement, ces mêmes changements parmi leurs relations sociales. En dehors du domaine de la santé, mais plus près de la thématique de ma thèse, Hristova et al. [625] ont utilisé des données collectées sur des plateformes en ligne (c.-à-d. Foursquare et Twitter) pour relier des réseaux de personnes visitant des lieux dans les quartiers de Londres. Ils ont ainsi pu classer les lieux

⁹⁵ *Third places*. Identifie les lieux d'activités à l'extérieur de la maison, des milieux de travail et d'apprentissage.

selon leur capacité à regrouper des inconnus ou des amis. Ils ont également exploré la diversité des espaces d'activités entre les individus et, en croisant ces informations avec des indicateurs de défavorisation urbaine, ils ont identifié des signaux potentiels d'embourgeoisement. Dans leur ensemble, ces études illustrent l'avantage qu'offre l'analyse de réseau pour approcher des structures relationnelles. Les prochaines sections introduisent sommairement des études méthodologiques et empiriques qui composent la thèse.

4.2. Étude de cas

L'Article 1 présente une étude de cas, sur deux participants de l'étude CURHA, dont l'objectif est d'explorer les possibilités analytiques qu'offre l'analyse de réseau sur les données du VERITAS Social. J'ai sélectionné deux participants ayant suffisamment de nœuds et de liens, permettant ainsi une analyse plus approfondie de leur réseau.⁹⁶ Les deux participants présentent également un certain contraste quant à la structure de leur réseau.

Comparativement à des données « classiques » comprenant des d'objets – généralement des individus en santé publique – décrits par des variables, les réseaux générés peuvent être décrits à différentes échelles, à la fois au niveau des nœuds, de la distribution des liens, et du système dans son ensemble. Cette étude de cas explore ces différents niveaux d'analyse.

4.3. Analyse des propriétés structurelles des réseaux bipartites

L'Article 2 présente une analyse des propriétés structurelles des réseaux bipartites de l'ensemble des participants de l'étude canadienne du projet CURHA. L'exploration visuelle de ces réseaux a fait apparaître des motifs structurels récurrents en forme d'étoile, caractérisés par un nœud central connecté à de multiples nœuds périphériques, dont la plupart sont uniquement connectés à ce nœud central. Considérant les éléments constituant ces réseaux, ces structures peuvent représenter deux phénomènes distincts. Le premier est un lieu d'activité ou l'aîné rencontre plusieurs personnes, majoritairement rencontrées uniquement à cet endroit. Le deuxième est une personne avec qui l'aîné réalise plusieurs activités, majoritairement réalisées uniquement avec cette personne.

Pour identifier dans quelle mesure les réseaux bipartites sont organisés en de telles structures, j'ai examiné différentes propriétés de ces réseaux en me basant sur le *degré* et le *coefficient de regroupement* des nœuds. Le degré est le nombre de liens reliant un nœud aux autres nœuds du réseau. Le coefficient de regroupement évalue dans quelle mesure les nœuds ont des

⁹⁶ Par exemple, certains participants ont rapporté un seul lieu d'activités et/ou une seule personne, tandis que d'autres ont rapportés ne réaliser aucune activité avec d'autres personnes ce qui se traduit par une absence de lien entre les alters et les lieux d'activités.

connexions communes avec d'autres nœuds, permettant ainsi de quantifier le niveau d'agrégation dans le réseau. L'hypothèse de travail est que ces structures en étoiles impliquent la présence de nœuds à hauts degrés connectés à plusieurs nœuds à faible degré, et que ces derniers ont un indice de regroupement élevé, puisque tous sont connectés au même nœud central.

Dans un premier temps, je compare la distribution des degrés et les coefficients des regroupements observés dans les réseaux empiriques de ceux observés dans réseaux aléatoires. Ensuite, j'explore les relations linéaires entre ces mesures pour estimer la quantité de nœuds organisés en de telles structures. Je termine ce chapitre en évaluant si le nombre de nœuds organisés dans ces structures est associé au nombre total de nœuds dans les réseaux.

4.4. Liens entre les types des relations sociales et le bien-être émotionnel

L'Article 3 s'intéresse aux liens entre les relations sociales et le bien-être des aînés, en se concentrant sur trois types de relations sociales. Les *relations proches* sont les personnes que les aînés rencontrent au quotidien, avec lesquelles ils se sentent émotionnellement proches et avec lesquelles ils discutent également de sujets importants. Les *relations personnelles* sont les personnes avec qui les aînés peuvent discuter de choses importantes, excluant les relations proches. Les *relations de camaraderie* sont celles avec qui les aînés passent de bons moments.

Tout d'abord, je décris à quoi correspondent les relations proches en les classant selon différentes catégories, soit les amis, les enfants, les conjoints, les autres membres de la famille, les collègues et les connaissances. Ensuite, je décris le niveau de chevauchement entre les relations personnelles et les camaraderies, sachant qu'une même personne peut posséder les deux qualités au sein du réseau social d'un participant. Finalement, j'évalue si la présence d'une relation proche, le nombre de relations personnelles et de camaraderies sont associés au bien-être émotionnel des aînés. Je compare deux modèles, selon que les relations proches sont séparées ou non entre les conjoints et les autres catégories relationnelles.

4.5. Distribution des relations sociales dans les réseaux bipartites

Le Chapitre 4 présente une analyse descriptive de la distribution des types de relations sociales à différentes positions au sein des réseaux bipartites. Les types de relations sociales comprennent celle définie dans l'Article 3, c'est-à-dire *les relations proches, personnelles* et de *camaraderie*, ainsi que les relations de *groupes* et les *autres* types de relations. Les positions

au sein des réseaux sont définies en fonction des structures en étoiles étudiées dans l'Article 2. Spécifiquement, je distingue les *alters à haut degré*, les *alters connectés aux lieux à haut degré*, et les *alters connectés aux lieux à plus faible degrés*. Ces positions décrivent, respectivement, des personnes (1) avec qui l'aîné réalise une multitude d'activités, (2) rencontrées dans un lieu où l'aîné rencontre un nombre élevé de personnes et (3) rencontrées dans un lieu où l'aîné rencontre un nombre intermédiaire ou faible de personnes.

4.6. Outils utilisés pour les analyses

L'ensemble des analyses dans la thèse ont été réalisées en R [632], à l'exception du calcul des coefficients de regroupements dans les Articles 1 et 2 qui ont été réalisés en Python [633]. Les figures ont été produites à l'aide d'Inkscape [634]. Les représentations cartographiques et de réseaux ont été en partie produites respectivement à l'aide des logiciels QGIS [635] et Gephi [636].

First Article.

Combining social network and activity space data for health research: tools and methods

by

Alexandre Naud¹⁻³, Cédric Sueur^{3,4}, Basile Chaix⁵, and Yan Kestens^{1,2}

(¹) École de santé publique, Université de Montréal, Canada

(²) Centre de recherche du Centre hospitalier de l'Université de Montréal, Canada

(³) Université de Strasbourg, CNRS, IPHC UMR 7178, F-67000 Strasbourg, France

(⁴) Institut Universitaire de France, Paris, France

(⁵) Sorbonne Université, INSERM, Institut Pierre Louis d'Épidémiologie et de Santé Publique, Nemesis Research Team, F75012, Paris, France

This article was published in November 2020 in Health & Place.

See <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2020.102454> .

RÉSUMÉ. Les facteurs contextuels influençant la santé ont fait l'objet d'une attention considérable, notamment en ce qui concerne les relations sociales et l'environnement bâti. Pourtant, peu de recherches ont considéré simultanément ces contextes spatiaux et sociaux, souvent en raison d'un manque de données disponibles. Le présent article vise à combler cette lacune en présentant un outil permettant de recueillir des données combinées de réseaux sociaux et d'espaces d'activité. Cet outil est une adaptation d'un questionnaire cartographique existant, l'outil VERITAS, auquel a été ajouté un module social basé sur un générateur de noms. Ensuite, nous illustrons comment l'analyse de réseau fournit un cadre utile pour étudier les liens entre le réseau social et l'espace d'activité d'un individu, en utilisant les données collectées dans le projet CURHA.

Mots clés : Espace d'activité, Relations sociales, Théorie des réseaux, Questionnaire cartographique, Générateur de nom, VERITAS-Social

ABSTRACT. Contextual factors influencing population health have received substantial attention, especially with regard to people's social networks and the roles of built environments in their activity spaces. Yet little health research has considered spatial and social contexts simultaneously, often because of a lack of existing data. This paper presents a tool for collecting relational data on social network and activity space that extends an existing map-based questionnaire with the addition of a name generator. We then illustrate how network analysis provides a useful framework for studying connections between social and spatial contexts using data collected in the Contrasted Urban settings for Healthy Aging research project.

Keywords: Activity space, Social relationships, Network theory, Map-based questionnaire, Name generator, VERITAS-Social

1. Background

The last two decades have witnessed a growing interest in the role of social networks in health research [536, 637]. Methods for collecting and analysing social network data have become increasingly sophisticated [619, 638] opening new possibilities for understanding how people’s health may be influenced by the complex web of social relationships. Similarly, the role of the geospatial environment has been refined, now accounting for daily mobility and exposure to multiple locations, beyond one’s residential neighbourhood [639, 640, 641, 642, 643, 644, 645]. However, social and spatial contexts are generally studied separately, using tools designed to collect data on social networks (e.g., name generators, RFID sensors) as opposed to those capturing mobility and activity spaces (e.g., GPS recorders, map-based questionnaires). The objective of this paper is to address this issue by presenting a tool and an analytical framework that jointly collect and analyse social networks and activity space data.

1.1. Social networks, activity space and localized face-to-face interactions

Social relationships have been widely studied in the health sciences, yielding substantial evidence that positive aspects of social relationships predict survival [12], while lack of social relationships and feelings of loneliness are both risk factors for all-cause mortality [13]. The quality of social relationships is also linked to a range of disease-related outcomes [536], and is increasingly taken into account in health policies and interventions [646].

The complex system of social relations in which people are embedded can be conceptualized as a social network. More generally, a social network refers to a system of relationships between social entities (also called actors). These entities can take different forms, ranging from individuals, groups, to larger entities (e.g., a network of cities), with various characterizations of their relationships (e.g. the flow of people and goods between two cities). In the study of interpersonal relationships, social networks can be used to describe the set of social relationships of a single person, generally known as an egocentric social network [624]. In the remainder of the article, the term “social network” will refer to this specific usage.

Social network analysis makes it possible to integrate, within a single representation, properties of social relationships (e.g., my friend A, whom *I see every day*, is *supportive* when needed), characteristics of the alters (e.g., A is a *man* in his *forties*) and relationships between the alters (e.g. my friends A and B are also *friends with each other*).

One aspect of social networks that remains largely overlooked is the interaction with the geospatial environment in which they are embedded [647, 648]. While the increased use

of computer technologies and mobile devices has changed the way people connect with each other [537], in-person face-to-face interactions remain central to our social lives [649]. Furthermore, online relationships largely reflect offline relationships [538, 539], and the use of social media does not appear to increase the size of social networks [540, 541]. Although in-person interactions imply co-occurrence in both time and space with network members, few studies on social networks have considered the geospatial context of face-to-face social interactions.

Consideration of people’s mobility and exposure to environmental contexts has gained traction in health research, through the notion of activity space. Activity spaces represent areas in which people move in their everyday lives. They can include the visited locations during a certain period of time (e.g., last week) or at a certain frequency (e.g., at least once a month), or the route travelled between these locations and surrounding areas [650]. Thus, activity space provides information about a person’s spatial footprint, which facilitates measurement of environmental exposure. In particular, activity space-based research has for example refined our understanding of environmental influence on physical activity, diet, or obesity [639, 651, 645], shifting the focus from the residential neighbourhood to the multiple environments to which a person is exposed.

In comparison with other conceptions of human mobility – such as life paths [652] or anchor points [653] – some of which are explicitly employed in conjunction with social network data – such as space-time paths [654], mobility biography [655], or anthropospace [648] – activity space accords particular attention to the visited locations in the course of daily activities. These locations represent high-resolution spatial contexts in which social interactions may take place (e.g., meeting colleagues in the workplace), allowing direct connections between a person’s social network and her own activity space. Nevertheless, health research that focuses on activity spaces rarely includes measures of social networks.

1.2. Relevance for health research

Considering the localization of social interactions has significant implications for health research. First, studies that integrate activity space measures to assess environmental impacts on health mostly ignore *the social drivers that explain a person’s spatial behaviour* [626]. For example, being physically active in one location (e.g., a sports club) may depend on having friends to exercise with, while eating regularly at fast food restaurants may result from a group routine with work colleagues. Various characteristics of social networks have been empirically linked to people’s mobility. The time spent on activities depends on the people with whom the activity is conducted [656] and increases with the number of people involved [657]. The distance travelled also depends on who a person is travelling with [656]

and long-distance travel is more likely to occur when accompanied [658, 659]. Visited locations and mobility patterns are more similar between connected individuals than between randomly selected individuals [660, 661, 565]. Nonetheless, the influence of social networks on activity and travel behaviour remains unclear [662].

Second, studies on the role of social networks in health rarely take into account the *broader context in which social relationships are experienced* [536]. Social interactions frequently occur outside the home or workplace [663] in a range of locations that are important to social life within communities [664]. Public space is seen as a social space in urban design [665], while commercial spaces, such as cafes, restaurants and bars, have a fundamental social function by allowing people to meet and exchange support and companionship [666]. In addition, the way the environment is constructed and perceived plays a role in socialization. The presence and amount of vegetation in common outdoor public spaces [667, 668], neighbourhood walkability [669] and urban density have been positively related to social interactions, while environments that inspire fear of crime (e.g., dark alleys, abandoned infrastructures) discourage people from interacting with each other [670].

Third, studying the geolocation of social interactions allows us to examine *the collective patterns in which individuals interact in space*. Subgroups of individuals sharing similar social attributes may interact in common places. In the Netherlands, people with a higher level of education are more likely to interact at work, while those with higher incomes appear to interact more in outdoor public spaces [671]. In deprived neighbourhoods in the UK, people who are unemployed, retired, in poor health or with a child at home are more likely to have social interactions in third places (i.e., outside the home and workplace) [672]. In the United States, fast food restaurants are important locations in which older people build and conduct their social lives [581]. In Amsterdam, local pubs may serve as an “inclusive space” by allowing interactions between different populations in neighbourhoods undergoing gentrification [673]. Understanding these differences can help identify places that are socially relevant to vulnerable populations and understand the impact of urban transformation on social cohesion among different populations.

1.3. Existing methods for localizing social interactions

Modern large-scale communication databases (e.g., mobile phone records, Foursquare) have provided substantial information on the interrelations between social networks and geospatial environments (e.g., [674, 625, 660, 659, 661]). These databases provide solid information on the organisation and dynamics of people’s social and spatial behaviour, allowing the characterisation of large social network structures and detailed mobility patterns. They provide, however, no direct information on localized face-to-face interactions. While information on

co-presence has been used to infer social contacts (e.g., [674]), it remains a proxy to face-to-face social interaction. These secondary databases also limit possibilities for collecting additional individual-level information that may be useful for health research. Finally, some populations that are less likely to use the technologies may be under-represented.

A second approach is to measure localized social interactions using activity diaries—a survey in the form of a logbook in which individuals report and document all activities performed during the day [675]. This method is mainly used in transportation research to collect data on travel behaviour. People with whom activities are undertaken can also be collected, providing measures of geolocalised face-to-face social interactions (e.g., [676, 671]). Measures of social networks can further be collected from daily social interactions (e.g., [677, 654]) in an approach similar to a contact diary (i.e., which people are seen during each identified activity) [678]. Since data are collected over time, the strength of this method is that it can assess detailed temporal information such as the length and time of day when face-to-face social interactions occurred. Nevertheless, the data are collected for short periods of time, between one and several days, resulting in only a partial representation of a person’s activity space and social network, constrained by the duration of the survey.

A third approach to collecting social and spatial information is to use recall-based questionnaires. A strength of this approach is that the reported information does not need to be restricted to recent, within-day, events. Social network information is often collected in this way by asking respondents to name the people with whom they are in contact in some way (i.e., the people with whom the respondent likes to socialize). This approach, called a name generator, can be easily adapted to collect localized face-to-face interactions. One application is the study by Carrasco and colleagues [679]. Social relationships are first collected by a name generator, and the locations of social episodes, defined as “visiting, receiving visitors or meeting in restaurants, pubs or similar places“ [679, p. 12] are then measured for a subset of close and frequent relationships. Visited locations can also be recalled independently. This was applied in the study by Mason and colleagues [680] on adolescent substance use. Using a name generator and an activity space questionnaire, respondents identify up to five close relationships, and document all visited locations in their weekly routine. Social networks and activity spaces are then linked a posteriori by asking “who in your network is with you at each location?” Compared to the approach used by Carrasco and colleagues [679], this approach provides a broader assessment of activity spaces, since visited locations are not limited to social episodes. However, social networks are likewise limited to a few close relationships, and the assessment of weekly routine locations limits the scope of measured activity spaces.

The main drawback of existing questionnaires and diaries is that they generally provide selected assessments of respondents’ social networks and activity spaces. While specific dimensions of social and spatial contexts may be relevant to specific health issues, we argue that assessing a broader spectrum of social relationships and visited locations provides a more comprehensive picture that is useful for health research. Second, several data collection tools have been designed for a pen-and- paper format, which increases the burden of the interview process and the transfer of collected information to digital databases, which is a challenge, given the complexity of the data collected. In addition, pen-and-paper surveys tend to contain more errors than computer-assisted surveys [681].

The following section presents a novel interactive questionnaire that combines a name generator with an existing map-based questionnaire, permitting the joint collection of detailed information on social networks and activity spaces.

2. VERITAS-Social : A socio-spatial questionnaire

2.1. The questionnaire

VERITAS-Social is an adaptation of VERITAS (Visualization and Evaluation of Route Itineraries, Travel destinations, and Activity Spaces), a map-based questionnaire allowing respondents to easily locate places, routes, and other areas of interest on an interactive map, either as points, lines or polygons [595]. For each reported element, additional information can be reported, such as frequency of visits, level of place attachment, transport modes used, etc. This questionnaire has been used in a variety of settings to study various populations and health outcomes for which daily mobility and multiple exposures to the built environment can play a role [682, 683, 684, 685]. Because the collected data includes geographic coordinates, they can be easily linked to other spatial databases describing the geospatial environment.

In its original version, VERITAS respondents were asked to locate a list of predefined activities on a map (e.g., do you go to a park at least once a month, if yes, please locate). We added to this module a name generator to assess respondents’ interactions with other people at that location. Name generators are commonly used to assess social networks by asking respondents to list their social relationships according to one or more criteria, such as the type of relationships (e.g., listing friends) or behavioural exchange (e.g., listing who provides support) [686]. The composition of social networks measured with a name generator will depend on the specific prompt used to obtain network members [687], although there are similarities between networks measured using different ones [688]. In our questionnaire, respondents are asked whether the reported activities are carried out alone or with someone else. When selecting the latter, they may identify one or more individuals,



Fig. 12. Diagram of the questionnaire flow chart. The left side represents the original VERITAS interface where the respondent can report and comment on the location of the activities. The right side represents the name generator used to assess the respondent’s social network based on geolocalized activities.

or groups of individuals (e.g., the community centre choir). Due to the interactive format of the questionnaire, respondents can identify new or previously reported network members when documenting an additional location, thus reducing redundant information collection. For each person and group added, follow-up questions can provide additional information, such as role relationships (e.g., friends, family), frequency of interaction, people’s socio-demographic attributes, or number of people in groups (Figure 12). Compared to other name generators, the particularity of our approach is that relationships are identified based on visited locations, which means that reported social networks are initially prompted by in-person interactions occurring in people’s activity spaces.

Once all the visited locations have been mapped and the corresponding names have been generated, the respondents review the complete list of documented people. To more accurately assess the nature of the relationships, respondents can characterise relational properties,

identifying those who provide support and companionship. During this phase, other network members can be added, thus extending the social network description beyond people regularly met in one's activity space. In health research, considering close relationships with people who are not regularly seen in person may be particularly important for analysing social support (e.g., a child living away from home who is usually contacted by telephone). Finally, the respondent is presented with a visual representation of reported individuals and group, on which she can draw lines to indicate interpersonal relationships between individuals (e.g., friends A and B know each other), and whether individuals are also part of a reported group (e.g., my sister is part of the community centre choir).

The questionnaire was built as a secure online application by Polygon Research Inc. It integrates the Google Application Programming Interface to display maps on which the respondent can report spatial information. It also allows respondents to search for addresses or location names inside the Google database. The questionnaire can either be administered or self-administered if respondents have some level of familiarity with the use of the online user interface.

2.2. Validity and reliability of VERITAS-Social

Although there is no dedicated validation study of the VERITAS-Social questionnaire, the two underlying components - the classic VERITAS questionnaire and the name generation methods - have been independently validated. A validation study comparing 7-day GPS tracking and reported visited locations through VERITAS conducted with 234 participants showed 85.5% of GPS points were located within 500 m of a reported VERITAS location [689]. Test-retest reliability of the original VERITAS questionnaire was also conducted with 31 adults over a two-week interval and reported an agreement for 86.5% of collected locations between the test and the retest [690].

When assessing the validity of social network measurements, name generators tend to provide more simplified networks than wearable proximity sensors, as the former tend to under-report interactions of short duration [691, 692]. Friendship surveys also provide less alters compared to Facebook data [691], likely because online contacts are easier to document, and include a wider range of relationships (e.g., family, acquaintance, co-worker). In a review of the reliability of name generators, the average test-retest agreement of reported alters ranged between 78% and 92% [693]. People were also better able to recall strong, rather than weak, emotional ties [693, 694]. In conclusion, recall-based self-reported methods seem to over-represent contacts of longer cumulative duration and closer emotional ties.

The reported characteristics of alters, which constitute most of the social network data, may also raise validity issues. Previous studies have shown that the respondent can provide several

of these characteristics with reasonable accuracy [695]. Reported information is more valid for close relationships than for distant ones, and people are relatively good at reporting what they can observe directly about their alters [686]. Caution should, however, be exercised in the choice of data to be collected, as the respondent may lack some information on her alters (e.g. political orientation, health status). Information that is directly experienced by the respondent (e.g. length of relationships) is likely to be more valid.

2.3. Structure of collected data

The data collected with VERITAS-Social covers social network information, activity space information and socio-spatial relations between alters and visited locations. The term “alters“ here refers both to people declared individually (e.g., the neighbour) or as groups (e.g., the choir members).

Properties of social networks can be described using social network analysis [638], while indicators of spatial behaviour can be derived from activity space data [595]. Such individual-level descriptors can then be linked to health outcomes. Activity space data can be further integrated into a geographic information system, and linked to environmental conditions to which the respondent is exposed. The novelty of VERITAS-Social is that social network data and activity space information are directly linked. This means that social relationships can be geo-referenced in accordance with the locations of social interactions, and visited locations can be characterized by the face-to-face interactions they host. In the next section, we discuss how these complex relational data can be effectively represented and analysed using network theory.

3. Investigating linked socio-spatial data using network theory

Network theory is used to describe the relationships between real world entities. By providing a comprehensive set of mathematical and computational techniques mostly founded on graph theory, it captures properties that emerge from the pattern of connections between its constitutive elements (see Newman [619] for comprehensive introduction on network science).

Network theory has previously been used to analyse comparable socio-spatial data obtained from large-scale communication databases (e.g., [625, 660]). The difference is that these studies focus on sociocentric social networks (i.e., a set of interconnected people), and that socio-spatial relationships define the locations visited by people. As a result, they do not

assess face-to-face social interactions from an egocentric perspective but reflect the extent to which people visit common locations.

In its simplest form, a network is composed of a set of elements, called *nodes*, connected to each other by *edges*. Many types of systems can be described as networks, such as airport-to-airport flights [696] or scientific collaborations [697]. Modern social network analysis is mainly based on network theory [638], although it is not simply an application of the latter, as its roots go back a long way in sociological research (see Freeman [698] for an historical review). The information collected with VERITAS-Social can also be represented in the form of a network, with the particularity that the nodes are made up of two distinct sets of elements, namely alters and visited locations.

The relationships between visited locations and alters depend on “with whom activities are conducted”. This constitutes a *bipartite network* composed of two disjoint sets of nodes with edges defined between the nodes of the different sets only [699]. This type of network captures the patterns that characterize a person’s interactions with the members of her social network in her activity space (see Figure 13). The limitation of bipartite networks is that they do not include connections between alters or between locations. Adding these relationships to the bipartite network results in a *system of interconnected networks* consisting of two sub-networks with connections within and between them [700]. The two sub-networks — the social network and the activity space represented as a spatial network — are linked by face-to-face interactions (i.e., the edges previously defined in the bipartite network) (see Figure 13). Relationships between alters (i.e., within the social network) are directly identified when answering the “who knows whom” question. While links between locations are not directly assessed in VERITAS-Social, they can be characterized in different ways, for example using the distance between locations — close locations being more strongly linked than distant ones. Other types of links could be considered, such as location of origin when reaching a given destination — the relationships could in that case be a function of the frequency of travel between locations. In both the bipartite and interconnected representations, the respondent is not a node within her network. Since the respondent is, by default, connected to all alters and all locations, this information is irrelevant. Furthermore, the edges between the respondent and visited locations are not comparable to those between alters and visited locations, as the former represent *visited locations by the respondent* and the latter represent *activities conducted with alters*.

Network theory provides useful analytical tools for studying the patterns of connection that occur within and between a person’s social network and her activity space. A range of measures and algorithms have been developed to describe networks, from local node characteristics to global network structures. In the following section, we present some key measures

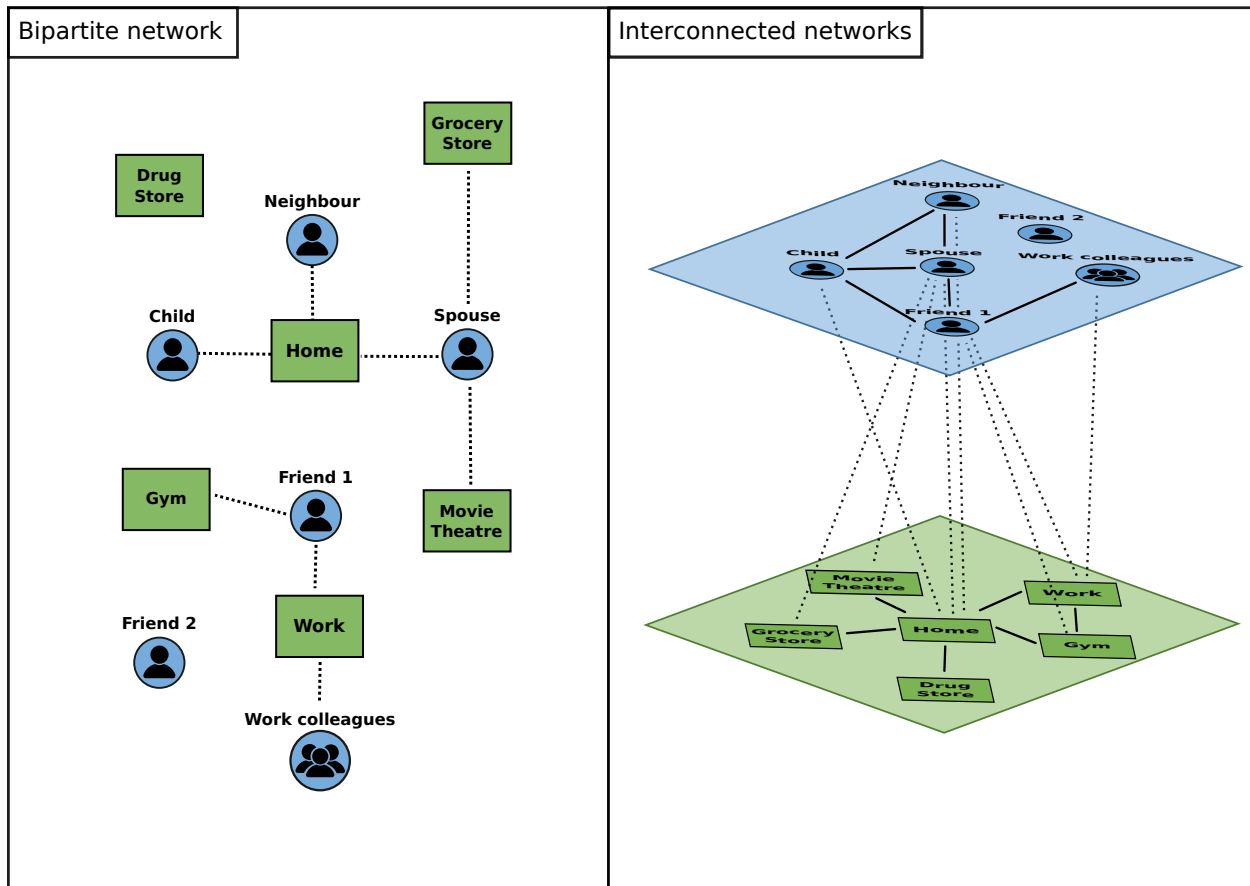


Fig. 13. Hypothetical examples of a bipartite network and a system of interconnected networks representing the relationships between social networks and activity spaces. Alters are represented by blue circles. Individuals and groups are distinguished by the number of people represented in the circle. Places are represented by green rectangles. In bipartite networks, socio-spatial relationships are represented as dotted lines. These relations identify who is seen in which location. It shows, for example, that Child is only seen at Home, while Friend 1 is seen both at the Gym and at Work. It also shows that the Pharmacy is disconnected from the rest of the network, which means that the respondent does not see anyone from her network at that location. In interconnected networks, the relationships between people and visited locations are added: the social network (blue circles) is connected to the spatial network (green polygons) by who is seen at a given location (dotted lines). The edges between alters represent “who knows whom”. For example, Neighbour knows Child and Spouse. In comparison, Friend 2 is not connected, meaning he does not know any other alter. The edges between locations could represent different relationships (e.g., distance), but these are not defined by the respondent in VERITAS-Social. The respondent is not represented in either the bipartite or interconnected network, knowing that by definition, she is connected both to all people (she knows everyone in her network) and to all locations (she visits all locations). The length of the lines is not informative in these examples.

we consider relevant to the characterization of these socio-spatial relationships. A detailed discussion of network measures and algorithms is beyond the scope of this paper; we refer the reader to Latapy et al. [699] for a review of basic bipartite network measures, and Donges et al. [700] for an introduction to interconnected networks. We also refer the reader to Kivelä et al. [701], who review the more general models of multilayer networks, of which bipartite and interconnected networks are specific instances. Networks can also be visualized in a two-dimensional space, which is an effective way of exploring relational data and communicating results. The position, size, shape and colour of nodes and edges can reflect various dimensions of the system. The use of visual representations allows multiple pieces of information to be communicated simultaneously, providing a comprehensive and multivariate view of such socio-spatial relationships [702]. The following section presents a case study illustrating the application of network analysis to joint social network and activity space data.

4. Case study

4.1. Sample source

Source data for the case study comes from the CURHA (Contrasted Urban settings for Healthy Aging) study, an international research project on healthy aging involving two samples of populations living in Canada and Luxembourg (see Kestens et al. [592] for more information on the CURHA project). We used data from the Canadian study sample composed of 183 people aged from 80 to 95 years living in the community in different regions of the province of Quebec. To illustrate the information captured by VERITAS-Social and the type of measures network analysis can provide, we extracted data from two participants—an 83-year-old woman (participant A) and a 90-year-old man (participant B) living in urban and rural areas respectively.

4.2. Bipartite network analysis

To compute participant’s network, we first identified common locations that hosted multiple activities (e.g., choir and volunteer work at the same church). These could be activities reported at the same geographic coordinates or at coordinates that are close to each other since geographic identification on the map could be done manually.

4.2.1. Bipartite networks

We represented the relationships between visited locations and alters by representing participants A and B data as bipartite networks. In these bipartite networks $G = (V, E)$, nodes are separated in two disjoint and independent sets of nodes comprising the alters (V_A) and

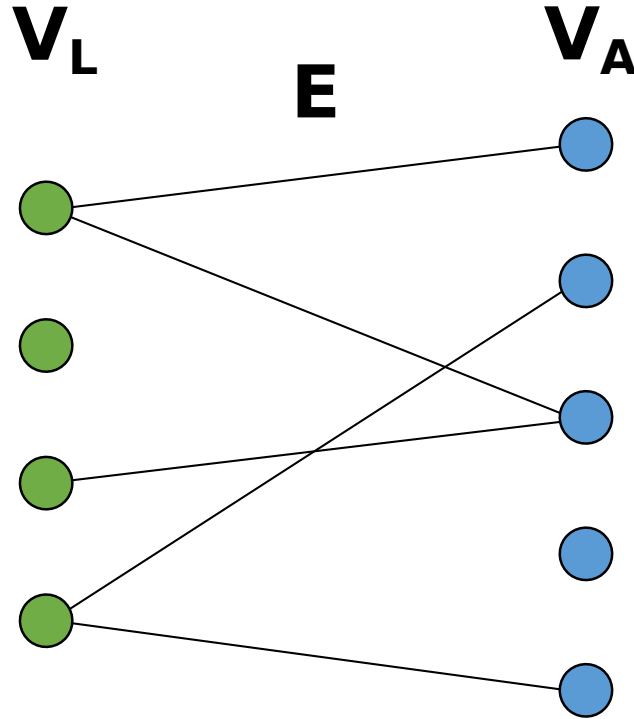


Fig. 14. Example of a bipartite network. The network is composed of two sets of nodes V_A and V_L , and a set of edges E between the nodes of different sets. The two sets of nodes represent locations and alters, and the edges represent who are seen in each location. The nodes are positioned in two vertical layers to easily distinguish the two sets.

the visited locations V_L) and the edges describe with whom activities are conducted (see Figure 14). In these networks, groups are represented as \sqrt{n} nodes, where n is the number of people in the group who were not also identified individually (e.g., my friend is also in the volunteer group). We used the square root of the group size to minimize the influence of large groups on the total size of the network (see further details in Section B of the Supplementary Materials). Therefore, in Figure 13, *work colleagues* that are connected to work location will be splitted in \sqrt{n} nodes, all of them connected to *work*. The terms alters in the following sections will either describe nodes representing individually reported people and those generated from groups.

4.2.2. Size, density and degree

The *size* of the network refers to the number of nodes, in this case, both the number of alters and locations. It is denoted as $n = |V|$, while the number of alters and locations are denoted as $p = |V_A|$ and $q = |V_L|$.

The *density* is the ratio between the number of edges and the maximum possible number of edges in the network and provides a measure of the overall connectivity of the network. This ranges from 0 to 1, with 0 meaning that no alters are seen at any locations, and 1

meaning that all alters are seen at every location. Considering that the number of edges in the networks is denoted by $m = |E|$, the density of the network is defined as $d = m/pq$.

The *degree* of a node is defined by the number of connections it has to other nodes. In our case, the degree of an alter is the number of locations where he is seen, and the degree of a location is the number of alters seen there. Considering the *neighbourhood* N_i is the set of nodes directly connected to i , the degree of the node i is the number of its neighbours $k_i = |N_i|$. By extension, the average degree within V_A and V_L can be calculated as $\bar{k}(V_A) = m/p$ and $\bar{k}(V_L) = m/q$

4.2.3. Community structure

We further separated the bipartite networks into *communities*, namely groups of nodes that have a greater likelihood of being connected to each other than to the rest of the network. *Community structure* is a concept that stems from the observation that real-world networks tend to be organized in groups of nodes with common properties. The problem is that this concept comes from an observation about regularities in empirical systems and there is no actual consensus on a formal definition. The most common understanding is that nodes are more likely to share edges within their own communities than with the rest of the network [703].

But concretely, communities are mostly defined in an operational way, as they are the end product of community detection algorithms [704]. In this paper, we used the LP&BRIM algorithm of Liu and Murata [705], built on Barber’s modularity [706] and the label propagation algorithm [707], to identify non-overlapping communities (i.e., each node belongs to a single community) composed of alters and locations. Applied to our data, these communities reflect alters commonly observed in shared places.

This algorithm tries to find the maximum value of the network *modularity* (Q), a structural estimate of the network partition quality. In short, the modularity measures the difference between the actual and the expected number of edges within communities (see Newman and Girvan [708] for a detailed description of modularity, and Barber [706] for its calculation in bipartite network). An initial partition is first computed using an adaptation of the label propagation algorithm. Each node of a set (V_A or V_L) is labelled with its own community, producing as many communities as there are nodes. Then, recursively, each node of the other set is labelled by the community most shared among its neighbours. The algorithm stops when each node is labelled with the community that is shared by most of its neighbors. The initial partition is then further refined using the bipartite recursive induced module algorithm (BRIM). It uses the spectral properties of the network to recursively relabel nodes of each set V_A and V_L , and it stops when a local maximum of Q is found (See Barber [706] for a

detailed description of this algorithm). For each network, the LP&BRIM algorithm was run 1000 times and the partition with the highest modularity value was retained.

4.2.4. Within-module degree and participation index

To further evaluate the position of nodes according to identified communities, we calculated the *within-module degree*, a measure of the quality of connection of a node to other nodes in its own community, and the *participation index*, which indicates the extent to which a node is connected to other communities in the network.

Within-module degree (z_i) is a z-score that the connectivity of a node with the other nodes of its community, defined as

$$z_i = \frac{k_i - \bar{k}_{s_i}}{\sigma_{s_i}}$$

where \bar{k}_{s_i} and σ_{s_i} are the average and the standard deviation of degrees in the community s of the node i . Two nodes having the same z-score can have different positions in the whole network, since a node can also have connections with nodes of other communities.

The participation index (p_i) measures how nodes are located between the different communities in the network, defined as

$$p_i = 1 - \sum_{s=1}^c \frac{k_{is}^2}{k_i}$$

where k_{is} is the number of neighbors of node i in community s . The participation index takes a value of 0 if all edges of a node are within the same community and tend towards 1 if all edges are evenly distributed across all communities. The maximum value of the participation index depends on the 1 number of communities, and equal to $1 - 1/c$. In participants A and B bipartite networks, the maximum value is 0.75 as both networks are divided into 4 communities. See [696] for a detailed discussion on within-module degree and participation index.

4.3. System of interconnected network analysis

4.3.1. Computing systems of interconnected networks

VERITAS-Social data can also be represented as interconnected networks – a social network $G_A = (V_A, E_{AA})$ and a spatial network $G_L = (V_L, E_{LL})$ connected by a set of edges E_{AL} . The social network contains the alters V_A connected by interpersonal relationships E_{AA} (i.e.,

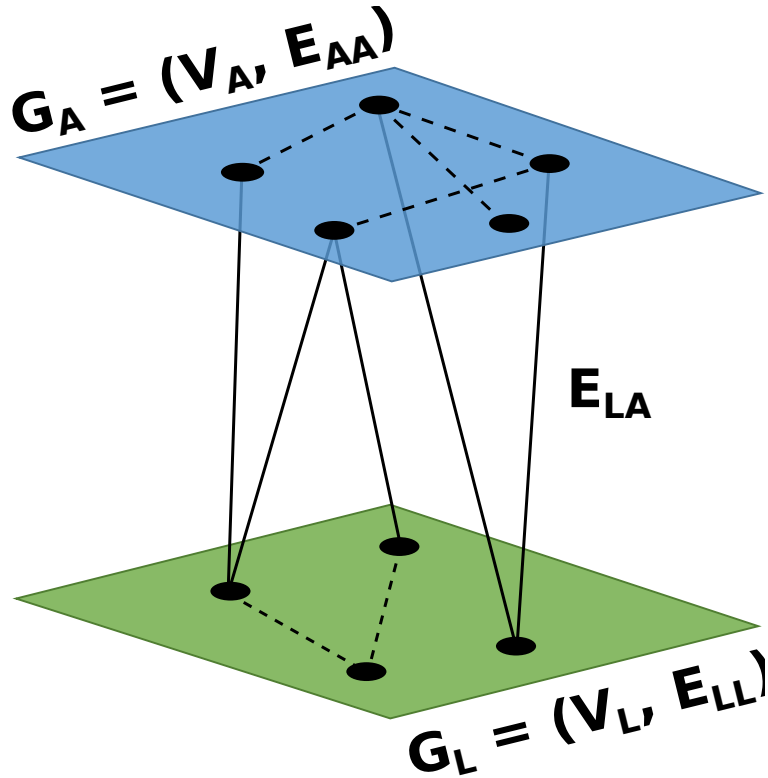


Fig. 15. Representation of a system of interconnected networks. The network is composed of two sub-networks $G_L = (V_L, E_{LL})$ and $G_A = (V_A, E_{AA})$, representing a spatial and a social network, and a set of edges E_{AL} between the sub-networks. Nodes are positioned in two horizontal layers to easily distinguished the two sub-networks.

who know whom). The relations between individually reported alters were defined by the participant, while alters generated from groups were all connected to each other, as they were assumed to know each other as being part of common groups. Individuals reported as being part of groups were also connected to all alters generated from this group. The spatial network contains the visited locations V_L connected by spatial relationships E_{LL} . The latter was not defined in this paper. The connections between alters and visited locations E_{AL} are defined by who is seen in each location as in previous bipartite networks (see Figure 15).

4.3.2. Cross clustering coefficient

The *cross-clustering coefficient* evaluates, for any node in a given sub-network, the proportion of its neighbours (i.e., the nodes directly connected to it) in the other sub-network that are directly connected to each other [700]. Therefore, the cross-clustering coefficient for a location assesses the extent to which people seen at that location know each other. The cross-clustering coefficient for alters were not measured, as relations between visited locations were not defined in this case study.

To measure this coefficient, we first need to define the cross degree in this type of network. The *cross-degree* is, for a node i from a sub-network, the number of its neighbours in the other sub-network. For a location j , the cross-degree k_j^{LA} is defined as

$$k_j^{LA} = |N_j^{LA}| : j \in V_L$$

where N_j^{LA} are the neighbours of location j within the social network. It is equivalent to the degree calculated in a bipartite network, as there can be no connections between two neighbours of a same set in this type of network.

As said previously, the *cross-clustering coefficient* is the probability that two neighbours in the other sub-network are also connected to each other. Since edges between locations E_{LL} have not been defined in this paper, the cross-clustering coefficient has only been calculated for locations. It is defined as

$$cc_j^{LA} = \frac{2|E(N_j^{LA})|}{k_j^{LA}(k_j^{LA} - 1)}$$

where $E(N_j^{LA})$ is the set of edges between neighbours of location j in the social network G_A [700]. This cross clustering coefficient is equivalent to the clustering coefficient calculated in a unipartite network [709]. See Figure 16 for a visual illustration of the cross-clustering coefficient.

4.4. Programming language and software environment

All network analyses were performed in R 3.5.1 [632] using igraph 1.2.1. [710]. Communities were identified using an algorithm based on the lpbrim package [711]. Visual representations of the bipartite networks were generated using Gephi 0.9.2. [636].

4.5. Results

The map of the reported visited locations and the visual representations of the bipartite networks are shown in Figures 18 and 19, respectively. No graphical representation of the participants' interconnected networks is provided, as the large number of edges between individuals makes visualization impractical and difficult to interpret. Node-level measurements for the bipartite and interconnected networks are presented in Tables 1 and 2. The characteristics of the alters and locations are presented in Tables 3 to 6 in Section A of the Supplementary Materials.

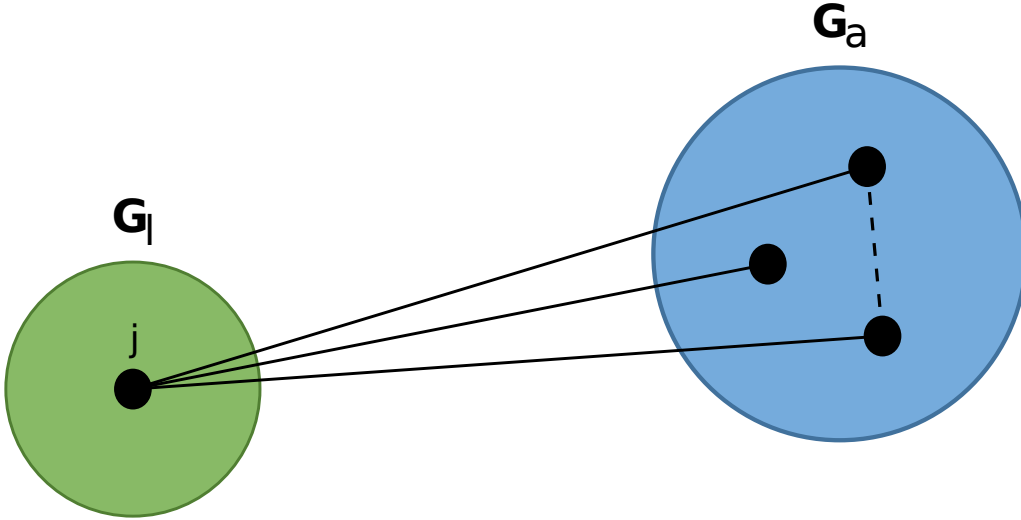


Fig. 16. Illustration of the cross-clustering coefficient. For the node j within subnetwork G_L , there is 3 neighbours in sub network G_A and 1 edge in between this sub network, so that $cc_j^{LA} = \frac{2 \cdot 1}{3(3-1)} = \frac{2}{6} = 0.33$.

Participant A’s bipartite network consists of 12 alters and 12 locations. Among alters, 4 were reported individually (A1 to A4) and 8 were generated from two groups (A5 and A6; A7 to A12). Participant B’s network is larger, with 19 alters and 11 visited locations—there are no groups in this network. Both networks have a relatively low density, with 13% and 16% of the maximum possible number of edges for participants A and B, respectively. The degree distribution follows a similar pattern in both networks, consisting mainly of low degree nodes with a few high degree nodes. These degree distributions are partly explained by the observed community structures, which consist of multiple star-shaped communities, characterized by one high degree node connected to several low degree nodes. This is indicative of a person with whom multiple activities are carried out or a location where several alters are seen.

An in-depth analysis that takes into account the attributes of the nodes permit a better understanding of these relational patterns. Participant A’s activity space is primarily concentrated in her residential neighbourhood (see Figure 17), where she walks to many locations. It includes the church (L9) where she sees most of her alters, in her volunteer group and choir. All these nodes form the largest community in its network (purple). In her residential neighbourhood, we find her home (L6), the residence of two alters (L7, L8) where she sees four people (A1 to A4), as well as other functional locations (L10 to L12) that she visits alone. She visits all the locations outside her residential neighbourhood (L1 to L5) with her child (A1), forming the second largest community in her network (green).

She reported she is driven there, suggesting that A1 accompanies the participant for these functional activities (i.e., shopping and medical appointments).

Participant B’s activity space is more dispersed, with a median distance of 11.39 km between home and visited locations, compared to 1.1 km for Participant A. This is probably linked to the fact that Participant B lives in a rural area while Participant A lives in a peri-urban area. Only one location—the residence of an alter (L14) where family visits take place (A13 and A14)—is within walking distance. These family members are also seen at his home (L13), all of these nodes forming a community (orange). The three other communities are centred on the spouse (A19; green), the church (L23; purple) and a restaurant (L15; blue), which are also the most connected nodes in the entire network. In addition, 89% of face-to-face interactions are linked to the church and the restaurant. It is interesting to note that the spouse is the most intermediate node in the network (participation index = 0.68), having connections to all four communities. The spouse likely drives the participant to 81% of the visited locations, which suggests the importance of this node in the network.

There are five additional edges in Participant A’s interconnected networks. The cross-clustering coefficient was only calculated for the main residence (L6)—this is the only location where the participant sees multiple people reported individually (i.e., A1 to A3). This location has a coefficient of 0.67, which means that there is 67% of the maximum number of interpersonal connections between the people seen there (i.e., who knows whom). There are 98 additional edges in Participant B’s interconnected networks. Most locations have a value of 1 for the cross-clustering coefficient. Only the restaurant (L15) has an intermediate value, with a coefficient of 0.4, which means that there is 40% of the maximum number of interpersonal connections between the people seen there.

5. Discussion

VERITAS-Social is a novel online tool for collecting data on people’s activity spaces and social networks. VERITAS-Social integrates a map-based questionnaire with a name generator, permitting in-depth evaluation of socio-spatial information in terms of the number and type of visited locations and people met in person. The particularity of this tool is that social and spatial data are further linked by the location of face-to-face social interactions. It therefore offers a means of assessing how spatial and social environments interact at the individual level, which can improve our understanding of how spatial and social contexts influence health.

This proposed online application offers several benefits, given the inherent complexity of the data collected. The visited locations can be directly identified on an interactive map while the social networks are progressively documented in a recursive process. The data collected

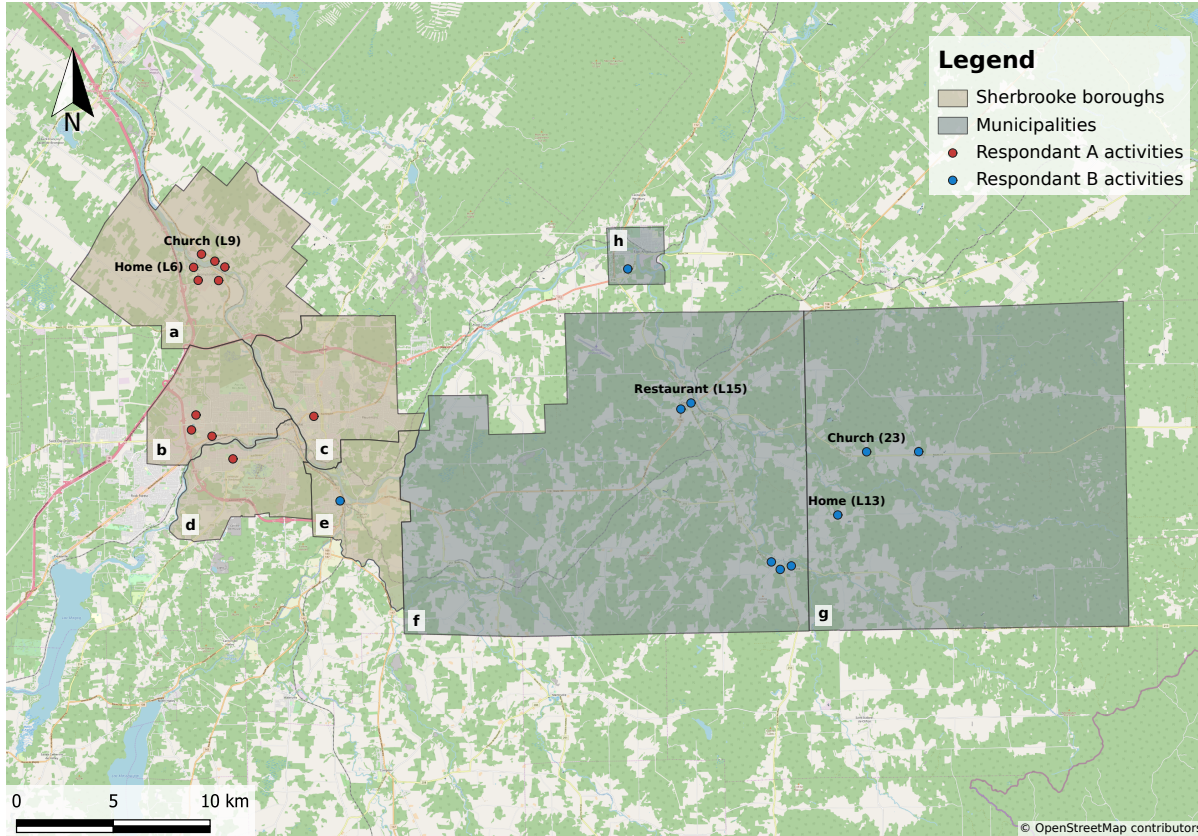


Fig. 17. Spatial distribution of participants A and B visited locations. The polygons represent Sherbrooke boroughs (a = Brompton–Rock Forest–Saint-Élie–Deauville, b = Jacques-Cartier, c = Fleurimont, d= Mont-Bellevue, e = Lennoxville) and Quebec municipalities (f = Cookshire-Eaton, g = Newport, h = East Angus). The primary residence has been removed and geographical coordinates of displayed locations have been randomly modified by a factor of 0.02 to ensure confidentiality. Overlapping locations were moved further apart manually to improve visualization. The different areas contain the following locations: (a contains L6 to L12), (b contains L2, L4, and L5), (c contains L3), (d contains L1), (e contains L17), (f contains L18, L20, L21, L22 and L25), (g contains L16, L23 and L24), (h contains L19). The map is projected in WGS 84 / Pseudo-Mercator at 1:325 000 scale.

can be easily transferred into formats suitable for geospatial and social network analysis. The questionnaire can also be easily adapted to a variety of research topics and can be used in combination with other instruments such as GPS devices and smartphone-based surveys (e.g., ecological momentary assessment of localized social interactions) to arrive at more accurate estimates of people’s activity spaces and social networks. These data can also easily be connected to other geospatial information, to improve contextual exposure estimates.

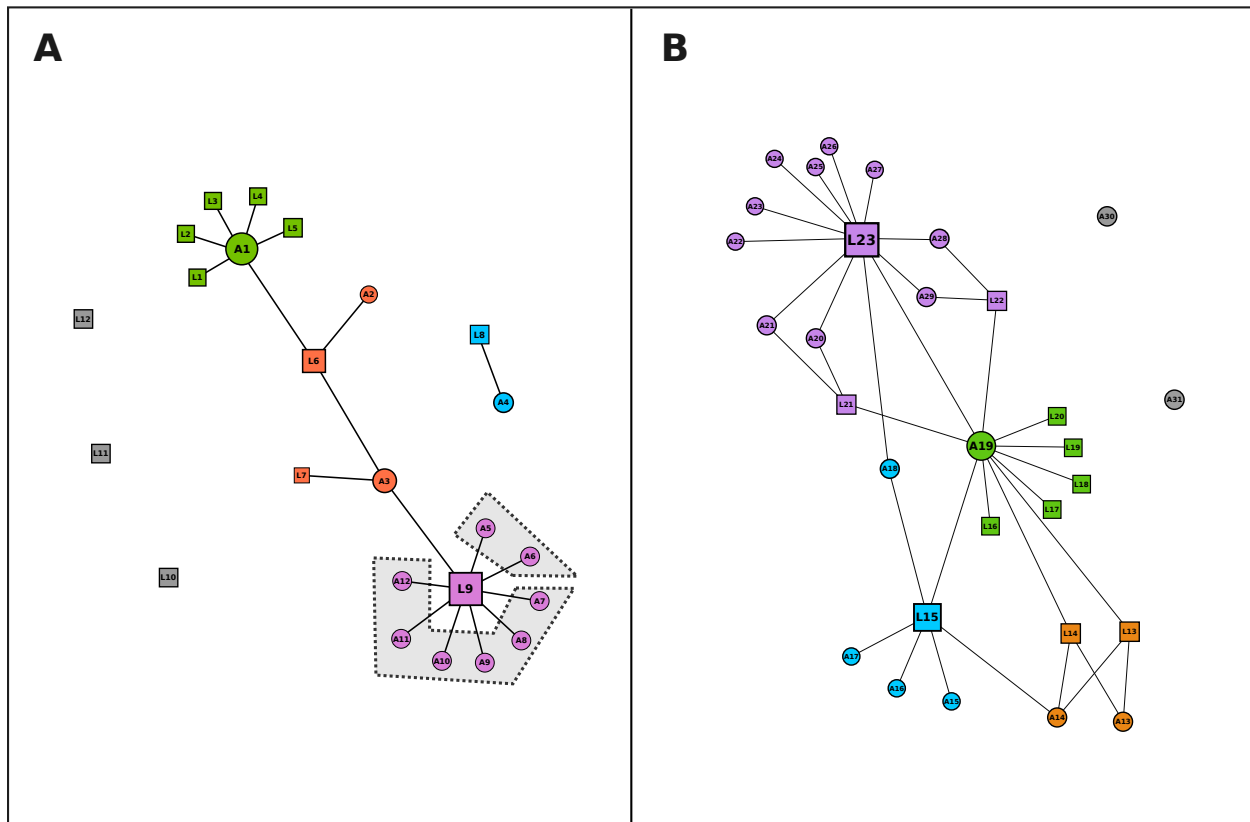


Fig. 18. Visual representation of participants A and B’s bipartite networks. Locations (Lx) are represented as squares and alters (Ax) as circles. Light grey polygons surround alters generated from groups. Edges represent “with whom activities are conducted.” For example, participant A sees three alters (i.e., A1 to A3) in location L6. The colours of the nodes represent the communities to which they belong. The size of the nodes is proportional to their within-module degree. A default minimal size was attributed to unconnected nodes, although their within-module degree is undefined. Node sizes therefore emphasize their connectivity with their own community. For example, L9 is the most connected node in its community, and therefore the largest. The position of each node in a two-dimensional space was calculated with the Force Atlas layout algorithm. Both the length and width of the edges are derived from the layout algorithm and do not represent any attribute.

One limitation of the current VERITAS-Social is that its validity and reliability are evaluated on the basis of studies conducted on each component separately. Validity studies of name generators suggest that typical close social relationships are possibly over-represented. The activity space module may also be less suitable for episodic destinations than for habitual destinations. Further investigation on the validity and reliability of the combined use of spatial and social data collection is needed. In the version of VERITAS-Social that was used in the CURHA study, there was no assessment of socialization through modern communication technologies, because the main goal was to understand the spatialization of social interactions. However, other more recent deployments have also included questions on phone,

| Node | Bipartite | | | | Interconnected |
|------|-----------|------------|----------------|---------------------|------------------------------|
| | Degree | Dependancy | Within z-score | Participation index | Cross-clustering coefficient |
| A1 | 6 | 5 | 1.79 | 0.32 | NA |
| A2 | 1 | 0 | -0.87 | 0 | NA |
| A3 | 3 | 0 | 0.87 | 0.44 | NA |
| A4 | 1 | 1 | NA | 0 | NA |
| A5 | 1 | 0 | -0.33 | 0 | NA |
| A6 | 1 | 0 | -0.33 | 0 | NA |
| A7 | 1 | 0 | -0.33 | 0 | NA |
| A8 | 1 | 0 | -0.33 | 0 | NA |
| A9 | 1 | 0 | -0.33 | 0 | NA |
| A10 | 1 | 0 | -0.33 | 0 | NA |
| A11 | 1 | 0 | -0.33 | 0 | NA |
| A12 | 1 | 0 | -0.33 | 0 | NA |
| L1 | 1 | 0 | -0.45 | 0 | NA |
| L2 | 1 | 0 | -0.45 | 0 | NA |
| L3 | 1 | 0 | -0.45 | 0 | NA |
| L4 | 1 | 0 | -0.45 | 0 | NA |
| L5 | 1 | 0 | -0.45 | 0 | NA |
| L6 | 3 | 0 | 0.87 | 0.44 | 0.67 |
| L7 | 1 | 0 | -0.87 | 0 | NA |
| L8 | 1 | 1 | NA | 0 | NA |
| L9 | 9 | 8 | 2.67 | 0.20 | NA |
| L10 | 0 | 0 | NA | NA | NA |
| L11 | 0 | 0 | NA | NA | NA |
| L12 | 0 | 0 | NA | NA | NA |

Table 1. Node-level measures for participant A’s bipartite and interconnected networks. Alters and locations are labelled Ax and Lx respectively.

online, or text-message interactions (e.g., the COHESION Study⁹⁷). In a COVID-19 context in which numerous interactions have gone online, VERITAS-Social could possibly include questions aimed at discriminating between online interactions that replace real-world social life from those that maintain pre-existing geographically distant relationships [712].

One challenge with VERITAS-Social is the complexity of the data collected. We have shown that network theory provides a useful framework for studying these socio-spatial data, providing mathematical and computational methods for describing relationships between and within social relationships and visited locations. These systems can be represented as multi-layered networks, either bipartite networks or systems of interconnected networks. Bipartite networks remain easier to analyze and interpret because they include only one type of edge.

⁹⁷ <http://www.cohesionstudy.ca>

| Node | Bipartite | | | | Interconnected |
|------|-----------|------------|----------------|---------------------|------------------------------|
| | Degree | Dependancy | Within z-score | Participation index | Cross-clustering coefficient |
| A13 | 2 | 0 | NA | 0 | NA |
| A14 | 3 | 0 | NA | 0.44 | NA |
| A15 | 1 | 0 | -0.45 | 0 | NA |
| A16 | 1 | 0 | -0.45 | 0 | NA |
| A17 | 1 | 0 | -0.45 | 0 | NA |
| A18 | 2 | 0 | -0.45 | 0.5 | NA |
| A19 | 11 | 5 | 2.04 | 0.68 | NA |
| A20 | 2 | 0 | -0.06 | 0 | NA |
| A21 | 2 | 0 | -0.06 | 0 | NA |
| A22 | 1 | 0 | -0.48 | 0 | NA |
| A23 | 1 | 0 | -0.48 | 0 | NA |
| A24 | 1 | 0 | -0.48 | 0 | NA |
| A25 | 1 | 0 | -0.48 | 0 | NA |
| A26 | 1 | 0 | -0.48 | 0 | NA |
| A27 | 1 | 0 | -0.48 | 0 | NA |
| A28 | 2 | 0 | -0.06 | 0 | NA |
| A29 | 2 | 0 | -0.06 | 0 | NA |
| A30 | 0 | 0 | NA | NA | NA |
| A31 | 0 | 0 | NA | NA | NA |
| L13 | 3 | 0 | -0.45 | NA | 1 |
| L14 | 3 | 0 | -0.45 | NA | 1 |
| L15 | 6 | 3 | -0.45 | 1.79 | 0.4 |
| L16 | 1 | 0 | -0.45 | -0.41 | NA |
| L17 | 1 | 0 | -0.45 | -0.41 | NA |
| L18 | 1 | 0 | 0.87 | -0.41 | NA |
| L19 | 1 | 0 | -0.87 | -0.41 | NA |
| L20 | 1 | 0 | NA | -0.41 | NA |
| L21 | 3 | 0 | 2.67 | -0.06 | 1 |
| L22 | 3 | 0 | NA | -0.06 | 1 |
| L23 | 12 | 6 | NA | 3.26 | 1 |

Table 2. Node-level measures for participant B’s bipartite and interconnected networks. Alters and locations are labelled Ax and Lx respectively.

In interconnected networks, three types of edges can be defined, which means that every node can be connected to all other nodes of the system. Since network properties are based on connectivity patterns, the interpretation of interconnected network measures becomes rapidly more complex. In addition, since relationships between locations can be defined in various ways, so can the interpretation of their properties. Another limitation with the representation of VERITAS-Social data as system of interconnected networks came from the

transformation applied to group nodes. Although people generated from a same group were considered all related to each other, we had no information on inter-group relationships (e.g., do people in group A and B know each other?) or between groups and individually identified people (e.g., does the spouse know people in group A?). Therefore, this approximation of social relationships of nodes generated from groups were most likely incomplete. Still, we believe that both bipartite and system of interconnected networks are complementary as they provide information on different aspects of these systems.

The case analysis using data from the CURHA study illustrated the possibilities of representing VERITAS-Social data as a complex network. It revealed, among other things, the presence of star-shaped communities composed of multiple low-degree nodes connected to a central high-degree node. It showed how certain people appeared to play a particularly important role in these seniors' mobility, and how certain locations act as key settings for social interactions. These high-degree nodes can potentially influence exposure to health-relevant resources (e.g., a location where the senior experiences companionship, or a close relationship who accompanies the senior to her medical appointment) which raises questions about the capacity to reorganize the network following the potential loss of one of these central nodes.

By collecting comprehensive data on people's social relationships in combination with localized information on their regular activities, VERITAS-Social combined with network theory offers new possibilities for understanding the complex interaction between health-relevant social and spatial exposures. As the case study shows, exploring the relationships between social networks and activity spaces reveals patterns that could not be observed by studying these contextual datasets in isolation. By directly examining the links between social and spatial contexts, we may obtain a better understanding of the processes by which environments influence health.

Authors Contribution Statements

Alexandre Naud conceived the original idea of the social module for the VERITAS questionnaire, designed and performed the network analysis for the case study, and wrote the manuscript. Yan Kestens helped implement the social module and is the nominated principal investigator of the CURHA study. Yan Kestens, Basile Chaix, and Cédric Sueur provided critical comments on the analysis and contributed to the final version of the manuscript.

Competing Interests

Yan Kestens holds shares in Polygon Co., the company that markets the VERITAS application. All other authors declare that they have no competing interests.

Supplementary material

A. Alters and locations characteristics

Tables 3 to 6 present the characteristics of alters and locations reported by participants A and B. In the tables describing alters (Table 3 and 5), different variables are used to describe people and groups. For people, age in number of years, gender in binary format, relation type in 6 categories (i.e., spouse, child, other family member, friend, acquaintance, work colleague) and interaction frequency in number of times per year are provided. For groups, the relation types of most group members, interaction frequency, group size and group description in verbatim transcription are provided. For locations (Table 4 and 6), type of location in categories used to collect activities during CURHA, frequency of attendance in number of times per year, usual mode of transportation in 4 categories (i.e., walking, car, car other, public transportation), geographical location and distance from home are provided. Geographic locations are defined according to the Sherbrooke boroughs and the surrounding administrative municipalities. These boundaries were taken from the SDA20K dataset available in the Quebec Open Data Portal [713]. Distances from home were calculated as shortest routes according to the road network with GRASS 7.0.4 [714] and using CanMap Streetfiles V2013.3 [715].

| Node | Type | Age | Gender | Relation | Frequency of interactions | Group size | Group description |
|--------|--------|-----------|-----------|----------|---------------------------|------------|-------------------|
| A1 | Person | 55 | F | Children | Daily | <i>NA</i> | <i>NA</i> |
| A2 | Person | 21 | F | Family | Daily | <i>NA</i> | <i>NA</i> |
| A3 | Person | 84 | F | Friend | Weekly | <i>NA</i> | <i>NA</i> |
| A4 | Person | 86 | F | Friend | Weekly | <i>NA</i> | <i>NA</i> |
| A5-A6 | Group | <i>NA</i> | <i>NA</i> | Friend | Weekly | 4 | Volunteering |
| A7-A12 | Group | <i>NA</i> | <i>NA</i> | Friend | Weekly | 34 | Choral |

Table 3. Characteristics of participant A’s alters.

| Node | Type | Frequency | Transportation | Location | Distance |
|------|----------------------|--------------|----------------|-----------------|-----------|
| L1 | General practitioner | Annually | Car other | Mont-Bellevue | 13.08 |
| L2 | Shopping centre | Monthly | Car other | Jacques-Cartier | 9.88 |
| L3 | Medical specialist | Semiannually | Car other | Fleurimont | 11.74 |
| L4 | Restaurant | Monthly | Car other | Jacques-Cartier | 11.27 |
| L5 | Grocery store | Weekly | Car other | Jacques-Cartier | 9.74 |
| L6 | Home | <i>NA</i> | <i>NA</i> | Bromptonville | <i>NA</i> |
| L7 | Alter residence | Monthly | Walking | Bromptonville | 0.54 |
| L8 | Alter residence | Semimonthly | Walking | Bromptonville | 1.06 |
| L9 | Church | Weekly | Walking | Bromptonville | 0.59 |
| L10 | Pharmacy | Weekly | Walking | Bromptonville | 1.1 |
| L11 | Grocery store | Weekly | Walking | Bromptonville | 0.59 |
| L12 | Bank | Monthly | Walking | Bromptonville | 0.46 |

Table 4. Characteristics of participant A’s visited locations.

| Node | Type | Age | Gender | Relation | Frequency of interactions |
|------|--------|-----|--------|--------------|---------------------------|
| A13 | Person | 50 | F | Family | Weekly |
| A14 | Person | 50 | M | Children | Weekly |
| A15 | Person | 75 | M | Friend | Monthly |
| A16 | Person | 65 | M | Acquaintance | Monthly |
| A17 | Person | 60 | M | Friend | Monthly |
| A18 | Person | 60 | M | Friend | Weekly |
| A19 | Person | 85 | F | Spouse | Daily |
| A20 | Person | 75 | M | Friend | Weekly |
| A21 | Person | 75 | F | Friend | Weekly |
| A22 | Person | 65 | F | Friend | Weekly |
| A23 | Person | 60 | M | Friend | Weekly |
| A24 | Person | 60 | F | Friend | Weekly |
| A25 | Person | 60 | F | Friend | Weekly |
| A26 | Person | 60 | F | Family | Weekly |
| A27 | Person | 70 | M | Friend | Weekly |
| A28 | Person | 67 | F | Friend | Weekly |
| A29 | Person | 70 | M | Friend | Weekly |
| A30 | Person | 55 | M | Friend | Monthly |
| A31 | Person | 70 | M | Friend | Annually |

Table 5. Characteristics of participant B’s alters.

| Node | Description | Frequency | Transportation | Location | Distance |
|------|----------------------|------------------|----------------|-----------------|-----------|
| L13 | Home | <i>NA</i> | <i>NA</i> | Newport | <i>NA</i> |
| L14 | Visiting people | Monthly | Walking | Newport | 0.54 |
| L15 | Restaurant | Semimonthly | Car other | Lennoxville | 35.95 |
| L16 | Bank | Quarterly | Car other | Cookshire-Eaton | 12.82 |
| L17 | General practitioner | Quarterly | Car other | East Angus | 22.4 |
| L18 | Convenience store | Semimonthly | Car other | Cookshire-Eaton | 4.84 |
| L19 | Convenience store | Semimonthly | Car other | Cookshire-Eaton | 4.92 |
| L20 | Pharmacy | Monthly | Car other | Cookshire-Eaton | 12.89 |
| L21 | Visiting people | 5 times per year | Car other | Newport | 11.39 |
| L22 | Visiting people | Bimonthly | Car other | Newport | 7.7 |
| L23 | Church | Weekly | Car other | Cookshire-Eaton | 4.77 |

Table 6. Characteristics of participant B’s visited locations.

B. Including groups in network analysis

With VERITAS-Social, alters can either represent individually declared or groups of people. Including both forms of alters can be problematic during network analysis. Treating groups as individual nodes underestimates the number of people encountered in certain locations, whereas treating them as n nodes, where n is the size of the group, may have a too strong impact on the size of the network and its underlying properties. To illustrate, for respondent A, two groups, consisting of 34 and 4 people, are seen in location L9. If we consider each of these groups as a single node, L9 has a degree of 3 and there is 6 alters in the network. If we consider these groups as n nodes, the degree of L9 and the number of alters change to 39 and 44, respectively. These marked differences will have an impact on the properties of the network, such as density and community structure. We suggest that weighting the number nodes by first transforming n (e.g., \sqrt{n}) can provide a more appropriate estimate of social exposure across locations while reducing the effect of large groups (in the Canadian CURHA sample, the largest reported group is 150 individuals). Nevertheless, the reported individuals and group members may not play similar roles (e.g., group members not reported individually may be acquaintances providing few health-relevant social resources), although these relationships will be considered as equivalent in this analysis.

Second Article.

Linking social interactions to visited locations of older seniors: An analysis of structural properties using bibartite networks

by

Alexandre Naud¹⁻³, Cédric Sueur^{3,4}, Basile Chaix⁵, Philippe Gerber⁶, and Yan Kestens^{1,2}

(¹) École de santé publique, Université de Montréal, Canada

(²) Centre de recherche du Centre hospitalier de l'Université de Montréal, Canada

(³) Université de Strasbourg, CNRS, IPHC UMR 7178, F-67000 Strasbourg, France

(⁴) Institut Universitaire de France, Paris, France

(⁵) Sorbonne Université, INSERM, Institut Pierre Louis d'Épidémiologie et de Santé Publique, Nemesis Research Team, F75012, Paris, France

(⁶) Urban Development and Mobility Department, Luxembourg Institute of Socio-Economic Research (LISER), Esch-sur-Alzette, Luxembourg

This article was submitted in Social Network.

RÉSUMÉ. Pour relever les défis posés par le vieillissement de la population mondiale, les collectivités devront, soutenir la capacité des aînés à entretenir leurs relations sociales. Comprendre où les aînés interagissent avec d'autres personnes peut aider à identifier les environnements susceptibles de répondre à leurs besoins sociaux. Dans cette étude, nous avons abordé ce problème en explorant les interactions sociales géolocalisées sous forme de réseaux, où les liens représentent les différentes personnes vues dans les lieux régulièrement visités. Nous avons sélectionné 183 personnes âgées de 79 ans et plus, en bonne santé cognitive et fonctionnellement indépendantes, vivant dans deux régions du Québec (Canada). Les relations entre les alters (c'est-à-dire les relations sociales d'un participant) et les lieux visités ont été identifiées à l'aide d'un questionnaire cartographique interactif. Ces liens ont ensuite été représentés sous forme de réseaux bipartites. Nous nous sommes intéressés à une propriété structurelle de ces réseaux, à savoir des motifs en étoile constitués d'un nœud central connecté à plusieurs nœuds périphériques. Étant donné la nature des réseaux étudiés, il peut s'agir soit d'un endroit où les aînés voient plusieurs alters, dont la plupart ne sont vus qu'à cet endroit, soit un alter vu à plusieurs endroits et qui est principalement la seule personne vue à ces endroits. Nous avons noté la présence récurrente de ces motifs, ces derniers ne s'expliquent pas par des connexions aléatoires entre les alters et les lieux. Nous avons également observé une grande variabilité dans le nombre d'alters et de lieux organisés en structures en étoile — la taille de ces structures est positivement associée à la taille du réseau global. Le domicile représente une part prédominante des lieux centraux. Néanmoins, une proportion notable de lieux centraux sont situés en dehors du domicile. Les alters vues à plusieurs endroits sont souvent le conjoint, et, dans une moindre mesure, d'autres membres de la famille et des enfants. Ces motifs indiquent très probablement des individus proches des aînés les accompagnant dans leurs activités quotidiennes. Notre étude a montré qu'un petit nombre de lieux et d'alters peuvent jouer un rôle central dans l'environnement socio-spatial des aînés. Cela soulève des questions quant à la vulnérabilité des aînés si ces lieux deviennent inaccessibles ou si elles perdent le contact avec ces alters clés. Cette étude illustre également les possibilités qu'offre la théorie des réseaux pour explorer l'interaction entre les réseaux sociaux et les environnements spatiaux.

Mots clés : Réseau social, Espace d'activité, Réseau bipartite, Interactions en face à face, Aînés, Motifs en étoile, Dissassortativité

ABSTRACT. To meet the challenges of the world’s aging population, communities must support the ability of seniors to maintain and create social relationships. Understanding where seniors interact with others may help identify how environments can sustain social needs. In this study, we addressed this problem by exploring the connections between places and people as complex networks, considering connections in terms of people seen in person at regularly visited locations. We selected 183 people who were aged 79 and over, in good cognitive health, functionally independent, and living in one of two regions in Quebec (Canada). Relationships between alters (i.e., individuals who have social relations with a given participant) and visited locations were assessed using an interactive map-based questionnaire. These relationships were then represented as bipartite networks. Following exploratory descriptive analyses, we wanted to investigate a specific type of emerging structure, namely star-like patterns composed of a high degree node connected to several degree one nodes. Given the nature of the network under study, these can either be a location where seniors see several alters, most of whom are seen only in that location, or an alter seen in several locations and who is primarily the only person seen in those locations. Using measures derived from degrees and clustering coefficients, we noted the recurring presence of such star-like structures. These patterns were not explained by random connections between alters and locations. We also observed a great variability in the number of alters and locations organised in star-like structures. The size of these structures positively associated to the size of the overall network. Locations where several alters were seen mainly involved alters who visited seniors in their homes. However, locations outside the home were also observed to be significant meeting places. Alters seen in several locations were often spouses and, to a lesser extent, other family members and children. This network shape most likely indicates individuals close to the seniors who accompany them during their daily activities. Our study has shown that a small number of locations and alters plays a truly central role in the socio-spatial environment of many seniors. This raises questions about the vulnerability of seniors if these locations become inaccessible or if they lose contact with certain key alters. This study also illustrates how network theory provides interesting possibilities for exploring the interaction between social networks and spatial contexts to understand healthy aging.

Keywords: Social network, Activity space, Bipartite network, Face-to-face interactions, Older adults, Star-like structure, Dissassortativity

1. Introduction

1.1. Background

The rapid growth of the world’s aging population [1] presents considerable challenges for our societies, including how to adequately meet the needs of this aging population and to promote its health and well-being. Poor social relationships and a lack of social interactions in old age are known risk factors for all-cause mortality [12, 13, 716, 294, 293, 717], cognitive decline [319, 300, 318], the development of dementia [301, 718], depression and suicidal ideation [302, 303, 305]. Informal support provided by others is critical to maintaining functional abilities [385, 373, 719], while positive social relationships may prevent functional decline [720, 721, 722] and promote subjective well-being [457, 722]. From a public health perspective, understanding the factors that promote positive social relationships in late life is a key concern.

The World Health Organization [723] has emphasised the importance of creating environments that support the ability of seniors to maintain and develop social relationships. Although information and communication technologies (e.g., telephone, video chat) can help seniors maintain social relationships [724, 725, 726], face-to-face social interactions remain a central element of social life. To provide further insight into this issue, we propose that understanding *where* seniors connect with members of their social network can help identify which aspects of communities support their social needs.

Later in life, relevant social interactions may occur in formal settings (e.g., volunteering at the community centre) or informal settings (e.g., neighbourhood gatherings) in a variety of public and private venues [576, 17, 10, 580, 583, 11, 19]. For example, restaurants are important settings that can facilitate social connections between seniors that are regular patrons, where they can look to each other for support and companionship [581, 666], and where the hospitality of the staff can also ease their loneliness [587]. Homes and residential neighbourhoods are also particularly important places for socialising [11, 574, 575], given that mobility declines with age [727]. Locations of social interaction are likely to vary according to geographic and cultural contexts [588, 589], and seniors from different socio-economic backgrounds meet in different types of locations [19].

To our knowledge, previous studies have not addressed the overall pattern of connections between the social networks of seniors and the locations of their daily activities, namely their activity spaces. In fact, most prior studies have focused on the social role of specific locations, such as senior centres (e.g., [576]) or commercial spaces (e.g., [583]) without providing information on the broader geospatial setting in which interactions occur. Meanwhile, other studies have looked at the distribution of social interactions across multiple locations (e.g.,

[19]), but without assessing which individuals are being encountered. This, however, does not shed light on how social connections occur across different locations. We argue that a complementary picture of how seniors interact with their social networks might be obtained by exploring *where* and *with whom* activities take place.

Such links between alters on the one hand, and visited locations on the other, can be represented as complex networks. Studies on large-scale communication databases (e.g., online social networks and mobile phone data) have shown that social connections can be inferred from the level of similarity of people’s activity spaces [728, 660], and that the affluence and diversity of people visiting specific locations can be used as indicators of gentrification [625]. Similarly, the relationship between a person’s social network and activity space can be represented as a network with two sets of nodes, alters and visited locations. These two sets are themselves connected by *who is seen at any given location*, resulting in a bipartite network.

1.2. The Current Study

This paper presents an exploratory study investigating the structural properties of such bipartite socio-spatial networks of community-dwelling seniors. During preliminary visual exploration of these networks, we observed recurring star-like structures consisting of a central node connected to multiple nodes, most of which were solely connected to this central node. Since these networks included two types of nodes, the observed structure was either alter-centric or location-centric. The presence of these star-like structures suggests degree disassortativity, that is a higher tendency for connections between high degree and low degree nodes in a given network, where degree is the number of incident edges at a node [729]. This is a specific case of the more general notion of disassortativity, that is, preferential connections between nodes in a network that are dissimilar in some way. Aside from social networks, many empirical networks exhibit some degree disassortativity [730].

The common method for assessing degree disassortativity in unipartite network (i.e., a network with one type of node) is to measure the linear correlation between the degrees of connected node pairs [730] producing scalar value in the range $[-1, 1]$, where values toward -1 and 1 implies increased disassortativity and assortativity, respectively. Since the original paper by Newman [730], the concept of disassortativity have been extensively studied in network science [731]. Most operational definition of disassortativity are developed for simple network and are limited in the context of this study. As stated previously, the star-like structure observed in our bipartite networks can either imply a high degree location connected to multiple low degree alters, or the inverse. Yet, methods related to degree correlations do not distinguish whether high and low degree nodes are locations or alters. To

assess the presence of these distinctive star-like structures, we explored network properties based on node degrees and clustering coefficients – the second metric assesses the extent to which nodes in the network are connected to common neighbours, and thus the extent to which these nodes tend to aggregate. *The underlying assumption is that star-like structures are characterised by a high degree node from one set (e.g., a location) connected to multiple low degree nodes from the other set (e.g., alters), most of which are connected only to this node (i.e., degree one nodes). Furthermore, these low degree nodes will be highly aggregated (i.e., have a high clustering coefficient) because they are all mostly connected to the same central high degree node.*

The first objective of this paper is to evaluate how empirical networks differ from random networks in terms of average degree distributions and clustering coefficients. The rationale here is to evaluate whether non-random patterns of people met across visited locations increase average disassortativity in the empirical networks. The second objective is to compare the organization of nodes in star-like structures across the sample by exploring the linear relations between node degrees and clustering coefficients. The third objective is to characterize the nature of the nodes observed in the star structures, either according to the type of relationship for alters, or according to whether the activities take place at or away from home for locations. The fourth objective is to assess whether the number of nodes organized in star-like structures is associated with the total number of nodes in the networks. We expect that a greater number of alters seen in high degree locations is associated with an increased number of alters, while an increased number of locations visited with a high degree alter is associated with increased total number of locations visited.

2. Methods

2.1. Study sample

The data are taken from the Contrasted Urban settings for Healthy Aging (CURHA) study, an international project with a common research agenda to collect and analyse extensive data on daily mobility, social networks, and health in later life [592]. Participants in the CURHA study from Canada ($n = 183$) are used here. They were recruited from The Quebec Longitudinal Study on Nutrition and Successful Aging (NuAge) cohort, a prospective study launched in 2003 that included 1793 seniors aged 67–87 at the time of recruitment who were cognitively healthy and functionally independent [593]. The initial cohort was drawn from an age- and sex-stratified random sample from the Quebec Medicare database for the regions of Montreal, Laval, and Sherbrooke in the province of Quebec, Canada. For the CURHA project, 983 participants who were still active in the NuAge cohort were contacted in 2014 and 2015. To be included in the study, participants had to: (1) be at least 79 years old, (2)

have their primary residence in the Montréal or Sherbrooke area, (3) have a score of at least 17/26 on the Telephone administered Mini-Mental State Examination (T-MMSE), a measure of cognitive function [594], and (4) be present in the study area for the duration of the study (10 days). The NuAge team was able to contact 792 (80.6%) participants by telephone. Of these, 456 were eligible and 269 agreed to receive further information about the project. They were mailed a detailed information package about the study; 183 registered and completed the interviews. Data were collected through face-to-face interviews in participants' homes between October 2014 and September 2015.

2.2. Sociodemographic characteristic and physical function

Sociodemographic variables included *age* (in years), *gender* (in binary format), and *education* (number of years of schooling completed). *Physical function* was measured using the SF36 Health Survey physical functioning scale. The scale ranges from 0 to 100. A low value implies that the participant is “very limited in performing all physical activities” and a high value implies that the participant “performs all types of physical activities including the most vigorous without limitations due to health” [605, p. 3135].

2.3. Bipartite networks

2.3.1. Empirical networks

Socio-spatial networks were collected using VERITAS Social, an interactive map-based questionnaire that jointly collects an individual's social network and activity locations [595, 732]. Participants were asked to locate a list of activities carried out at least once a month on an interactive map with the help of an interviewer (see Section A of the Supplementary Materials for a complete list of activities used in this study). For every reported activity, participants identified whether it was usually conducted alone or with someone else. Participants could identify one or more individuals, or a group of people. In short, VERITAS-Social includes a name generator [598] that identifies network members based on their co-presence at reported destinations. Once all activities, corresponding locations, and all people with whom these activities are carried out have been reported, participants can identify other members of the social network from whom they receive support or with whom they enjoy spending time, but who have not been reported among the people seen at usual activity venues.

We identified common locations that hosted multiple activities (e.g., choir and volunteer work at the same church). These could be activities reported at the same geographic coordinates or at coordinates that are close to each other since geographic identification on the map could be done manually. To ensure that we did not miss any co-locations, all location names for activities reported within 150 m of each other were compared and merged if identical.

We used a 150m threshold after observing that no other common locations were identified using larger radii (i.e., up to 1 km) on a 10% subset of our sample. In cases of uncertainty, we directly inspected Google Maps and conducted web searches for further assessment.

For every participant, we computed a bipartite network $G = (V, E)$ where V and E are the sets of nodes and edges, respectively (see Figure 19). The nodes V are further separated into two disjoint and independent sets of nodes V_L and V_A containing *locations* and *alters*, respectively. The edges E represent the link between individuals and locations, representing *who is seen at which location*, that is they only link nodes in the two different sets. In other words, there can be no edges between locations or between alters. As stated previously, participants could also identify groups of people (e.g., curling club members). Each group was transformed into \sqrt{n} . Nodes, with n being the number of people in the group. We used the square root to minimize the number of nodes added for large groups considering that n ranged between 2 and 150 people.

Individually reported alters were characterised as either *friend*, *spouse*, *children*, *other family member*, *co-worker*, or *acquaintance*. Alters reported as groups were defined as *group individuals*. Reported locations were dichotomised into participants' *homes* and *external destinations*. Detailed analyses regarding specific destination types (e.g., restaurants, places of worship) are available in Section E of the Supplementary Materials.

2.3.2. Random network generation

For each empirical network G , we generated a sequence of 1,000 random networks $G(n_L, n_A, m)$ with the same number of nodes for each set $n_L = |V_L|$ and $n_A = |V_A|$, and the same number of edges $m = |E|$ as in the participant's original network, but using random distributions of edges between the nodes. These random networks were used as null models as each location-alter pair was equally likely to be connected. However, edges in the random networks were distributed only among nodes that were already connected in the empirical network (i.e., non-isolated nodes). In other words, a location where a participant does not meet anyone will remain unconnected in any randomly generated networks. In the questionnaire, participants could identify locations visited alone or report alters that were not seen in any visited location. This resulted in a different number of isolated nodes in the sample. The proportion of isolated nodes in empirical networks tends to bias the properties of the associated random networks by concentrating degrees towards low values. Therefore, by limiting edge shuffling between non-isolated nodes, subsequent analyses comparing properties of empirical networks with those estimated in random networks are more conservative – edges are more likely to connect the same pairs of nodes as in the empirical networks. Furthermore, isolated and non-isolated nodes may represent distinct

phenomena, although this distinction may be more meaningful for alters (e.g., a friend living abroad usually contacted by phone, or one living and seen in the neighbourhood) than for locations (e.g., a grocery store visited alone or with a spouse).

2.4. Network measures

To explore the structural properties of bipartite networks — with respect to the distinctive star-like pattern consisting of a high degree node connected to several low degree nodes — we calculated different measures based on network size, degree distribution, and clustering coefficient.

2.4.1. Degree and size

The *degree* of a node u is the number of edges incident to it, denoted as $d(u) = |E(u)|$. In other words, it is the number of its connections with other nodes of the network. A node u with $d(u) = 0$ is said to be isolated, and a node v with $d(v) > 0$ is said to be non-isolated. The size is the number of nodes in the whole network, denoted as $n = |V|$. It can be calculated in each set, where $n_L = |V_L|$ is the number of locations and $n_A = |V_A|$ is the number of alters. In each set, we have calculated the number of isolated and non-isolated nodes, named $n_L[non - isolated]$, $n_L[isolated]$, $n_A[non - isolated]$, $n_A[isolated]$ in the following sections.

2.4.2. Interval degree distributions and interval edge sums

Given the star-like structures we intended to study, we were interested in degree one nodes and high degree nodes. Because the observed degree distributions (the relative frequencies of nodes of each degree) varied in our sample, we needed a consistent way to define high degree nodes among all empirical networks. To do this, we used the parameters of the degree distributions of all observed nodes in the random networks. For each empirical network G , we calculated the arithmetic mean, \bar{d} , the standard deviation, s , and the maximum value $max(D)$ of the random degree sequence D calculated in all corresponding random networks $G_1(n_L, n_A, m)$, $G_2(n_L, n_A, m)$, ... $G_{1000}(n_L, n_A, m)$. In the following pages, arithmetic means will be referred as means for simplicity purposes. The use of random degree distributions provided a more comparable way to define degree intervals since empirical distributions were strongly influenced by the presence/absence of star-like structures. Based on existing work on comparing degree distributions across complex networks [733, 734], we defined the four intervals as presented in Equation 1.

$$i(v) = \begin{cases} 0, & \text{if } d(v) = 0 \\ 1, & \text{if } d(v) = 1 \\ 2, & \text{if } d(v) =]1, \bar{d} + 2s] \\ 3, & \text{if } d(v) =]\bar{d} + 2s, \max(D)] \end{cases} \quad (1)$$

We set the upper limit of interval $i(2)$, and the lower limit of $i(3)$, at $\bar{d}_r + 2s_r$ because we observed that one standard deviation was too inclusive for our purpose.

Using these intervals, we calculated the interval degree distribution for each empirical network as follows:

$$IDD(t) = \frac{1}{n} \sum_{v \in V} \delta\{i(v), t\} \quad (2)$$

where $t = \{0, 1, 2, 3\}$, and δ takes the value of 1 if $i = t$ and 0 if it is not. The interval degree distribution provides the proportion of nodes found in each interval i . We then defined $IDD_L(t)$ and $IDD_A(t)$ as the interval degree distributions within locations and alters (i.e., V_L and V_A). For example, $IDD_L(1)$ is the proportion of visited locations with a degree of one.

We then calculated the interval edge sum, which is the number of incident edges at all nodes found in each interval as

$$IES(t) = \sum_{v \in V} d(v) \delta\{i(v), t\} \quad (3)$$

It is calculated as the sum of degrees within each interval. We then defined $IES_L(t)$ and $IES_A(t)$ as the interval edge sums, calculated within V_L and V_A . For example, $IES_A(4)$ is the number of edges incident to high degree alters, namely those with a degree greater than $\bar{d} + 2s$. For $i = 1$, this is simply the number of degree one nodes.

2.4.3. Clustering coefficient

Classically, the clustering coefficient represents the probability that two nodes directly connected to a common node are also connected to each other. This definition does not apply to bipartite networks since nodes directly connected to a common node are not connected to each other. Alternative definitions of the clustering coefficient have been developed for bipartite networks around the concept of node aggregation [735, 736, 737]. For this paper, we used the coefficient as presented in Le Blond et al. [738], first proposed by Borgatti and Everett [739]. Considering that the neighbourhood $N(i)$ of a node i is the set of nodes

directly connected to it, the clustering coefficient for a pair of nodes u and v in the same set is the ratio of common neighbours (i.e., the set of nodes that neighbours both u and v) to collective neighbours (i.e., the set of nodes that neighbours either u or v), defined as

$$cc(u,v) = \frac{N(u) \cap N(v)}{N(u) \cup N(v)} \quad (4)$$

This measure captures the relative overlap between node neighbours. The clustering coefficient of a single node u is then defined as the average of $cc(u,v)$ with all nodes v that share at least one neighbour with node u

$$cc(u) = \frac{\sum_{j \in N(N(u))} cc(u,j)}{|N(N(u))|} \quad (5)$$

where $N(N(u))$ are the second-order neighbours of u (i.e., the neighbours of the neighbours of u). Then we calculated the mean and cumulative values of the clustering coefficients in V_L and V_A . Means are denoted as $\bar{cc}(V_L)$ and $\bar{cc}(V_A)$, sums are denoted as $ccs(V_L)$ and $ccs(V_A)$. It is worth noting that clustering coefficients $cc(u)$ are undefined for nodes without second-order neighbours since this involves dividing by zero. For this paper, we have defined that $cc(u) = 0$ when $N(N(u)) = 0$ and $d(u) > 0$. In other words, the clustering coefficient is zero for non-isolated nodes without second-order neighbours. We made this choice so that the mean and cumulative clustering coefficients (i.e., \bar{cc} and ccs) better reflect the number of nodes organised in a star structure (see Section C of the Supplementary Materials for a detailed discussion of these clustering coefficients).

2.5. Statistical analysis

2.5.1. Mean values of degree distributions and clustering coefficients

We first tested whether the properties of empirical networks differed from that of random networks. As described previously, the random networks were generated by randomly permuting edges within the nodes of each network. The reasoning behind this choice of random networks is that degree disassortativity implies a greater tendency for connections between high and low degree nodes, connections that are less likely to occur when edges are randomly distributed. We expect the presence of star-like structures in empirical networks to be associated with a greater number of high-degree and degree-one nodes, and higher average clustering coefficients compared to random networks, which would be an indication of degree disassortativity. To test this hypothesis, we first separated the 183,000 random networks into 1000 sets each containing a single permutation of the original 183 empirical networks. We then calculated the means of *interval degree distributions* (IDD_L and IDD_A ;

see Equation 2) and *mean clustering coefficients* ($\bar{c}c(V_L)$ and $\bar{c}c(V_A)$; see Equation 5) in both the empirical networks and the 1000 random samples. As in a permutation, we compared the empirical means with the distribution of means obtained in the random samples. Our null hypothesis was that the interval degree distributions and the mean clustering coefficients came from a random distribution of connections between alters and locations: the random networks $G(n_L, n_A, m)$ corresponding to a null model in which there is a uniform probability of connections between alters and locations. To reject this hypothesis, we tested whether the empirical values are outside $100(1 - \alpha)\%$ of the ordered random values, using $\alpha = 0.05$ for all inferential analyses in this paper. We did not generate random networks with fixed degree distributions, although it would have been appropriate to estimate the portion of the clustering coefficient not explained by the degree distribution [740]. Since the sizes of our networks were relatively small, fixing the degree distributions significantly reduced the number of possible permutations, with only one possible edge configuration in most cases.

2.5.2. Linear relation between edge frequencies and clustering coefficients

To assess the extent to which nodes are organised into star-like structures among empirical networks, we calculated the linear relations between the number of connections of high degree nodes in one set, and the number of degree one nodes and the clustering coefficient sums in the other set. We expected a positive relation between the number of incident edges at high degree nodes in one set (e.g., locations) and the number of degree one nodes in the other set (e.g., alters). We further expected a linear relation between these two statistics and the sum of the clustering coefficients between nodes in the other set, given that multiple low degree nodes connected to a single high degree node would all have high clustering coefficient values. Therefore, we tested the relations between $IES_A(3)$, $IES_L(1)$, and $ccs(V_L)$ on the one hand, and $IES_L(3)$, $IES_A(1)$, and $ccs(V_A)$ on the other (see Equations 3 and 5).

First, we explored these relationships by using scatter plots and calculating Pearson correlation coefficients for each bivariate relation. Next, we used principal component analysis (PCA) to examine the linear relationships between all 6 variables. The eigendecomposition was first calculated on the correlation matrix of these centred variables. We used the correlation matrix because the variables had different levels of dispersion. We chose the number of retained principal axes based on the broken stick distribution. We calculated the loading matrix by scaling the eigenvectors with the square root of their respective eigenvalues [741], to which we applied a varimax rotation with Kaiser normalisation to further facilitate interpretation [742]. We calculated bootstrap confidence intervals for each loading based on the algorithm of Babamoradi et al. [743]. Networks were resampled 10,000 times and

confidence intervals were constructed with pivotal intervals (also known as the basic method, see Wasserman [744, Eq. 8.6, p.111]).

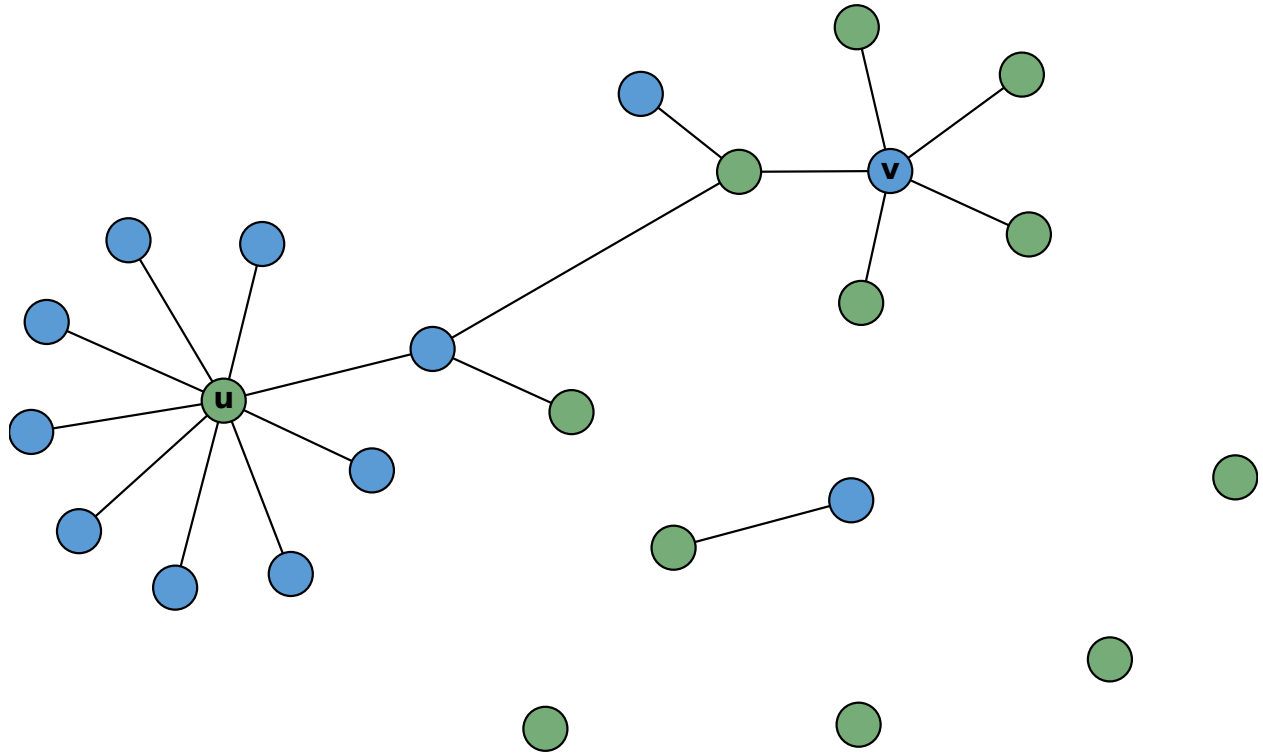


Fig. 19. Visual representation of a participant’s bipartite network. Alters are coloured blue and locations are coloured green. This network is composed of 12 alters (n_A) and 12 locations (n_L). Four locations were isolated — none of the alters were seen there. We observed two star-like structures, centred on a location (node u) and on an alter (node v). In both structures, the high degree nodes were mostly connected to degree one nodes. To further illustrate previously defined measures, the interval degree distribution for high degree locations ($IDD_L(3)$) was $1/12$ as there was only one high degree location (i.e., node u) out of the 12 locations. The number of incident edges at high locations ($IES_L(3)$) was 9, which represents the degree of node u . The number of degree one locations ($IES_L(1)$) was 6. A visual example of clustering coefficients can be found in Section C of the Supplementary Materials.

2.5.3. Characterisation of High Degree Nodes

To characterise high degree nodes, we examined the mean proportions found in each of the descriptive categories, namely *friends*, *spouses*, *children*, *other family members*, *co-workers*, *acquaintances*, or *group individuals* for alters, and *home* and *external destinations* for locations. Within each participant network, we calculated the proportions of high degree nodes found in each category separately for alters and locations. For example, if a participant reported 3 high degree locations, 1 being home and 2 being external destinations, this would yield proportions of 0.33 for home and 0.67 for external destinations. We then calculated the

mean of these proportions for each category of alters and locations for all participants, as well as the bootstrap confidence intervals for the mean proportions. Networks were resampled 10,000 times, and confidence intervals were constructed with pivotal intervals ([744, Eq. 8.6, p.111]).

2.5.4. Relations between network size and the presence of high-degree nodes

Lastly, we tested whether the number of edges incident to high degree nodes in one set was associated with the total number of nodes in the other set. We created two least square regressions: the first with $IES_A(3)$ as predictor and n_L as the outcome, the second with $IES_L(3)$ as predictor and n_A as the outcome. We then created 4 additional models with the same predictors, but on the subsets of observations with the number of non-isolated (i.e., $n_L[non - isolated]$ and $n_A[non - isolated]$) and isolated nodes (i.e., $n_L[isolated]$ and $n_A[isolated]$) as the outcome. In each model, we used age and physical functioning as covariates since both mobility and number of social relationships tend to decrease with age and loss of physical function [532, 745, 527]. Linear model assumptions were evaluated through visual diagnostic of studentized residual against fitted values and theoretical quantiles plots, Cook’s distance and adjusted Generalized Variance Inflation Factors [746] (results not reported). Since heteroskedasticity was observed in several cases, we calculated HC2 standard errors with adjusted degree of freedoms [747] as implemented by Imbens and Kolesar [748]. We further assess the ratio between the heteroscedasticity-corrected and the uncorrected standard errors to identify for potential model misspecifications [749]. For models with maximum ratios over 1.5, we calculated Generalized Information Matrix test. Effect estimates, confidence intervals, p-values, and partial R-squares are reported for predictor variables only. The complete model is presented in Section F of the Supplementary Materials.

3. Results

One participant reported 15 alters and 14 locations visited and 0 links. Of the alters, 5 were individually reported people living outside of her neighborhood, with whom she communicated by phone on an annual basis. The remaining 10 alters were generated from a dance group that met weekly, which highly suggests the existence of missing connections in the network. This participant was excluded from further analysis.

Participants were between 79 and 93 years of age ($\bar{x} = 83.7$) at the time of the study, with an almost equal gender ratio (women = 52%). The number of school years completed ranged from 4 to 29 ($\bar{x} = 13.5$) and physical function scores were from 5 to 100 ($\bar{x} = 77.62$). One hundred and fifty-seven (157) participants lived in a private residence, 21 in a residence for

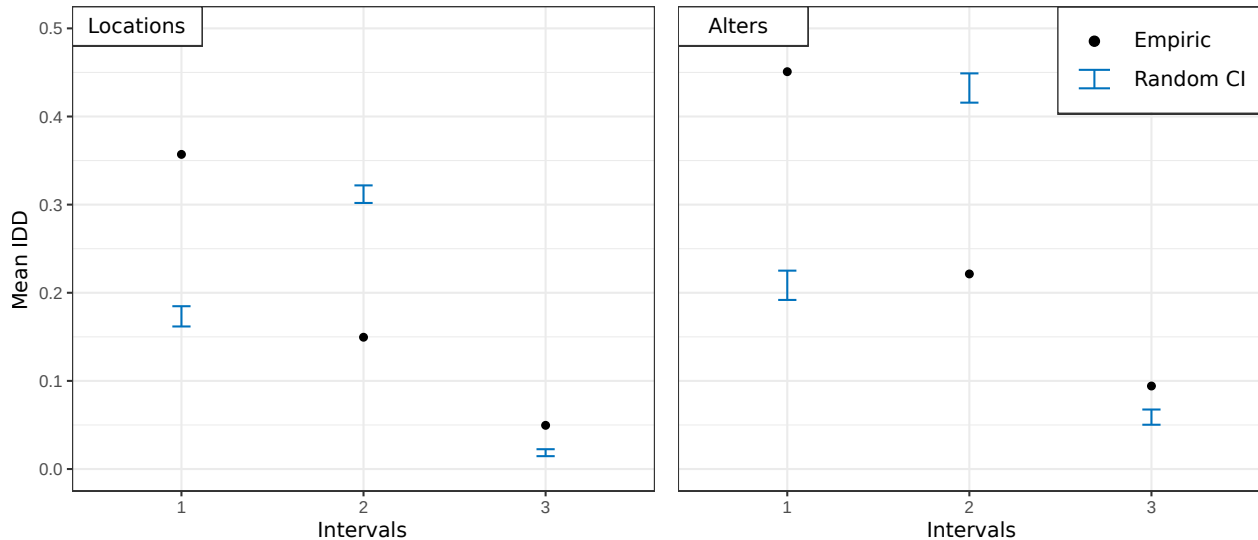


Fig. 20. Mean interval degree distribution within locations and alters. In each network, the proportions are first calculated for each degree interval in locations (V_L) and alters (V_A). The averages of proportions are then calculated in the 182 empirical networks (black dot) and in the 1000 samples for random networks. The confidence intervals (blue error bar) represent 95% of the ordered averages calculated in the random samples. The average of proportions of isolated nodes – $IDD_L(0)$ and $IDD_A(0)$ – is not reported here since edges in the random networks were permuted only between non-isolated nodes.

autonomous seniors, and 5 in a religious community. Participants reported between 1 and 19 people in their social networks ($\bar{x} = 7.8$). Fifty-two (52) participants reported between 1 and 3 groups in their network ($\bar{x} = 1.4$), consisting of 2 to 150 people ($\bar{x} = 35$). Of the 2954 reported locations identified in the entire sample, we identified 2633 unique locations. After transforming groups into \sqrt{n} Nodes and identifying unique locations, participants’ networks had between 4 and 28 locations ($\bar{x} = 14.4$) and between 1 and 28 alters ($\bar{x} = 9.47$).

In some cases, the relatively small number of locations and alters found in a participant’s network limited the possibility of permutations. Among the 182 empirical networks, we were able to generate 1000 different random networks for 69% of them, and more than 900 for 80% of them. Conversely, there was only one possible permutation for 9% of the sample; we generated 1000 identical networks for 9% of the participants. As a result, the comparison between empirical and random means is biased towards similar values, which makes our permutation tests more conservative.

Across participants’ networks, there were on average higher proportions of unconnected locations (mean $IDD_L(0) = 0.44$) and degree one alters (mean $IDD_A(1) = 0.45$), while high degree nodes were on average the least observed in both locations (mean $IDD_L(3) = 0.05$) and alters (mean $IDD_A(3) = 0.09$). We found moderate clustering between locations (mean $\bar{c}(V_L) = 0.52$) and alters (mean $\bar{c}(V_A) = 0.49$), indicating overlap of node neighbourhoods

| Number of locations | Min | \bar{x} | Max | s | |
|---|-----|-----------|-------|------|------|
| n_L | 4 | 14.39 | 28 | 4.67 | |
| $n_L[non - isolated]$ | 1 | 7.84 | 25 | 4.68 | |
| $n_L[isolated]$ | 0 | 6.55 | 17 | 4.57 | |
| Number of alters | | | | | |
| n_A | 1 | 9.47 | 28 | 5.26 | |
| $n_A[non - isolated]$ | 1 | 7.23 | 24 | 4.93 | |
| $n_A[isolated]$ | 0 | 2.24 | 12 | 2.63 | |
| Interval degree distributions | | | | | |
| IDD_L | 0 | 0 | 0.44 | 0.94 | 0.28 |
| | 1 | 0 | 0.36 | 1 | 0.24 |
| | 2 | 0 | 0.15 | 0.93 | 0.15 |
| | 3 | 0 | 0.05 | 0.25 | 0.06 |
| IDD_A | 0 | 0 | 0.23 | 0.88 | 0.25 |
| | 1 | 0 | 0.45 | 1 | 0.28 |
| | 2 | 0 | 0.2 | 0.86 | 0.2 |
| | 3 | 0 | 0.09 | 1 | 0.12 |
| Interval edge sums | | | | | |
| IES_L | 1 | 0 | 5.13 | 23 | 3.97 |
| | 3 | 0 | 4.81 | 31 | 5.99 |
| IES_A | 1 | 0 | 4.51 | 19 | 4.16 |
| | 3 | 0 | 5.96 | 26 | 5.87 |
| Mean clustering coefficients | | | | | |
| $cc(V_L)$ | 0 | 0.52 | 1 | 0.25 | |
| $cc(V_A)$ | 0 | 0.49 | 1 | 0.27 | |
| Cumulative clustering coefficients | | | | | |
| $ccs(V_L)$ | 0 | 4.55 | 21.81 | 3.84 | |
| $ccs(V_A)$ | 0 | 4.36 | 19.13 | 4.09 | |

Table 7. Descriptive statistics of network measures.

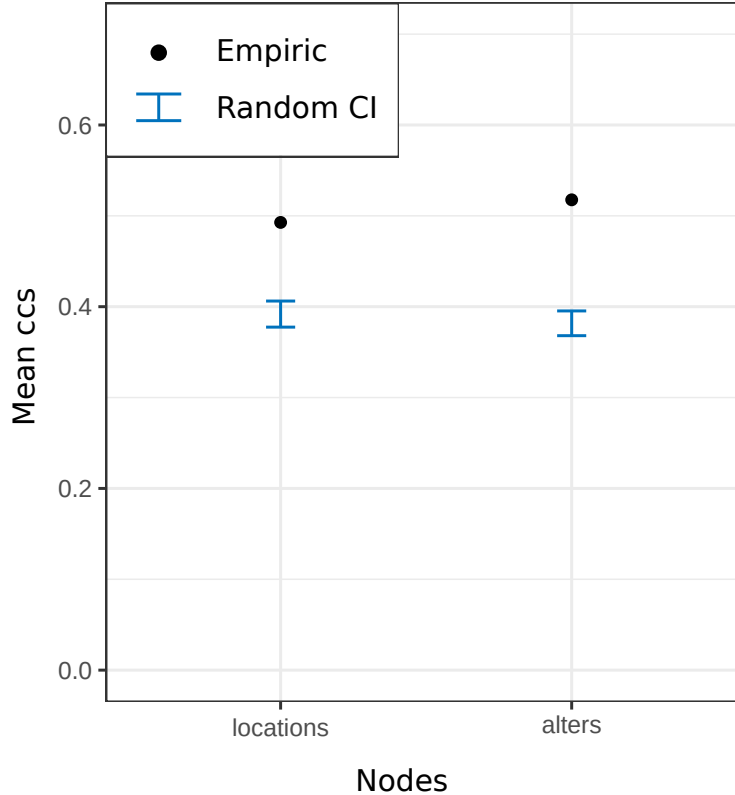


Fig. 21. Means of the cumulative clustering coefficients in location ($ccs(V_L)$) and alter ($ccs(V_A)$) nodes. Clustering coefficients are calculated in both empirical and random networks. The averages of clustering coefficients are calculated in the 182 empirical networks (black dot) and in the 1000 samples for random networks. The confidence intervals (blue error bar) represent 95% of the ordered averages calculated in the random samples.

(see Table 7). When comparing the properties of empirical networks to those of random networks, empirical networks had on average higher proportions of high degree and degree one nodes, as well as higher clustering coefficients (see Figures 20 and 21).

We observed marked positive linear relations between the number of incident edges at high degree nodes in one set, and the number of degree one nodes and the cumulative clustering coefficients in the other set. We observed positive linear relations between $IES_A(3)$, $IES_L(1)$, and $ccs(V_L)$, and between $IES_L(3)$, $IES_A(1)$, and $ccs(V_A)$ (see Figure 22). This is indicative of star-like structures centred on alters for the correlation between the first set of three measures and centred on locations for the second set. On the leftmost and central scatterplots, we observed clusters of observations at $x = 0$. These are networks without high degree alters (i.e., $IES_A(3) = 0$) or locations (i.e., $IES_L(3) = 0$). Although these networks represent 37% and 48% of our sample, respectively, the dispersion of these observations with respect to their covariates remains relatively small, which supports the observed linear relations. The Pearson correlation coefficients are relatively higher for linear relations indicating

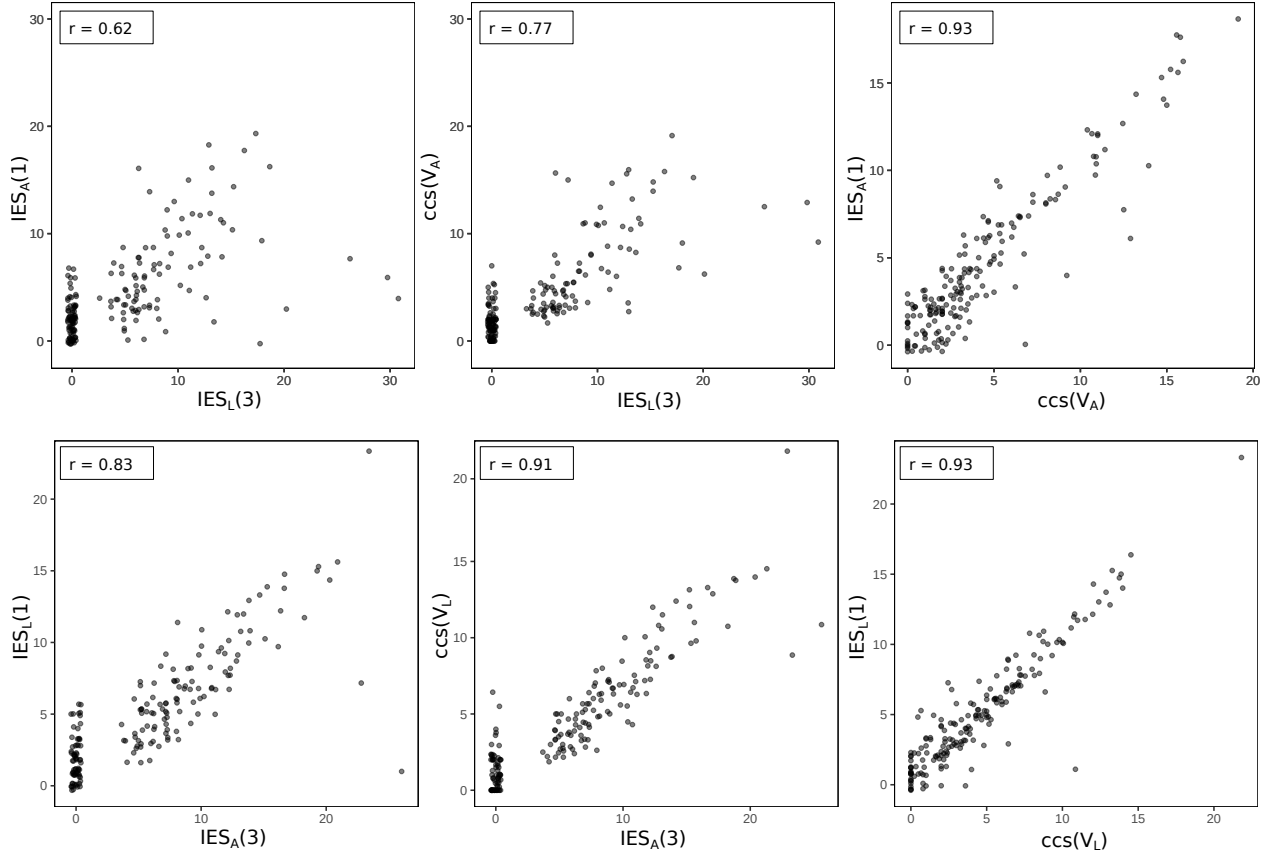


Fig. 22. Bivariate scatterplots of $IES_L(3)$, $IES_A(1)$ and $ccs(V_A)$ and $IES_A(3)$, $IES_L(1)$ and $ccs(V_L)$. These linear relationships are expected to display the extent that nodes are organized in star-like structure, either centred on a location (first row) or on an alters (second row). Observations are randomly moved on the x- and y-axis by a factor of 0.4 to reduce overlapping.

high degree alters connected to multiple low degree locations (i.e., $IES_A(3)$, $IES_L(1)$, and $ccs(V_L)$). We also observed several outliers in the leftmost and central scatterplots in Figure 22 at $IES_L(3) > 20$ and $IES_A(3) > 20$. Further analysis revealed that most outliers corresponded to networks consisting of high degree alters sharing multiple neighbours (see Section D of the Supplementary Materials).

Using principal component analysis, we summarised these linear relations between the number of incident edges at high degree nodes (i.e., $IES_A(3)$ and $IES_L(3)$), the number of degree one nodes (i.e., $IES_A(1)$ and $IES_L(1)$), and the cumulative clustering coefficients (i.e., $ccs(V_A)$ and $ccs(V_L)$) in a two-dimensional subspace accounting for 89% of the total variance (see Figure 23). In this subspace, $IES_L(3)$, $IES_A(1)$ and $ccs(V_A)$ are strongly related to the first axis, and $IES_A(3)$, $IES_L(1)$ and $ccs(V_L)$ are strongly related to the second axis (see Table 8). These two axes appear to represent the number of nodes organised in star-like structures centred on locations and alters, respectively, and account for 47% and 42%

| | Principal axis 1 | | Principal axis 2 | |
|------------------------------|------------------|----------------|------------------|----------------|
| | r | CI95% | r | CI95% |
| $IES_L(1)$ | 0.96 | [0.99, 0.93] | 0.05 | [0.08, 0.01] |
| $IES_A(3)$ | 0.95 | [0.98, 0.93] | -0.02 | [-0.02, -0.07] |
| $ccs(V_L)$ | 0.98 | [1.00, 0.98] | -0.05 | [-0.03, -0.08] |
| $IES_A(1)$ | -0.05 | [-0.10, 0.06] | 0.86 | [0.90, 0.81] |
| $IES_L(3)$ | 0.08 | [0.05, 0.16] | 0.92 | [0.96, 0.90] |
| $ccs(V_A)$ | -0.06 | [-0.06, -0.12] | 0.98 | [0.99, 0.97] |

Table 8. Loadings and bootstrap confidence intervals of the 6 variables in the first two principal axes. Loadings represent the correlation between each variable and the principal axes.

of the total variance. Further characterisation of the participants’ network based on the presence/absence of high degree nodes suggests four structural categories corresponding to only high degree locations ($IES_A = 1$ and $IES_L \geq 1$; 35 networks), only high degree alters ($IES_A \geq 1$ and $IES_L = 0$; 54 networks), co-presence of both ($IES_A \geq 1$ and $IES_L \geq 1$; 60 networks), or neither ($IES_A = 0$ and $IES_L = 0$; 33 networks).

We found that participants’ homes accounted for the largest proportion of high degree locations ($\bar{x} = 0.64$; $CI95\% = [0.56, 0.73]$). However, external destinations accounted for more than a third of the mean proportions ($\bar{x} = 0.36$; $CI95\% = [0.27, 0.44]$). The home was a high degree location for 70 participants (38% of the sample), and 50 participants (27% of the sample) had at least one external destination as a high degree location. Alters seen in high degree homes were usually visiting, and external high degree locations were mainly restaurants (or cafés and bars), places of worship or sports centres. Most high degree alters were spouses ($\bar{x} = 0.71$; $CI95\% = [0.63, 0.79]$), followed by children ($\bar{x} = 0.15$; $CI95\% = [0.08, 0.21]$) and friends ($\bar{x} = 0.11$; $CI95\% = [0.05, 0.17]$). Of the 114 participants with high degree alters, 84 had a spouse. Additional analysis within each of these groups revealed two trends: the spouse was the primary high degree node for those with a spouse ($\bar{x} = 0.96$), whereas friends ($\bar{x} = 0.40$), children ($\bar{x} = 0.50$), and other family members ($\bar{x} = 0.10$) were high degree nodes for those without a spouse. Only three of the 96 participants with a spouse had a non-spouse as a high degree alter. Finally, most degree one locations connected to high degree alters were functional (e.g., pharmacies, grocery stores), suggesting that high degree alters were likely to accompany participants for daily functional activities (see Section E of the Supplementary Materials).

Linear regressions showed that the number of incident edges at high degree nodes in one set was associated with the total number of nodes in the other sets. Each connection to high degree locations (i.e., $IES_L(3)$) was associated with an increase of 0.61 alters (i.e., n_A),

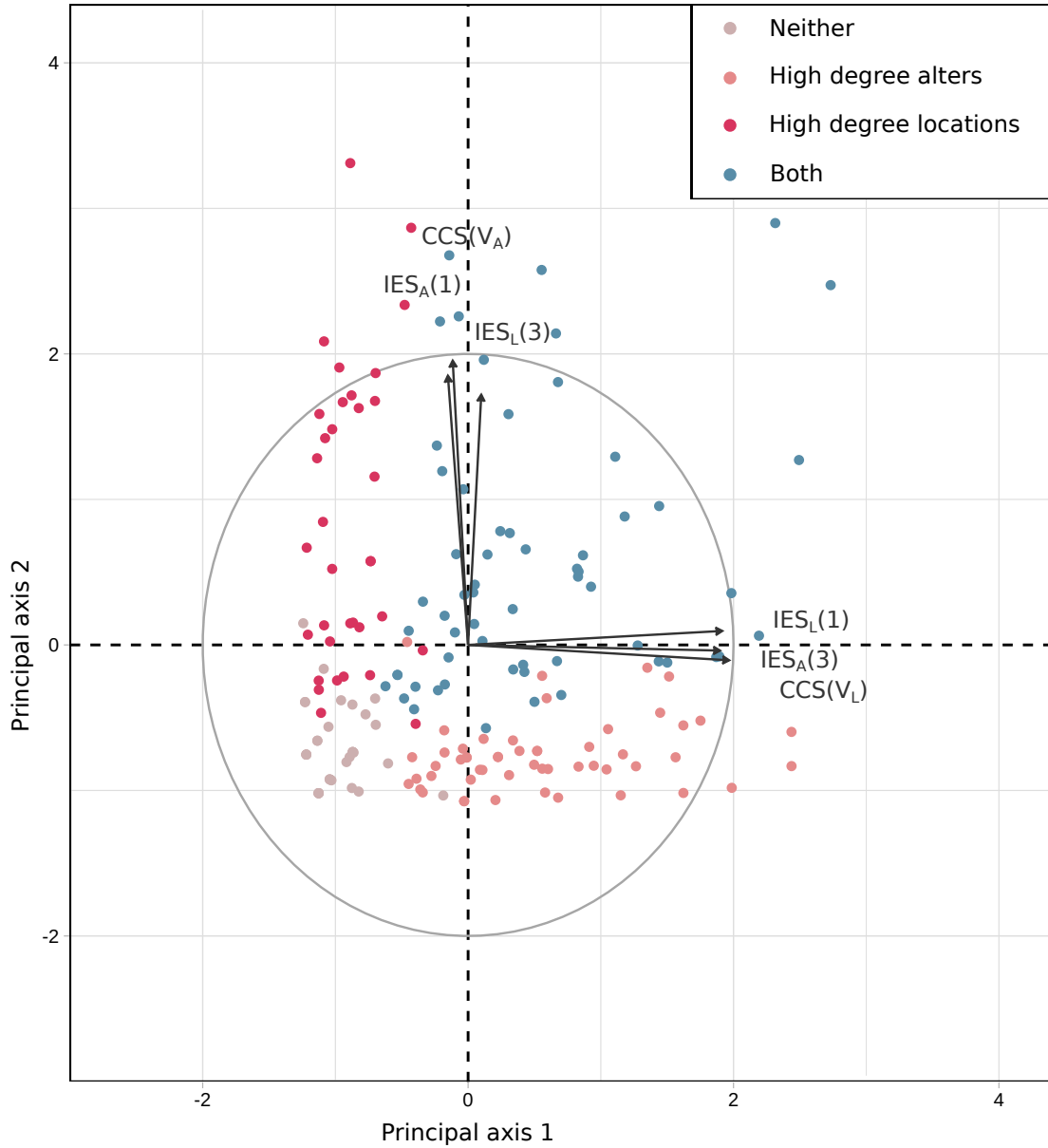


Fig. 23. Biplot of loadings and observations along principal axes 1 and 2. The loadings are represented by black arrows. The length of the arrows represents the contribution of each variable to the reduced space. The unit circle is drawn in grey to help judge variable contributions. The loading and the unit circle are resized by a factor of 2 to improve visualization. Each point corresponds to an observation with coordinates along the main axis. The distance between observations corresponds to Mahalanobis distance. The angles between the loadings and the main axis represents their respective correlations in the reduced space. The colours of the dots indicate the presence/absence of high-degree nodes in bipartite networks. They are separated into four categories: none ($IES_A = 6$ and $IES_L = 0$), high-degree alters ($IES_A \geq 1$ and $IES_L = 0$), high-degree locations ($IES_A = 1$ and $IES_L \geq 0$) and both ($IES_A \geq 1$ and $IES_L \geq 1$). The lowest observations on PA1 and PA2 follow a relatively straight line because the measurements used for the PCA all have minimum values of 0. One observation has been removed from the figure to improve visualization (coordinates = $(-4.16; 0.74)$).

while each connection to high degree alters (i.e., $IES_A(3)$) was associated with an increase of 0.29 locations (i.e., n_L). Subsequent analysis showed that the number of alters seen in high degree locations (i.e., $IES_L(3)$) was positively associated with the number of alters seen in all visited locations (i.e., $n_A[non - isolated]$), and inversely associated with the number of alters not regularly seen in visited locations (i.e., $n_A[isolated]$). Similar positive associations were observed between high degree alters (i.e., $IES_A(3)$), and connected (i.e., $n_L[non - isolated]$) and unconnected locations (i.e., $n_A[isolated]$). The association between connected nodes (i.e., $n_A[non - isolated]$ and $n_L[non - isolated]$) was also stronger than between unconnected nodes (i.e., $n_A[isolated]$ and $n_L[isolated]$), which explains why the associations with the total number of nodes (i.e., n_A and n_L) are positive overall. Lastly, the number of locations where high degree alters are observed (i.e., $IES_A(3)$) explains a moderate portion of the variance in locations visited alone (i.e., $n_L[isolated]$) ($r^2 = 34\%$). In comparison, the number of alters seen at high degree locations (i.e., $IES_L(3)$) explains a small portion of the variance in the number of alters not seen at regular locations (i.e., $n_A[isolated]$) ($r^2 = 3\%$). All relationships were significant (see Table 9). Results of the complete models with confounders are available in Section F of the Supplementary Materials.

For the models with the number of non-isolated alters and locations as outcomes, the maximum ratios between adjusted and unadjusted standard errors were greater than 1.5. Therefore, we performed the Generalized Information Matrix (GIM) test [749] and found evidence of misspecification (i.e., a p-value for the GIM test < 0.05). In each model, one observation appeared to have relatively high leverage based on Cook distance. By removing these observations from the models, we no longer found evidence of misspecification, while the estimates and confidence intervals remained comparable for the main predictors (results not reported). We therefore retained the models calculated on the full sample to ensure comparability.

| | | n_A | | | | $n_A[non - isolated]$ | | | | $n_A[isolated]$ | | | |
|------------------------------|--|---------|--------------|------|-------|-----------------------|--------------|------|-------|-----------------|-----------------|------|-------|
| | | β | CI95% | p | r^2 | β | CI95% | p | r^2 | β | CI95% | p | r^2 |
| $IES_L(3)$ | | 0.61 | [0.48; 0.75] | 0.05 | 0.49 | 0.69 | [0.57; 0.81] | 0.05 | 0.69 | -0.08 | [-0.14; -0.01] | 0.05 | 0.03 |
| | | n_L | | | | $n_L[non - isolated]$ | | | | $n_L[isolated]$ | | | |
| | | β | CI95% | p | r^2 | β | CI95% | p | r^2 | β | CI95% | p | r^2 |
| $IES_A(3)$ | | 0.29 | [0.19; 0.39] | 0.05 | 0.14 | 0.73 | [0.65; 0.80] | 0.05 | 0.83 | -0.44 | [-0.52; -0.368] | 0.05 | 0.34 |

Table 9. Linear regression models of the number of nodes in a given set explained by the number of edges incident to high-degree nodes in the other set. The first row displays the models for the total number of alters (n_A), the number of non-isolated ($n_A[non - isolated]$) and isolated alters ($n_A[non - isolated]$), with the number of edges incident to high-degree locations ($IES_L(3)$) as the main predictor. The second row display the models with the total number of locations (n_L), the number of non-isolated ($n_L[non - isolated]$) and isolated locations ($n_L[non - isolated]$), and the number of edges incident to high-degree alters ($IES_A(3)$) as the main predictor. All models are adjusted for age and physical functioning. Coefficient estimate (β), confidence intervals (CI95%), p-values and partial R-square (r^2) are reported for the main predictor only.

4. Discussion

In this study, we investigated how seniors' social interactions relate to the places they visit. We took a different approach from previous studies by directly assessing "who is seen in the visited locations" and by considering these socio-spatial relationships as complex networks. In this way, we were able to explicitly study where seniors see their social relationships in their activity space, while considering whether these individuals are seen in various locations. This approach, which combines an interactive questionnaire and network analysis, provides a complementary view of the socio-spatial environment of seniors to what is known via other methods, such as semi-structured interviews [578], observations [16], or activity diaries [19].

In our sample, we identified recurrent star-like patterns consisting of a high degree node connected to several low degree nodes. Given the system under study, these patterns reflect either locations where seniors see multiple people, most of whom are seen only at those locations, or people with whom seniors engage in multiple activities, most of which occur only with those people. The study of network properties based on degree distributions and clustering coefficients suggests that these star-like structures do not result from random connections between alters and locations, that these structures are not observed in all seniors' networks, and that they are related to network size.

The star-like structure primarily reflects locations where seniors see multiple people, many of whom are seen only at that location. In addition, most of these locations were the participants' homes and alters seen there were usually visiting. This is consistent with results from a previous study on older adults (i.e., 65 years and older) living in southeastern Netherlands, which also found that the home was the location with the highest proportion of social interactions [19]. What our study adds to this is that for many seniors, the home is the location where they see the greatest number of different people, but also that most of them are only seen at home. Given that our sample is composed of community-dwelling seniors, this raises questions about the potential impact of residential moves. A new place of residence may be less familiar or accessible to others. Conversely, seniors who experience social isolation and receive few home visits may benefit from opportunities for social interaction if they move to adapted housing for seniors [750, 384]. A significant proportion of locations where many alters were seen were also external destinations. Various activity locations within the community are important settings for social relationships. Compared to residential locations, external destinations may offer more opportunities for new social encounters. However, in this study, we cannot distinguish whether these highly social locations reflect meeting people who were previously known (e.g., a group of longtime friends) or partaking in activities that allow seniors to create new relationships (e.g., an art class). Finally, fewer alters seen

in these locations are associated with more alters not seen regularly in the activity space. This may either reflect important alters that are not often seen in face-to-face interactions, and/or often seen through other means of communication. Other studies have shown that information and communication technologies may help seniors to partially compensate for their increasing social isolation [751].

Star-like structures may also reflect a person with whom a senior engages in multiple activities, most of which are only carried out with that person. This appears to represent individuals that are close to the seniors and who accompany them on their daily errands, most often their spouses and, to a lesser extent, their children and friends. We also observed that the number of locations visited with these alters was inversely associated with the number of locations visited alone. This suggests that a fraction of these locations involved functional activities (e.g., grocery shopping, doctor visits) that must be done anyway. The total number of locations in the activity space was also positively associated with the number of locations visited with these alters. This finding calls into question the influence of close relationships on seniors' mobility, and how these people seen in multiple locations represent a form of informal support [396, 408].

This study had several limitations. First, our sample consisted of seniors with a higher level of education than the reference population (i.e., those aged 75 and over living in the province of Quebec) [404]. This limited the scope of our interpretation to this specific population; different patterns may occur among seniors of other socioeconomic and cultural backgrounds or who live in different geospatial environments. Second, social relationships were primarily collected from localised social interactions. Although participants had the opportunity to identify individuals at the end of the survey who were part of their network but had not been reported in relation to a visited activity location, these were collected based on the support they provided, their companionship, or the fact that they were often encountered. It is unclear whether these were people not regularly seen in locations other than those identified, or people with whom participants were in contact through information and communication technologies. In comparison, isolated locations were more clearly defined as they were places that were usually visited alone. Third, the cross-sectional nature of our sample made it difficult to understand the processes underlying the emergence of the observed structures.

The next step is to explore the individuals and contextual factors that are associated with these specific network structures by asking, for example, how certain aspects of the living environment constitute or are related to high-sociability locations. Furthermore, these star-like structures were not observed in all networks, and for those that were, the nodes organised in such structures represented only fractions of the overall socio-spatial networks. It would be

interesting to study many other properties of these complex networks to further improve our understanding of the interaction between the geospatial and social environments of seniors. On a final note, this study demonstrates that network theory offers interesting possibilities for exploring these relational systems. A deeper understanding of these complex network structures can inform interventions and policies to support contexts that enhance the social life of seniors.

Authors Contribution Statements

Alexandre Naud conceived the original hypothesis, designed and performed the analysis and wrote the manuscript. Yan Kestens oversaw the Canadian part of the CURHA study. Yan Kestens and Philippe Gerber are the nominated principal investigators of the CURHA study. Yan Kestens, Basile Chaix, Philippe Gerber and Cédric Sueur provided critical feedback for the hypothesis and the analysis, and contributed to the final version of the manuscript.

Competing interests

Yan Kestens holds shares in Polygon Co., the company that markets the VERITAS application. All other authors declare that they have no competing interests.

Supplementary materials

A. VERITAS-Social predefined activities

Within the VERITAS-Social questionnaire, regularly visited locations are assessed from a list of predefined activities. Apart from the residential location, participants could declare, for each type of activity, one or several locations visited at least monthly. An open-ended question at the end of the questionnaire also allowed for additional assessment of locations not included in the predefined list provided by the research team. Table 10 lists the activity categories used in the CURHA project and the number of locations reported by all participants for each of these activities.

Since we were, in this paper, investigating visited locations and not regular activities, we merged, for each participant, the activities taking place in common locations. We recategorized the new locations according to both the categories (e.g., visiting people) and textual descriptions (e.g., a friend’s house) of associated activities. When uncertain, location types were further assessed using Google Street View based on geospatial coordinates. Of the 2954 reported activities, we identified 2633 visited locations. The new location categories and their number across all participants are shown in Table 11.

Of the 2633 locations visited, 12 remained undefined. These undefined locations included 1 sports activity, 6 cultural or leisure activities, 3 volunteering activities, 1 associative, religious or spiritual activity, and 2 other activity locations. Visual exploration through Google Street View showed a majority of residential homes and few commercial buildings. Yet, no banners were visible, and the google search with associated addresses did not provide relevant information. In addition, these locations were not found in a star structure.

| Activity location and residence | Frequency |
|--|-----------|
| Grocery store | 346 |
| Cemetery | 265 |
| Visiting people | 206 |
| Specialist physician | 185 |
| Primary residence | 182 |
| Shopping | 180 |
| Hairdresser or barber shop | 172 |
| Cultural or leisure activity | 162 |
| Physician | 147 |
| ATM | 143 |
| Convenience market | 127 |
| Bank | 109 |
| Associative, religious or spiritual activity | 100 |
| Public transport | 92 |
| Specialized food store | 84 |
| Sport | 72 |
| Bakery | 62 |
| Pharmacy | 59 |
| Volunteering | 53 |
| Fruit and vegetable store | 45 |
| Farmer market | 37 |
| Public market | 35 |
| Accompanying people | 26 |
| Work | 20 |
| Restaurant, coffee shop or bar | 16 |
| Secondary residence | 10 |
| Other activity locations | 4 |

Table 10. The observed frequencies of activity locations by type of activity. These are calculated across the 182 participants retained from the CURHA Montreal study.

| Visited locations and residence | Frequency |
|--|-----------|
| Food store | 539 |
| Health practitioner and pharmacy | 533 |
| Alter residence | 275 |
| Bank and ATM | 200 |
| Participant residence | 192* |
| Restaurant, coffee, or bar | 190 |
| Stores | 185 |
| Beauty and hair salon | 127 |
| Place or worship, religious association, and community | 100 |
| Transport | 91 |
| Cinema, theatre, and concert hall | 46 |
| Sport center | 43 |
| Community, associative or sociocultural center | 32 |
| Library and museum | 18 |
| Schools | 17 |
| Cemetery | 16 |
| Other | 9 |
| Park and nature | 8 |

Table 11. Observed frequency of visited locations generated from activity locations. These are calculated across the 182 retained participants from the CURHA Montreal study. *Contains primary and secondary residences.

B. Sensitivity analysis on group nodes transformation

Participants in the study could identify their social relationships either as individuals or as groups of people. To integrate groups into bipartite networks, we transformed them into multiple nodes connected to the locations where the groups are met. To define the number of nodes added from a given group, we used the \sqrt{n} , where n is the size of the group minus the number of individuals reported to be part of that group. The \sqrt{n} is then rounded to the nearest integer.

The objective of this transformation was to limit the number of added nodes as n increases. Other root- and log-based transformations can also reduce the number of added nodes to the networks in a comparable way. Figure 24 shows a comparison of the number of nodes added using n nodes, with the corresponding transformations using n nodes, with the corresponding transformations involving \sqrt{n} , $\sqrt[3]{n}$, $\log_2(n)$ and $\log_e(n)$. We see large overlaps between pairs of transformations – \sqrt{n} and $\log_2(n)$ yields same number of additional nodes for 49 groups while $\sqrt[3]{n}$ and $\log_e(n)$ yields same number of additional nodes for 53 groups (there is 72 groups in the sample).

Looking at the distribution of transformed values, we observe that \sqrt{n} and $\log_2(n)$ provide larger values as n increases compared to $\sqrt[3]{n}$ and $\log_e(n)$. Log-based transformations also returns 0 nodes for groups with $n = 1$ (e.g., a group of size 4 with three other individuals being also part of this group). For both reasons, we chose the \sqrt{n} transformation to define the number of added nodes.

Transforming groups into multiple nodes is potentially problematic as it can create star-like patterns that are the focus of this paper. This is because groups are essentially connected to a single location, and thus the \sqrt{n} . Nodes generated from them will likely be degree one alters all connected to a single location. Therefore, it increases the likelihood for locations where groups are seen to be considered as being high degree nodes. Of the 120 high-degree locations identified in the study, 40 of them can be explained by being connected to groups, most of which are non-residential locations (72.5%) (see Table 12).

The mean proportions of the interval degree distributions (Equation 2) are comparable between networks with groups as single, \sqrt{n} and n nodes (see Figure 20 and 25). However, in bipartite networks with $n - nodes$ groups, the average proportion of high degree locations is not significantly different from what is observed in random networks. A potential explanation is that the permutation of edges does not eliminate high degree locations when there is a large number of edges produced by the transformation of groups in n nodes. The

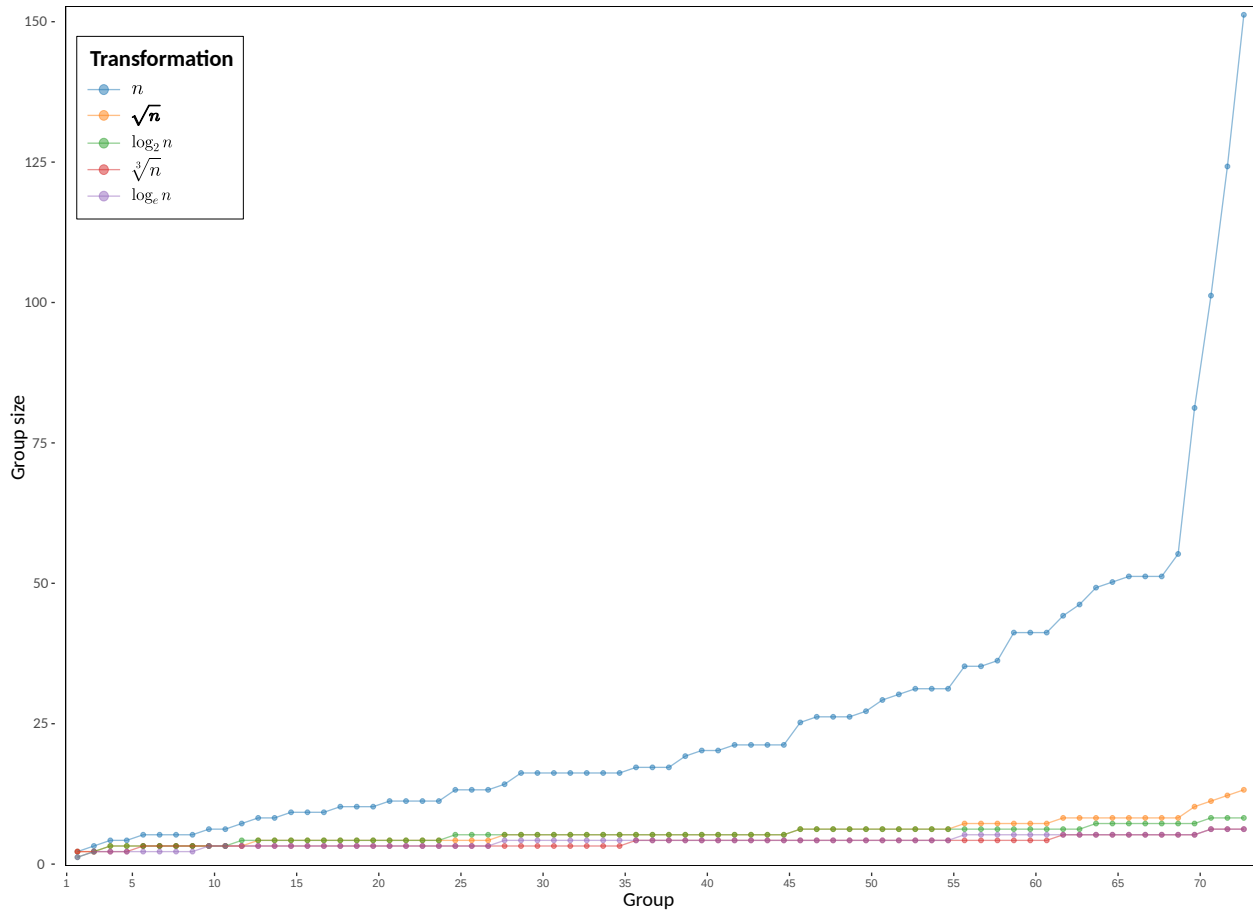


Fig. 24. Untransformed and transformed group sizes by group. n indicate group sizes minus the number of people reported as being part of the group (blue). These group sizes are then transformed with square root (orange), \log_2 (green), cubic root (red) and \log_e (purple). Group (x-axis) represent all the groups reported by the participants, ordered by increasing group sizes.

| Visited locations and residence | Number |
|--|--------|
| Participant residence | 11 |
| Place or worship, religious association, and community | 6 |
| Restaurant, coffee, or bar | 6 |
| Sport center | 6 |
| Community, associative or sociocultural center | 4 |
| Cinema, theatre, and concert hall | 2 |
| Park and nature | 2 |
| Schools | 2 |
| Alter residence | 1 |

Table 12. Number of visited locations and participant residences that are high degree places due to their connection to one or more groups.

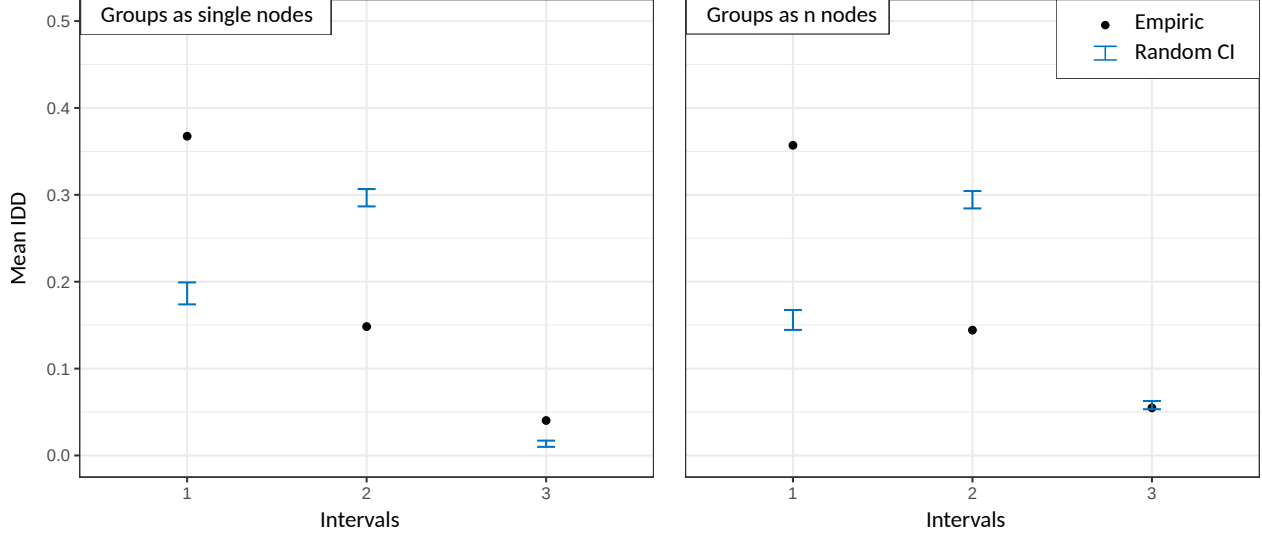


Fig. 25. Mean interval degree distribution within location (IDD_L) in bipartite networks with groups transformed as one node (left) and n nodes (right). The proportions are first calculated for each degree interval in location nodes (VL). The means of proportions are then calculated in the 182 empirical networks (black dot) and in the 1000 sets of 182 random networks. The confidence intervals (blue error bar) represent 95 random networks.

mean of the cumulative clustering coefficients between locations (Figure 21), were comparable when measured in bipartite networks with clusters as single, \sqrt{n} and n nodes (results not reported).

Next, we compared the bivariate linear relationships between the sum of edges in high degree locations $IES_L(3)$ (Equation 3), the sum of edges in degree-one alters $IES_A(1)$ (Equation 3), and the sum of clustering coefficients among alters $ccs(V_A)$ (Equation 5). These were assessed in bipartite networks with groups as single nodes and n nodes (Figure 26), which replicates the analyses of Figure 22. Pearson correlation coefficients are comparable in these networks to those observed in networks with groups as \sqrt{n} Nodes. Furthermore, we find stronger linear relationships when calculated with groups transformed into n nodes, which is more evident when potential outliers are removed (i.e., the red dot in the lower scatterplots of Figure 26; Pearson correlation coefficients become 0.97, 0.98 and 1.00 from left to right in the three lower plots of Figure 26)

Similar linear relationships are observed in principal component analyses. When calculated from networks with one-node and n -nodes groups, we obtain similar loadings in terms of length and angles with the first two principal axes (results not reported). The cumulative variance in these two axes was 87% when groups are transformed as one-node and 89% when transformed as n -nodes.

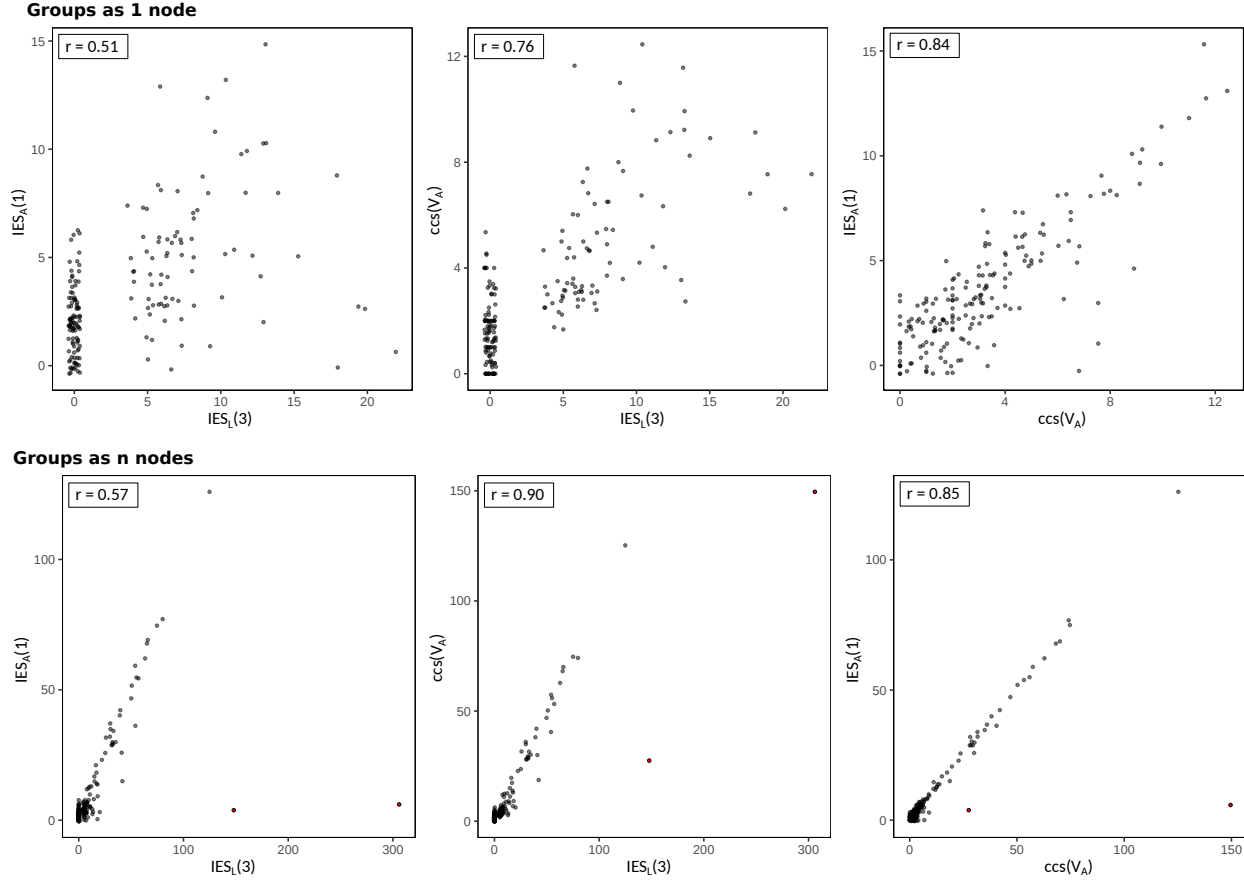


Fig. 26. Bivariate scatterplots of $IES_L(3)$, $IES_A(1)$ and $ccs(V_A)$ across bipartite networks with groups as one node and n nodes. The red nodes in the lower scatterplots represent potential outliers ($IES_L(3) > 140$)

The sensibility analyses on the linear relations between $IES_L(3)$, $IES_A(1)$, and $ccs(V_A)$ indicates how transforming groups in n nodes increase these relations. Given the near-perfect linear relationships observed in the lower scatterplots in Figure 26, the n -node group transformation appears to introduce some bias by creating star-like structures with high numbers of alters connected to high degree locations. The presence of these large star structures may hinder the identification of other smaller structures by increasing the upper limits of the degree distributions. When considering the absolute number of new nodes, the number of alters generated from groups exceeds the number of individually reported alters for 14 participants when using the \sqrt{n} transformation, and this number increases to 42 when transforming groups into n nodes (52 participants reported groups in their network).

The linear relationships are still observed when the clusters are transformed into a single node, indicating that star-like structures are also due to individually reported alters. These observations are consistent with the previous sensitivity analysis on the mean interval degree distributions and the cumulative clustering coefficient. These findings suggest that the \sqrt{n}

transformation is more appropriate than the n transformation, as it allows for the inclusion of group information while minimizing a bias toward star-like structures explained primarily by group seen throughout visited locations.

Linear regressions of the number of alters explained by the number of edges incident to high degree locations provide similar results when calculated on bipartite networks with groups transformed as one node and n nodes (Table 13), compared to the linear regressions on networks with groups as \sqrt{n} Nodes (Table 9). A difference observed is that the relation between $IES_L(3)$ and $n_A[isolated]$ (i.e., the number of isolated alters) is non-significant when groups are transformed as n nodes.

Group as single node

| | n_A | | | $n_A[non - isolated]$ | | | $n_A[isolated]$ | | | | | |
|------------------------------|---------|--------------|------|-----------------------|---------|--------------|-----------------|-------|---------|----------------|------|-------|
| | β | CI95% | P | r^2 | β | CI95% | P | r^2 | β | CI95% | P | r^2 |
| $IES_L(3)$ | 0.51 | [0.41; 0.61] | 0.05 | 0.41 | 0.6 | [0.51; 0.69] | 0.05 | 0.65 | -0.09 | [-0.16; -0.02] | 0.05 | 0.04 |

Group as n nodes

| | n_A | | | $n_A[non - isolated]$ | | | $n_A[isolated]$ | | | | | |
|------------------------------|---------|--------------|------|-----------------------|---------|--------------|-----------------|-------|---------|---------------|------|-------|
| | β | CI95% | P | r^2 | β | CI95% | P | r^2 | β | CI95% | P | r^2 |
| $IES_L(3)$ | 0.62 | [0.27; 0.97] | 0.05 | 0.69 | 0.64 | [0.28; 0.99] | 0.05 | 0.82 | -0.01 | [-0.05; 0.02] | 0.05 | 0 |

Table 13. Linear regression models of the number of alters explained by the number of edges incident to high degree locations. Number of alters are separated in the total number of alters (n_A), the number of non-isolated ($n_A[non - isolated]$) and isolated alters ($n_A[non - isolated]$). These models are calculated within networks where groups are transformed in one node (upper) and n nodes (lower). All models are adjusted for age and physical functioning. Coefficient estimate, confidence intervals, p- values and partial R-square (r^2) are reported for the main predictor only.

C. Detailed discussion on clustering coefficients

In a bipartite network, the clustering coefficients between pairs of nodes of the same set can be defined as the ratio between their common neighbours and their joint neighbourhood. For a single node, we can then calculate the mean clustering coefficient with all the other nodes sharing at least 1 common neighbour (see Equations 4 and 5 in main text). Figure 27 shows a visual example of clustering coefficient calculation. This network comprises two star-shaped patterns centring on nodes i and k . Considering that node i has 5 neighbours and node j has 1 neighbour, and that both have node k as common neighbours, the pairwise clustering coefficient is $cc(i, j) = 1/6$. The pairwise clustering coefficient is similar between node i and all his other second order neighbours (i.e., all the neighbour of k), which results that the clustering coefficient of i is $cc(i) = (1/6 + 1/6 + 1/6 + 1/6)/4 = 1/6$. In comparison, the clustering coefficient of m is $cc(m) = 1$ as its only neighbour, node l , is common to its only second order neighbour. On the contrary, the clustering coefficient of node l is undefined as $cc(l) = 0/0$.

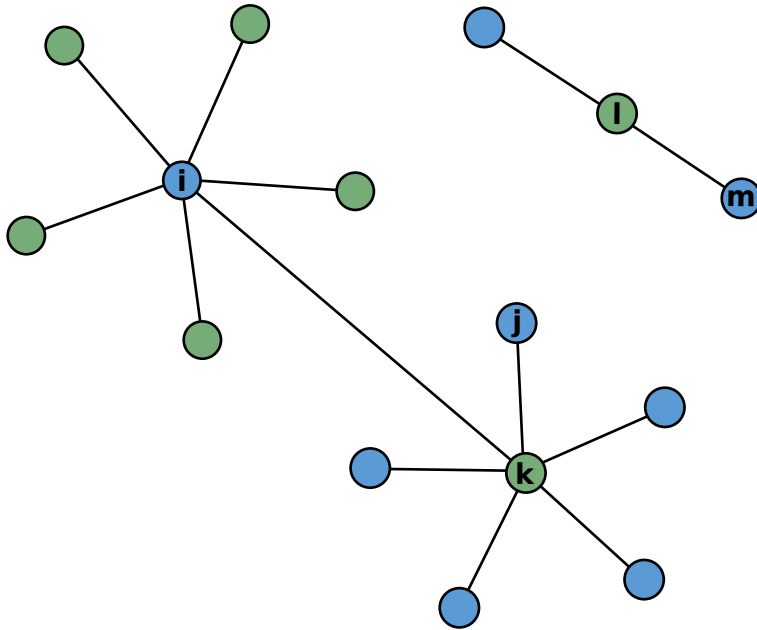


Fig. 27. Visual representation of an hypothetical bipartite network.

We chose to define the clustering coefficient of non-isolated nodes without second-degree neighbour as $cc = 0$. We made this choice so that the sums of clustering coefficients better translate the number of degree one node connected to central high degree nodes. Figure 28 present visual representations of two random networks with the same number of nodes and edges, but with edges differently distributed. Both permutations comprised a similar star-like structure centred on node q . On the left side, nodes n and o have no second order neighbours. By defining that $cc(n) = cc(o) = 0$, we can calculate the cumulative and mean

clustering coefficients (i.e., ccs and \bar{cc}) within blue nodes of both networks, with larger values in the left, as all blue nodes are connected to the node q . If we had chosen to leave $cc(n)$ and $cc(o)$ undefined in the left network, but to exclude them from the calculation of ccs and \bar{cc} , the cumulative and mean clustering coefficients among blue node would have been similar in both networks, namely $ccs = \bar{cc} = 1$.

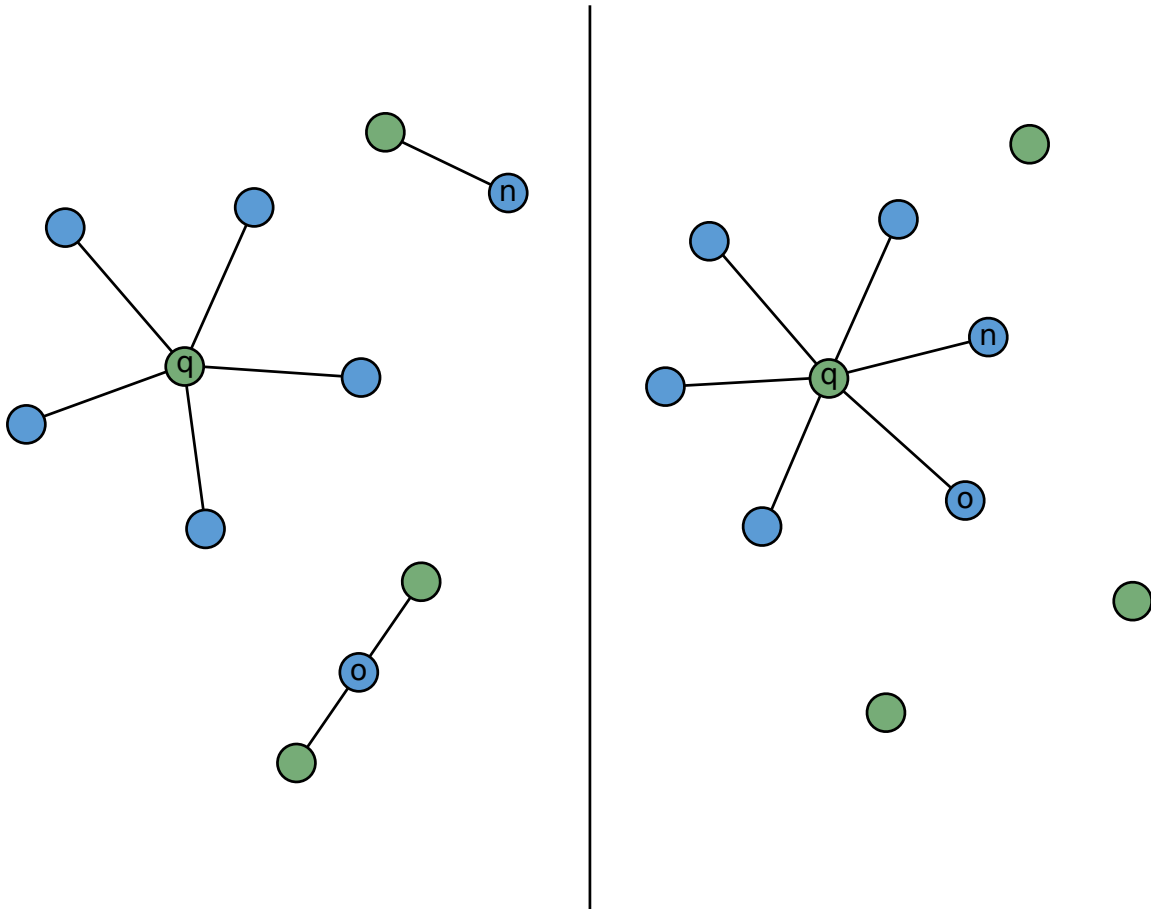


Fig. 28. Visual representation of two networks with the same number of nodes and edges, but with different edge distributions.

D. Models' outliers

Following this, we explored how networks departed from the linear relations between $IES_L(3)$, $IDS_A(1)$, and $ccs(V_A)$, and between $IDS_A(3)$, $IDS_L(1)$, and $ccs(V_L)$. For each set of three variables, we created a principal component analysis and then calculates rs^2 – the squares of the residuals according to the first principal axis. This measures how networks varied in the residual space of these linear relations.

Figure 29 present both distributions of squared residuals. Most observations had low squared residuals as the first principal axis explained 85% and 93% of the total variance of their respective variable. Here we focus on a set of observations with squared residuals larger than 2. These outliers can be observed in the scatterplots of the underlying variables, and are most visible in the plots with $IES_L(3)$ and $IES_A(3)$ on the x-axis (Figure 22). All these outliers represent different participant network.

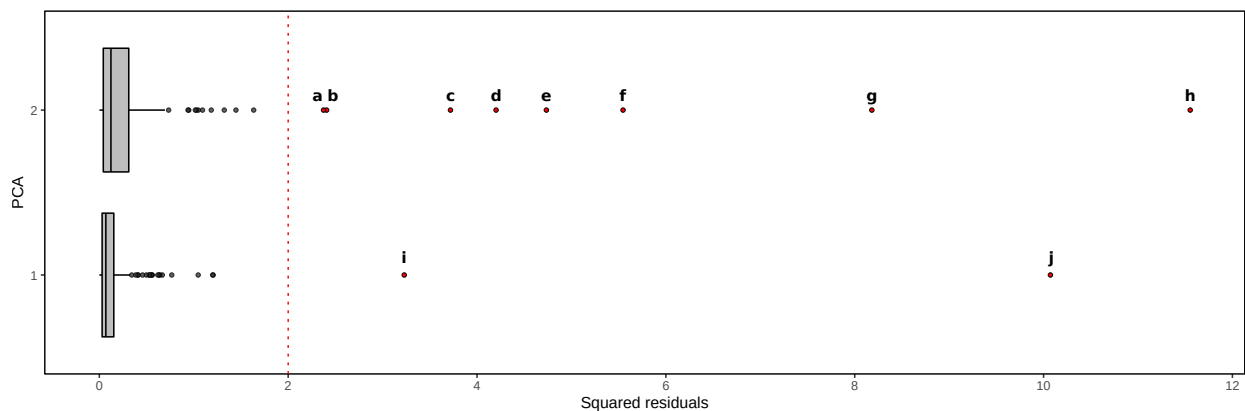


Fig. 29. Boxplots of the univariate distributions of squared residuals according to the first principal axis in PCA1 and PCA2. The first PCA is calculated on $IES_L(3)$, $IES_A(1)$, and $ccs(V_A)$, the second on $IES_A(3)$, $IES_L(1)$, and $ccs(V_L)$. The boxes are delimited by the 25th empirical quartile (Q1) and the 75th empirical quartile (Q3). The median (Q2) is represented by vertical lines. The horizontal lines represent distance of 1.5 interquartile range (IQR) (i.e., $Q3 - Q1$) from Q1 and Q3. Observations outside these limits are represented by points. Observations with $rs^2 > 2$ are labelled and coloured in red. Compared to their respective distributions, $rs^2 = 2$ is at a distance of 6.2 IQR and 14.8 IQR from Q3 in the first and the second distribution respectively.

We observed two trends in these outliers. The first trend concern networks b and c Figure 30. These networks contained star-like structures with degree one alters connected to intermediate degree locations, such as $i(v) = 2 : v \in V_L$ (see Equation 1 in main text). These structures implied relatively larger values of $IES_A(1)$ and $ccs(V_A)$ for lower values of $IES_L(3)$ (see Figure 32 for a visual representation of outlier C).

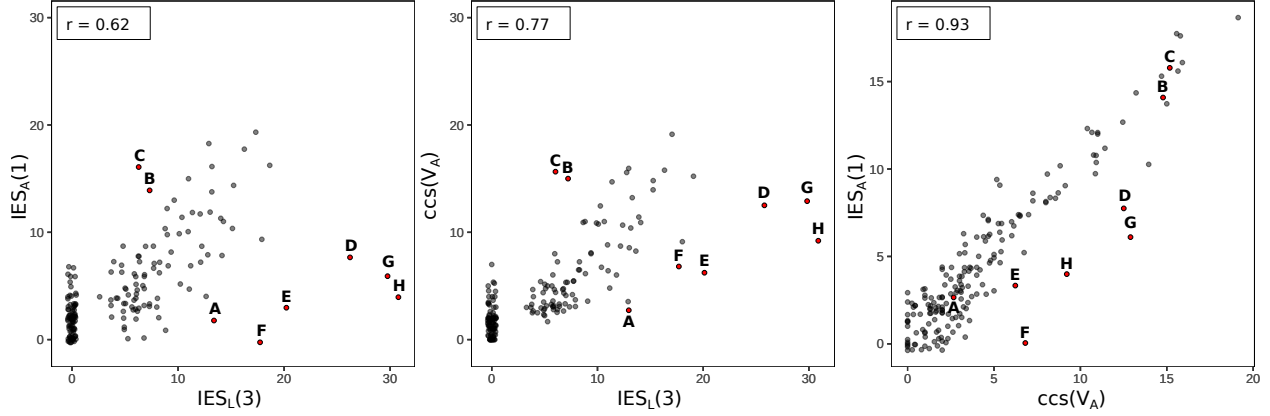


Fig. 30. Bivariate scatterplots of $IES_A(3)$, $IES_L(1)$ and $ccs(V_L)$. Positions of observations are the same as in Figure 22 in main text. Observations with $rs^2 > 2$ are coloured and labelled as in Figure 29.

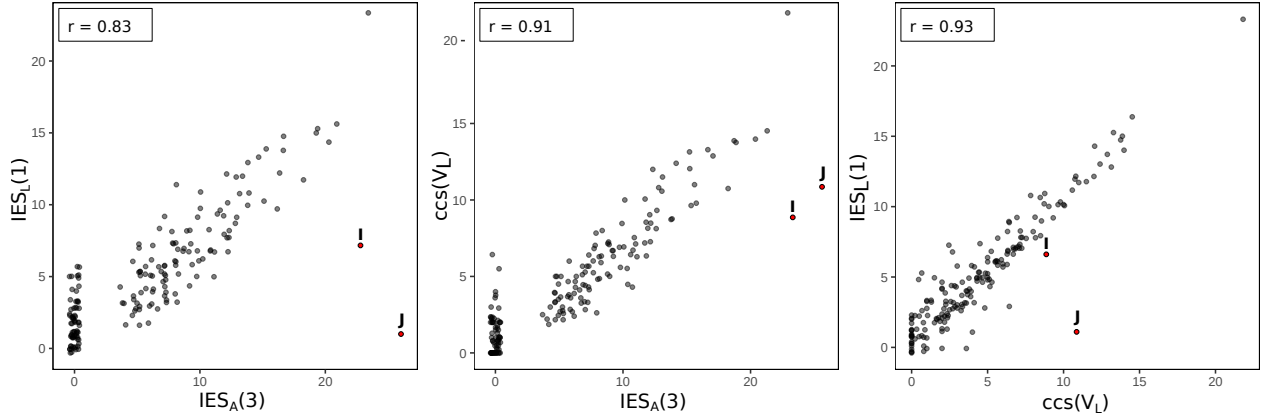


Fig. 31. Bivariate scatterplots of $IES_L(3)$, $IES_A(1)$ and $ccs(V_A)$. Positions of observations are the same as in Figure 22 in main text. Observations with $rs^2 > 2$ are coloured and labelled as in Figure 29.

The second trend concern all the remaining outliers in Figures 30 and 31. These networks contained high degree nodes connected mainly to intermediate degree nodes, with most of them having two high degree nodes all connected to the same degree-two nodes. These structures implied relatively lower values of $IES_A(1)$ and $ccs(V_A)$ for higher values of $IES_L(3)$ for star-like structures centred on locations, and lower values of $IES_L(1)$ and $ccs(V_L)$ for higher values of $IES_A(3)$ for star-like structures centred on alters (see Figure 33 for a visual representation of outlier J).

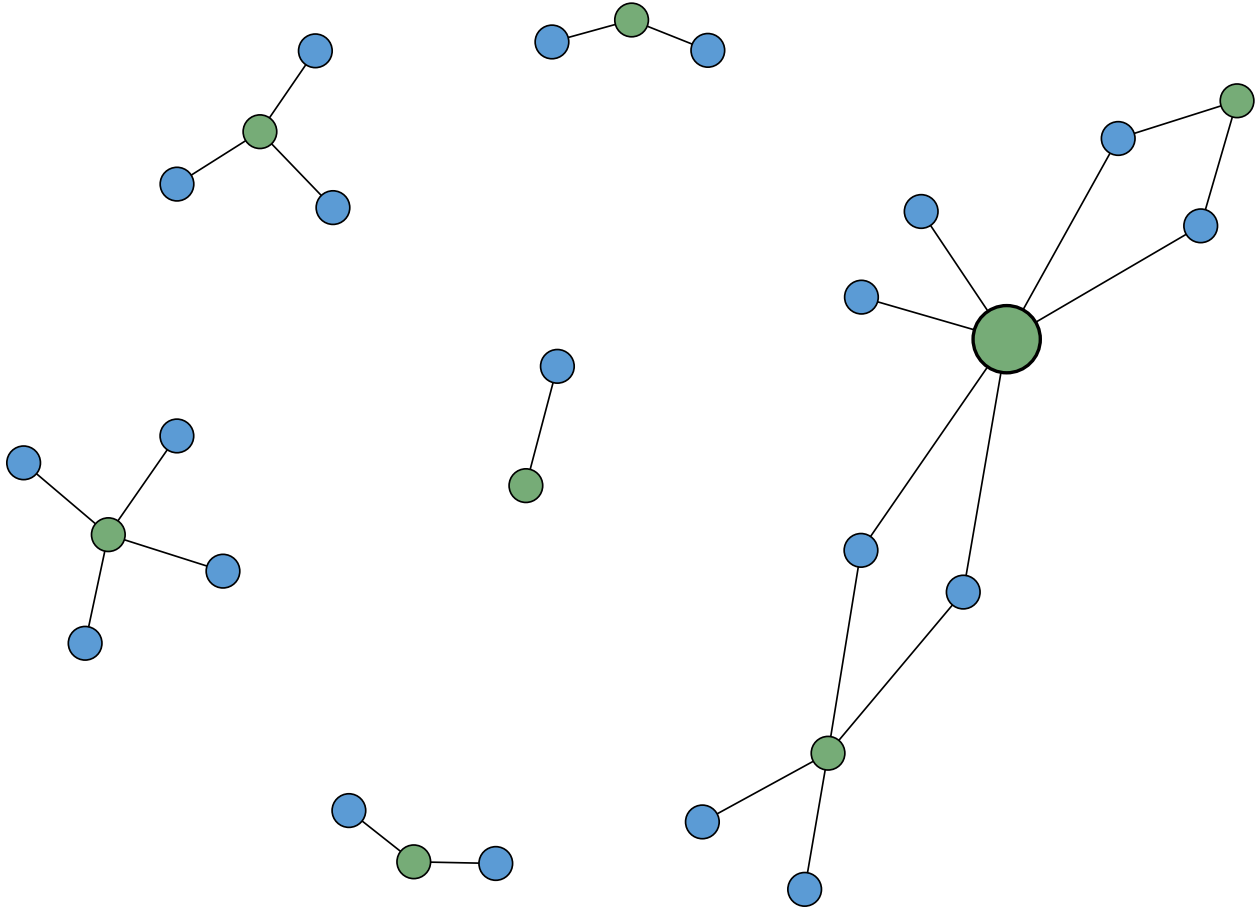


Fig. 32. Visual representation of outlier C. Alters are displayed as blue circles and locations are displayed as green circles. High degree nodes are twice larger than the other nodes. This network exemplifies the first trend of outliers with multiple degree one nodes connected to intermediate degree nodes. The position of the vertices in the two-dimensional spaces was calculated with the algorithm of the Force Atlas using Gephi 0.9.2 software [636].

E. Detailed analysis on nodes organized in star-like structures

E.1. High degree nodes

In this section, we describe the types of locations and alters observed as high degree nodes. For the following calculations, we followed the same method as in section characterization of high degree nodes in the main text. For high degree locations, we calculated the means of proportions of each type of location, which are derived from (1) the predefined activities used to evaluate the locations (see Table 14), (2) detailed information about each location provided by the participant, and (3) information found on Google maps and web searches using geographic coordinates. We find that after the participant’s home, restaurants, places of worship and the sports centre are the external destinations with the highest mean proportions

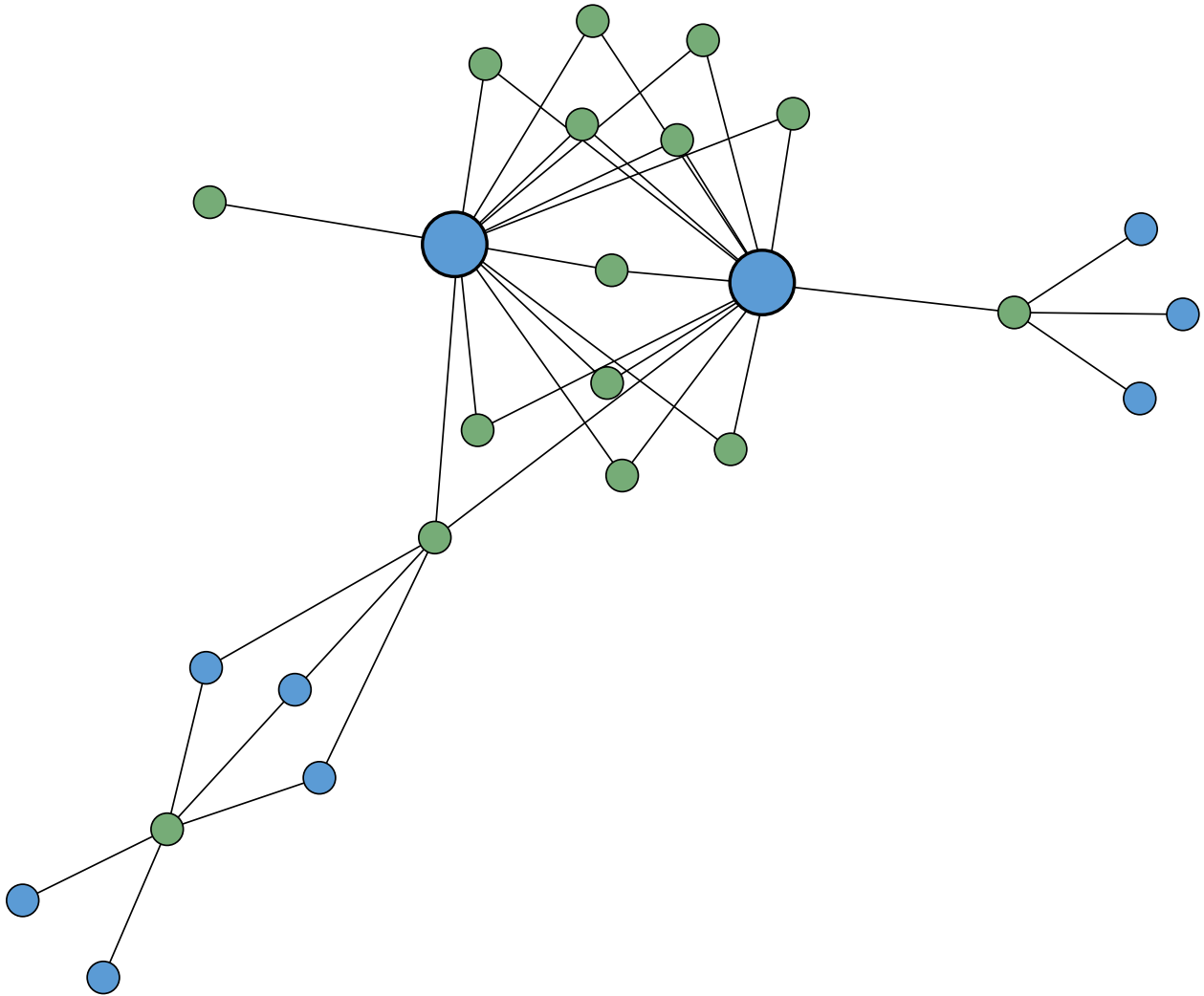


Fig. 33. Visual representation of outlier J. Alters are displayed as blue circles and locations are displayed as green circles. High degree nodes are twice larger than the other nodes. This network exemplifies the first trend of outliers with multiple degree one nodes connected to intermediate degree nodes. The position of the vertices in the two-dimensional spaces was calculated with the algorithm of the Force Atlas using Gephi 0.9.2 software [636].

(Table 14). These are high degree locations, so they represent a fraction of all locations where participants see alters.

For those with high degree alters, we calculated the means of proportions for each type separated by participants with and without a spouse (Table 15). Among participants with a spouse, the latter are the individuals most often observed as high degree nodes. For the others, children, friends and, to a lesser extent, family occupy this position in the bipartite network. Of the 114 participants with high degree alters in their network, 84 had a spouse and 30 did not.

| Type of location | \bar{x} | 95% CI |
|---|-----------|--------------|
| Home | 0.64 | [0.56, 0.73] |
| Restaurant, coffee and bar | 0.08 | [0.03, 0.13] |
| Place or worship, religious association and community | 0.07 | [0.02, 0.11] |
| Sport center | 0.07 | [0.02, 0.11] |
| Community, associative or sociocultural center | 0.04 | [0.01, 0.07] |
| Alter residence | 0.03 | [0.00, 0.06] |
| Park and nature | 0.03 | [0.00, 0.05] |
| Cinema, theatre and concert hall | 0.02 | [0.00, 0.04] |
| Schools | 0.01 | [0.00, 0.02] |
| Shopping centre or mall | 0.01 | [0.00, 0.02] |

Table 14. Mean proportions and bootstrap confidence intervals of high degree locations by location types. Bootstrap confidence intervals are calculated using pivotal intervals with 10 000 resample.

| Type of relationship | Spouse | | No spouse | |
|----------------------|-----------|--------------|-----------|--------------|
| | \bar{x} | 95% CI | \bar{x} | 95% CI |
| Friend | 0.01 | [0.00, 0.02] | 0.4 | [0.22, 0.57] |
| Spouse | 0.96 | [0.92, 1.00] | 0.0 | [0.00, 0.00] |
| Children | 0.02 | [0.00, 0.05] | 0.5 | [0.32, 0.68] |
| Family | 0.01 | [0.00, 0.01] | 0.1 | [0.00, 0.02] |

Table 15. Mean proportions and bootstrap confidence intervals of high degree alters by relationship types. Means and confidence intervals are calculated for participants with and without a spouse. Bootstrap confidence intervals are calculated using pivotal intervals with 10 000 resample.

E.2. Neighbours of High Degree Nodes

In this section, we describe the characteristics of the locations and alters which are neighbours of high degree nodes, that is, the alters seen in high degree locations, or the locations where high degree alters are seen. For the following calculations, we used the same method as in section characterization of high degree nodes of the main text. For alters seen in high degree locations, we first calculated the mean proportions according to whether they live with or without the participant, separating for high degree homes and external destinations (see Table 16). In both locations, most of the neighbours are alters who do not live with the respondent. For home locations, their degree is mainly attributed to the number of alters visiting the respondent.

Next, we calculated the mean proportions of each type of relationship observed in high degree home and external locations (see Table 17). The main difference observed is that the alters met in high degree homes are mainly children, family and friends (sum of $\bar{x} = 84\%$), while

| Housemate | Home | | External destination | |
|-----------|-----------|--------------|----------------------|--------------|
| | \bar{x} | 95% CI | \bar{x} | 95% CI |
| TRUE | 0.12 | [0.09, 0.14] | 0.06 | [0.03, 0.08] |
| FALSE | 0.88 | [0.86, 0.91] | 0.94 | [0.92, 0.97] |

Table 16. Mean proportions and bootstrap confidence intervals of alters seen in high degree locations. Alters separated whether they are living (housemate = TRUE) or not (housemate = FALSE) with the participant. Mean proportions are separately calculated for home and external for high degree locations. Bootstrap confidence intervals are calculated using pivotal intervals with 10 000 resample.

| Type of relationships | Home | | External destinations | |
|-----------------------|-----------|--------------|-----------------------|--------------|
| | \bar{x} | 95% CI | \bar{x} | 95% CI |
| Friend | 0.23 | [0.16, 0.29] | 0.33 | [0.23, 0.43] |
| Spouse | 0.08 | [0.06, 0.10] | 0.05 | [0.02, 0.06] |
| Colleague | 0.00 | [0.00, 0.00] | 0.01 | [0.00, 0.01] |
| Acquaintance | 0.02 | [0.00, 0.04] | 0.00 | [0.00, 0.00] |
| Children | 0.37 | [0.00, 0.04] | 0.08 | [0.01, 0.14] |
| Family | 0.24 | [0.18, 0.30] | 0.07 | [0.01, 0.12] |
| Group individual | 0.05 | [0.01, 0.09] | 0.46 | [0.34, 0.59] |

Table 17. Mean proportions and bootstrap confidence intervals of different relationships seen in high degree locations. Mean proportions are separately calculated home and external for high degree locations. Bootstrap confidence intervals are calculated using pivotal intervals with 10 000 resample.

the alters met in the high degree external locations are mainly friends and alters belonging to groups (sum of \bar{x} = 79%). Interestingly, friends are the only category of relationships with relatively high proportions in both homes and external locations.

For locations where high degree alters are seen, we calculated the mean proportions of each type of location separated in two categories – locations only connected the high degree alter (i.e., degree = 1) or places where more than one alter is seen (i.e., degree > 1) (Table 18). We observed that for degree one locations, 64% are functional activities (i.e., food store, health professional and pharmacy, and stores or shopping centre). In the other locations, we found mostly the participants and alters home, which is consistent with the fact that the high degree alters are primarily the spouse, living with the participant, with whom the participant is likely to visit other alters.

| Type of location | Degree = 1 | | Degree > 1 | |
|---|------------|--------------|------------|--------------|
| | \bar{x} | 95% CI | \bar{x} | 95% CI |
| Alter residence | 0.04 | [0.02, 0.06] | 0.31 | [0.26, 0.37] |
| Bank and ATM | 0.05 | [0.04, 0.06] | 0.01 | [0.00, 0.02] |
| Beauty and hair salon | 0.03 | [0.01, 0.04] | 0.00 | [0.00, 0.00] |
| Cinema, theatre and concert hall | 0.02 | [0.01, 0.04] | 0.02 | [0.00, 0.04] |
| Community, associative or sociocultural center | 0.01 | [0.00, 0.01] | 0.01 | [0.00, 0.01] |
| Food store | 0.27 | [0.22, 0.31] | 0.02 | [0.01, 0.04] |
| Health practitioner and pharmacy | 0.25 | [0.20, 0.29] | 0.01 | [0.00, 0.02] |
| Library and museum | 0.01 | [0.00, 0.01] | 0.00 | [0.00, 0.00] |
| Participant residence | 0.02 | [0.01, 0.03] | 0.41 | [0.35, 0.46] |
| Place or worship, religious association and community | 0.06 | [0.03, 0.08] | 0.03 | [0.01, 0.06] |
| Restaurant, coffee and bar | 0.09 | [0.06, 0.12] | 0.11 | [0.07, 0.14] |
| Sport center | 0.00 | [0.00, 0.01] | 0.01 | [0.00, 0.03] |
| Stores, shopping centre or mall | 0.12 | [0.09, 0.14] | 0.03 | [0.00, 0.06] |
| Transport | 0.02 | [0.00, 0.04] | 0.00 | [0.00, 0.01] |

Table 18. Mean proportions and bootstrap confidence intervals of different locations connected to high degree alters. Mean proportions are separately calculated for locations of degree > 1 (i.e., where multiple alters are seen) and degree = 1 (i.e., where only the high degree alter is seen). Bootstrap confidence intervals are calculated using pivotal intervals with 10 000 resampling.

F. Complete regression models

| | n_A | | | | $n_A[non - isolated]$ | | | | $n_A[isolated]$ | | | |
|------------------------------|---------|---------------|------|-------|-----------------------|----------------|------|-------|-----------------|----------------|--------|-------|
| | β | CI95% | p | r^2 | β | CI95% | p | r^2 | β | CI95% | p | r^2 |
| Intercept | 15.01 | [1.35; 28.66] | 0.03 | NA | -0.26 | [-10.06; 9.54] | 0.96 | NA | 15.27 | [5.94; 24.60] | < 0.01 | NA |
| $IES_L(3)$ | 0.61 | [0.48; 0.75] | 0.01 | 0.49 | 0.69 | [0.57; 0.81] | 0.01 | 0.69 | -0.08 | [-0.14; -0.01] | 0.02 | 0.03 |
| Age | -0.09 | [-0.25; 0.06] | 0.23 | 0.01 | 0.04 | [-0.08; 0.15] | 0.51 | 0 | -0.13 | [-0.24; -0.03] | 0.01 | 0.03 |
| Physical | -0.01 | [-0.03; 0.02] | 0.57 | 0 | 0.01 | [0.00; 0.03] | 0.12 | 0.01 | -0.02 | [-0.04; 0.00] | 0.02 | 0.03 |

| | n_L | | | | $n_L[non - isolated]$ | | | | $n_L[isolated]$ | | | |
|------------------------------|---------|----------------|--------|-------|-----------------------|---------------|------|-------|-----------------|----------------|--------|-------|
| | β | CI95% | p | r^2 | β | CI95% | p | r^2 | β | CI95% | p | r^2 |
| Intercept | 31.45 | [16.62; 46.35] | < 0.01 | NA | 3.40 | [-2.56; 9.34] | 0.26 | NA | 28.1 | [14.77; 41.41] | < 0.01 | NA |
| $IES_A(3)$ | 0.29 | [0.19; 0.39] | 0.01 | 0.14 | 0.73 | [0.65; 0.80] | 0.01 | 0.83 | -0.44 | [-0.52; -0.36] | 0.01 | 0.34 |
| Age | -0.26 | [-0.45; -0.09] | 0.01 | 0.05 | 0 | [-0.07; 0.07] | 0.97 | 0 | -0.26 | [-0.41; -0.10] | 0 | 0.06 |
| Physical | 0.03 | [0.01; 0.06] | 0.02 | 0.03 | 0 | [-0.01; 0.02] | 0.06 | 0.95 | 0.03 | [0.01; 0.06] | 0.01 | 0.04 |

Table 19. Complete summary of the linear regression models of the number of nodes in one set explain by the number of edges incident to high degree nodes in the other set. The first row display the models with the total number of alters (n_A), the number of non-isolated ($n_A[non - isolated]$) and isolated alters ($n_A[non - isolated]$) as outcomes, and the number of edges incident to high degree locations ($IES_L(3)$) as the predictor. The second row display the models with the total number of locations (n_L), the number of non-isolated ($n_L[non - isolated]$) and isolated locations ($n_L[non - isolated]$) as outcomes, and the number of edges incident to high degree alters ($IES_A(3)$) as the predictor. Age and physical functioning are used as covariates in each model. Estimate (β), p-value (p) and partial R-square (r^2) are reported for the predicting variable.

G. Dissassortativity

The original definition of dissassortativity was developed for unipartite network (i.e., network with one set of nodes) and is measured as the linear correlation between the degrees of connected node pairs [730]. This measure provides an assessment of the overall level our network dissassortativity, which will be explored in this section. The *assortativity coefficient* is the Pearson correlation between the remaining degrees of connected vertices. For a pair of connected vertices, their remaining degree is their number of edges excluding the one connecting them. In the whole network, remaining degrees are simply the degree minus one. From this, the assortativity coefficient is calculated as

$$ac = \frac{1}{s_q^2} \sum_{kl} kl(e_{kl} - q_k q_l)$$

where k and l are the remaining degrees, e_{kl} is the probability of random edges of connecting values k and l , q_k and q_l are the probabilities of a random vertex of having remaining degrees k or l , and s_q^2 is the variance of the probability distribution q . Therefore, a negative correlation between remaining degrees is an indicator of degree disassortativity.

The assortativity coefficient was calculated on 175 respondents – 7 bipartite networks had all vertices with the same degree and the Pearson correlation could not be computed. Figure 35 present the distributions of assortativity coefficients in our sample. We found that these networks were in mean disassortative ($\bar{x} = -0.61$). Then we compared this mean with the distribution of these means calculated on the 1000 random sample. We found the empirical mean to be outside the 95% confidence interval calculated of the random means (CI95% = [-0.47; -0.42]). Still, using random networks without fix degree distributions does not allow to assess the excess dissassortativity not explained by the networks structures [740].

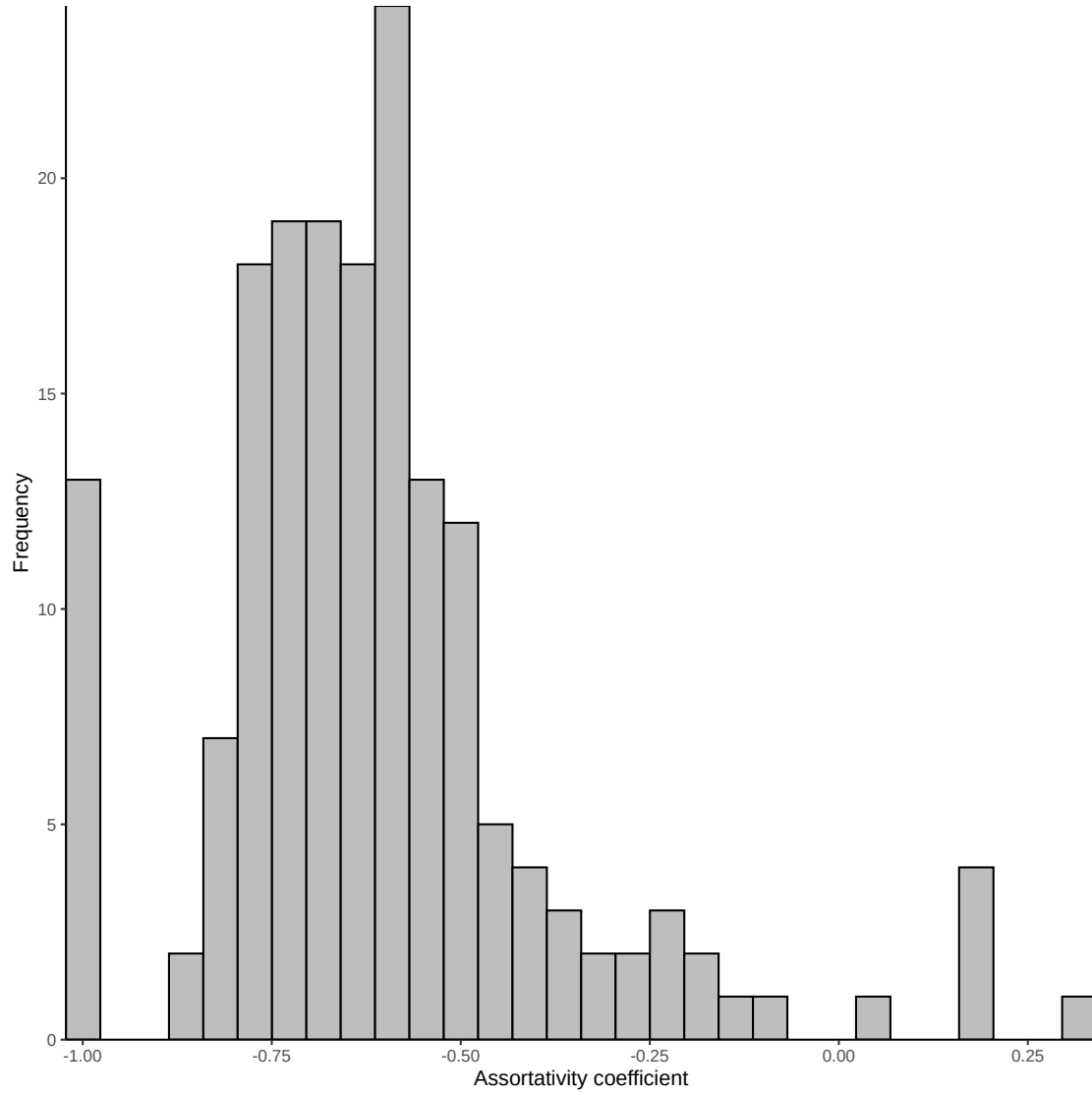


Fig. 34. Frequency distributions of assortativity coefficients observed in participants' networks.

Third Article.

Social relationships and emotional well-being in later life: The role of personal relationships, the companions and close relationships

by

Alexandre Naud¹⁻³, Ruben Brondeel^{4,5}, Philippe Gerber⁶,
Lucie Richard^{7,8}, Cédric Sueur^{3,9}, and Yan Kestens^{1,2}

- (¹) École de santé publique, Université de Montréal, Canada
- (²) Centre de recherche du Centre hospitalier de l'Université de Montréal, Canada
- (³) Université de Strasbourg, CNRS, IPHC UMR 7178, F-67000 Strasbourg, France
- (⁴) Department of Movement and Sport Sciences, Ghent University, Belgium
- (⁵) Research Foundation Flanders (FWO), Belgium
- (⁶) Urban Development and Mobility Department, Luxembourg Institute of Socio-Economic Research (LISER), Esch-sur-Alzette, Luxembourg
- (⁷) Faculté des sciences infirmières, Université de Montréal, Canada
- (⁸) Centre de recherche en santé publique, Université de Montréal
- (⁹) Institut Universitaire de France, Paris, France

RÉSUMÉ. Le bien-être émotionnel est essentiel à un âge avancé, pouvant atténuer le fardeau posé par les maladies chroniques et favoriser une meilleure qualité de vie. De ce fait, comprendre les facteurs qui favorisent le bien-être émotionnel chez les aînés est un enjeu de santé publique. L'un de ces facteurs est la qualité des relations sociales. L'objectif principal de cette étude était d'examiner comment trois sous-ensembles du réseau social d'aînés sont liés au bien-être émotionnel, à savoir leur réseau personnel, leur réseau de compagnons et leurs relations proches. Pour mieux comprendre ces associations, nous avons également décrit (1) la distribution des relations proches selon leur fonction relationnelle (p. ex., conjoint.e, ami.e) et (2) la proportion de personnes qui font partie à la fois du réseau personnel et du réseau de compagnons.

L'échantillon était composé de 183 personnes âgées de 79 ans et plus, en bonne santé cognitive, vivant dans la communauté et résidant au Québec (Canada). Les réseaux sociaux ont été évalués à l'aide du questionnaire VERITAS-Social et trois sous-ensembles ont ensuite été définis. Le réseau personnel est l'ensemble des personnes avec lesquelles les aînés discutent de sujets importants, les compagnons sont des personnes avec lesquelles elles passent de bons moments, et les relations proches sont des relations personnelles qu'elles rencontrent quotidiennement et avec lesquelles elles ont un certain sentiment de proximité. Les relations proches ont été encore divisées entre les relations conjugales et les autres types de relations. Les relations multiplexes étaient autorisées ; les personnes pouvaient être incluses à la fois dans le réseau personnel et dans le réseau de compagnons. Le bien-être émotionnel a été mesuré par l'équilibre entre les états émotionnels positifs et négatifs au cours des quatre dernières semaines. Nous avons évalué les associations entre les types de relations et le bien-être émotionnel en utilisant des régressions linéaires multiples.

La plupart des aînés n'avaient pas de relations proches, ou n'avaient que leur conjoint comme relation proche. Nous avons observé un fort chevauchement entre les compagnons et les relations personnelles. Nous avons constaté que la présence de relations proches et le nombre de compagnons étaient tous deux positivement associés au bien-être émotionnel, tandis que le nombre de relations personnelles était négativement associé au bien-être émotionnel. Une analyse subséquente a montré que la présence de relations proches autres que le conjoint était associée au bien-être émotionnel, mais pas la présence d'un conjoint proche.

Nos résultats font écho à d'autres études qui indiquent que la camaraderie peut être particulièrement importante pour le bien-être des aînés. La corrélation observée entre les relations proches et le bien-être émotionnel ne s'expliquait pas uniquement par la présence d'un conjoint, ce qui suggère que d'autres d'autres fonctions relationnelles peuvent remplir des rôles similaires. En raison de la forte proportion de personnes qui faisaient partie à la fois des réseaux personnels et des réseaux de compagnons, l'inclusion de multiples attributs relationnels peut contribuer à comprendre leur association indépendante avec le bien-être émotionnel, mais également avec d'autres facteurs de santé.

Mots clés : Relations proches, Réseau personnel, Compagnons, Réseau social, Bien-être émotionnel, Aînés

ABSTRACT. Emotional well-being is essential to older adults as it can alleviate the burden of age-related chronic disease and ensure quality in later life. Therefore, understanding the factors that promote emotional well-being in later life is of public health interest. One of these factors is the quality of social relationships. The main purpose of this study was to examine how three subsets of older adults' social network are related to the emotional well-being, namely their personal network, their companion network, and close relationships. To better understand these associations, we also describe (1) the distribution of close relationships according to relational roles (e.g., spouse, friends) and (2) the proportion of people who are both included in the personal and the companion networks.

The sample consisted of 183 community-dwelling, cognitively healthy older adults aged 79 and over living in Quebec (Canada). Social networks were assessed and three subset of this network were further defined. Personal network is the set of people with whom older adults discuss important matters, companions are people with whom they enjoy their time together, and close relationships are personal relationships they meet daily and with whom they have a certain feeling of closeness. Close relationships were further divided into spousal and other types of close relationships. Multiplex relationships were allowed; people could be both included in the personal and the companion networks. Emotional well-being was measured as the balance of positive and negative emotional states in the past four weeks. We assessed the associations between relational types and emotional well-being using multiple linear regressions.

Most older adults did not have close relationships or had only their spouse as a close relationship. We observed a strong overlap between companions and personal relationships. We found that the presence of close relationships and the number of companions were both positively associated with emotional well-being, while the number of personal relationships was negatively associated with emotional well-being. Further characterization shown that the presence of close relationships other than a spouse was associated with emotional well-being, but not the presence of a close spouse.

Our results echo other findings indicating that companionship may be particularly important to the well-being of older adults. The observed correlation between close relationships and emotional well-being was not explained solely by the presence of spouses, suggesting that other relational roles may serve similar functions. Because of the high proportion of people who were both in the personal and companion networks, inclusion of multiple relational attributes may contribute to assessing their independent effect.

Keywords: Close Relationships, Personal Network, Companions, Social Network, Emotional Well-Being, Older Adults

1. Introduction

In later life, promoting emotional well-being can help mitigate and cope with declining health [20]. Understanding the contextual factors, including social relationships, that influence the emotional well-being of older adults is therefore a key public health concern. Still, many unknowns remain on how specific types of social relationships may influence emotional well-being at older age.

1.1. Emotional Well-being and Healthy Aging

Emotions are complex phenomena that are characterized by cognitive, phenomenological, behavioral, and physiological components [95]. Measures of emotions are mainly self-reported, meaning that they reflect the conscious experience of emotional states [752]. Although the exact nature of emotions and how we experience them remains unclear [91, 106, 98, 752], a common understanding, shared between individuals and in many cultural contexts, is that they can be characterized as pleasant and unpleasant experiences [183]. Momentary emotional states (e.g., joy, sadness) as well as long-term moods (e.g., contentment, depression) can be all labelled accordingly. The terms *positive affect* and *negative affect* are often used to describe these valenced states, affect itself being a general and theoretically neutral term describing emotional experiences.

There is a substantial body of evidence linking emotional states to health. Depression and anxiety, when experienced as medical conditions, are considered mental health issues. There is also extensive evidence linking these pathological states to disease-related mortality [156, 753, 155, 154] and physical illness [754, 151, 152, 755, 153], potentially through the disruption of inflammation and immunological processes [756, 757, 758]. These conditions are also linked to the development of dementia, but it is unclear whether they are risk factors or prodromal symptoms [174, 176, 175]. Psychological distress, a broad concept representing highly uncomfortable emotional states [230], is prospectively associated with increased risk of chronic disease, all-cause mortality [231] and cancer-related mortality [232]. The influence of positive affects on health is less evident than that of negative affects. Several studies report associations between positive affect and longevity [235, 759, 760, 761] and, less consistently, with physical health [237, 238, 239] and biological dysfunction (see Steptoe [240] for a review). Inversely, a change in physical conditions can trigger changes in emotional states and increase the risk of emotional disorders [762, 763, 764], suggesting a two-way relation between emotional and physiological states [83, 765].

Relations between positive affect and health seem to be, to a certain extent, independent from a reduction in negative affect [759] and the absence of negative states does not necessarily mean that a person is feeling well [766, 767]. Outside of pathological states (e.g.,

major depression, anxiety disorders, mania), both positive and negative affects are considered functional behaviours [768, 769]. Consequently, avoiding all negative emotions is unlikely to be beneficial to an individual, and emotional well-being (or affective well-being) can be conceived as the predominance of positive over negative affects over time [608]. In later life, emotional well-being predicts better long-term prognosis for physical illness [239] and reduces feelings of physiological pain [770, 771]. Yet, emotional well-being is also affected by aging as it is undermined by declining health [772]. Therefore, a better understanding of the factors that promote the emotional well-being of older adults can help shape future interventions to support them.

1.2. Social Relationships and Emotional Well-Being

Emotions and social relationships are highly intertwined [21]. For example, perceived social isolation (i.e., loneliness) is linked to negative affect [773] and emotional disorders [774, 775, 776] while having good social relationships has been repeatedly linked to high levels of emotional well-being [457]. Both the evaluation of one's social relationships and specific interactions with others can modulate emotional states [419]. In recent years, there have been multiple calls for a greater integration of social relationships and emotions in the study of physical health [777, 418, 419, 21], with much research specifically conducted among older adults (see Uchino and Rook [22] for a review). Social relationships broadly define the ties that exist between people, and can be characterized in multiple ways (e.g., friendship, support, emotional closeness, frequency of interaction). One of the limitations of previous studies is that it generally focused on a single aspect of social relationships (e.g., supportive behaviors). However, relationships can have many properties and taking several of them into account allows us to compare their potential respective associations with emotional well-being, and to control for confounders. Thus, our main objective in this study was to examine the association between emotional well-being in older adults and three sets of relationships, namely *personal network*, *companion network*, and *daily close relationships*.

The personal network, also called the core discussion network is the set of people with whom the older adults discuss important or personal issues. It is expected to assess a person's closest ties while excluding weaker acquaintances [778] and capture close personal ties such as family members, friends and other close relationships [779]. Yet there is evidence that important discussion also happens with non-important people [780] and that the personal networks change with life events [781, 527]. Among older adults, both the presence [782] and the number [783] of personal relationships are negatively associated with depressive symptoms. The loss of a frequent personal relationship might also increase the risk of depression [784]. The presence of an important confidant is positively associated with emotional well-being [785, 786], while the number of personal relationships is not a predictor

of positive affect in adults [787] and older adults [788]. The limitation of these studies is that they do not necessarily distinguish close relationships from other forms of personal relationships, meaning that some results may reflect the presence/absence of close relationships. The personal network is fundamental for the exchange of supportive behaviors [789, 779] and is sometimes referred as the support network [789]. Empirically, measuring personal relationships is sometimes used as a proxy for social support (e.g., [782]). Social support has been widely shown to mitigate the negative effects of stress, particularly with respect to attenuating negative emotional responses (see Cohen and Wills [461], Kawachi et Berkman [309] and Uchino et al. [462] for narrative reviews), with recent work providing insights into the underlying physiological mechanisms (see Ditzen et Heinrichs [315], Hostinar [316] and Hostinar et Gunnar [317] for narrative reviews). Among older adults, receiving emotional and informational support is associated with lower depression in several, but not all studies (see Gariépy et al. [304] and Schwarzbach et al. [305] for systematic reviews).

Companions are people with whom one has “*shared leisure and other activities that are undertaken primarily for the intrinsic goal of enjoyment*” [469, p. 1133]. Companions provide key moments in which people can experience positive affect [473, 474] and they can be partners for leisure activities which, in turn, are also linked to emotional well-being [475]. The number of companions, or of interactions with them, is shown to reduce stress and stress-related consequences in the context of daily stress [477, 469], occupational stress [478, 479] and caregiving burden [480], with observed moderation between stress and emotional well-being [478, 477, 469]. Therefore, companionship may be particularly suitable for alleviating chronic strain [472], which is relevant in the context of increasing chronic disease in later life. However, consideration of companionship has remained rare in the health and gerontology literature, which limits understanding of its influence on emotional well-being.

In this paper, *close relationships* are defined as the people with whom older adults share everyday life, involving a certain degree of intimacy. Bowlby [288] first discusses how stable, intimate relationships in the form of a caregiver, and later extended to spouses in adulthood [790], provide a sense of security essential to emotional regulation. From our perspective, close relationships represent the closest boundaries of the personal networks. The latter is therefore more inclusive, one can for example discuss important issues with a neighbor that they often see, but with whom one does not feel emotionally close. There is evidence that the presence of close relationships influence the neurological response to threat [496], which in turn may reduce the elicitation of negative emotions [791]. The sense of security provided by close relationships may also inhibit inflammatory activity [359, 358] known to be related to depressive disorders [370, 792] and suicidal thoughts [371]. Close relationships can provide support that may help emotional regulation [793]. Since the number of social relationships tends to decrease with age [527], their presence may be increasingly important in later life.

Spouses are a predominant type of close relationship in adulthood. There is evidence that the presence of a spouse is a protective factor against loneliness in older age, while divorce and widowhood increase the risk of loneliness and emotional distress [794, 795, 796]. Conversely, inadequate support from a spouse is a risk factor for depression when living with chronic conditions [797], while the sustained care of a partner with a loss of autonomy can also be a serious source of chronic stress in later life [798]. There is also evidence that the need for close relationships can also be met by other people in the lives of older adults [799, 410, 800]. For example, adult children who live with an older adult, or neighbor friends who live nearby may also provide closeness and intimacy. Yet, it is unclear if these relationships can provide the same benefits as spouse [793].

1.3. The Current Study

The aim of this study was to assess how specific social relationships of community-dwelling older adults relate to their emotional well-being. To understand these potential relations, we had two preliminary objectives. We first *described the distribution of close relationships according to their relational role (e.g., spouse, children)*. As personal and companion networks were not distinct subsets in our study, we further *described their degree of overlapping*. Finally, *we compared the independent associations between the number of personal relationships, the number of companions, and the presence of close relationships with emotional well-being in later life*. To better understand the association with close relationships, we first considered all types of close relationships and then separated spouses from other relational roles.

2. Methods

2.1. Design and Population

The data came from the Canadian arm of the CURHA (Contrasted Urban settings for Healthy Aging) study, an international project with a shared research agenda to collect and analyze extensive data on daily mobility, social networks, and health among older adults. Participants ($n = 183$) were recruited from The Quebec Longitudinal Study on Nutrition and Successful Aging (NuAge) cohort, a prospective study launched in 2003 that included 1793 older adults aged 67 to 87 at recruitment who were cognitively healthy and functionally independent [593]. The initial cohort was drawn from an age- and sex-stratified random sample from the Quebec Medicare database for the Montreal, Laval, and Sherbrooke regions of Quebec, Canada. For the CURHA project, 983 participants who were still active in the NuAge cohort were contacted in 2014 and 2015. To be included in the study, participants had to: (1) be at least 79 years old, (2) have their primary residence in the Montreal or Sherbrooke area, (3) have a score of at least 17/26 on the Telephone administered Mini-Mental State

Examination (T-MMSE), a measure of cognitive function [594], and (4) be present in the study area during a period of 10 days. A total of 792 (80.6%) participants could be reached by phone. Of these, 456 were eligible, and 269 agreed to receive further information about the project and were mailed a detailed information package; 183 registered and completed the interviews. Data were collected through face-to-face interviews in participants' homes between October 2014 and September 2015.

2.2. Variables of Interest

2.2.1. Sociodemographic Variables and Functional Autonomy

Sociodemographic variables included *age* in years, *gender* in binary format, *education* in number of completed school years, and *marital status* that distinguishes between having a spouse (i.e., married or having a common-law partner), and being separated (i.e., divorced or separated), widowed or single (i.e., single and never married). Marital status was used to describe the sample in the main analyses. *Functional autonomy* was measured using the 10 items Physical Functioning Scale (PF-10) from the SF-36 [603]. Final scores were calculated according to the manual with a response format on a 0 - 100 scale, with low values indicating “very limited in performing all physical activities, including bathing or dressing” and high values indicating “performs all types of physical activities including the most vigorous without limitations due to health” [605, p. 3135]. The PF-10 has good construct validity across languages and cultural contexts [609], and good internal consistency in older adults aged 65 years and older [610].

2.2.2. Social Relationships

Social relationships were collected using VERITAS-Social, an interactive map-based questionnaire used to identify people's social networks according to their activity locations [732], adapted from VERITAS [595]. Participants were asked to indicate *where* they go for their regular activities, and *with whom* they carry out these activities. This procedure allowed for the collection of information on members of the participants' social network who were met in person at various activity locations, including the participants' homes. Furthermore, participants were requested to indicate with whom they *discussed important matters* and with whom *they liked to socialize*, and were given the opportunity of adding people they may not have mentioned before (i.e., with whom they did not regularly meet in reported activity locations, including the participants' homes. Complementary information on social network members included *frequency of interaction*, *relational role* (i.e., spouse, children, other family member, friend, acquaintance, and colleague), and *with whom they did not feel close to* (see Naud et al. [732] for a detailed description of this tool).

| | Meeting daily | Feeling close to | Discussing important matters | Liking to socialize |
|------------------------|------------------|---------------------|------------------------------------|------------------------|
| Close relationships | x | x | x | |
| Personal relationships | | | x | |
| Companions | | | | x |

Table 20. Relationship categories by relational criteria. Criteria used to define close relationships, personal relationships, and companions.

Using these measures, we defined subsets of the participants’ social networks: *the personal relationships*, with whom important matters are discussed; the *companions*, with whom they have a good time; the *close relationships*, which are persons that the participants see daily with whom they feel close and with whom they discuss important matters. For close relationships, a sense of closeness and discussing important topics were chosen as markers of intimacy, as they reflect emotional proximity and the possibility of self-disclosure. This characterization of social relationships also implies that the same person can be both a companion and a personal relationship. Furthermore, close relationships are, by definition, a subset of the personal network, as they are people with whom older adults discuss important matters. People defined as close relations were not included in the personal network to create distinct categories. Table 20 summarizes this categorisation.

From these categories, we created the following three variables: number of personal relationships, number of companions, and presence of close relationships. The number of personal relationships excludes close relationships, as we wanted to compare their respective association with emotional well-being in the following analysis. It is therefore the number of non-close personal relationships. We used a binary variable for the third – most participants reported having no or only one close relationship. To better assess the nature of close relationships, we created two additional variables to differentiate close spouses from other types of close relationships. The latter may include children, other family members, friends, acquaintances and colleagues. For close spouse relationships, we determined whether participants had a close spouse, a non-close spouse (i.e., one who did not meet all the criteria for a close relationship), or no spouse. We did not distinguish between single, separated, or widowed as there were too few observations in the first two categories. For the remaining close relationships, we assessed whether they reported at least one or not.

At the end of the questionnaire, participants were asked to identify who knows whom among their relationships. This information was used to measure density among personal relationships, that is, the ratio of the number of connections to the maximum possible number of

connections among within the personal network. This measure was used in the Supplementary Materials Section C.

2.2.3. Emotional Well-being

Emotional well-being was assessed using the five-item Mental Health Index (MHI-5) of the Short Form 36 health survey (SF-36) [605]. This scale is often used as a general measure of mental health or to screen for clinical depression and anxiety disorders [606, 603]. Participants were asked how often they felt *nervous, down in the dumps, downhearted and blue, calm and peaceful*, and *happy* in the past four weeks, (see Leplège et al., [604] and Ware et al., [603] for the complete verbatim description in English and French). These items, originally created from domains of psychological well-being [801], evaluate both negative (the first three) and positive affects (the last two) [802]. Final scores were calculated according to the manual with a response format on a 0 to 100 scale. Low values indicate “feelings of nervousness and depression all of the time” and high values “feels peaceful, happy, and calm all of the time” [603, p. 3135]. The MHI-5 has good construct validity across languages and cultural contexts [609], and good internal consistency in the general population [803] and among older adults aged 75 years and over [611].

2.3. Statistical Analysis

Internal consistency for MHI-5 and PF-10 was calculated to assess the reliability of the questionnaires in our sample.

We described the relational roles (i.e., spouse, children, extended family, friend, colleague, and acquaintance) of all close relationships using frequency distributions. For each participant, we calculated the relative frequencies of close relationships by relational role. For example, a participant with three close relationships, one being their spouse and the other two being their adult children, would have relative frequencies of 0.33 for the spouse and 0.67 for children. These participant-level frequencies were then summed over the whole sample, resulting in weighted frequencies of close relationships for each relational role. Next, we calculated the proportion of participants falling in each of the four following categories: *neither* (i.e., without close relationships), *spouse* (i.e., the spouse is the only close relationship), *other* (i.e., close relationships that do not include a spouse), or *both* (i.e., close relationships that include both a spouse and other). We estimated confidence intervals for those statistics through bootstrapping with pivotal intervals (also known as the base method) (see Wasserman [744], Eq. 8.6, p.111).

To assess the extent of multiplex relationships, we first calculated the number of people commonly and independently reported as close relationships, personal relationships, and companions. Then, for each participant, we calculated the proportion of personal relationships also reported as companions, and the proportion of companions also reported as personal relationships. The cumulative distributions of these two measures are given in Section A of the Supplementary Materials (see Figure 37), and the bootstrapped confidence intervals of their mean values are calculated using the pivot interval method.

Multivariable linear regressions were used to test associations between social relationships and emotional well-being. Two models were calculated. The first included the number of personal relationships, the number of companions and the presence of close relationships as explanatory variables. In the second model, the presence of close relationships was replaced by the presence of close spouses and other close relationships. Age, gender, education, marital status, and functional autonomy were used as covariates. Linear model assumptions were evaluated through visual diagnostic of studentized residual against fitted values and theoretical quantiles plots, Cook's distance and adjusted Generalized Variance Inflation Factor [746]. Since heteroskedasticity was observed in several cases, we calculated HC2 standard errors with adjusted degree of freedoms [747] as implemented by Imbens and Kolesar [748]. We further assess the ratio between the heteroscedasticity-corrected and the uncorrected standard errors to identify for potential model misspecifications [749]. Model diagnostics are presented in Section B of the Supplementary Materials. For each estimated regression coefficient, confidence intervals and p-values are reported. We then performed sensitivity analyses. Specifically, we computed linear regressions (1) with each explanatory variable taken separately, (2) without the participant displaying high leverage according to Cook's distance (3) with an additional binary variable assessing the presence of other types of social relationships, (4) with an additional binary variable assessing the presence of close relationships seen each week, (5) with an additional variable assessing whether the personal relationships all know each other, and (6) by specifying participants without a spouse as single, separated, and widowed. The results of these analyses are presented in Section C of the Supplementary Materials.

All statistical analyses were performed using R 4.0.1. [632]. Significance was defined at $\alpha = 0.05$.

3. Results

The sample consisted of 183 community-dwelling older adults aged 79 to 93 years old, about half of whom were women, with an average of 13 completed school years. Most were in a relationship, followed by widowed. They mainly reported more companions than personal

| Participant Characteristics | Absolute Frequency | % | Median | IQR | min-max |
|---|--------------------|------|--------|-----|----------|
| Sociodemographic | | | | | |
| Age | | | 83 | 6 | 79 - 93 |
| Missing | 1 | 0.01 | | | |
| Education | | | 13 | 7 | 4 - 29 |
| Gender | | | | | |
| Women | 94 | 0.51 | | | |
| Men | 88 | 0.48 | | | |
| Missing | 1 | 0.01 | | | |
| Marital Status | | | | | |
| Spouse | 99 | 0.54 | | | |
| Single | 12 | 0.7 | | | |
| Separated | 13 | 0.7 | | | |
| Widowed | 56 | 0.31 | | | |
| Missing | 3 | 0.02 | | | |
| Social Relationships | | | | | |
| Number of personal relationships | | | 2 | 3 | 0 - 18 |
| Number of companions | | | 5 | 5 | 0 - 19 |
| Close relationships^a | | | | | |
| Any | 84 | 0.46 | | | |
| Spouse | 62 | 0.34 | | | |
| Others | 28 | 0.15 | | | |
| Neither | 99 | 0.54 | | | |
| Emotional Well-Being | | | | | |
| MHI-5 | | | 88 | 20 | 40 - 100 |
| Missing | 2 | 0.01 | | | |
| Functional Autonomy | | | | | |
| PF-10 | | | 85 | 25 | 5 - 100 |
| Missing | 2 | 0.01 | | | |

Table 21. Descriptive statistics of all measured variables. Categorical variables were summarized using absolute and relative frequencies. Continuous variables were summarized using medians, interquartile ranges (IQR), minimum and maximum values. We used medians and IQRs since some continuous variables had skewed distributions. ^aClose relationship does not contain distinct categories – any close relationships are either spouse or other, and a single participant can have both a close spouse and other close relationships.

relationships, and most of them did not have a close relationship. They reported good average functional autonomy and emotional well-being. Ceiling effects were moderate, with 19% of the observations for MHI-5 and 16% for PF-10 having a value of 100. Both measures showed good internal consistency in our sample, with Cronbach’s alpha values of 0.71 and 0.89 for MHI-5 and PF-10, respectively. See Table 21 for detailed descriptive statistics.

Weighted frequencies of close relationships by relationship type indicated that spouses were the most frequent close relationships, followed by children and friends. Other family members

| Relational Role | Frequency | Bootstrapped CI95% |
|-----------------|-----------|--------------------|
| Spouse | 59 | [51.50, 67.00] |
| Child | 11.83 | [5.83, 17.33] |
| Family | 2.5 | [-1.00, 5.00] |
| Friend | 8.67 | [3.00, 13.67] |
| Colleague | 2 | [-1.00, 4.00] |
| Acquaintance | 0 | [0.00, 0.00] |

Table 22. Weighted frequencies of close relationships by role relations. These frequencies represent the number of close relationships by relational role, weighted by the number of daily close relationships per participant. Therefore, participants with multiple close relationships were not over-represented in the total frequencies.

and co-workers were also observed to be close relationships, but they were exceedingly rare among our participants (Table 22). More than half participants had no close relationships (54%; CI = [47%, 61%]). Among those who reported one, most had only their spouse as their close relationship (31%; CI = [23%, 37%]), followed by other forms of close relationships (12%; CI = [7%, 16%]). Only a small fraction of the sample reported having multiple close relationships that included both their spouse and other relational roles (3%; CI = [0.5%, 5%]). Among the 84 participants who reported close relationships, 62 of them had at least one spouse as a close relationship with 56 having only their spouse. Furthermore, 78 of the 175 people seen daily were not classified as close relationships.

Of the 1,418 reported relationships, 1,275 were defined as either in the personal or companion networks. Most of the personal relationships (circle A; n = 761) were also companions (circle B; n = 1158), as we can see it in Figure 35. Yet, 44% of the companions were not considered to be personal relationships, while 15% of them were not considered to be companions. Close relationships (circle C; n = 97) were all personal relationships by operational definition, and most of them were also companions (n = 82).

On average, 83% (CI95 = [78%, 88%]) of personal relationships were also reported as companions, while 58% (CI95 = [52%, 63%]) of companions were also reported as personal relationships. Furthermore, 74% of participants reported that all their personal relationships were also companions, while only 28% of participants reported that all their companions were also personal relationships (see Section A of the Supplementary Materials).

Two participants had missing values for emotional well-being, as well as sociodemographic and functional autonomy measures. These participants were removed from subsequent analysis (i.e., complete case analysis). Another participant reported being married or having a common-law partner, but without reporting such relation in their social network – he was also removed from subsequent analysis.

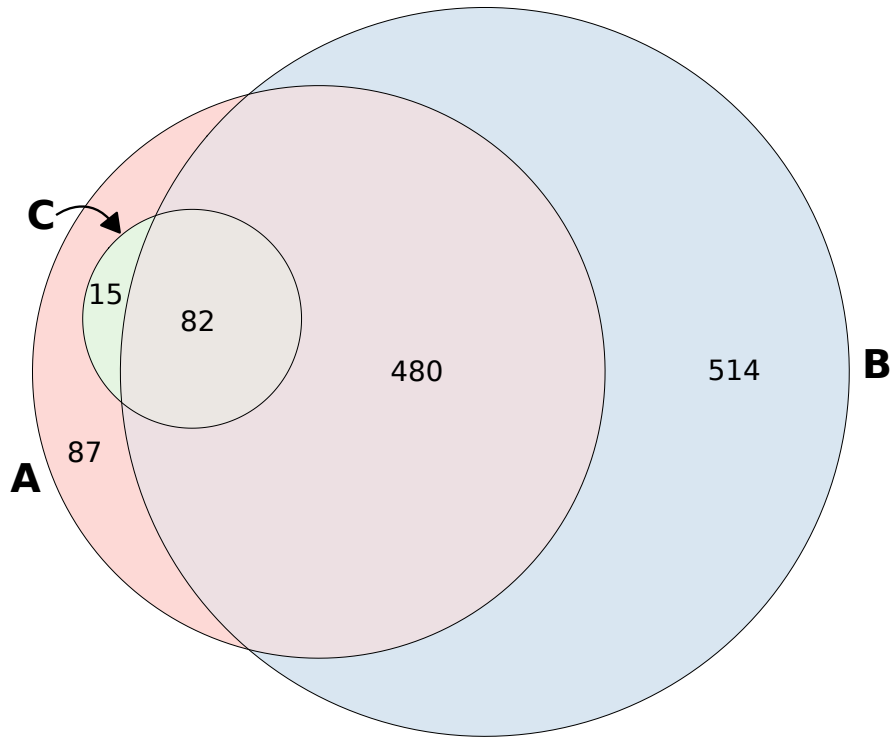


Fig. 35. Euler diagram of combinations between personal relationships, companions and close relationships. Circle A represents the set of personal relationships. Circle B represents the set of companions. Circle C represents the set of close relationships. The size of the circles is proportional to the number of observations in the respective set. The overlapping areas represent the number of people with multiple relational types. For example, the intersection between circles A and B represents the number of people who are both companions and personal relationships. Circle C is all within circle B because all close relationships are defined as personal relationships. The number of personal relationships, as included in the multiple linear regressions, comprises all the people in A that are not in C.

The number of personal relationships, the number of companions and the presence of close relationships were significantly associated to emotional well-being. Associations were positive for the number of companions and the presence of a close relationship, while the number of personal relationships was negatively associated with emotional well-being (see Table 23; Model 1). When considering the types of close relationship, we found that people with close relationships other than a spouse had higher level of emotional well-being, while there were no significant differences in terms of emotional well-being between people with a close spouse, a non-close spouse or without a spouse (see Table 23; Model 2). See Table 26 for the complete summaries of models 1 and 2.

| | Model 1 | | | Model 2 | | |
|--|---------|----------------|---------|---------|----------------|---------|
| | β | CI95% | p-value | β | CI95% | p-value |
| Confidants | -1.14 | [-1.79; -0.49] | 0.01 | -1.15 | [-1.81; -0.48] | 0.01 |
| Companions | 0.72 | [0.24; 1.2] | 0.01 | 0.72 | [0.24; 1.19] | 0.01 |
| Close relationships (yes) | 4.37 | [0.6; 8.14] | 0.02 | | | |
| Other close relationships (yes) | | | | 6.45 | [1.77; 11.13] | 0.01 |
| Marital status | | | | | | |
| - Non close spouse | | | | -2.79 | [-7.99; 2.41] | 0.29 |
| - None | | | | -3.67 | [-7.9; 0.56] | 0.09 |
| Adjusted R ² | 0.13 | | | 0.13 | | |

Table 23. Summary of the multivariable linear regressions. Model 1 is the linear regression of emotional well-being explained by the number of personal relationships, the number of companions and the presence of close relationships. In model 2, close relationships are replaced by the presence of close relationships not being the spouse, and a modified marital status comprising four levels (the presence of a close spouse, the presence of a non-close spouse, being single, separated or widowed). Effect coefficients (β), 95% confidence intervals, p-values and partial R^2 are provided for each explanatory variable. Age, gender, education, and functional autonomy are used as covariates. Values are only reported for social variables. Both models are calculated on a subset of 181 participants, excluding those with missing values for emotional well-being, socio-demographic or functional autonomy measures.

Furthermore, we observed that the number of personal relationships and the presence of a close relationship other than the spouse were still significantly associated with emotional well-being when individually included as explanatory variables. In opposition, the number of companions and the presence of any type of close relationships were not significantly related to emotional well-being when included alone. Sensibility analysis showed that the number of companions and personal relationships, the presence of any close relationships, and the presence of close relationships other than the spouse remained significantly related to emotional well-being, with comparable effect sizes, when including (1) the presence of other types of close relationships, (2) the presence of weekly close relationships or (3) whether confidants fully know each other or not (see Tables 27 to 30).

When considering the specific marital status of participants without spouses, we found that participants with a close spouse had higher mean level of emotional well-being when compared to separate ones, but not with widows or singles (see Table 31). Still, only 7% of the participants declared themselves to be separated, which limits interpretation. Lastly, of the 1418 people reported by older adults, 1165 were physically seen in visited locations. We calculated both models only on those physically seen people and found comparable results than the main models (see Table 32). The results of the sensitivity analyses are presented in Section C of the Supplementary Materials.

4. Discussion

In this paper we explored how certain types of social relationship are associated with emotional well-being in later life, with a focus on three types, close relationships, personal relationships, and companions. In addition, we studied the distributions of close relationships according to relational roles and the level of overlap between personal and companion networks.

Our study population was composed of older adults, aged between 79 to 93 years old, whereas most studies on this topic have focused on populations aged 65 years or even 55 and over (e.g., [457]). Yet, research specifically aimed at the oldest older adults is needed not only because this is a growing segment of the world population [1], but because observations made for older adults in younger age groups do not necessarily apply to those in older age groups.

Personal and companion networks were not separate in our study - a single person could be in both. When we look at their distributions, we found a significant overlap with a large proportion of people being classified as both personal relationship and companion. Moreover, the proportion of people who are only personal relationships is relatively small compared to those who are only companions; personal networks seem to be a more restrictive and largely included within companion networks.

Close relationships are defined in this study as people that are seen every day, with whom the participant feels close to and discusses important matters. We found that spouses were the most common form of close relationship, followed, to a lesser extent, by children and friends. Adult children are generally thought to be the second-closest form of relationship after spouses [804], whereas older adults without children are more likely to receive support from close friends [805, 410]. The importance of non-family close relationships may also increase in the future due to demographic changes [805] and the increasing spatial distance between family members in most Western countries [390], although children and parents may move closer to each other in times of need for support [391].

The results of the linear regression models indicate that the number of companions and the presence of close relationships are positively associated with emotional well-being, while the number of personal relationships is negatively associated with emotional well-being. Other studies among older adults observed companionship, not emotional/informational support, to be directly related to emotional well-being [806] and to the risk of depression [807]. Among older adults that are younger (i.e., 50 to 70 years of age), the number of companions is associated with reduced emotional distress, while the number of personal relationships (i.e., with whom personal issues were discussed) or the number of advisors (i.e., from whom

advice was sought) are either not associated or associated with increased emotional distress [808]. Social support measured alone is also negatively associated with emotional well-being [478, 809, 810, 811].

In a supplementary analysis, we investigated whether the observed negative association between the number of personal relationships and emotional well-being could be explained by the density of ties within the personal network. Although densely connected personal network may be beneficial as cohesive relationships may be better organized to provide support [812, 813], they may also increase pressure toward group conformity [814, 815] and potentially produce undesirable and emotionally damaging behaviors. However, controlling for personal relationship density did not change significantly previously observed association. Stressful situations or increased need for care may also reduce emotional well-being while triggering increased support from the social network [816]; therefore unmeasured contextual stressors can likely confound this association. In addition, the presence of one or a few key personal relationships may be sufficient to improve well-being. Therefore, having multiple of them may indicate a lack of adequate personal relationships. Moreover, supportive behaviors may be insensitive, intrusive and superficial [466], or unhelpful and upsetting, which relates to increase emotional distress [467]. As a result, personal relationships can also be a source of negative social experiences and a major concern in later life is to avoid such interactions [817].

We observed higher levels of emotional well-being among participants with one or more close relationships compared to those without. Direct comparison with other studies is limited as, to our knowledge, no other study has used our operational definition of close relationships to address emotional well-being in older adults. In addition, there is no universally accepted definition of close relationships [818, 819], which further limit comparison across studies. Different mechanisms may explain our results. Compared to other non-close personal relationships, close relationships may provide more appropriate support that could explain observed positive association. Specifically, they could also help mitigate age-related limitations, as spouses, children, other family members and friends are known to be an important source of informal support [385, 386]. Furthermore, everyday relationships could represent stable and secure relationships, which in turn could produce a sense of security and modulate the emotional response to environmental stressors [419]. When specifying the relational roles of close relationships, we found that the presence of close relationships other than a spouse was positively associated with emotional well-being. On the contrary, we found no significant differences in the level of emotional well-being between older adults with a close spouse, a non-close spouse, or no spouse. These results first suggest that the association between the presence of close relationships and emotional well-being may be primarily due to the underlying presence of children, friends, and other close family members in a subset of

participants. However, these represent only one third of the participants with close relationships. The presence of any form of close relationship may be more important for emotional well-being than having a close spouse or other form of close relationship. However, it is unclear to what extent spouses, adult children, and close friends meet equivalent social needs and represent comparable close relationships [793]. Those without a spouse do not represent a cohesive group, as they include long-term singles, separated individuals, and widows. Aggregating these participants may mask specific differences. Supplementary analyses showed that people with close spouses had higher average level of emotional well-being than those who were separated. Nevertheless, this result is still likely to be biased by the small number of participants in the second group. Further, close spouses could positively or negatively be related to emotional well-being, knowing intimate relationships can be dysfunctional and harmful [820]. Nevertheless, negative relationships are not limited to spouses.

Considered independently, the number of companions was not found to be associated with emotional well-being, while the confidence interval for the number of personal relationships was close to 0. Considering that these two variables showed moderate multicollinearity and their inverse relationship with emotional well-being, this suggests that the simultaneous use of both measures may help disentangle their specific contributions.

This study has several limitations. Our sample was composed of older adults who had a higher level of education than the reference population (i.e., individuals aged 79 and over living in Quebec) [404]. This limits the scope of generalization to a segment of the population that is already likely to be more privileged in social contexts and well-being. Second, our criterion of daily contact for close relationships is potentially too restrictive and may over-represent romantic partners. Other relationships seen a few times a week could potentially provide social benefits consistent with close daily relationships. Thus, different frequencies, between daily and weekly interactions, were not assessed in our study and future work could test the sensitivity of this criterion. In addition, a person's emotional well-being and the way they feel about their social relationships may both be related to personality traits, which were not considered here. Similarly, how people use their social relationships to regulate their affect may also vary according to their personal tastes [821, 310]. Furthermore, this study was limited to what was defined a priori as positive social relationships. Although negative interactions are infrequent, they appear to be more disruptive to emotional well-being and may outweigh the effect of positive interactions [822]. Looking at both sides of the coin may provide a more comprehensive picture of the effect of social relationships on emotional well-being. We did not include any measure of stressful situations that may confound the relations between the number of personal relationships and emotional well-being. For example, recent widowhood might encourage more contact with other supportive relationships [793]. Finally, our study is cross-sectional and does not inform the directionality

of the observed associations. Although social relationships may influence emotional well-being in later life, reverse associations may exist. As discussed above, the level of support received may increase when emotional well-being decreases, either directly or as a result of external factors (e.g., loss of a spouse or deteriorating health). An increase in emotional well-being may promote feelings of having a good time with others, while maintaining close relationships may be influenced by positive emotional states. In addition, a broader literature points to a two-way interaction between emotional states and social relationships [777, 21].

Although it is widely recognized that social relationships are important determinants of healthy aging, many unknowns remain about their influence on emotional states in later life. A better understanding of these phenomena could contribute to the development of future interventions to promote the well-being of older adults.

Authors contribution statements

Alexandre Naud conceived the hypothesis, designed and performed the analysis and wrote the manuscript. Yan Kestens oversaw the Canadian part of the CURHA study. Yan Kestens, Philippe Gerber and Lucie Richard, are principal investigators of the CURHA study. Ruben Brondeel, Yan Kestens, Philippe Gerber, Lucie Richard and Cédric Sueur provided critical feedback for the hypothesis and the analysis, and contributed to the final version of the manuscript.

Competing interest

Yan Kestens holds shares in Polygon Co. the company that markets the VERITAS application. All other authors declare that they have no competing interests.

Supplementary materials

A. Complete sets of social relationship types

Figure 36 is a graphical representation of the sets of relational properties used to characterize the 1418 social relationships. We observe that most of the relationships are characterized by the feeling of closeness (89%) while a small fraction was seen daily (12%). In addition, only 14% of the social relationships are not included in the three categories used in the main analyses (i.e., personal relationships, companions, and close relationships), representing observations not included in sets A or B in Figure 36. The intersection of feeling close (C), daily encounters (D), discussing important matters (A) represents close relationships in the main analysis.

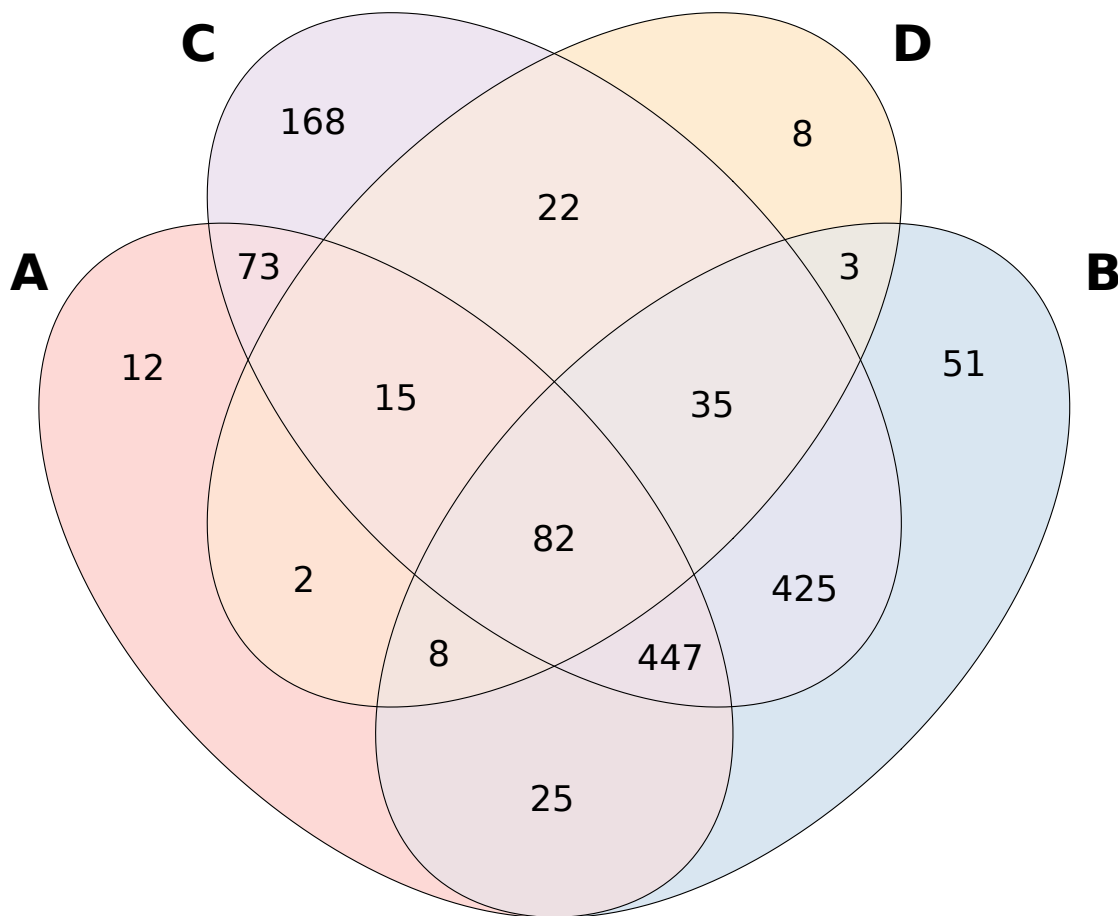


Fig. 36. Venn diagram of the overlapping sets of the characterization of social relationships. These are those with whom the participant (A) discussed important matters, (B) had a good time, (C) feel close to or (D) were seen daily.

Proportions of social relationships reported both in the personal and the companion networks. Figure 37 presents the empirical cumulative distribution (ECD) of the proportions of social relations reported being both in the personal and companion networks. Comparing

the two ECDs, the proportion of companions also reported as personal relationships (in red) gradually increases, while most participants reported all their personal relationships being also companions, which is shown by the large increase on the far right of the blue ECD. These proportions could not be calculated for participants without personal relationships or companions, as this would involve dividing by 0. Therefore, the blue ECD was calculated for 178 participants and the red ECD for 169 participants. In the subsamples, 76% of participants had all their personal relationships as companions, compared to 31% who had all their companions as personal relationships. For the full sample, this represents 74% and 28% of participants, respectively. These results indicate a strong overlap, and especially that personal networks are mainly included in the companion networks.

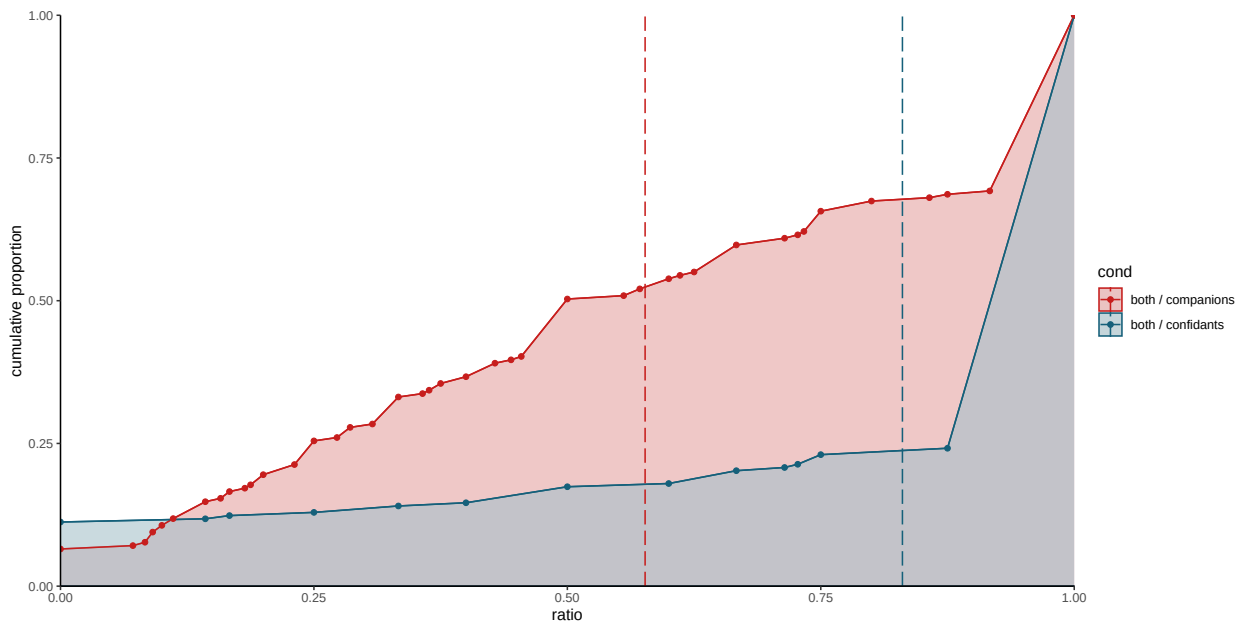


Fig. 37. Empirical cumulative distributions of proportions of people reported as both companions and personal relationships. The x-axis represents the proportions of individuals reported as both personal relationships and companion relative to the total number of companions (red) and the total number of personal relationships (blue). Each observed proportion (i.e., the proportions calculated in each participant) is displayed as red and blue dots connected by straight lines. Several observations can be superimposed on the same point, as they share the same proportions.

B. Linear Regression Diagnostics

Model 1 diagnostics showed heteroskedasticity motivating the choice of calculating robust standard errors (see Studentized residuals against theoretical quantile or fitted values in Figure 38). Adjusted general variance inflation factor suggested no issue of multicollinearity among all explanatory variables if we considered a threshold of $GVIF^{1/2*df}$, which is comparable to the application of the $VIF < 4$ rule of thumb [746] (Table 25). Yet, we found

moderate multicollinearity for the number of personal relationships and companions. Visual exploration of Cook’s distance (Figure 38) showed that an observation as a relatively high leverage on the main regressions (# 56). The maximum value of the ratio of HC2 adjusted standard errors to raw adjusted standard errors was 1.12 for the physical function (see Table 24). Therefore, no values exceeded the King and Roberts [749] rule of thumb of a ratio < 1.5, ruling out potential misspecification of the main model. The linear regression diagnosis for model 2 was comparable (results not reported).

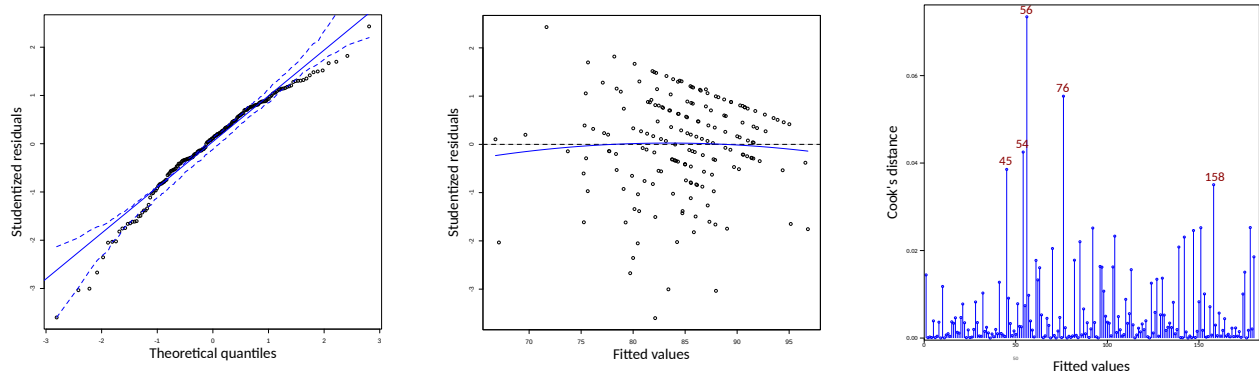


Fig. 38. Studentized residuals against theoretical quantile (left) or fitted values (middle), and the distribution of Cook’s distances by observation (right) for model 1.

| | Adjusted se ratio | |
|---|-------------------|---------|
| | Model 1 | Model 2 |
| Intercept | 1.01 | 1 |
| Number of personal relationships | 0.94 | 0.92 |
| Number of companions | 0.9 | 0.93 |
| Close relationships [yes] | 0.99 | |
| Other close relationships [yes] | | 0.91 |
| Marital status | | |
| Non close spouse | | 1 |
| None | | 0.95 |
| Age | 1.01 | 0.99 |
| Gender [woman] | 1.04 | 1.03 |
| Education | 1.07 | 1.06 |
| Physical capacities | 1.1 | 1.1 |

Table 24. Ratio between adjusted standard errors and heteroscedasticity consistent standard errors.

| | GVIF^{1/(2 * df)} | |
|---|----------------------------------|----------------|
| | Model 1 | Model 2 |
| Intercept | | |
| Number of personal relationships | 1.15 | 1.17 |
| Number of companions | 1.16 | 1.15 |
| Close relationships [yes] | 1.05 | |
| Other close relationships [yes] | | 1.02 |
| Marital status | | 1.05 |
| Age | 1.05 | 1.07 |
| Gender [woman] | 1.05 | 1.09 |
| Education | 1.04 | 1.04 |
| Physical capacities | 1.05 | 1.06 |

Table 25. Generalized Variance Inflation Factor to the power $1/(2 * df)$ calculated for model 1 and 2. All variables have a df of 1, except for marital status which has a df of 4. The adjustment is to make the GVIF comparable between variables.

C. Sensibility analysis on the linear regression models

Table 26 presents the full summaries of regression models 1 and 2. Tables 27 and 28 present separate multiple regressions including only one of the five explanatory variables at a time, as well as the confounders. We observe that the number of companions and the presence of close relationship are insignificant when taken independently (Models 3 and 5). In addition, the p-values approach 0.05 for the number of personal relationships and the presence of other close relationships (Models 4 and 6). The loss of significance for the number of companions is potentially due to the multicollinearity observed for this variable and for the number of personal relationships (adjusted GVIF of 1.15 and 1.16) and their positive and negative associations with emotional well-being. In addition, the association for the number of companions became significant when only the number of personal relationships was added ($p = 0.01$; $CI_{95\%} = [0.16; 1.10]$). For the presence of close relationships, the adjusted GVIF was low (1.05) and the inclusion of the number of personal relationships did not make it significant ($p = 0.06$; $CI_{95\%} = [-0.13; 7.23]$). The presence of close relationships only became significant when both the number of personal relationships and companions were included. One explanation could come from inverse relations between the descriptors and the outcomes. Emotional well-being could both influence the number of personal relationships and companions as a decrease in emotional well-being could increase the need to discuss important matters, while an increase in emotional well-being could increase the feeling of having a good time with others. At the same time, having a close relationship could increase contact with others, through informal support (e.g., being accompanied during transportation) or by providing opportunities for social interaction. This collision bias could explain the loss of significance for the presence of close relationships. However, the adjusted GVIF for this variable remains low in model 1, which limits this possibility. An alternative could come from the presence of interactions. The association between emotional well-being and close relationships could change with an increase in the number of personal relationships and companions - their increase could compensate for the lack of close relationships, and thereby decrease its association with emotional well-being. Thus, this latter relationship only emerges when controlling for the number of personal relationships and companions.

Tables 29 through 32 present different sensitivity analyses. We first recalculated models 1 and 2 by *excluding the participant with high leverage* according to Cook's distance. These results for social variables were comparable to model 1 and 2 (see model 8 and 9; Table 29).

Not all self-reported social relationships were included in the main model. Social relationships that were not characterized as personal relationships, companions, or close relationships accounted for 14% of reported relationships. We calculated the multiple regression with the presence of *other relationships* as an additional explanatory variable. As with close

relationships, we use a binary variable to assess the presence of other relationships since only 39% of participants had at least one in their network. The presence of other types of social relationships was not significantly associated with emotional well-being, and the associations with the other explanatory variables remained comparable to model 1 (see model 10; Table 30) and model 2 (not reported).

Close relationships in our study were defined in part as people seen daily. This criterion may be too restrictive and misses other relevant close relationships seen less frequently. We created a new type of relationship, *weekly close relationships*, which are people with whom the participant discuss important matters, to whom the participant feels close, and who are seen weekly. When added to the full models, we observed a negative but nonsignificant association between the presence of weekly close relationships and emotional well-being, whereas the associations previously observed in model 1 (see model 11; Table 30) and model 2 (results not reported) remained comparable.

The negative association between the number of personal relationships and emotional well-being could be explained by the level of connectivity between personal relationships. First, personal relationships whom all know each other (e.g., family members) may imply some form of peer pressure towards group conformity and produce support that do not correspond to participants' needs or preferences. During the interview, we also asked the participant to identify who knows whom in their social relationships. With this information, we measured density between personal relationships – namely the ratio of the number of connections to the maximum possible number of connections in between them. Because most participants had all their personal relationships knowing each other, we created a binary variable, *personal relationships full density*, which separates those whose density between personal relationships is equal to 1 from others. The association between the number of personal relationships and emotional well-being remained comparable when we included this variable in model 1 (see model 12; Table 30) and model 2 (results not reported), which did not support previous hypotheses.

Model 13 (Table 31) presents the sensitivity analysis of model 2 when specifying the marital status of participants without a spouse. We found that participants with a close spouse had a higher mean level of emotional well-being compared to those who reported being divorced or separated. No other pairwise differences were significant after changing the reference category (results not reported).

Finally, models 14 and 15 (Table 32) presents the summaries of models 1 and 2 calculated only on the subset of social relationships seen face-to-face in visited locations. We observe comparable results for each social variable.

| | Model 1 | | | Model 2 | | |
|----------------------------------|---------|----------------|-------------|---------|-----------------|-------------|
| | β | CI95% | p-value | β | CI95% | p-value |
| Intercept | 68.58 | [22.5; 114.66] | <0.01 | 67.83 | [22.27; 113.39] | <0.01 |
| Number of personal relationships | -1.14 | [-1.79; -0.49] | <0.01 | -1.15 | [-1.81; -0.48] | <0.01 |
| Number of companions | 0.72 | [0.24; 1.2] | <0.01 | 0.72 | [0.24; 1.19] | <0.01 |
| Close relationships [yes] | 4.37 | [0.6; 8.14] | 0.02 | | | |
| Other close relationships [yes] | | | | 6.45 | [1.77; 11.13] | 0.01 |
| Close spouse | | | | | | |
| Non-close spouse | | | | -2.79 | [-7.99; 2.41] | 0.29 |
| None | | | | -3.67 | [-7.9; 0.56] | 0.09 |
| Age | -0.08 | [-0.6; 0.44] | 0.76 | -0.04 | [-0.55; 0.47] | 0.9 |
| Gender [woman] | 0.94 | [-2.98; 4.85] | 0.64 | 0.74 | [-3.3; 4.78] | 0.72 |
| Education | 0.64 | [0.2; 1.08] | 0.01 | 0.66 | [0.22; 1.09] | <0.01 |
| Physical capacities | 0.14 | [0.05; 0.24] | <0.01 | 0.15 | [0.06; 0.24] | <0.01 |
| Adjusted R ² | 0.13 | | | 0.13 | | |

Table 26. Complete summary of the multivariable linear regressions of emotional well-being explained by relationship types.

| | Model 3 | | | Model 4 | | | Model 5 | | |
|---------------------------|---------|-----------------|--------------|---------|-----------------|-------------|---------|-----------------|-------------|
| | β | CI95% | p-value | β | CI95% | p-value | β | CI95% | p-value |
| Intercept | 77.23 | [29.39; 125.07] | <0.01 | 77.32 | [29.65; 124.99] | <0.01 | 75.14 | [27.64; 122.64] | <0.01 |
| Confidants | -0.58 | [-1.15; -0.01] | 0.047 | | | | | | |
| Companions | | | | 0.29 | [-0.14; 0.73] | 0.18 | | | |
| Close relationships (yes) | | | | | | | 3.18 | [-0.54; 6.89] | 0.09 |
| Age | -0.13 | [-0.66; 0.39] | 0.61 | -0.14 | [-0.68; 0.39] | 0.6 | -0.12 | [-0.66; 0.42] | 0.65 |
| Gender (woman) | 0.26 | [-3.63; 4.14] | 0.9 | 0.17 | [-3.77; 4.1] | 0.93 | 0.93 | [-3.06; 4.92] | 0.65 |
| Education | 0.53 | [0.11; 0.95] | 0.01 | 0.49 | [0.07; 0.91] | 0.02 | 0.51 | [0.09; 0.92] | 0.02 |
| Physical capacities | 0.15 | [0.05; 0.24] | 0.01 | 0.14 | [0.04; 0.24] | 0.01 | 0.14 | [0.04; 0.24] | 0.01 |
| Adjusted R ² | 0.08 | | | 0.07 | | | 0.08 | | |

Table 27. Sensibility analysis on model 1. Each model includes a single social variable.

| | Model 6 | | | Model 7 | | |
|---------------------------------|---------|-----------------|--------------|---------|----------------|-------------|
| | β | CI95% | p-value | β | CI95% | p-value |
| Intercept | 74.96 | [28.62; 121.29] | <0.01 | 77.84 | [29.47; 126.2] | <0.01 |
| Other close relationships [yes] | 4.94 | [0.06; 9.81] | 0.047 | | | |
| Marital status | | | | | | |
| Non close spouse | | | | -1.31 | [-6.6; 3.99] | 0.62 |
| None | | | | -2.65 | [-6.93; 1.63] | 0.22 |
| Age | -0.11 | [-0.63; 0.42] | 0.69 | -0.12 | [-0.66; 0.43] | 0.67 |
| Gender [woman] | -0.08 | [-3.9; 3.75] | 0.97 | 1.06 | [-3.09; 5.2] | 0.61 |
| Education | 0.49 | [0.09; 0.88] | 0.02 | 0.51 | [0.08; 0.93] | 0.02 |
| Physical capacities | 0.15 | [0.05; 0.25] | <0.01 | 0.14 | [0.04; 0.24] | 0.01 |
| Adjusted R ² | 0.08 | | | 0.07 | | |

Table 28. Sensibility analysis on model 2. Each model includes a single social variable.

| Without high leverage observation | | | | | | |
|--|---------|------------------|---------|---------|------------------|---------|
| | β | Model 8 CI95% | p-value | β | Model 9 CI95% | p-value |
| Intercept | 67.49 | [21.92; 113.05] | 0.01 | 67.17 | [22.08; 112.26] | 0.01 |
| Number of confidants | -1.11 | [-1.76; -0.46] | 0.01 | -1.13 | [-1.79; -0.46] | 0.01 |
| Number of companions | 0.65 | [0.19; 1.12] | 0.01 | 0.65 | [0.19; 1.11] | 0.01 |
| Close relationships [yes] | 3.89 | [0.23; 7.55] | 0.04 | | | |
| Other close relationships [yes] | | | | 6.01 | [1.39; 10.62] | 0.01 |
| Close spouse | | | | | | |
| Non close spouse | | | | -2.75 | [-7.94; 2.45] | 0.3 |
| None | | | | -3.12 | [-7.22; 0.99] | 0.14 |
| Age | -0.06 | [-0.57; 0.45] | 0.81 | -0.03 | [-0.53; 0.48] | 0.91 |
| Gender [woman] | 1.33 | [-2.51; 5.17] | 0.49 | 1.09 | [-2.88; 5.06] | 0.59 |
| Education | 0.6 | [0.17; 1.03] | 0.01 | 0.61 | [0.19; 1.04] | 0.01 |
| Physical capacities | 0.15 | [0.06; 0.25] | 0.01 | 0.16 | [0.07; 0.25] | 0.01 |
| Adjusted R² | 0.13 | | | 0.14 | | |

Table 29. Sensibility analysis on model 1 and 2 without the observation displaying high leverage.

| | Other relationships | | | Weekly close relationships | | | With confidant density | | |
|---|---------------------|-------------------|---------|----------------------------|-------------------|---------|------------------------|-------------------|---------|
| | β | Model 10 CI95% | p-value | β | Model 11 CI95% | p-value | β | Model 12 CI95% | p-value |
| Intercept | 68.5 | [22.25; 114.75] | 0.01 | 68.9 | [23.25; 114.56] | 0.01 | 68.35 | [20.94; 115.77] | 0.01 |
| Confidants | -1.15 | [-1.81; -0.48] | 0.01 | -0.95 | [-1.68; -0.22] | 0.01 | -1.14 | [-1.79; -0.49] | 0.01 |
| Companions | 0.75 | [0.21; 1.28] | 0.01 | 0.74 | [0.24; 1.23] | 0.01 | 0.72 | [0.25; 1.2] | 0.01 |
| Daily close relationships [yes] | 4.42 | [0.57; 8.26] | 0.02 | 4.08 | [0.34; 7.83] | 0.03 | 4.37 | [0.56; 8.17] | 0.02 |
| Other relationships [yes] | 0.4 | [-4.03; 4.83] | 0.86 | -3.64 | [-7.66; 0.38] | 0.08 | 0.11 | [-3.73; 3.96] | 0.95 |
| Weekly close relationships [yes] | | | | | | | | | |
| Close confidant density [yes] | | | | | | | | | |
| Age | -0.08 | [-0.6; 0.44] | 0.75 | -0.06 | [-0.57; 0.45] | 0.82 | -0.08 | [-0.61; 0.45] | 0.77 |
| Gender [women] | 0.91 | [-3.04; 4.85] | 0.65 | 1.18 | [-2.68; 5.04] | 0.55 | 0.95 | [-3.08; 4.98] | 0.64 |
| Education | 0.64 | [0.2; 1.08] | 0.01 | 0.63 | [0.2; 1.05] | 0.01 | 0.64 | [0.2; 1.08] | 0.01 |
| Physical capacities | 0.14 | [0.05; 0.24] | 0.01 | 0.14 | [0.05; 0.24] | 0.01 | 0.14 | [0.05; 0.24] | 0.01 |
| Adjusted R² | 0.12 | | | 0.14 | | | 0.12 | | |

Table 30. Sensibility analysis on the multivariable regressions of the emotional well-being explained by types of social relationships.

| Full marital status | | | |
|--------------------------------------|---------|-------------------|---------------|
| | β | Model 13 CI95% | p-value |
| Intercept | 67.94 | [21.68; 114.2] | < 0.01 |
| Confidants | -1.2 | [-1.87; -0.53] | < 0.01 |
| Companions | 0.74 | [0.28; 1.21] | < 0.01 |
| Close others [true] | 6.16 | [1.34; 10.99] | 0.01 |
| Close spouse | | | |
| Non close spouse | | | |
| None | | | |
| Close spouse full | | | |
| Non close spouse | -2.72 | [-7.9; 2.46] | 0.3 |
| Single | -0.8 | [-9.27; 7.66] | 0.85 |
| Separated | -10.46 | [-19.04; -1.87] | 0.02 |
| Widowed | -2.41 | [-7.07; 2.25] | 0.31 |
| Other relationships | | | |
| Weekly close relationships | | | |
| Confidant full density [true] | | | |
| Age | -0.03 | [-0.55; 0.49] | 0.91 |
| Gender [women] | 0.41 | [-3.66; 4.48] | 0.84 |
| Education | 0.59 | [0.15; 1.03] | 0.01 |
| Physical capacities | 0.15 | [0.06; 0.25] | < 0.01 |
| Adjusted R² | 0.15 | | |

Table 31. Sensibility analysis on model 2 with a simplified marital status variable.

| | Model 14 | | | Model 15 | | |
|--|----------|-----------------|---------------|----------|----------------|---------------|
| | β | CI95% | p-value | β | CI95% | p-value |
| Intercept | 72.35 | [25.67; 119.03] | < 0.01 | 71.24 | [25; 117.48] | 0.01 |
| Confidants | -0.95 | [-1.74; -0.16] | 0.02 | -0.95 | [-1.78; -0.12] | 0.03 |
| Companions | 0.68 | [0.08; 1.27] | 0.03 | 0.65 | [0.06; 1.25] | 0.03 |
| Close relationships [Yes] | 3.79 | [0.04; 7.55] | 0.048 | | | |
| Other close relationships [Yes] | | | | 5.85 | [1.04; 10.65] | 0.02 |
| Marital status | | | | | | |
| Non close spouse | | | | -2.37 | [-7.75; 3] | 0.38 |
| None | | | | -3.22 | [-7.48; 1.04] | 0.14 |
| Age | -0.12 | [-0.64; 0.41] | 0.66 | -0.07 | [-0.6; 0.45] | 0.78 |
| Gender [women] | 1.16 | [-2.83; 5.16] | 0.56 | 0.99 | [-3.11; 5.09] | 0.63 |
| Education | 0.58 | [0.14; 1.02] | 0.01 | 0.59 | [0.16; 1.03] | 0.01 |
| Physical capacities | 0.15 | [0.05; 0.24] | < 0.01 | 0.15 | [0.05; 0.25] | < 0.01 |
| Adjusted R² | 0.1 | | | 0.11 | | |

Table 32. Sensibility analysis on models 1 and 2 on the subset of face-to-face interactions.

Chapitre 4

Position des relations sociales au sein des réseaux socio-spatiaux

1. Introduction

Dans l'Article 2, j'ai mis en évidence une propriété structurelle récurrente dans les réseaux bipartites, soit la présence de structures en étoiles caractérisées par un nœud central connecté à de multiples nœuds périphériques. J'ai ensuite observé dans l'Article 3 des associations distinctes entre certaines catégories des relations sociales et le bien-être émotionnel.

Afin de mieux comprendre les liens existants entre ces propriétés des réseaux bipartites et des relations sociales, l'objectif de ce chapitre est d'explorer la distribution des catégories de relations sociales au sein des structures en étoiles. Plus précisément, l'objectif est d'évaluer dans quelle mesure les (1) *relations proches*, (2) *personnelles*, de (3) *camaraderie*, de (4) *groupes* et les (5) *autres* catégories de relations sont (A) des personnes *avec qui les participants réalisent un nombre élevé d'activités*, (B) des personnes *rencontrées dans des lieux où sont rencontrées un nombre élevé de personnes*, ou (C) des personnes *rencontrées dans les autres lieux d'activités*.

2. Méthode

2.1. Population et récolte de données

L'échantillon comprend les 183 participants du volet canadien de l'étude CURHA. Les informations sur les *lieux d'activités*, les *relations sociales*, et *avec qui les activités régulières sont généralement réalisées*, ont été collectées avec l'outil VERITAS-Social. Pour les relations sociales, les participants pouvaient identifier des *individus* et des *groupes de personnes*. Des questions complémentaires ont permis aux participants d'identifier les personnes avec qui

ils discutent de choses importantes, ils passent de bons moments, ou ils ont des relations fréquentes sans sentiment de proximité. Des descriptions détaillées de la population et de la récolte de données sont présentées aux Sections 2 et 3 du Chapitre 3.

2.2. Caractérisation des positions au sein des réseaux bipartites

Les données collectées à l'aide de l'outil VERITAS-Social ont été représentées sous forme de réseaux bipartites. Ces réseaux comprennent deux types de nœuds – les *alters* et les *lieux d'activités* – et dont les liens indiquent *avec qui les participants réalisent leurs activités régulières*. Le terme alter décrit donc à la fois les personnes identifiées individuellement que ceux générés à partir des groupes.

L'Article 2 montre que ces réseaux bipartites se caractérisent par la présence récurrente de structures en étoiles qui correspondent deux phénomènes distincts : *une personne unique avec qui une aînée réalise plusieurs activités, dont la plupart sont uniquement réalisées avec cette personne, et un lieu d'activités où un participant rencontre un nombre élevé de personnes, dont la plupart sont uniquement rencontrés en ce lieu.*

J'ai identifié différentes positions que peuvent prendre les alters en fonction de ces structures en étoiles. Pour ce faire, j'ai tout d'abord trouvé les nœuds à haut degré caractéristiques de ces structures.⁹⁸ Le degré indique le nombre de liens d'un nœud aux autres nœuds du réseau. Pour un alter, c'est le nombre de lieux visiter avec le participant. Pour un lieu, c'est le nombre de personnes que le participant y rencontre.

J'ai ensuite identifié *les alters à haut degré* – soit les personnes avec qui les participants réalisent plusieurs activités – *les alters connectés aux lieux à haut degré* – soit les personnes rencontrées dans des lieux où le participant rencontre plusieurs personnes – et *les alters connectés aux lieux à plus faible degré* – soit les personnes rencontrées dans les lieux où le participant rencontre un nombre plus faible de personne.⁹⁹ Pour les deux dernières positions, j'ai distingué les alters connectés aux *résidences des participants* de ceux connectés à *d'autres types de lieux*. Finalement, j'ai regardé la distribution des relations au sein des alters *uniquement connectés aux lieux à haut degrés*. En d'autres termes, les personnes qui sont uniquement rencontrées en ces lieux.

⁹⁸ Le degré est le nombre de liens d'un nœud aux autres nœuds du réseau. Les nœuds à degrés élevés sont ceux dont le degré se trouve dans l'intervalle 3 de l'équation 1 de l'Article 2.

⁹⁹ Les lieux à plus faible degré sont ceux se trouvant dans les intervalles 1 et 2 de l'Équation 1 de l'Article 2.

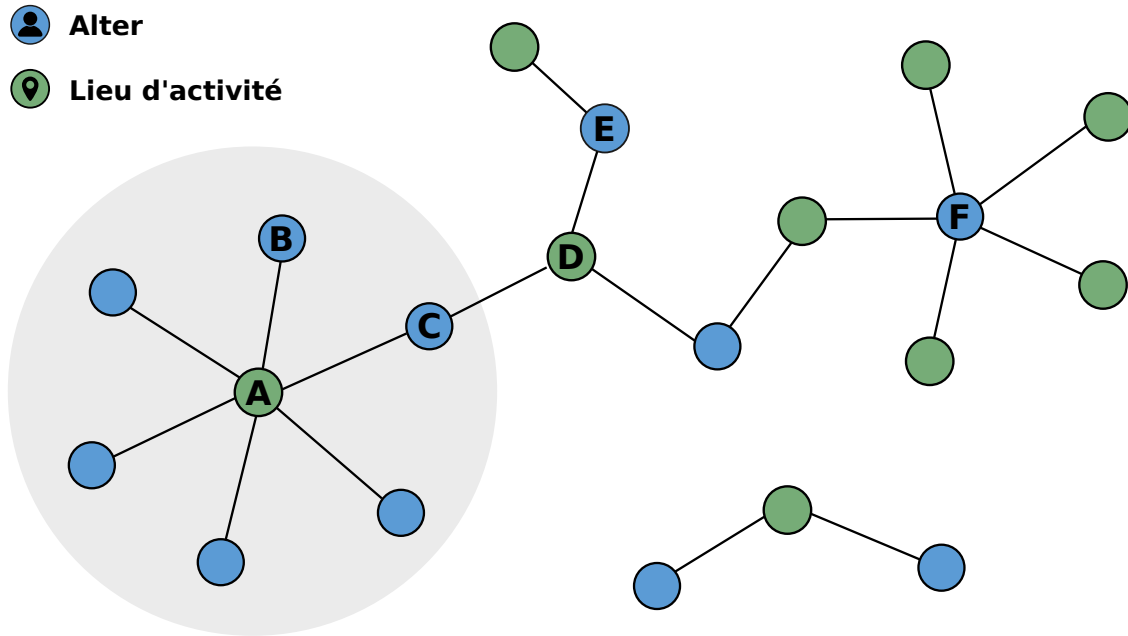


Fig. 39. Visualisation d'un réseau bipartite hypothétique d'alter connecté à des lieux d'activités. Les liens définissent les alter avec qui le participant réalise habituellement les activités. Dans cet exemple, deux nœuds ont un degré élevé, le lieu A et l'alter F. Les alters connectés au lieu A, soit l'ensemble des alters dans le cercle gris sont considérés étant connecté à un lieu à haut degré. L'alter B est uniquement connecté au lieu A. L'alter C est à la fois connecté à un lieu à haut degré (A) et un lieu à plus faible degré (C). L'alter E est uniquement connecté à des lieux à faible degrés.

2.3. Caractérisation des relations sociales

J'ai caractérisé les alters des réseaux bipartites selon les catégories de relations sociales définies dans l'Article 3. Les *relations proches* sont celles rencontrées quotidiennement, avec qui le participant discute de choses importantes, et dont le participant se sent proche. Les *relations personnelles* sont celles avec qui le participant discute de choses importantes. Les *camarades* sont ceux avec qui le participant passe de bons moments. Pour créer des catégories exclusives, j'ai ensuite séparé les individus comme étant *uniquement un camarade*, *uniquement une relation personnelle*, ou *une relation personnelle et un camarade*. Enfin, les individus non inclus dans les catégories précédentes sont définis comme des *relations autres*. Les alters générés à partir des groupes¹⁰⁰ sont identifiés en tant que *relations de groupes*. La Figure 40 schématise cette catégorisation.

¹⁰⁰ Dans les réseaux bipartites, les groupes sont transformés en \sqrt{n} noeuds, tous connectés au lieu d'activités où ils sont rencontrés. Cette transformation est décrite à la Section 4.1 du Chapitre 3.

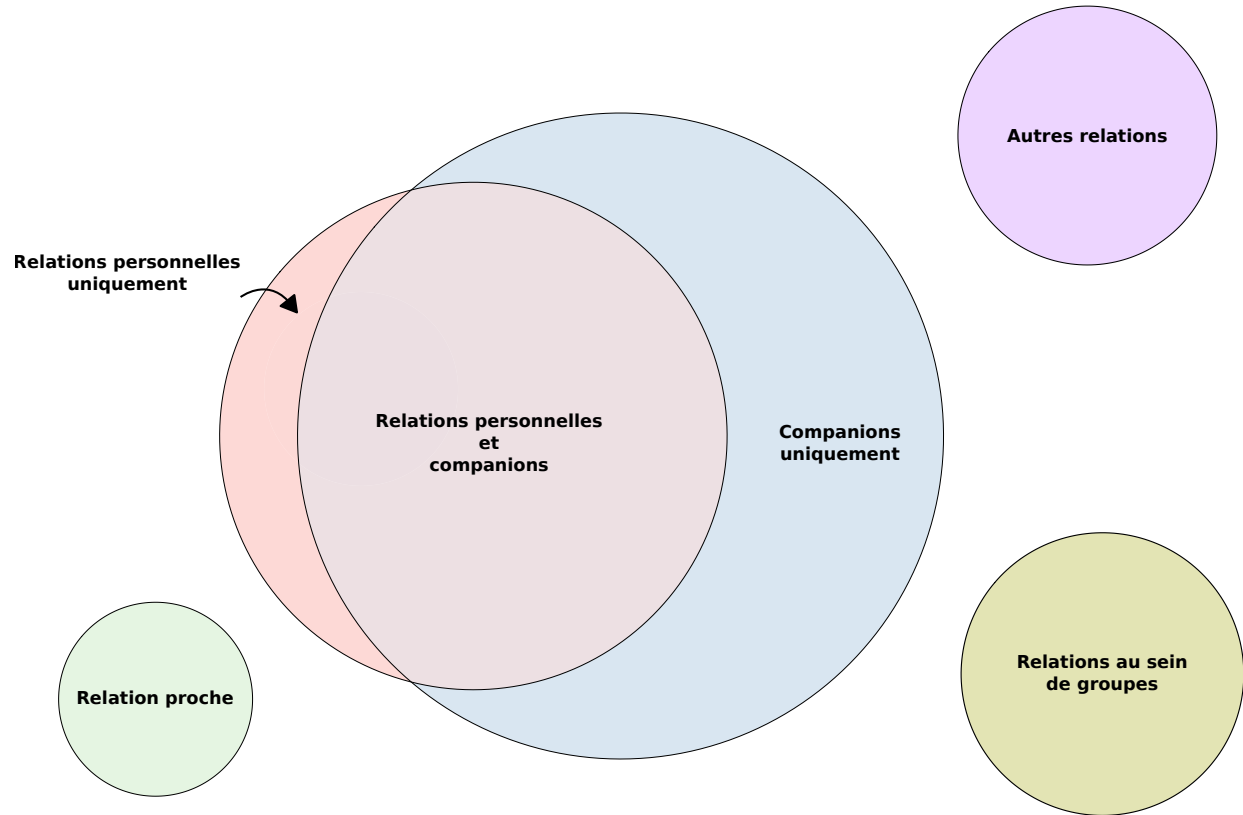


Fig. 40. Schématisation des catégories de relations sociales.

2.4. Analyse de proportions

J'ai calculé les proportions moyennes des catégories de relations sociales trouvées dans chaque position au sein des réseaux bipartites. Ces proportions sont tout d'abord pondérées selon le nombre d'alters observés dans les différentes positions. Par exemple, un participant pourrait avoir 1 relation proche, 3 relations personnelles et 2 camarades connectés à un lieu à haut degré. Par conséquent, on obtient des proportions de 0,17, 0,50 et 0,33, respectivement. J'ai ensuite calculé la moyenne de ces proportions pour chaque position.

J'ai estimé les intervalles de confiance de ces proportions moyennes par *bootstrapping*. Les données ont été rééchantillonnées 10 000 fois, et les intervalles de confiance ont été construits avec la méthode de base (voir Wasserman [744, Eq. 8.6, p.111]). Je considère les différences entre deux proportions moyennes comme significatives en l'absence de chevauchement de leurs intervalles de confiances.

3. Résultat

Sur les 183 participants du volet canadien de l'étude CURHA, 182 ont été retenues pour les analyses subséquentes. Tels que décrit précédemment dans la Section 3 de l'Article 2, un participant a identifié ne rencontrer personne dans ses lieux d'activités, bien que l'analyse de son réseau social suggère la présence de tels liens dans son réseau bipartite. Ce participant a été exclu des analyses subséquentes.

Sur les 1724 alters, 116 sont à haut degré, 793 connectés à des lieux à haut degré – 504 sont connectés aux résidences des participants et 313 à d'autres lieux – et 873 sont connectés à des lieux à plus faible degré – 258 sont connectés aux résidences des participants et 109 à d'autres lieux. Ces positions ne se retrouvent pas dans les réseaux de chaque participant. En effet, 63% des participants ont des alters à haut degré, 52% ont des lieux à haut degré – 38% pour les résidences et 23% pour les autres lieux à haut degré – et 90% ont des lieux à plus faible degré.

Pour les catégories de relations sociales, on obtient 97 relations proches, 87 qui sont uniquement des relations personnelles, 479 qui sont à la fois des relations personnelles et des camarades, 510 qui sont uniquement des camarades, 311 relations au sein de groupes, et 240 autres formes de relations sociales.¹⁰¹

La Table 33 présente les proportions moyennes des catégories de relations sociales observées dans les différentes positions. On observe que les relations proches représentent la majorité des alters à haut degré. Chez les alters connectés à des lieux à haut degré, on observe que les relations personnelles et de camaraderie sont plus observées aux résidences des participants, tandis que les relations de groupes sont plus observées dans les autres lieux.

Chez les alters connectés uniquement à des lieux à haut degré, les relations proches sont les moins observées aux résidences des participants et les relations de groupes sont les plus observées dans les autres lieux. Ensuite, les relations personnelles sont maintenant plus observées dans les lieux de résidences que dans les autres lieux. Parmi les participants ayant des lieux à haut degré, 40% (95%CI = [34%; 45%]) de leurs alters sont, en moyenne, uniquement rencontrés dans des lieux de résidences à haut degré, et 42% (95%CI = [36%; 48%]) sont uniquement rencontrés dans d'autres lieux à hauts degrés.

¹⁰¹ Les différences observées avec les fréquences calculées dans l'Article 3 (voir Figure 36) vient du fait que les fréquences sont calculées sur 183 participants dans l'Article 3 et 182 participants dans ce chapitre.

| | Relations proches | Relations personnelles et de camaraderie | Relations personnelles | Relations de camaraderie | Autres relations | Relations de groupe |
|---|-------------------|--|------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|
| Alter à haut degré | 0.57 [0.48; 0.67] | 0.14 [0.08; 0.20] | 0.02 [0.00; 0.04] | 0.18 [0.11; 0.25] | 0.09 [0.04; 0.13] | 0 [0; 0] |
| Connecté à un lieu à haut degré | | | | | | |
| Résidence | 0.08 [0.06; 0.10] | 0.33 [0.26; 0.40] | 0.07 [0.03; 0.11] | 0.33 [0.26; 0.41] | 0.13 [0.07; 0.18] | 0.05 [0.01; 0.09] |
| Autre lieu | 0.05 [0.02; 0.06] | 0.15 [0.06; 0.22] | 0.02 [0.00; 0.03] | 0.25 [0.15; 0.35] | 0.07 [0.02; 0.12] | 0.46 [0.33; 0.59] |
| Uniquement connecté à un lieu à haut degré | | | | | | |
| Résidence | 0.01 [0.00; 0.02] | 0.27 [0.19; 0.36] | 0.09 [0.03; 0.14] | 0.39 [0.29; 0.49] | 0.15 [0.09; 0.021] | 0.07 [0.01; 0.13] |
| Autre | 0.00 [0.00; 0.00] | 0.08 [0.00; 0.15] | 0.00 [0.00; 0.01] | 0.22 [0.09; 0.33] | 0.00 [0.07; 0.15] | 0.63 [0.48; 0.78] |
| Connecté à un lieu à plus faible degré | | | | | | |
| Résidence | 0.23 [0.16; 0.30] | 0.31 [0.24; 0.39] | 0.07 [0.03; 0.11] | 0.25 [0.18; 0.32] | 0.13 [0.07; 0.18] | 0 [0; 0] |
| Autre | 0.51 [0.41; 0.61] | 0.11 [0.04; 0.16] | 0.01 [0.00; 0.02] | 0.21 [0.12; 0.29] | 0.15 [0.08; 0.22] | 0.01 [0.00; 0.02] |

Tableau 33. Distributions des proportions moyennes des différentes catégories relationnelles selon les positions au sein des réseaux bipartites. Les intervalles de confiances sont entre parenthèses. Les catégories « Résidence » et « Autre » sont les résidences des participants et les lieux autres que ces résidences.

Chez les alters connectés aux lieux à plus faible degré, les relations personnelles et de camaraderie sont plus observées dans les lieux de résidence quand dans les autres lieux. Lorsqu'on compare aux alters connectés à des lieux à haut degré, on observe une augmentation des relations proches et une diminution des relations de groupes.

Mis à part les alters uniquement connectés à d'autres lieux, les relations personnelles sont relativement moins observées que les relations de camaraderie, et que les relations à la fois personnelles et de camaraderie.

4. Discussion

J'examine dans ce chapitre la distribution des relations sociales à travers différentes positions dans les réseaux bipartites, selon les types relations sociales étudiés dans l'Article 3 et les propriétés structurelles des réseaux bipartites étudiées dans l'Article 2.

Les principaux résultats sont que les relations proches représentent la majorité des personnes qui sont rencontrées ou qui accompagnent les aînés dans un grand nombre de lieux d'activités. Cette observation souligne que la proximité relationnelle se traduit par une proximité géospatiale chez les aînés. Les analyses supplémentaires de l'Article 2 montrent également que les alters à haut degré sont en majorité des individus qui habitent avec les aînés, et avec qui ils ont des interactions quotidiennes. Cela suggère que de "discuter de sujets importants" et que le "sentiment de proximité" ne sont potentiellement pas les critères les plus utiles pour comprendre la probabilité d'occuper ces positions dans les réseaux bipartites.

Les membres du réseau personnelles, c'est-à-dire les relations personnelles ou les relations personnelles et de camaraderie, sont plus observées dans les lieux de résidences que dans les autres lieux d'activités. Ensuite, les relations de groupes sont largement plus représentées dans les lieux non résidentiels à haut degré. Ces résultats sont cohérents avec l'étude de Cheang [581] qui montre l'importance des fast-foods aux États-Unis comme lieux de socialisation chez les aînés, où ces derniers se rassemblent entre amis pour passer de bons moments. Il observe peu d'échanges de soutien dans ces lieux, et ces rencontres favorisent le sentiment d'appartenance à un groupe chez les aînés. Les analyses supplémentaires de l'Article 2 montrent qu'une part des lieux à haut degré sont des restaurants, mais sans être plus fréquemment observés dans cette position que d'autres catégories de lieux d'activités (voir Section E). D'autres études soulignent également l'importance des lieux hors de la résidence sur la vie sociale des aînés [16, 17, 10, 11, 19].

Les relations proches sont également le plus observées dans les autres lieux à faible degré. Ce résultat s'explique par le fait que les relations proches représentent la majorité des alters à haut degré – c'est-à-dire les personnes avec qui les aînés visitent un nombre élevé de lieux.

De plus, les aînés vont également pouvoir réaliser les activités à l'extérieur de la résidence avec des relations proches ayant un degré plus faible.

Finalement, les relations de camaraderie sont les plus fréquentes dans notre échantillon. En comparaison, elles sont largement plus observées que les relations personnelles dans l'ensemble des lieux identifiés. De plus, ces relations sont largement observées à travers les différentes positions si l'on considère également les relations à la fois personnelles et de camaraderies.

La limite principale de cette étude est les participants n'ont pas tous des alters aux différentes positions étudiées, et ce ne sont pas les mêmes sous-groupes de participants pour qui l'on observe des alters aux différentes positions. Cela limite donc la comparaison des proportions pour un même type de catégorie de relations sociales, entre différentes positions au sein des réseaux bipartites. Par exemple, les différences observées entre les lieux résidentiels et non résidentiels peuvent traduire des différences quant aux caractéristiques des aînés (p. ex. des aînés qui préfèrent les interactions à domiciles où à l'extérieur), de non les caractéristiques "sociales" des lieux comparés. De plus, il est difficile de savoir dans quelle mesure les analyses descriptives sur les alters rencontrés dans les lieux à haut degré sont généralisables aux aînés n'ayant pas ces structures dans leur réseau. Une seconde limite est que les alters n'étant pas rencontrés dans les lieux d'activité sont exclus de l'analyse. La raison est que la méthode utilisée pour collecter les alters isolés diffère de celles utilisées pour ceux rencontrés dans les lieux d'activités (c.-à-d. non isolés). En effet, les alters isolés sont collectés à la fin du questionnaire lorsque les participants identifient les qualités relationnelles des individus (voir la Section 3.1 du Chapitre 3). Conséquemment, cette différence méthodologique limite la comparaison entre les alters isolés et non isolés.

En conclusion, ce chapitre montre comment, chez les aînés, différentes catégories de relations sociales se distribuent inégalement dans l'espace d'activité. Une étude plus approfondie de la spatialisation des relations sociales pourrait aider à mieux comprendre les facteurs contextuels qui favorisent, ou limitent, la vie sociale des aînés.

Chapitre 5

Discussion

1. La problématique scientifique à l'origine de la thèse

Cette thèse s'articule autour de deux thématiques qui était d'actualité dans la recherche en santé publique au moment où j'ai débuté ma thèse en 2014. D'une part, la question des relations sociales, et leur organisation en réseau, en tant que déterminants de la santé [536, 774, 823, 359, 472, 824, 825], et d'autre part, la prise en compte grandissante de la mobilité quotidienne et des multiples lieux d'activités dans l'évaluation de l'exposition environnementale [640, 826, 827, 828]. Cependant, en santé publique, ces thématiques étaient principalement explorées séparément avec peu de travaux d'intégration.

Cette prise en compte conjointe des relations sociales et de la mobilité a été étudiée dans d'autres domaines, notamment en sciences des transports [657, 656, 671], en géographie sociale [654], en physique et en sciences informatiques [658, 659]. Ces études ont montré qu'il existe de fortes correspondances entre les déplacements d'individus socialement connectés [660, 661, 565], et que la mobilité permet d'inférer les relations sociales avec une grande précision [829]. En santé publique, différents travaux théoriques soulignent l'importance des liens entre les individus et l'environnement géospatial, afin de comprendre les processus par lesquels ils façonnent la santé [830, 831, 832, 641, 626, 833]. Quelques travaux empiriques ont aussi été réalisés en examinant conjointement ces facteurs contextuels pour comprendre des enjeux de santé [834, 680, 835], néanmoins ces questions restent largement sous-étudiées. Dans cette optique, je me suis concentré au cours de cette thèse sur le développement de méthodes permettant de mieux intégrer les relations sociales dans l'espace d'activité, afin de mieux comprendre leur influence sur la santé.

L'intégration de ces contextes social et spatial est particulièrement pertinente pour le projet sur lequel il m'a été donné de travailler, puisqu'il porte sur des aînés âgés de 79 ans et plus. En effet, cette période de la vie est associée à un risque accru d'isolement social [528, 527], et mieux comprendre comment les relations sociales s'inscrivent dans l'environnement géo-spatial peut contribuer aux efforts visant à adapter les communautés de manière à soutenir la vie sociale des aînés [556]. Dans les pages suivantes, je rappelle succinctement les principales conclusions de cette thèse, et discute les limites les plus importantes et les avenues possibles.

2. Les principales conclusions

2.1. Questionnaire VERITAS-Social et représentation des données en réseaux

La première étape de cette thèse a été de développer un instrument permettant de mesurer les relations sociales intégrées à l'espace d'activité. Dans l'Article 1, je présente une adaptation du questionnaire VERITAS permettant de recenser ce type de données. Pour ce faire, nous avons utilisé la possibilité qu'offrait l'outil VERITAS d'identifier, sur une représentation cartographique, les lieux régulièrement visités. De cette étape, les participants pouvaient identifier les personnes avec qui l'activité était habituellement réalisée, permettant de collecter conjointement les données sociales et spatiales. Cette méthode a permis de mesurer directement où sont vues les différentes relations sociales, intégrant ainsi le réseau social à l'espace d'activité.

Des méthodes comparables avaient déjà été utilisées dans des études antérieures [679, 680], mais notre questionnaire se distingue notamment par le fait qu'il est conçu sous la forme d'une application web. Un avantage est que les participants peuvent géolocaliser leurs activités directement sur une carte interactive, telle que Google Maps, ou en interrogeant la base de données sous-jacente. Ensuite, l'outil peut être facilement déployé en ligne pour des participants ayant une expérience suffisante avec ce type d'interface. Le questionnaire peut aussi être adapté à d'autres questions de recherche, et il est actuellement utilisé dans différents projets.¹⁰²

L'étude de cas de l'Article 1 explore comment les données récoltées à l'aide de VERITAS-Social peuvent être représentées et analysées sous la forme d'un réseau. Une représentation

¹⁰² Le questionnaire VERITAS est présentement utilisé dans le projet InterAct (<https://teaminteract.ca>) sur l'impact des changements urbains sur la santé, le projet iMAP sur les environnements urbains, les habitudes de vie et la santé cognitive [836], et le projet COHESION (<https://www.cohesionstudy.ca/>), une étude sur les différents impacts de la pandémie de COVID-19, notamment en lien avec l'espace d'activité et les contacts sociaux.

plus simple, à savoir un réseau bipartite, ne comprend que les connexions entre les personnes et les lieux, définies selon les personnes rencontrées dans les lieux d'activités. Une représentation plus complexe, à savoir un système de réseaux interconnectés, inclut également les connexions entre les personnes et entre les lieux. L'analyse de réseau offre un cadre utile pour étudier ces systèmes relationnels, en permettant d'observer les propriétés qui émergent des multiples relations entre les personnes et les lieux. L'analyse approfondie des réseaux bipartites de deux participants de l'étude CURHA semble indiquer la présence de structures en forme d'étoile lorsqu'elles sont visualisées dans un espace bidimensionnel. Ces structures sont étudiées en détail dans l'Article 2.

2.2. Propriétés structurelles des réseaux socio-spatiaux

L'Article 2 présente l'analyse des propriétés structurelles des réseaux bipartites des 183 aînés de l'échantillon canadien de l'étude CURHA. L'exploration visuelle de ces réseaux avait révélé la présence de structure en forme d'étoiles, composée d'un nœud central connecté à plusieurs nœuds périphériques, dont la plupart étaient uniquement connectés à ce nœud central. L'analyse de deux propriétés des réseaux, à savoir le degré des nœuds et leur coefficient de regroupement, a permis de constater que la plupart des aînés possédaient ce type de structure en étoile dans leur réseau, et que ces configurations n'étaient pas le résultat de personnes vues aléatoirement dans l'espace d'activité. Considérant la nature de ces réseaux bipartites, ces structures en étoiles peuvent représenter deux phénomènes distincts.

Le premier est un lieu où l'aîné rencontre plusieurs personnes, dont la plupart ne sont vues qu'à cet endroit. Ces lieux incluent le lieu de résidence et des destinations non résidentielles, dont les plus fréquents sont les restaurants, les lieux de cultes et les centres sportifs. D'autres études ont également montré l'importance de la résidence [19] et de différents lieux publics et privés [16, 10, 11, 837] pour la socialisation des aînés. Ce que cette étude révèle de plus, c'est que la plupart des personnes qui sont vues dans ces lieux ne sont vues que dans ces lieux. De ce fait, l'analyse de réseaux soulève la potentielle vulnérabilité potentielle des aînés s'ils venaient à perdre l'accès à certains de ces lieux. Par exemple, dans quelle mesure les personnes vues à domicile vont-elles continuer de visiter un aîné si celui-ci devait déménager dans un établissement de soins de longue durée?

Le deuxième phénomène à l'origine de structures en étoile correspond à la présence d'un même individu vu dans plusieurs endroits, tout en étant la seule personne vue dans la plupart de ces endroits. Souvent des conjoints, parfois des enfants, et des amis. Une grande partie des lieux où l'on voit ces personnes sont des lieux fonctionnels (p. ex. la pharmacie), ce qui suggère que ces personnes accompagnent l'aîné dans ces activités quotidiennes. Il est

également probable que ces observations reflètent en partie du soutien à la mobilité [838], sachant que les conjoints et les enfants adultes représentent la première forme de soutien informel chez les aînés [385]. Toutefois, nous n'avons pas pu distinguer dans nos mesures si les personnes étaient strictement rencontrées dans ces lieux, ou si elles s'y rendaient avec le répondant, ce qui limite les conclusions quant au rôle précis de ces personnes.

2.3. Relations sociales et bien-être émotionnel

Le 3^e Article s'intéresse aux liens entre les relations sociales et le bien-être émotionnel des aînés. Je me concentre sur trois types de relations, soit les relations personnelles, de camaraderie et proche. Les deux premiers sont relativement explicites et représentent des personnes avec lesquelles l'aîné discute de choses importantes, ou avec qui il passe de bons moments. Les relations proches, quant à elles, définissent les personnes vues au quotidien, avec qui les aînés peuvent discuter de choses importantes et auprès desquelles ils se sentent proches.

Les relations sociales dans l'étude pouvaient être définies comme étant à la fois une relation personnelle et de camaraderie – un participant pouvait déclarer discuter de sujets importants et passer du bon temps avec une seule et même personne. L'évaluation de ce chevauchement montre que la grande majorité des relations personnelles sont également déclarées comme des relations de camaraderies, tandis que plus de la moitié des seconds sont également déclarés comme des relations personnelles. Cette observation souligne l'importance d'inclure différentes qualités relationnelles lorsque l'on s'intéresse à leurs associations indépendantes avec des mesures de santé.

Les régressions multiples ont montré que le nombre de camarades et la présence d'une relation proche sont associés à un niveau plus élevé de bien-être émotionnel, tandis que le nombre de relations personnelles est inversement lié au bien-être émotionnel. D'autres études ont également observé que les camarades, mais pas les relations personnelles, étaient liés au bien-être émotionnel, ainsi qu'à des notions connexes telles que la détresse émotionnelle et les symptômes dépressifs [808, 806, 807]. Les relations personnelles sont potentiellement plus favorables aux échanges de soutien [789] et, lorsque mesuré directement, le soutien social est négativement associé au bien-être émotionnel dans plusieurs études [478, 809, 810, 811].

Lorsque je spécifie la nature des relations proches, la présence de conjoints proches n'est plus associée significativement au bien-être émotionnel. Il y a plusieurs interprétations possibles à ce résultat. La présence d'enfants adultes, d'amis proches et d'autres formes de relations proches sont plus bénéfiques à un âge avancé. Ensuite, les personnes sans conjoint ne représentent pas un groupe cohésif, car elles comprennent des célibataires de longue durée, des personnes séparées et des veuves. Enfin, les conjoints proches pourraient exercer à la fois

une influence positive et négative sur bien-être émotionnel, sachant que les relations intimes peuvent être dysfonctionnelles et nuisibles [820].

2.4. Distribution des relations sociales au sein des réseaux bipartites

Au Chapitre 4, je décris la distribution de catégories de relations sociales à différentes positions dans les réseaux bipartites. Les relations sociales comprennent les relations personnelles, de camaraderie, proches, de groupes ainsi que les autres types de relations. Les positions au sein des réseaux se basent sur les structures en étoiles étudiées précédemment. Je distingue les alters à haut degré, les alters connectés aux lieux à haut degrés, et les alters connectés aux lieux à plus faible degré. Ces positions décrivent des personnes (1) avec qui l'aîné réalise une multitude d'activités, (2) rencontrées dans un lieu où l'aîné rencontre un nombre élevé de personnes et (3) rencontrées dans un lieu où l'aîné rencontre un nombre intermédiaire ou faible de personne.

Les relations proches représentent la plupart des alters à haut degré. Les individus identifiés comme étant des relations personnelles, ou à la fois des relations personnelles et de camaraderie sont les plus rencontrées aux résidences des participants qui ont un degré élevé. Ensuite, les relations de groupes sont les plus rencontrées dans les lieux non résidentiels à haut degré. Les relations proches sont également les plus observées dans les lieux non résidentiels à faible degré. Finalement, les relations de camaraderie sont parmi les plus observés à travers les différentes positions relatives aux structures en étoiles.

3. Discussion transversale sur l'implication des travaux sur le vieillissement en bonne santé

Ces différentes études, considérées dans leur ensemble, apportent un éclairage nouveau sur les liens potentiels entre l'espace d'activité, les relations sociales et le vieillissement en bonne santé.

Tout d'abord, les structures en étoiles étudiées dans l'Article 2 montrent comment les rencontres sociales des aînés ont tendance à se concentrer dans certains lieux d'activités. De plus, une majorité de personnes sont uniquement rencontrées en ces lieux, ce qui pose la question de l'impact de la perte de ces lieux d'activités sur leurs relations sociales. De nombreuses études soulignent l'importance de lieux spécifiques sur la vie sociale des aînés (e.g., [576, 581, 839, 583, 19]). Ce que la thèse montre est la concentration de la vie sociale dans un nombre restreint de lieux d'activités. De plus, la plupart des aînés de l'étude n'ont qu'un seul ou aucun de ces lieux sociaux dans leur espace d'activité, ce qui peut indiquer

une certaine vulnérabilité quant à leur accès à des espaces sociaux. Comprendre les lieux centraux de socialisation chez les aînés, ainsi que les facteurs favorisant ou limitant leur accès, peut aider à concevoir des environnements qui soutiennent les capacités des aînés à maintenir et développer des relations sociales. Du point de vue de la santé publique, ces enjeux sont pertinents étant donné les mécanismes examinés au Chapitre 2 par lesquels les relations sociales peuvent avoir une incidence sur le vieillissement en bonne santé.

L'Article 3 et le Chapitre 4 offrent des perspectives sur comment l'espace d'activité influence le bien-être émotionnel via les relations sociales. Un nombre important des personnes rencontrées aux lieux discutés précédemment sont des personnes avec qui l'aîné passe de bons moments, soit les relations de camaraderie. De plus, j'ai observé que le niveau de bien-être émotionnel augmente avec le nombre de ses relations, ce qui rejoint d'autres observations concernant le loisir social [475] et le stress quotidien [477, 469]. Ensuite, la résidence des participants semble plus propice aux relations personnelles, tandis que les autres lieux semblent plus propices aux activités de groupe. Bien que j'ai observé que le niveau de bien-être émotionnel diminue avec le nombre de relations personnelles, la littérature indique que ces relations sont une source de soutien [789, 779], une ressource sociale qui peut contribuer au bien-être des aînés lorsque ces échanges sont adéquats [309, 462]. Les activités de groupe peuvent également constituer un cadre pertinent pour les loisirs [475], tout en offrant de la camaraderie et un sentiment d'appartenance [581]. Toutefois, le devis de l'étude ainsi que différents biais limite l'interprétation de ces associations. Ces limites sont discutées dans les prochaines sections.

4. Limites

Les limites de cette thèse concernent le devis de l'étude, les facteurs de confusions, l'échantillon et le biais de sélection, les données récoltées à l'aide de l'outil VERITAS-Social, ainsi que la définition du bien-être émotionnel. Parmi ces limites, certaines ont été abordées dans les Articles 1, 2 et 3, et elles sont discutées plus en détail ci-dessous.

4.1. Le devis transversal

L'étude CURHA était transversale, ce qui a permis de fournir des indications sur les propriétés structurelles des réseaux socio-spatiaux des aînés, et leurs liens potentiels avec le bien-être émotionnel. Toutefois, ce design limite l'interprétation des associations observées dans les Articles 2 et 3. Les données collectées donnent un aperçu des phénomènes étudiés à un moment spécifique, mais aucune information quant à la temporalité des variables étudiées n'a été recueillie. De plus, les variables explicatives dans les différents modèles ne sont

probablement pas stables dans le temps ce qui ne permet pas d'établir le sens des relations observées [840].

Dans l'Article 2, je m'intéresse aux liens entre le nombre de nœuds organisés dans les structures en étoiles et le nombre total de nœuds dans le réseau. J'ai observé que le nombre de personnes vues dans certains lieux non résidentiels est associé positivement au nombre total de personnes vues dans l'espace d'activité. D'un côté, la fréquentation d'un lieu d'activité peut permettre à un aîné de rencontrer d'autres personnes et ainsi d'augmenter le nombre de ses relations sociales. De l'autre, un groupe de personnes se connaissant depuis un moment peut se réunir régulièrement dans un lieu particulier. Il est également possible que ces deux phénomènes se superposent, par exemple un aîné fréquentant un centre associatif peut y voir des amis de longue date et rencontrer de nouvelles personnes. De façon similaire, il est probable que la taille du réseau familial influence le nombre de personnes rencontrées à la maison.

Dans l'Article 3, la relation négative entre le nombre de confidents et le bien-être émotionnel peut en réalité être le résultat d'une relation inverse, soit des changements au niveau de l'état émotionnel influencent le besoin de discuter de choses importantes avec des membres du réseau social. De la même manière, il est possible que l'association entre le nombre de camarades et le bien-être émotionnel soit inversée – une augmentation du bien-être émotionnel augmente la probabilité de passer de bons moments avec un plus grand nombre de personnes.

Les études transversales sont également sujettes aux limites communes aux devis observationnels ce qui réduit d'autant plus la possibilité de tirer des conclusions sur les associations observées [841, 842]. Dans les prochaines sections, je discute des limites provenant des facteurs de confusions et du biais de sélection.

4.2. Facteurs de confusion

L'interprétation des associations observées dans la thèse est également limitée par le fait que ces dernières puissent s'expliquer par des facteurs de confusions qui n'ont pas été contrôlés dans les modèles de régression. Les associations observées ne reflètent donc pas nécessairement des relations causales entre les variables d'intérêts [843].

Dans les Article 2 et 3, j'ai utilisé comme variables de contrôle le niveau de scolarité, mesuré en nombre d'années scolarisées, et le fonctionnement physique, mesuré à l'aide de l'échelle associée du questionnaire de santé SF-36 [605], dans le but de contrôler le statut socio-économique et la perte de capacités physiques. Bien qu'utiles, ces deux mesures fournissent une évaluation limitée des concepts pour lesquels j'ai voulu contrôler. D'autres mesures

telles que le type de profession et le revenu auraient permis une évaluation plus complète du statut socio-économique en reflétant la situation sociale pendant l'âge adulte. Ces dernières n'ont pas été collectées dans l'étude. Pour le fonctionnement physique, Reuben et al. [844] ont comparé différents outils standardisés, comprenant l'échelle du SF-36, et ont observés des associations inconsistantes et faibles. Leurs résultats suggèrent qu'une mesure précise de la fonction physique pourrait être une mesure composite, et que notre évaluation de ce construit reste partielle.

D'autres facteurs de confusions potentielles ne sont pas inclus dans les modèles. Il a été montré que les traits de personnalité, principalement le névrotisme et l'extraversion, sont tous deux liés au bien-être émotionnel [845] et aux propriétés du réseau social [846]. Pourtant, ce facteur n'a pas été contrôlé dans l'Article 3 et peut expliquer les associations observées.

4.3. Échantillon de l'étude et biais de sélection

Dans l'étude CURHA, les critères d'inclusions comprenaient d'avoir un bon fonctionnement cognitif et de résider dans les régions de Montréal et de Sherbrooke pendant la durée de l'enquête. Les participants étaient également volontaires, et le choix de participer à une étude n'est pas aléatoire [847, Chapitre 9] [848]. L'analyse de l'échantillon montre que les participants présentent un niveau de scolarité plus élevé comparativement à la population de référence [404]. Cette observation est cohérente avec d'autres études montrant que le statut socio-économique est associé positivement à la probabilité de participer volontairement à une étude [849, 850]. Le profil de notre échantillon limite donc la généralisation de nos résultats.

Ensuite, notre échantillon est composé d'aînés relativement fonctionnels. La majorité des participants vivent à la maison, avec une minorité en résidence pour personne autonome et en communauté religieuse. Aucun participant n'était institutionnalisé. Nos résultats informent peu sur les liens existants entre l'espace d'activité, le réseau social et le bien-être émotionnel chez des aînés souffrants de fortes limitations fonctionnelles, et ne reflètent pas la réalité d'aînés institutionnalisés.

Les principales thématiques abordées dans cette thèse, à savoir, les relations sociales, l'espace d'activité et l'état émotionnel sont des phénomènes qui sont fortement liés au contexte dans lequel ils s'inscrivent. On observe que les caractéristiques de l'environnement bâti résidentiel vont influencer la mobilité [562] et la vie sociale [851] chez les aînés. Considérant que la majorité des participants habitait en zone métropolitaine et urbaine, avec seulement 15% d'entre eux en milieu rural, nos résultats sont potentiellement généralisables aux aînés vivant dans des environnements où les densités de population et d'infrastructures sont élevées. Ensuite, aucun participant n'habitait loin des grands centres ce qui limite d'autant plus la

généralisation à l'ensemble des aînés du Québec. Néanmoins, les analyses de réseau présentées dans l'Article 2 se sont concentrées sur l'organisation générale des interactions sociales au sein des lieux d'activités. Le fait que l'on observe une concentration de rencontres dans certains lieux, ou que plusieurs activités seront réalisées avec des personnes clés peut davantage être dû à des processus liés à l'âge, à savoir la diminution des relations sociales et de la mobilité, qu'au milieu de vie.

La mesure de bien-être émotionnel, utilisé dans l'Article 3, repose sur la valence, une dimension culturellement constante de l'expérience émotionnelle [196, 197, 195]. Les émotions restent toutefois des phénomènes qui varient selon les contextes culturels [852] et il est difficile de savoir dans quelle mesure les conclusions de l'Article 3 sont généralisables en dehors de cette population d'aînés.

En plus des contraintes quant à la généralisation des résultats, il est possible que le processus de sélection engendre des différences systématiques entre les participants et les aînés éligibles à l'étude. Cela peut entraîner un biais de sélection en générant, comparativement aux facteurs de confusions, des associations fallacieuses qui ne reflètent pas des relations causales dans la population de références. Cette situation apparaît lorsque la probabilité de participer à l'étude est liée aux variables dépendantes et indépendantes [853] [854, chapitre 16].

Cette préoccupation concernant la validité interne est notamment présente dans l'Article 3. Il est possible qu'un niveau de bien-être émotionnel favorise la participation à l'étude. En parallèle, les personnes âgées ayant un niveau socio-économique plus élevé semblent plus susceptibles de se porter volontaires pour l'étude [849, 850]. Des relations peuvent également exister entre le statut socio-économique et les propriétés du réseau social. Avoir accès à plus de ressources peut faciliter le partage de bons moments et les interactions sociales agréables. Par ailleurs, les relations témoignent d'une certaine homophilie - les gens ont tendance à nouer des relations avec ceux qui leur ressemblent [855]. De ce fait, il est probable que les relations sociales de participant ayant un niveau socio-économique plus élevé disposent aussi de plus de ressources favorisant les interactions positives. D'autre part, on peut supposer que les aînés issus de milieux socio-économiques défavorisés ont un accès à un soutien moins adéquat, ce qui les incite à élargir leur réseau personnel, ou tout simplement à avoir un besoin plus élevé de relations personnelles. De plus, il semblerait que les individus puissent « discuter de choses importantes » avec des relations faibles [780], ce qui indique que le réseau personnel, tel que défini dans l'étude, ne se restreint pas forcément aux relations proches. Dans les deux cas, le fait que le statut socio-économique et le bien-être émotionnel puissent influencer la participation à l'étude, et que le statut socio-économique puisse influencer à la fois le nombre de confidents et de relations personnelles, les associations observées dans l'Article 3 peuvent être le résultat d'un biais de sélection. J'ai cherché à contrôler le statut

socio-économique dans les différents modèles, mais comme indiqué précédemment, l'inclusion de la scolarité ne fournit qu'une évaluation partielle du statut socio-économique. Par ailleurs, il reste une grande incertitude quant au processus qui influence la participation à l'étude, ce qui implique qu'il n'y a aucun moyen d'exclure d'autres mécanismes à partir desquels un biais de sélection pourrait expliquer les résultats.

4.4. L'outil VERITAS-Social

Dans l'Article 1 sont présentées les limites générales de l'outil VERITAS-Social. Dans cette section, j'aborde les limites de la version de cet outil développé spécifiquement pour le volet canadien de l'étude CURHA.

Les participants devaient identifier les activités régulières selon une liste définie a priori par l'équipe de recherche (voir l'Annexe B). Pour éviter d'omettre d'autres lieux pertinents, une question ouverte permettait au participant d'identifier des lieux supplémentaires. Il est toutefois probable qu'une question ouverte suscite moins de réponses qu'une question ciblant des endroits spécifiques. Par exemple, le questionnaire ne comprenait aucune question sur les parcs et les autres espaces verts (p. ex., allez-vous dans un parc au moins une fois par mois?). Sur les 2954 lieux identifiés par les participants, seulement 8 espaces verts ont été identifiés, chacun par un participant différent. La question qui se pose est de savoir si cela représente le nombre réel de parcs visités par les participants, d'autant que les espaces verts peuvent servir de cadre à des rencontres sociales [856, 586]. Ensuite, il n'y a pas eu d'évaluation des espaces informels tels que la rue ou les devantures de bâtiments, bien qu'ils sont également reconnus comme des lieux de socialisation pour les aînés [584, 17, 585]. Par conséquent, l'absence de certaines activités dans la liste prédéfinie peut avoir biaisé l'évaluation de l'espace d'activité. Par ailleurs, cela a pu avoir des conséquences sur l'évaluation du réseau social, puisque les personnes étaient principalement identifiées par leur présence dans les lieux visités.

Les participants avaient, à la fin du questionnaire, la possibilité d'identifier d'autres personnes importantes, mais qui ne se sont pas vues dans les lieux mentionnés. Une certaine incertitude subsistait toutefois quant à la nature de ces relations. Il n'était pas clair s'il s'agissait de personnes habituellement contactées par le biais des technologies de communication (p. ex., téléphone), de personnes vues dans des lieux non identifiés pendant la collecte de données, soit parce qu'ils sont visités moins d'une fois par mois ou qu'ils ont été omis. Les participants pouvaient documenter le moyen par lequel ils sont en contact avec ces personnes. Toutefois, cette information était manquante pour environ 30% d'entre eux, ce qui a limité son utilisation dans les analyses.

4.5. La conception du bien-être émotionnel

Notre définition du bien-être émotionnel, soit la prédominance des émotions plaisantes sur les émotions déplaisantes au fil du temps, correspond à celle que l'on trouve dans la littérature sur le bien-être subjectif [857] et qui est largement utilisée dans la recherche sur la santé [247, 240]. Cette définition ne représente néanmoins qu'un point de vue théorique sur ce concept [858, 263, 859]. Par exemple, Haybron [213] définit l'harmonisation¹⁰³ comme étant la tranquillité intérieure, la balance, et la stabilité émotionnelle qu'a une personne face aux circonstances de sa vie. Cette dimension émotionnelle est potentiellement importante pour les aînés, considérant, par exemple, que les états émotionnels liés à une certaine excitabilité peuvent être plus éprouvants que des états physiologiquement plus calmes [533]. Toutefois, la valence ne permet pas une telle distinction, considérant que la colère et la déprime sont toutes deux négatives, mais n'ayant pas le même niveau d'excitabilité. Ensuite, la réactivité émotionnelle aux situations de stress peut également constituer une dimension importante du bien-être, et est liée à des problèmes de santé chroniques [860], à une augmentation de l'activité inflammatoire [861] et à un risque accru de mortalité [862]. Par conséquent, la définition utilisée dans cette thèse ne fournit vraisemblablement qu'une évaluation partielle du bien-être émotionnel. Voir l'Annexe A pour une discussion approfondie sur la considération des émotions dans les théories du bien-être.

5. Réflexion sur la recherche future

Certaines réflexions sur les orientations que peuvent prendre de futures recherches ont été abordées dans les Articles 1, 2 et 3. Ci-dessous sont abordées plus en détail les pistes les plus susceptibles de contribuer à notre compréhension des liens entre le réseau social, l'espace d'activité et le vieillissement en bonne santé.

5.1. Comment s'inscrivent les réseaux socio-spatiaux dans l'environnement bâti

L'adaptation du VERITAS a permis de collecter des données détaillées sur les lieux où les aînés voient les différents membres de leur réseau social. Les analyses des Articles 1 et 2 se sont concentrées sur la représentation en réseau de ces données socio-spatiales, ce qui a permis entre autres d'observer certaines propriétés émergentes de ces systèmes relationnels. Les travaux futurs pourraient également explorer l'environnement dans lequel ces interactions sociales se produisent. En effet, l'outil VERITAS-Social permet d'identifier les coordonnées géographiques (c.-à-d. latitude et longitude) pour chaque lieu identifié par les participants, permettant ainsi de les géolocaliser. Ces données socio-spatiales peuvent donc être intégrées

¹⁰³ *Attunement*

à un Système d'Information Géographique pour caractériser les environnements bâtis dans lesquels elles s'inscrivent.

Cela peut être particulièrement utile pour étudier comment certains aspects de l'environnement bâti favorisent les contacts sociaux. Par exemple, Richard et al. [851] ont montré que la proximité résidentielle à certains lieux et services considérés comme socialement pertinents¹⁰⁴ est associée à la participation sociale chez des aînés habitant dans la région de Montréal.¹⁰⁵ Dans une autre étude, Leyden [669] montre que les personnes qui déclarent pouvoir se déplacer plus facilement à pied dans leur quartier résidentiel vont mieux connaître leur voisin. Ces études fournissent des informations utiles sur la manière dont l'environnement bâti résidentiel peut contribuer à la vie sociale. Toutefois, une limite partagée est qu'elles ne permettent pas de savoir si les contacts sociaux ont lieu dans l'environnement étudié. À l'aide des méthodes développées dans cette thèse, il est possible d'évaluer directement comment les caractéristiques de certains environnements (p. ex. niveau de verdissement, vétusté des bâtiments) sont associées à la fréquence de contacts se produisant dans ces lieux. Cela peut être utile pour comprendre comment différents facteurs se conjuguent pour déterminer la vie sociale des aînés, et comment ils évoluent selon différents degrés d'urbanisation (p. ex. centre-ville d'une métropole, banlieue, milieu rural).

Ces méthodes peuvent également être utiles pour étudier l'impact de changements dans l'environnement urbain. Par exemple, le projet des ruelles vertes à Montréal amène les citoyens à se mobiliser pour renaturaliser les ruelles, créant ainsi des espaces de vie sociale et communautaire pour les résidents [863]. Un autre exemple concerne l'embourgeoisement. Certains témoignages soulignent que ce phénomène peut accroître l'isolement social d'aînés plus vulnérables [864], tandis que d'autres soulignent les avantages qu'offre l'accroissement la mixité sociale issue de l'embourgeoisement [865]. Dans ces deux exemples, la méthode développée dans cette thèse, utilisée dans un protocole longitudinal pourrait servir à évaluer l'impact de ces changements de l'environnement urbain.

5.2. Approfondir les liens entre l'environnement bâti, les relations sociales et le vieillissement en bonne santé

Nous avons vu dans l'Article 3 que différentes qualités relationnelles sont associées de manière indépendante au bien-être émotionnel. Les aînés dans cette étude ont identifié où habitent les membres de leur réseau social. Cette information, couplée à des mesures de soutien informel,

¹⁰⁴ C'est-à-dire les centres de loisirs et communautaires, les librairies publiques, les lieux d'activités physiques et les centres commerciaux.

¹⁰⁵ Ces aînés proviennent de la cohorte NuAge, soit la cohorte d'où provient l'étude CURHA. La participation sociale est mesurée par la fréquence d'activités sociales au cours de la dernière année (p. ex. événements culturels, bénévolat).

pourrait permettre d'étudier comment s'organise le réseau de soutien dans l'environnement géospatial. Par exemple, cela permettrait de comparer deux sources de soutien informel, celles présentes dans le voisinage et les autres. À partir de ces informations, on pourrait évaluer la part des associations observées entre l'environnement résidentiel et la santé des aînés attribuable aux relations sociales s'inscrivant dans cet environnement.

Les questions de genre n'ont pas été étudiées dans la thèse. Les relations entre le genre et le bien-être subjectif d'un côté [866], et les propriétés des réseaux sociaux de l'autre [867] sont documentées chez les aînés. Les propriétés des espaces d'activités s'expliquent également par les différences entre les genres dans ce groupe d'âge [868]. Considérer le rôle du genre pourrait permettre de mieux comprendre les liens entre les espaces d'activités, les relations sociales et le vieillissement en bonne santé. Une considération du genre au-delà des catégories binaires peut également approfondir notre compréhension de la question [869].

Une autre étape consisterait à étudier comment l'environnement socio-spatial est lié à d'autres dimensions du vieillissement en bonne santé. Nous avons vu dans la revue de la littérature comment la perception du risque environnemental est modulée par les relations sociales, et comment cette perception peut notamment avoir un impact sur la santé par la modulation de l'activité immunitaire [359, 365, 330, 312]. Cette considération du risque et de la sécurité associés à l'environnement socio-spatial a été étudiée en lien avec la consommation de drogues chez les adolescents, et ce à l'aide de méthodes similaires à celles proposées dans cette thèse [870, 834, 680]. Cette approche pourrait être adaptée aux spécificités des aînés, permettant d'explorer comment les réseaux sociaux et l'espace d'activité interagissent pour créer un sentiment de sécurité.

Le cadre théorique de l'OMS [61] souligne que les facteurs environnementaux peuvent permettre le maintien des capacités fonctionnelles d'un aîné malgré le vieillissement biologique. Si l'on considère, par exemple, la question de la mobilité, on sait que les caractéristiques de l'environnement bâti peuvent faciliter les déplacements des aînés [560, 561, 563, 564] et que les relations sociales peuvent apporter un soutien à la mobilité [871]. Les méthodes développées dans cette thèse peuvent aider à comprendre l'influence conjointe de ces facteurs contextuels sur la mobilité d'aînés. Une prochaine version de VERITAS-Social pourrait évaluer si les personnes vues dans différents endroits accompagnent les aînés lors de leur déplacement tout en procurant un soutien à la mobilité (p. ex. en conduisant les personnes âgées). Ces informations, couplées avec une évaluation de l'environnement bâti permettraient de considérer leur rôle conjoint sur la mobilité des aînés.

5.3. Étudier d'autres propriétés des réseaux socio-spatiaux

Les analyses de l'Article 2 se concentrent sur des motifs spécifiques des réseaux bipartites représentant des personnes ou des lieux fortement connectés. Bien que ces derniers étaient récurrents dans notre échantillon, une part importante des aînés n'avait pas de telle structure dans leur réseau. L'étude d'autres propriétés de ces réseaux socio-spatiaux peut permettre d'identifier d'autres tendances dans l'ensemble de l'échantillon. Certaines pistes ont été abordées dans l'étude de cas présenté dans l'Article 1.

Premièrement, j'y explore comment les réseaux s'organisent en communautés de nœuds représentant diverses personnes qui sont vus dans des lieux communs. Ces communautés de nœuds peuvent être utiles pour étudier certains phénomènes, tels que la vie sociale au sein du quartier résidentiel, ou les relations familiales rencontrées dans divers endroits non limités à une zone géospatiale. Dans ce chapitre, je montre aussi que l'on peut inclure les relations entre membres du réseau social, selon qui connaît qui, et que cette information peut être incluse dans la construction d'un réseau multicouche. Cela peut être particulièrement utile pour étudier comment certains lieux de rencontres sont liés à différentes structures de réseaux sociaux. Une distinction intéressante porte sur les réseaux sociaux dits fermés ou ouverts, qui se rapportent aux notions de *bridging* et *bounding* dans la littérature sur le capital social [872]. Les réseaux fermés sont des réseaux densément connectés composés de relations émotionnellement fortes et/ou de personnes partageant des caractéristiques de base similaires (p. ex., la classe sociale, la parenté) [873, 872]. Ces structures sont considérées comme favorables à la santé des aînés puisqu'elles offrent des relations cohésives et sécurisantes, lesquelles constituent d'importantes sources de soutien et de camaraderie [529, 812, 874, 813]. À l'inverse, les réseaux ouverts sont riches en liens non redondants (c.-à-d. des personnes non reliées au reste du réseau), avec des individus aux caractéristiques hétérogènes [873, 875, 876] étant susceptibles de donner accès à une plus grande diversité de ressources [877] qui, à son tour, sont potentiellement favorables à la santé [878]. Considérer dans quelle mesure les personnes vues dans un lieu spécifique se connaissent, en tenant compte également des caractéristiques de ces personnes, peut offrir un moyen d'étudier comment l'espace d'activité est lié à ces structures de réseau social.

Enfin, les résultats de l'Article 2 soulèvent la question de la vulnérabilité des aînés considérant l'importance de certains lieux et personnes dans leur réseau socio-spatial. Une étape suivante consisterait à tester la résilience des réseaux socio-spatiaux en simulant la disparition de tels lieux et de telles personnes [879]. Bien qu'une telle simulation ne permette pas de connaître l'impact réel de leur perte, dans la mesure où les aînés peuvent réorienter leurs rencontres sociales dans d'autres lieux, ou continuer à visiter des lieux seuls, cette analyse permettrait de

quantifier la vulnérabilité potentielle et de la mettre en relation avec des facteurs individuels et environnementaux.

5.4. Étendre à d'autres populations d'aînés

Le travail empirique présenté dans cette thèse se concentre sur l'échantillon canadien du projet CURHA. Ce projet de recherche incluait également un deuxième échantillon de 471 individus âgés de 65 ans et plus, habitant au Luxembourg, et ce dans cinq zones géographiques présentant différents degrés d'urbanisation. La collecte des données a suivi un protocole similaire à celui du Québec, fournissant des données comparables entre les deux sites. L'inclusion des deux échantillons dans une analyse conjointe pourrait, dans un premier temps, permettre de comparer si les résultats de la thèse sont observés chez des aînés provenant d'un autre contexte social et géographique. Dans un second temps, les deux populations pourraient être combinées, permettant d'élargir les analyses à une plus grande diversité d'aînés. La population luxembourgeoise contient des individus plus jeunes, et également à une plus grande diversité de milieu de vie en termes de caractéristiques de l'environnement bâti.

Les aînés de l'étude CURHA présentent toutes de bonnes fonctions cognitives et vivent au sein des communautés, et celles de l'échantillon canadien sont pour la plupart en bonne condition physique. Par conséquent, ce projet est vraisemblablement représentatif de réalités d'aînés hautement fonctionnels. Les travaux futurs devraient inclure des populations de seniors plus vulnérables afin d'étendre nos conclusions à différentes étapes de vieillissement biologique. Ces travaux devraient également inclure davantage les personnes âgées de divers milieux socio-économiques pour traiter cette question. Le seul indicateur individuel du statut socio-économique dans la population canadienne était l'éducation, ce qui a montré que notre échantillon était en moyenne plus éduqué que la population québécoise de référence [404]. Une plus grande variabilité dans les conditions socio-économiques permettrait d'étudier les inégalités sociales en matière, notamment, d'opportunités quant à la vie sociale des aînés au sein de la communauté.

Références bibliographiques

- [1] United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Prospects 2019: Volume II: Demographic Profiles. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division; 2019. ST/ESA/SER.A/427. Available from: <https://www.un.org/development/desa/pd/content/world-population-prospects-2019-volume-ii-demographic-profiles>.
- [2] Stanton EA. The human development index: A history. Political Economy Research Institute; University of Massachusetts-Amherst; 2007. 127. Available from: https://scholarworks.umass.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1101&context=peri_workingpapers.
- [3] Lloyd-Sherlock P, McKee M, Ebrahim S, Gorman M, Greengross S, Prince M, et al. Population ageing and health. *The Lancet*. 2012;379(9823):1295-6. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60519-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60519-4).
- [4] Beard JR, Bloom DE. Towards a comprehensive public health response to population ageing. *Lancet*. 2015;385(9968):658. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61461-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61461-6).
- [5] World Health Organization. The Global Network for Age-friendly Cities and Communities: Looking back over the last decade, looking forward to the next. World Health Organization; 2018. WHO/FWC/ALC/18.4. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/278979>.
- [6] Buffel T, Phillipson C, Rémillard-Boilard S. Age-friendly cities and communities: New directions for research and policy. In: Gu D, Dupre MM, editors. *Encyclopedia of Gerontology and Population Aging*. Springer Cham; 2019. p. 1-6. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-319-69892-2_1094-1.
- [7] Keating N, Eales J, Phillips JE. Age-friendly rural communities: Conceptualizing 'best-fit'. *Canadian Journal on Aging/La Revue Canadienne du Vieillessement*. 2013;32(4):319-32. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0714980813000408>.
- [8] Lui CW, Everingham JA, Warburton J, Cuthill M, Bartlett H. What makes a community age-friendly: A review of international literature. *Australasian Journal on Ageing*. 2009;28(3):116-21. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1741-6612.2009.00355.x>.
- [9] Steels S. Key characteristics of age-friendly cities and communities: A review. *Cities*. 2015;47:45-52. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.02.004>.
- [10] Emlet CA, Moceri JT. The importance of social connectedness in building age-friendly communities. *Journal of Aging Research*. 2012;2012. Available from: <https://doi.org/10.1155/2012/173247>.
- [11] Novek S, Menec VH. Older adults' perceptions of age-friendly communities in Canada: a photovoice study. *Ageing & Society*. 2014;34(6):1052-72. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0144686X1200150X>.

- [12] Holt-Lunstad J, Smith TB, Layton JB. Social Relationships and Mortality Risk: A Meta-analytic Review. *PLOS Med.* 2010;7(7):e1000316. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000316>.
- [13] Holt-Lunstad J, Smith TB, Baker M, Harris T, Stephenson D. Loneliness and Social Isolation as Risk Factors for Mortality: A Meta-Analytic Review. *Perspectives on Psychological Science.* 2015 Mar;10(2):227-37. Available from: <https://doi.org/10.1177/1745691614568352>.
- [14] Leigh-Hunt N, Baggeley D, Bash K, Turner V, Turnbull S, Valtorta N, et al. An overview of systematic reviews on the public health consequences of social isolation and loneliness. *Public Health.* 2017;152:157-71. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2017.07.035>.
- [15] Bryant LL, Corbett KK, Kutner JS. In their own words: a model of healthy aging. *Social Science & Medicine.* 2001;53(7):927-41. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0277-9536\(00\)00392-0](https://doi.org/10.1016/S0277-9536(00)00392-0).
- [16] Alidoust S, Bosman C, Holden G. Planning for healthy ageing: How the use of third places contributes to the social health of older populations. *Ageing & Society.* 2019;39(7):1459-84. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0144686X18000065>.
- [17] Cantor MH. Life space and the social support system of the inner city elderly of New York. *The Gerontologist.* 1975;5(1):23-7. Available from: https://doi.org/10.1093/geront/15.1_Part_1.23.
- [18] Rosenbaum MS, Sweeney JC, Windhorst C. The Restorative Qualities of an Activity-Based, Third Place Café for Seniors: Restoration, Social Support, and Place Attachment at Mather's—More Than a Café. *Seniors Housing & Care Journal.* 2009;17(1):75-90.
- [19] van den Berg P, Kemperman A, De Kleijn B, Borgers A. Locations that support social activity participation of the aging population. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2015;12(9):10432-49. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijerph120910432>.
- [20] Steptoe A, Deaton A, Stone AA. Subjective wellbeing, health, and ageing. *The Lancet.* 2015;385(9968):640-8. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61489-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61489-0).
- [21] Smith TW, Weihs K. Emotion, social relationships, and physical health: concepts, methods, and evidence for an integrative perspective. *Psychosomatic Medicine.* 2019;81(8):681-93. Available from: <https://doi.org/10.1097/PSY.0000000000000739>.
- [22] Uchino BN, Rook KS. Emotions, relationships, health and illness into old age. *Maturitas.* 2020;139:42-8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2020.05.014>.
- [23] Jackson N. Population ageing in a nutshell: a phenomenon in four dimensions. *People and Place.* 2007;15(2):12. Available from: https://tapri.org.au/wp-content/uploads/2016/02/v15n2_2jackson.pdf.
- [24] Volk AA, Atkinson JA. Infant and child death in the human environment of evolutionary adaptation. *Evolution and Human Behavior.* 2013;34(3):182-92. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2012.11.007>.
- [25] United Nations Inter-agency Group for Child Mortality Estimation (UN IGME). *Levels & Trends in Child Mortality: Report 2020.* New York: United Nations Children's Fund; 2020.
- [26] United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *World Mortality 2019.* United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division; 2020. ST/ESA/SER.A/437. Available from: <https://www.un.org/development/desa/pd/content/world-mortality-2019>.
- [27] Rau R, Soroko E, Jasilionis D, Vaupel JW. Continued reductions in mortality at advanced ages. *Population and Development Review.* 2008;34(4):747-68. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1728-4457.2008.00249.x>.

- [28] Reher DS. Baby booms, busts, and population ageing in the developed world. *Population Studies*. 2015;69(sup1):S57-68. Available from: <https://doi.org/10.1080/00324728.2014.963421>.
- [29] Billari FC, Dalla-Zuanna G. Cohort replacement and homeostasis in world population, 1950–2100. *Population and Development Review*. 2013;39(4):563-85. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1728-4457.2013.00628.x>.
- [30] Lutz W, Sanderson W, Scherbov S. The coming acceleration of global population ageing. *nature*. 2008;451(7179):716-9. Available from: <https://doi.org/10.1038/nature06516>.
- [31] Statistics Canada. Table 17-10-0009-01 Population estimates, quarterly; 2022. Available from: <https://doi.org/10.25318/1710000901-eng>.
- [32] Chagnon J, D'Aoust C, Dion P, Galbraith N, Sirag E, Zhang Y. Population Projections for Canada, Provinces and Territories, 2018 to 2068; 2020. 91-520-X2019001. Available from: <https://www150.statcan.gc.ca/n1/en/catalogue/91-520-X2019001>.
- [33] Gee EM. Misconceptions and misapprehensions about population ageing. *International Journal of Epidemiology*. 2002;31(4):750-3.
- [34] Chang AY, Skirbekk VF, Tyrovolas S, Kassebaum NJ, Dieleman JL. Measuring population ageing: an analysis of the global burden of disease study 2017. *The Lancet Public Health*. 2019;4(3):e159-67. Available from: [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(19\)30019-2](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(19)30019-2).
- [35] Murray CJ, Lopez AD, editors. The global burden of disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020: summary. vol. 1 of Global burden of disease and injury series. Boston: Harvard School of Public Health on behalf of the World Health Organization and the World Bank; 1996. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/41842>.
- [36] Hay SI, Abajobir AA, Abate KH, Abbafati C, Abbas KM, Abd-Allah F, et al. Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 333 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 195 countries and territories, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet*. 2017;390(10100):1260-344. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32130-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32130-X).
- [37] Crimmins EM, Beltrán-Sánchez H. Mortality and morbidity trends: is there compression of morbidity? *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*. 2011;66(1):75-86. Available from: <https://doi.org/10.1093/geronb/gbq088>.
- [38] Fries JF. The compression of morbidity. *The Milbank Memorial Fund Quarterly Health and Society*. 1983;61(3):397-419. Available from: <https://doi.org/10.2307/3349864>.
- [39] Dodig S, Čepelak I, Pavić I. Hallmarks of senescence and aging. *Biochemia medica*. 2019;29(3):483-97. Available from: <https://doi.org/10.11613/BM.2019.030501>.
- [40] Yin D, Chen K. The essential mechanisms of aging: Irreparable damage accumulation of biochemical side-reactions. *Experimental Gerontology*. 2005;40(6):455-65. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2005.03.012>.
- [41] Hayflick L. Biological aging is no longer an unsolved problem. *Annals of the New York academy of Sciences*. 2007;1100(1):1-13. Available from: <https://doi.org/10.1196/annals.1395.001>.
- [42] Levine ME. Modeling the rate of senescence: can estimated biological age predict mortality more accurately than chronological age? *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*. 2013;68(6):667-74. Available from: [TheJournalsofGerontology:SeriesA,Volume68, Issue6, June2013, Pages667\T1\textendash674,https://doi.org/10.1093/gerona/gls233](https://doi.org/10.1093/gerona/gls233).

- [43] Carmona JJ, Michan S. Biology of healthy aging and longevity. *Revista de Investigacion Clinica; Organo del Hospital de Enfermedades de la Nutricion*. 2016;68(1):7-16. Available from: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=65911>.
- [44] Adams JM, White M. Biological ageing: a fundamental, biological link between socio-economic status and health? *The European Journal of Public Health*. 2004 Sep;14(3):331-4. Available from: <https://doi.org/10.1093/eurpub/14.3.331>.
- [45] Vineis P, Kelly-Irving M, Rappaport S, Stringhini S. The biological embedding of social differences in ageing trajectories. *Journal of Epidemiology & Community Health*. 2016;70(2):111-3. Available from: <https://doi.org/10.1136/jech-2015-206089>.
- [46] Chatterji S, Byles J, Cutler D, Seeman T, Verdes E. Health, functioning, and disability in older adults—present status and future implications. *The Lancet*. 2015;385(9967):563-75. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61462-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61462-8).
- [47] Beard JR, Officer A, De Carvalho IA, Sadana R, Pot AM, Michel JP, et al. The World report on ageing and health: a policy framework for healthy ageing. *The Lancet*. 2016;387(10033):2145-54. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00516-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00516-4).
- [48] Ferrucci L, Guralnik JM, Simonsick E, Salive ME, Corti C, Langlois J. Progressive versus catastrophic disability: a longitudinal view of the disablement process. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 1996;51(3):M123-30. Available from: <https://doi.org/10.1093/gerona/51A.3.M123>.
- [49] Lloyd C, Markland AD, Zhang Y, Fowler M, Harper S, Wright NC, et al. Prevalence of hospital-associated disability in older adults: A meta-analysis. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2020;21(4):455-61. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2019.09.015>.
- [50] Fried LP, Guralnik JM. Disability in older adults: evidence regarding significance, etiology, and risk. *Journal of the American Geriatrics Society*. 1997;45(1):92-100. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1997.tb00986.x>.
- [51] Stuck AE, Walthert JM, Nikolaus T, Büla CJ, Hohmann C, Beck JC. Risk factors for functional status decline in community-living elderly people: a systematic literature review. *Social Science & Medicine*. 1999;48(4):445-69. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0277-9536\(98\)00370-0](https://doi.org/10.1016/S0277-9536(98)00370-0).
- [52] Ryan A, Wallace E, O'Hara P, Smith SM. Multimorbidity and functional decline in community-dwelling adults: a systematic review. *Health and Quality of Life Outcomes*. 2015;13(1):168. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12955-015-0355-9>.
- [53] Fried LP, Ettinger WH, Lind B, Newman AB, Gardin J, Group CHSR. Physical disability in older adults: a physiological approach. *Journal of Clinical Epidemiology*. 1994;47(7):747-60. Available from: [https://doi.org/10.1016/0895-4356\(94\)90172-4](https://doi.org/10.1016/0895-4356(94)90172-4).
- [54] Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2001;56(3):M146-57. Available from: <https://doi.org/10.1093/gerona/56.3.M146>.
- [55] Fuchs Z, Blumstein T, Novikov I, Walter-Ginzburg A, Lyanders M, Gindin J, et al. Morbidity, comorbidity, and their association with disability among community-dwelling oldest-old in Israel. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 1998;53(6):M447-55. Available from: <https://doi.org/10.1093/gerona/53A.6.M447>.
- [56] Kenzik KM, Kent EE, Martin MY, Bhatia S, Pisu M. Chronic condition clusters and functional impairment in older cancer survivors: a population-based study. *Journal of Cancer Survivorship*. 2016;10(6):1096-103. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11764-016-0553-4>.

- [57] Prados-Torres A, Calderón-Larranaga A, Hanco-Saavedra J, Poblador-Plou B, van den Akker M. Multimorbidity patterns: a systematic review. *Journal of Clinical Epidemiology*. 2014;67(3):254-66. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2013.09.021>.
- [58] Marengoni A, Angleman S, Melis R, Mangialasche F, Karp A, Garmen A, et al. Aging with multimorbidity: a systematic review of the literature. *Ageing Research Reviews*. 2011;10(4):430-9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.arr.2011.03.003>.
- [59] Calderón-Larrañaga A, Vetrano DL, Ferrucci L, Mercer SW, Marengoni A, Onder G, et al. Multimorbidity and functional impairment—bidirectional interplay, synergistic effects and common pathways. *Journal of Internal Medicine*. 2019;285(3):255-71. Available from: <https://doi.org/10.1111/joim.12843>.
- [60] Wolf D. Late-Life Disability Trends and Trajectories. In: Ferraro K, George L, editors. *Handbook of Aging and the Social Sciences*. 8th ed. Amsterdam; Boston: Academic Press; 2015. p. 77-99.
- [61] Organisation Mondiale de la Santé. Rapport Mondial sur le Vieillissement et la Santé. Organisation mondiale de la Santé; 2015. Available from: <https://www.who.int/fr/publications-detail/9789241565042>.
- [62] Lordos EF, Herrmann FR, Robine JM, Balahoczky M, Giannelli SV, Gold G, et al. Comparative value of medical diagnosis versus physical functioning in predicting the 6-year survival of 1951 hospitalized old patients. *Rejuvenation Research*. 2008;11(4):829-36. Available from: <https://doi.org/10.1089/revj.2008.0721>.
- [63] Hinck S. The lived experience of oldest-old rural adults. *Qualitative Health Research*. 2004;14(6):779-91. Available from: <https://doi.org/10.1177/1049732304265774>.
- [64] Naaldenberg J, Vaandrager L, Koelen M, Leeuwis C. Aging populations' everyday life perspectives on healthy aging: New insights for policy and strategies at the local level. *Journal of Applied Gerontology*. 2012;31(6):711-33. Available from: <https://doi.org/10.1177/0733464810397703>.
- [65] Ness TM, Hellzen O, Enmarker I. "Embracing the present and fearing the future": The meaning of being an oldest old woman in a rural area. *International Journal of Qualitative studies on Health and Well-being*. 2014;9(1):25217. Available from: <https://doi.org/10.3402/qhw.v9.25217>.
- [66] De Juan Pardo MÁ, Russo MT, Sánchez MVR. A hermeneutic phenomenological explorations of living in old age. *Geriatric Nursing*. 2018;39(1):9-17. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gerinurse.2017.04.010>.
- [67] Seah B, Espnes GA, Ang ENK, Lim JY, Kowitlawakul Y, Wang W. Achieving healthy ageing through the perspective of sense of coherence among senior-only households: a qualitative study. *Ageing & Mental Health*. 2020;25(5):1-10. Available from: <https://doi.org/10.1080/13607863.2020.1725805>.
- [68] Shin KR, Kim MY, Kim YH. Study on the lived experience of aging. *Nursing & Health Sciences*. 2003;5(4):245-52. Available from: <https://doi.org/10.1046/j.1442-2018.2003.00161.x>.
- [69] da Graça da Silva M, Boemer MR. The experience of aging: a phenomenological perspective. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*. 2009;17(3):380-6. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0104-11692009000300016>.
- [70] Wright-St Clair VA, Grant BC, Smythe EA. Narratives in research: Story as 'showing' the eminently ordinary experience of ageing. *Australasian Journal on Ageing*. 2014;33(2):132-5. Available from: <https://doi.org/10.1111/ajag.12132>.
- [71] Noël PH, Chris Frueh B, Larme AC, Pugh JA. Collaborative care needs and preferences of primary care patients with multimorbidity. *Health Expectations*. 2005;8(1):54-63. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1369-7625.2004.00312.x>.

- [72] World Health Organization. Ottawa Charter for Health Promotion. In: First International Conference on Health Promotion. Ottawa; 1986. Available from: <https://www.canada.ca/en/public-health/services/health-promotion/population-health/ottawa-charter-health-promotion-international-conference-on-health-promotion.html>.
- [73] Bronfenbrenner U. Toward an experimental ecology of human development. *American Psychologist*. 1977;32(7):513-31. Available from: <https://doi.org/10.1037/0003-066X.32.7.513>.
- [74] Rowe JW, Cosco TD. Successful Aging. In: Bengtson VL, Settersten RA, editors. *Handbook of Theories of Aging*. 3rd ed. New York: Springer Publishing Company; 2016. .
- [75] Kusumastuti S, Derks MG, Tellier S, Di Nucci E, Lund R, Mortensen EL, et al. Successful ageing: A study of the literature using citation network analysis. *Maturitas*. 2016;93:4-12. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2016.04.010>.
- [76] Hansen-Kyle L. A concept analysis of healthy aging. In: *Nursing Forum*. vol. 40; 2005. p. 45-57. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1744-6198.2005.00009.x>.
- [77] Lim WS, Wong SF, Leong I, Choo P, Pang WS. Forging a frailty-ready healthcare system to meet population ageing. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2017;14(12):1448. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijerph14121448>.
- [78] Marmot MG. Understanding social inequalities in health. *Perspectives in Biology and Medicine*. 2003;46(3 Supplement):S9-S23. Available from: <https://doi.org/10.1353/pbm.2003.0070>.
- [79] Fox AS, Lapate RC, Shackman AJ, Davidson RJ. *The Nature of Emotion: Fundamental Questions*. 2nd ed. Series in Affective Science. New York: Oxford University Press; 2018.
- [80] Ortony A, Clore GL, Collins A. *The Cognitive Structure of Emotions*. Cambridge; New York; Melbourne: Cambridge University Press; 1990.
- [81] Scarantino A. The philosophy of emotions and its impact on affective science. In: Barrett LF, Lewis M, Haviland-Jones JM, editors. *Handbook of Emotions*. 4th ed. New York, London: The Guilford Press; 2016. p. 3-47.
- [82] Panksepp J. Emotions as natural kinds within the mammalian brain. In: Haviland-Jones JM, Lewis M, editors. *Handbook of Emotions*. 2nd ed. New York: Guilford Press; 2000. p. 137-56.
- [83] Barrett LF. The theory of constructed emotion: an active inference account of interoception and categorization. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*. 2016;12(1):1-23. Available from: <https://doi.org/10.1093/scan/nsw154>.
- [84] Critchley HD, Garfinkel SN. Interoception and emotion. *Current Opinion in Psychology*. 2017;17:7-14. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2017.04.020>.
- [85] Damasio A, Carvalho GB. The nature of feelings: evolutionary and neurobiological origins. *Nature Reviews Neuroscience*. 2013;14(2):143-52. Available from: <https://doi.org/10.1038/nrn3403>.
- [86] Seth AK. Interoceptive inference, emotion, and the embodied self. *Trends in Cognitive Sciences*. 2013;17(11):565-73. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.09.007>.
- [87] Seth AK, Friston KJ. Active interoceptive inference and the emotional brain. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2016;371(1708):20160007. Available from: <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0007>.
- [88] Strigo IA, Craig AD. Interoception, homeostatic emotions and sympathovagal balance. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2016;371(1708):20160010. Available from: <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0010>.

- [89] Tsakiris M, Critchley H. Interoception beyond homeostasis: affect, cognition and mental health. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2016;371(1708). Available from: <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0002>.
- [90] Zamariola G, Frost N, Van Oost A, Corneille O, Luminet O. Relationship between interoception and emotion regulation: new evidence from mixed methods. *Journal of Affective Disorders*. 2019;246:480-5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jad.2018.12.101>.
- [91] Adolphs R, Mlodinow L, Barrett LF. What is an emotion? *Current Biology*. 2019;29(20):R1060-4. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.09.008>.
- [92] Scarantino A. Basic emotions, psychological construction, and the problem of variability. In: Barrett LF, Russell JA, editors. *The Psychological Construction of Emotion*. New York: The Guilford Press; 2015. p. 334-76.
- [93] Tracy JL, Randles D. Four models of basic emotions: a review of Ekman and Cordaro, Izard, Levenson, and Panksepp and Watt. *Emotion Review*. 2011;3(4):397-405. Available from: <https://doi.org/10.1177/1754073911410747>.
- [94] Moors A, Ellsworth PC, Scherer KR, Frijda NH. Appraisal theories of emotion: State of the art and future development. *Emotion Review*. 2013;5(2):119-24. Available from: <https://doi.org/10.1177/1754073912468165>.
- [95] Scarantino A, de Sousa R. Emotion. In: Zalta EN, editor. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. winter 2018 ed. Metaphysics Research Lab, Stanford University; 2018. Available from: <https://plato.stanford.edu/archives/win2018/entries/emotion/>.
- [96] Solomon RC. The philosophy of emotions. In: Lewis M, Haviland-Jones JM, Barrett LF, editors. *Handbook of Emotions*. 3rd ed. Guilford Press; 2008. p. 3-15.
- [97] Solomon RC. *What is an emotion?: Classic and contemporary readings*. 2nd ed. New York; Oxford: Oxford University Press; 2003.
- [98] Gendron M, Barrett LF. Reconstructing the past: A century of ideas about emotion in psychology. *Emotion review*. 2009;1(4):316-39. Available from: <https://doi.org/10.1177/1754073909338877>.
- [99] Berridge KC. Evolving concepts of emotion and motivation. *Frontiers in Psychology*. 2018;9:1647. Available from: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01647>.
- [100] Damasio A. *The strange order of things: Life, feeling, and the making of cultures*. New York: Pantheon; 2018.
- [101] LeDoux JE, Brown R. A higher-order theory of emotional consciousness. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2017;114(10):E2016-25. Available from: <https://doi.org/10.1073/pnas.1619316114>.
- [102] Adolphs R. How should neuroscience study emotions? By distinguishing emotion states, concepts, and experiences. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*. 2017;12(1):24-31. Available from: <https://doi.org/10.1093/scan/nsw153>.
- [103] Izard CE. Basic emotions, natural kinds, emotion schemas, and a new paradigm. *Perspectives on Psychological Science*. 2007;2(3):260-80. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1745-6916.2007.00044.x>.
- [104] Keltner D, Sauter D, Tracy J, Cowen A. Emotional expression: Advances in basic emotion theory. *Journal of Nonverbal Behavior*. 2019;43:133-60. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10919-019-00293-3>.

- [105] Panksepp J. Neurologizing the psychology of affects: How appraisal-based constructivism and basic emotion theory can coexist. *Perspectives on Psychological Science*. 2007;2(3):281-96. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1745-6916.2007.00045.x>.
- [106] Barrett LF, Satpute AB. Historical pitfalls and new directions in the neuroscience of emotion. *Neuroscience Letters*. 2019;693:9-18. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2017.07.045>.
- [107] Russell JA. The greater constructionist project for emotion. In: Barrett LF, Russell JA, editors. *The Psychological Construction of Emotion*. 1st ed. New York; London: The Guilford Press; 2015. p. 429-47.
- [108] Beedie C, Terry P, Lane A. Distinctions between emotion and mood. *Cognition & Emotion*. 2005;19(6):847-78. Available from: <https://doi.org/10.1080/02699930541000057>.
- [109] Ben-Ze'ev A. The thing called emotion: A subtle perspective. In: Ben-Ze'ev A, Krebs A, editors. *Philosophy of Emotions: Critical Concepts in Philosophy*. vol. 1st. Routledge; 2017. p. 112-37.
- [110] Rosfort R, Stanghellini G. The person in between moods and affects. *Philosophy, Psychiatry, & Psychology*. 2009;16(3):251-66. Available from: <https://doi.org/10.1353/ppp.0.0257>.
- [111] Stephan A. Moods in layers. *Philosophia*. 2017;45(4):1481-95. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11406-017-9841-0>.
- [112] Shackman AJ, Lapate RC, Fox AS. Afterword: How are Emotions, Mood, and Temperament Related? In: Fox AS, Lapate RC, Shackman AJ, Davidson RJ, editors. *The Nature of Emotions: Fundamental Questions*. 2nd ed. Series in Affective Science. Oxford University Press; 2018. p. 58-60.
- [113] American Psychiatric Association. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®)*. 5th ed. Arlington: American Psychiatric Association; 2013.
- [114] World Health Organization. *International Classification of Diseases*. vol. 2. 11th ed. World Health Organization; 2018. Available from: <https://www.who.int/classifications/icd/en/>.
- [115] World Health Organization. *Depression and Other Common Mental Disorders: Global Health Estimates*. World Health Organization; 2017. WHO/MSD/MER/2017.2. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/depression-global-health-estimates>.
- [116] Baxter AJ, Scott KM, Ferrari AJ, Norman RE, Vos T, Whiteford HA. Challenging the myth of an “epidemic” of common mental disorders: trends in the global prevalence of anxiety and depression between 1990 and 2010. *Depression & Anxiety*. 2014;31(6):506-16. Available from: <https://doi.org/10.1002/da.22230>.
- [117] Baxter AJ, Scott K, Vos T, Whiteford H. Global prevalence of anxiety disorders: a systematic review and meta-regression. *Psychological Medicine*. 2013;43(5):897. Available from: <https://doi.org/10.1017/S003329171200147X>.
- [118] Ferrari A, Somerville A, Baxter A, Norman R, Patten S, Vos T, et al. Global variation in the prevalence and incidence of major depressive disorder: a systematic review of the epidemiological literature. *Psychological Medicine*. 2013;43(3):471. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0033291712001511>.
- [119] Baxter AJ, Patton G, Scott KM, Degenhardt L, Whiteford HA. Global epidemiology of mental disorders: what are we missing? *PloS One*. 2013;8(6):e65514. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0065514>.
- [120] Haroz E, Ritchey M, Bass J, Kohrt B, Augustinavicius J, Michalopoulos L, et al. How is depression experienced around the world? A systematic review of qualitative literature. *Social Science & Medicine*. 2017;183:151-62. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2016.12.030>.
- [121] Hofmann SG, Hinton DE. Cross-cultural aspects of anxiety disorders. *Current Psychiatry Reports*. 2014;16(6):450. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11920-014-0450-3>.

- [122] Marques L, Robinaugh DJ, LeBlanc NJ, Hinton D. Cross-cultural variations in the prevalence and presentation of anxiety disorders. *Expert Review of Neurotherapeutics*. 2011;11(2):313-22. Available from: <https://doi.org/10.1586/ern.10.122>.
- [123] Viswanath B, Chaturvedi SK. Cultural aspects of major mental disorders: a critical review from an Indian perspective. *Indian Journal of Psychological Medicine*. 2012;34(4):306-12. Available from: <https://doi.org/10.4103/0253-7176.108193>.
- [124] Steel Z, Silove D, Giaio NM, Phan TTB, Chey T, Whelan A, et al. International and indigenous diagnoses of mental disorder among Vietnamese living in Vietnam and Australia. *The British Journal of Psychiatry*. 2009;194(4):326-33.
- [125] Public Health Agency of Canada. Canadian Chronic Disease Surveillance System (CCDSS), Data Tool 2000–2016, 2018 Edition. Ottawa (ON): Public Health Agency of Canada; 2019. Available from: <https://health-infobase.canada.ca/ccdss/data-tool/Index>.
- [126] Jorm AF, Patten SB, Brugha TS, Mojtabai R. Has increased provision of treatment reduced the prevalence of common mental disorders? Review of the evidence from four countries. *World Psychiatry*. 2017;16(1):90-9. Available from: <https://doi.org/10.1002/wps.20388>.
- [127] Patel V, Saxena S, Lund C, Thornicroft G, Baingana F, Bolton P, et al. The Lancet Commission on global mental health and sustainable development. *The Lancet*. 2018;392(10157):1553-98. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31612-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31612-X).
- [128] Remes O, Brayne C, Van Der Linde R, Lafortune L. A systematic review of reviews on the prevalence of anxiety disorders in adult populations. *Brain and Behavior*. 2016;6(7):e00497. Available from: <https://doi.org/10.1002/brb3.497>.
- [129] Reynolds K, Pietrzak RH, El-Gabalawy R, Mackenzie CS, Sareen J. Prevalence of psychiatric disorders in US older adults: findings from a nationally representative survey. *World Psychiatry*. 2015;14(1):74-81. Available from: <https://doi.org/10.1002/wps.20193>.
- [130] Volkert J, Schulz H, Härter M, Włodarczyk O, Andreas S. The prevalence of mental disorders in older people in Western countries—a meta-analysis. *Ageing Research Reviews*. 2013;12(1):339-53. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.arr.2012.09.004>.
- [131] Blazer DG. Depression in late life: review and commentary. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2003;58(3):M249-65.
- [132] Haigh EA, Bogucki OE, Sigmon ST, Blazer DG. Depression among older adults: a 20-year update on five common myths and misconceptions. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*. 2018;26(1):107-22. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jagp.2017.06.011>.
- [133] Wolitzky-Taylor KB, Castriotta N, Lenze EJ, Stanley MA, Craske MG. Anxiety disorders in older adults: a comprehensive review. *Depression & Anxiety*. 2010;27(2):190-211. Available from: <https://doi.org/10.1002/da.20653>.
- [134] Bryant C. Anxiety and depression in old age: challenges in recognition and diagnosis. *International Psychogeriatrics*. 2010;22(4):511-3. Available from: <https://doi.org/10.1017/S1041610209991785>.
- [135] Jeste DV, Blazer DG, First M. Aging-related diagnostic variations: need for diagnostic criteria appropriate for elderly psychiatric patients. *Biological Psychiatry*. 2005;58(4):265-71. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2005.02.004>.
- [136] Palmer BW, Jeste DV, Sheikh JI. Anxiety disorders in the elderly: DSM-IV and other barriers to diagnosis and treatment. *Journal of Affective Disorders*. 1997;46(3):183-90. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0165-0327\(97\)00146-8](https://doi.org/10.1016/S0165-0327(97)00146-8).

- [137] Mohlman J, Bryant C, Lenze EJ, Stanley MA, Gum A, Flint A, et al. Improving recognition of late life anxiety disorders in Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: observations and recommendations of the Advisory Committee to the Lifespan Disorders Work Group. *International Journal of Geriatric Psychiatry*. 2012;27(6):549-56. Available from: <https://doi.org/10.1002/gps.2752>.
- [138] Bryant C, Jackson H, Ames D. Depression and anxiety in medically unwell older adults: Prevalence and short-term course. *International Psychogeriatrics*. 2009;21(4):754-63. Available from: <https://doi.org/10.1017/S1041610209009399>.
- [139] Knäuper B, Wittchen HU. Diagnosing major depression in the elderly: evidence for response bias in standardized diagnostic interviews? *Journal of Psychiatric Research*. 1994;28(2):147-64. Available from: [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(94\)90026-4](https://doi.org/10.1016/0022-3956(94)90026-4).
- [140] Pachana NA. Ageing and psychological disorders. In: Rieger E, editor. *Abnormal Psychology: Leading Researcher Perspectives*. 3rd ed. Sydney: McGraw-Hill Education Australia; 2014. p. 427-57.
- [141] Canuto A, Weber K, Baertschi M, Andreas S, Volkert J, Dehoust MC, et al. Anxiety disorders in old age: psychiatric comorbidities, quality of life, and prevalence according to age, gender, and country. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*. 2018;26(2):174-85. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jagp.2017.08.015>.
- [142] Gum AM, King-Kallimanis B, Kohn R. Prevalence of mood, anxiety, and substance-abuse disorders for older Americans in the national comorbidity survey-replication. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*. 2009;17(9):769-81. Available from: <https://doi.org/10.1097/JGP.0b013e3181ad4f5a>.
- [143] Comijs HC, Nieuwesteeg J, Kok R, van Marwijk HW, van der Mast RC, Naarding P, et al. The two-year course of late-life depression; results from the Netherlands study of depression in older persons. *BMC Psychiatry*. 2015;15(1):20. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12888-015-0401-5>.
- [144] Licht-Strunk E, van der Windt DA, Van Marwijk HW, de Haan M, Beekman AT. The prognosis of depression in older patients in general practice and the community. A systematic review. *Family Practice*. 2007;24(2):168-80. Available from: <https://doi.org/10.1093/fampra/cm1071>.
- [145] Mitchell AJ, Subramaniam H. Prognosis of depression in old age compared to middle age: a systematic review of comparative studies. *American Journal of Psychiatry*. 2005;162(9):1588-601. Available from: <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.162.9.1588>.
- [146] Scott KM, Bruffaerts R, Tsang A, Ormel J, Alonso J, Angermeyer MC, et al. Depression-anxiety relationships with chronic physical conditions: results from the World Mental Health Surveys. *Journal of Affective Disorders*. 2007;103(1-3):113-20. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jad.2007.01.015>.
- [147] Bryant C, Mohlman J, Gum A, Stanley M, Beekman AT, Wetherell JL, et al. Anxiety disorders in older adults: Looking to DSM5 and beyond... *The American Journal of Geriatric Psychiatry*. 2013;21(9):872-6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jagp.2013.01.011>.
- [148] Djernes JK. Prevalence and predictors of depression in populations of elderly: a review. *Acta Psychiatrica Scandinavica*. 2006;113(5):372-87. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0447.2006.00770.x>.
- [149] King DA, Heisel MJ, Lyness JM. Assessment and psychological treatment of depression in older adults with terminal or life-threatening illness. *Clinical Psychology: Science and Practice*. 2005;12(3):339-53. Available from: <https://doi.org/10.1093/clipsy.bpi029>.
- [150] Wang S, Blazer DG. Depression and cognition in the elderly. *Annual review of clinical psychology*. 2015;11:331-60. Available from: <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-032814-112828>.

- [151] Carney RM, Freedland KE. Depression and coronary heart disease. *Nature Reviews Cardiology*. 2017;14(3):145. Available from: <https://doi.org/10.1038/nrcardio.2016.181>.
- [152] Hackett RA, Steptoe A. Type 2 diabetes mellitus and psychological stress—a modifiable risk factor. *Nature Reviews Endocrinology*. 2017;13(9):547-60. Available from: <https://doi.org/10.1038/nrendo.2017.64>.
- [153] Pinquart M, Duberstein PR. Depression and cancer mortality: a meta-analysis. *Psychological Medicine*. 2010 Nov;40(11):1797-810. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0033291709992285>.
- [154] Park M, Katon WJ, Wolf FM. Depression and risk of mortality in individuals with diabetes: a meta-analysis and systematic review. *General Hospital Psychiatry*. 2013;35(3):217-25. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.genhosppsych.2013.01.006>.
- [155] Meijer A, Conradi H, Bos E, Anselmino M, Carney R, Denollet J, et al. Adjusted prognostic association of depression following myocardial infarction with mortality and cardiovascular events: individual patient data meta-analysis. *The British Journal of Psychiatry*. 2013;203(2):90-102. Available from: <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.112.111195>.
- [156] Bartoli F, Lillia N, Lax A, Crocarno C, Mantero V, Carrà G, et al. Depression after stroke and risk of mortality: a systematic review and meta-analysis. *Stroke Research and Treatment*. 2013;2013. Available from: <https://doi.org/10.1155/2013/862978>.
- [157] Machado MO, Veronese N, Sanches M, Stubbs B, Koyanagi A, Thompson T, et al. The association of depression and all-cause and cause-specific mortality: an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *BMC Medicine*. 2018;16(1):112. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12916-018-1101-z>.
- [158] Miloyan B, Fried E. A reassessment of the relationship between depression and all-cause mortality in 3,604,005 participants from 293 studies. *World Psychiatry*. 2017;16(2):219. Available from: <https://doi.org/10.1002/wps.20439>.
- [159] Katon WJ, Lin E, Russo J, Unützer J. Increased medical costs of a population-based sample of depressed elderly patients. *Archives of General Psychiatry*. 2003;60(9):897-903. Available from: <https://doi.org/10.1001/archpsyc.60.9.897>.
- [160] Weissman MM, Bland RC, Canino GJ, Faravelli C, Greenwald S, Hwu HG, et al. Cross-national epidemiology of major depression and bipolar disorder. *Jama*. 1996;276(4):293-9. Available from: <https://doi.org/10.1001/jama.1996.03540040037030>.
- [161] Lenze EJ, Mulsant BH, Mohlman J, Shear MK, Dew MA, Schulz R, et al. Generalized anxiety disorder in late life: lifetime course and comorbidity with major depressive disorder. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*. 2005;13(1):77-80.
- [162] Meier SM, Mattheisen M, Mors O, Mortensen PB, Laursen TM, Penninx BW. Increased mortality among people with anxiety disorders: total population study. *The British Journal of Psychiatry*. 2016;209(3):216-21. Available from: <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.115.171975>.
- [163] Bruce ML. Depression and disability in late life: directions for future research. *The American Journal of geriatric psychiatry*. 2001;9(2):102-12. Available from: <https://doi.org/10.1097/00019442-200105000-00003>.
- [164] Lenze EJ, Rogers JC, Martire LM, Mulsant BH, Rollman BL, Dew MA, et al. The association of late-life depression and anxiety with physical disability: a review of the literature and prospectus for future research. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*. 2001;9(2):113-35. Available from: <https://doi.org/10.1097/00019442-200105000-00004>.

- [165] Mezuk B, Edwards L, Lohman M, Choi M, Lapane K. Depression and frailty in later life: a synthetic review. *International journal of geriatric psychiatry*. 2012;27(9):879-92. Available from: <https://doi.org/10.1002/gps.2807>.
- [166] Lenze EJ, Wetherell JL. A lifespan view of anxiety disorders. *Dialogues in Clinical Neuroscience*. 2011;13(4):381-99. Available from: <https://doi.org/10.31887/DCNS.2011.13.4/elenze>.
- [167] Brenes GA, Guralnik JM, Williamson JD, Fried LP, Simpson C, Simonsick EM, et al. The influence of anxiety on the progression of disability. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2005;53(1):34-9. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53007.x>.
- [168] Mehta KM, Yaffe K, Brenes GA, Newman AB, Shorr RI, Simonsick EM, et al. Anxiety symptoms and decline in physical function over 5 years in the health, aging and body composition study. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2007;55(2):265-70. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2007.01041.x>.
- [169] Norton J, Ancelin ML, Stewart R, Berr C, Ritchie K, Carriere I. Anxiety symptoms and disorder predict activity limitations in the elderly. *Journal of Affective Disorders*. 2012;141(2-3):276-85. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jad.2012.04.002>.
- [170] Rock P, Roiser J, Riedel W, Blackwell A. Cognitive impairment in depression: a systematic review and meta-analysis. *Psychological Medicine*. 2014;44(10):2029-40. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0033291713002535>.
- [171] McDermott LM, Ebmeier KP. A meta-analysis of depression severity and cognitive function. *Journal of Affective Disorders*. 2009;119(1-3):1-8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jad.2009.04.022>.
- [172] Byers AL, Yaffe K. Depression and risk of developing dementia. *Nature Reviews Neurology*. 2011;7(6):323. Available from: <https://doi.org/10.1038/nrneuro1.2011.60>.
- [173] Aziz R, Steffens DC. What are the causes of late-life depression? *Psychiatric Clinics*. 2013;36(4):497-516. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.psc.2013.08.001>.
- [174] Bennett S, Thomas AJ. Depression and dementia: cause, consequence or coincidence? *Maturitas*. 2014;79(2):184-90. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2014.05.009>.
- [175] Rutherford BR, Taylor WD, Brown PJ, Sneed JR, Roose SP. Biological aging and the future of geriatric psychiatry. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*. 2017;72(3):343-52. Available from: <https://doi.org/10.1093/gerona/glw241>.
- [176] Chong TW, Lautenschlager NT, Anstey KJ, Bryant C. Anxiety disorders in late life—Why are we not more worried? *International Journal of Geriatric Psychiatry*. 2020;35:955-61. Available from: <https://doi.org/10.1002/gps.5300>.
- [177] Black DW, Grant JE. *DSM-5® guidebook: the essential companion to the diagnostic and statistical manual of mental disorders*. American Psychiatric Publishing; 2014.
- [178] Meeks TW, Vahia IV, Lavretsky H, Kulkarni G, Jeste DV. A tune in “a minor” can “b major”: a review of epidemiology, illness course, and public health implications of subthreshold depression in older adults. *Journal of Affective Disorders*. 2011;129(1-3):126-42. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jad.2010.09.015>.
- [179] Grenier S, Prévile M, Boyer R, O'Connor K, Béland SG, Potvin O, et al. The impact of DSM-IV symptom and clinical significance criteria on the prevalence estimates of subthreshold and threshold anxiety in the older adult population. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*. 2011;19(4):316-26. Available from: <https://doi.org/10.1097/JGP.0b013e3181ff416c>.

- [180] Miloyan B, Byrne GJ, Pachana NA. Threshold and subthreshold generalized anxiety disorder in later life. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*. 2015;23(6):633-41. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jagp.2014.08.010>.
- [181] Haller H, Cramer H, Lauche R, Gass F, Dobos GJ. The prevalence and burden of subthreshold generalized anxiety disorder: a systematic review. *BMC Psychiatry*. 2014;14(1):128. Available from: <https://doi.org/10.1186/1471-244X-14-128>.
- [182] Solomon RC, Stone LD. On "positive" and "negative" emotions. *Journal for the Theory of Social Behaviour*. 2002;32(4):417-35. Available from: <https://doi.org/10.1111/1468-5914.00196>.
- [183] Barrett LF. Valence is a basic building block of emotional life. *Journal of Research in Personality*. 2006;40(1):35-55. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jrp.2005.08.006>.
- [184] Araya JM. Against the "non-sensory" view of affective valence. *Filosofia Unisinos*. 2018;19(1):3-10. Available from: <https://doi.org/10.4013/fsu.2018.191.01>.
- [185] Carruthers P. Valence and value. *Philosophy and Phenomenological Research*. 2018;97(3):658-80. Available from: <https://doi.org/10.1111/phpr.12395>.
- [186] Barrett LF, Bliss-Moreau E. Affect as a psychological primitive. *Advances in Experimental Social Psychology*. 2009;41:167-218. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0065-2601\(08\)00404-8](https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)00404-8).
- [187] Lindquist KA, Satpute AB, Wager TD, Weber J, Barrett LF. The Brain Basis of Positive and Negative Affect: Evidence from a Meta-Analysis of the Human Neuroimaging Literature. *Cerebral Cortex*. 2015;26(5):1910-22. Available from: <https://doi.org/10.1093/cercor/bhv001>.
- [188] Norris CJ, Gollan J, Berntson GG, Cacioppo JT. The current status of research on the structure of evaluative space. *Biological Psychology*. 2010;84(3):422-36. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2010.03.011>.
- [189] Reisenzein R. A structuralist reconstruction of Wundt's three-dimensional theory of emotion. In: Westmeyer H, editor. *The structuralist program in psychology: Foundations and applications*. Toronto: Hogrefe & Huber Publishers; 1992. p. 141-89.
- [190] Rolls ET. *The brain, emotion, and depression*. Oxford: Oxford University Press; 2018.
- [191] Russell JA. Core affect and the psychological construction of emotion. *Psychological Review*. 2003;110(1):145. Available from: <https://doi.org/10.1037/0033-295X.110.1.145>.
- [192] Scherer KR. On the nature and function of emotion: A component process approach. In: Scherer KR, Ekman P, editors. *Approaches to Emotion*. vol. 2293. New York; London: Psychology Press; 1984. p. 293-317.
- [193] Russell JA, Barrett LF. Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion: dissecting the elephant. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1999;76(5):805. Available from: <https://doi.org/10.1037/0022-3514.76.5.805>.
- [194] Smith CA, Ellsworth PC. Patterns of cognitive appraisal in emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1985;48(4):813-38.
- [195] Wierzbicka A. *Emotions across languages and cultures: Diversity and universals*. Studies in Emotion and Social Interaction. Paris: Cambridge University Press; 1999. Available from: <https://doi.org/10.1017/CB09780511521256>.
- [196] Jackson JC, Watts J, Henry TR, List JM, Forkel R, Mucha PJ, et al. Emotion semantics show both cultural variation and universal structure. *Science*. 2019;366(6472):1517-22. Available from: <https://doi.org/10.1126/science.aaw8160>.
- [197] Russell JA. Culture and the categorization of emotions. *Psychological Bulletin*. 1991;110(3):426-50. Available from: <https://doi.org/10.1037/0033-2909.110.3.426>.

- [198] Mohammad S. Obtaining reliable human ratings of valence, arousal, and dominance for 20,000 english words. In: Proceedings of the 56th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers). Melbourne, Australia; 2018. p. 174-84. Available from: <https://doi.org/10.18653/v1/P18-1017>.
- [199] Widen SC. Children's interpretation of facial expressions: The long path from valence-based to specific discrete categories. *Emotion Review*. 2013;5(1):72-7. Available from: <https://doi.org/10.1177/1754073912451492>.
- [200] Clark-Polner E, Wager T, Satpute A, Barrett L. Neural fingerprinting: Meta-analysis, variation, and the search for brain-based essences in the science of emotion. In: Barrett LF, Lewis M, Haviland-Jones JM, editors. *The Handbook of Emotion*. New York; London: The Guilford Press; 2016. p. 146-65.
- [201] Kragel PA, LaBar KS. Decoding the nature of emotion in the brain. *Trends in Cognitive Sciences*. 2016;20(6):444-55. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.03.011>.
- [202] Berridge KC. Affective valence in the brain: modules or modes? *Nature Reviews Neuroscience*. 2019;20(4):225-34. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41583-019-0122-8>.
- [203] Kringelbach ML, Berridge KC. The affective core of emotion: linking pleasure, subjective well-being, and optimal metastability in the brain. *Emotion Review*. 2017;9(3):191-9. Available from: <https://doi.org/10.1177/175407391668455>.
- [204] De Hooge IE, Verlegh PW, Tzioti SC. Emotions in advice taking: The roles of agency and valence. *Journal of Behavioral Decision Making*. 2014;27(3):246-58. Available from: <https://doi.org/10.1002/bdm.1801>.
- [205] Sears DO, Henry PJ. The origins of symbolic racism. *Journal of Personality and Social Psychology*. 2003;85(2):259. Available from: <https://doi.org/10.1037/0022-3514.85.2.259>.
- [206] Sharot T, Garrett N. Forming beliefs: Why valence matters. *Trends in Cognitive Sciences*. 2016;20(1):25-33. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tics.2015.11.002>.
- [207] Higgins ET. Value from hedonic experience and engagement. *Psychological Review*. 2006;113(3):439-60. Available from: <https://doi.org/10.1037/0033-295x.113.3.439>.
- [208] Siegel EH, Wormwood JB, Quigley KS, Barrett LF. Seeing what you feel: Affect drives visual perception of structurally neutral faces. *Psychological Science*. 2018;29(4):496-503. Available from: <https://doi.org/10.1177/0956797617741718>.
- [209] Dirks JM. The meaning and role of emotions in adult learning. *New Directions for Adult and Continuing Education*. 2008;2008(120):7-18. Available from: <https://doi.org/10.1002/ace.311>.
- [210] Edelman G, Tononi G. *A universe of consciousness how matter becomes imagination: How matter becomes imagination*. New York: Basic books; 2001.
- [211] Humphrey N. *Seeing red: A study in consciousness*. Cambridge; London: The Belknap Press of Harvard University Press; 2006.
- [212] Searle JR. *Mind: A brief introduction*. Fundamentals of Philosophy Series. Oxford University Press; 2004.
- [213] Haybron DM. *The Pursuit of Unhappiness: The Elusive Psychology of Well-Being*. Oxford; New York: Oxford University Press; 2008.
- [214] Cabanac M. Pleasure: the common currency. *Journal of Theoretical Biology*. 1992;155(2):173-200. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0022-5193\(05\)80594-6](https://doi.org/10.1016/S0022-5193(05)80594-6).
- [215] Cacioppo JT, Gardner WL, Berntson GG. The affect system has parallel and integrative processing components: Form follows function. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1999;76(5):839. Available from: <https://doi.org/10.1037/0022-3514.76.5.839>.

- [216] Watson D, Wiese D, Vaidya J, Tellegen A. The two general activation systems of affect: Structural findings, evolutionary considerations, and psychobiological evidence. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1999;76(5):820-38.
- [217] Carver CS, Scheier MF. Origins and functions of positive and negative affect: a control-process view. *Psychological Review*. 1990;97(1):19-35. Available from: <https://doi.org/10.1037/0033-295X.97.1.19>.
- [218] Sachs ME, Damasio A, Habibi A. The pleasures of sad music: a systematic review. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2015;9:404. Available from: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00404>.
- [219] Wilson-Mendenhall CD, Barrett LF, Barsalou LW. Variety in emotional life: within-category typicality of emotional experiences is associated with neural activity in large-scale brain networks. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*. 2015;10(1):62-71. Available from: <https://doi.org/10.1093/scan/nsu037>.
- [220] Gross JJ, Carstensen LL, Pasupathi M, Tsai J, Göttestam Skorpen C, Hsu AY. Emotion and aging: Experience, expression, and control. *Psychology and Aging*. 1997;12(4):590. Available from: <https://doi.org/10.1037/0882-7974.12.4.590>.
- [221] Mroczek DK, Kolarz CM. The effect of age on positive and negative affect: a developmental perspective on happiness. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1998;75(5):1333. Available from: <https://doi.org/10.1037/0022-3514.75.5.1333>.
- [222] Charles ST, Reynolds CA, Gatz M. Age-related differences and change in positive and negative affect over 23 years. *Journal of Personality and Social Psychology*. 2001;80(1):136-51. Available from: <https://doi.org/10.1037/0022-3514.80.1.136>.
- [223] Gerstorf D, Smith J, Baltes PB. A systemic-wholistic approach to differential aging: Longitudinal findings from the Berlin Aging Study. *Psychology and Aging*. 2006;21(4):645-63. Available from: <https://doi.org/10.1037/0882-7974.21.4.645>.
- [224] Charles ST. Strength and vulnerability integration: A model of emotional well-being across adulthood. *Psychological Bulletin*. 2010;136(6):1068-91. Available from: <https://doi.org/10.1037/a0021232>.
- [225] Carstensen LL, Turan B, Scheibe S, Ram N, Ersner-Hershfield H, Samanez-Larkin GR, et al. Emotional experience improves with age: evidence based on over 10 years of experience sampling. *Psychology and Aging*. 2011;26(1):21. Available from: <https://doi.org/10.1037/a0021285>.
- [226] Carstensen LL, Isaacowitz DM, Charles ST. Taking time seriously: A theory of socioemotional selectivity. *American Psychologist*. 1999;54(3):165-81. Available from: <https://doi.org/10.1037/0003-066X.54.3.165>.
- [227] Labouvie-Vief G. Dynamic integration: Affect, cognition, and the self in adulthood. *Current directions in psychological science*. 2003;12(6):201-6. Available from: <https://doi.org/10.1046/j.0963-7214.2003.01262.x>.
- [228] Isaacowitz DM, Livingstone KM, Castro VL. Aging and emotions: experience, regulation, and perception. *Current Opinion in Psychology*. 2017;17:79-83. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2017.06.013>.
- [229] Kunzmann U, Wrosch C. Emotional development in old age. In: Pachana NA, editor. *Encyclopedia of Geropsychology*. 1st ed. Springer Singapore; 2017. p. 752-62. Available from: <https://doi.org/10.1007/978-981-287-082-7>.
- [230] Ridner SH. Psychological distress: concept analysis. *Journal of Advanced Nursing*. 2004;45(5):536-45. Available from: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.2003.02938.x>.

- [231] Barry V, Stout ME, Lynch ME, Mattis S, Tran DQ, Antun A, et al. The effect of psychological distress on health outcomes: A systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Journal of Health Psychology*. 2020;25(2):227-39. Available from: <https://doi.org/10.1177/1359105319842931>.
- [232] Batty GD, Russ TC, Stamatakis E, Kivimäki M. Psychological distress in relation to site specific cancer mortality: pooling of unpublished data from 16 prospective cohort studies. *BMJ*. 2017;356:j108. Available from: <https://doi.org/10.1136/bmj.j108>.
- [233] Pressman SD, Jenkins BN, Moskowitz JT. Positive affect and health: What do we know and where next should we go? *Annual Review of Psychology*. 2019;70:627-50. Available from: <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102955>.
- [234] Zhang J, Rane G, Dai X, Shanmugam MK, Arfuso F, Samy RP, et al. Ageing and the telomere connection: An intimate relationship with inflammation. *Ageing Research Reviews*. 2016;25:55-69. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.arr.2015.11.006>.
- [235] Chida Y, Steptoe A. Positive psychological well-being and mortality: a quantitative review of prospective observational studies. *Psychosomatic Medicine*. 2008;70(7):741-56. Available from: <https://doi.org/10.1097/PSY.0b013e31818105ba>.
- [236] Pressman SD, Cohen S. Does positive affect influence health? *Psychological Bulletin*. 2005;131(6):925. Available from: <https://psycnet.apa.org/buy/2005-15687-004>.
- [237] Boehm JK, Kubzansky LD. The heart's content: the association between positive psychological well-being and cardiovascular health. *Psychological Bulletin*. 2012;138(4):655. Available from: <https://doi.org/10.1037/a0027448>.
- [238] DuBois CM, Lopez OV, Beale EE, Healy BC, Boehm JK, Huffman JC. Relationships between positive psychological constructs and health outcomes in patients with cardiovascular disease: a systematic review. *International Journal of Cardiology*. 2015;195:265-80. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2015.05.121>.
- [239] Lamers SM, Bolier L, Westerhof GJ, Smit F, Bohlmeijer ET. The impact of emotional well-being on long-term recovery and survival in physical illness: a meta-analysis. *Journal of Behavioral Medicine*. 2012;35(5):538-47. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10865-011-9379-8>.
- [240] Steptoe A. Happiness and health. *Annual Review of Public Health*. 2019;40:339-59. Available from: <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-040218-044150>.
- [241] Fried LP, Ferrucci L, Darer J, Williamson JD, Anderson G. Untangling the concepts of disability, frailty, and comorbidity: implications for improved targeting and care. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2004;59(3):M255-63. Available from: <https://doi.org/10.1093/gerona/59.3.M255>.
- [242] Hirosaki M, Ishimoto Y, Kasahara Y, Konno A, Kimura Y, Fukutomi E, et al. Positive affect as a predictor of lower risk of functional decline in community-dwelling elderly in Japan. *Geriatrics & Gerontology International*. 2013;13(4):1051-8. Available from: <https://doi.org/10.1111/ggi.12008>.
- [243] Park-Lee E, Fredman L, Hochberg M, Faulkner K. Positive affect and incidence of frailty in elderly women caregivers and noncaregivers: Results of Caregiver-Study of Osteoporotic Fractures. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2009;57(4):627-33. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2009.02183.x>.
- [244] Steptoe A, de Oliveira C, Demakakos P, Zaninotto P. Enjoyment of life and declining physical function at older ages: a longitudinal cohort study. *Cmaj*. 2014;186(4):E150-6. Available from: <https://doi.org/10.1503/cmaj.131155>.

- [245] Berk L, van Boxtel M, Köhler S, van Os J. Positive affect and cognitive decline: a 12-year follow-up of the Maastricht Aging Study. *International Journal of Geriatric Psychiatry*. 2017;32(12):1305-11. Available from: <https://doi.org/10.1002/gps.4611>.
- [246] Larsen JT, Hershfield H, Stastny BJ, Hester N. On the relationship between positive and negative affect: their correlation and their co-occurrence. *Emotion*. 2017;17(2):323-36. Available from: <https://doi.org/10.1037/emo0000231>.
- [247] Diener E, Pressman SD, Hunter J, Delgado-Gil D. If, why, and when subjective well-being influences health, and future needed research. *Applied Psychology: Health and Well-Being*. 2017;9(2):133-67. Available from: <https://doi.org/10.1111/aphw.12090>.
- [248] Cohen S, Alper CM, Doyle WJ, Treanor JJ, Turner RB. Positive emotional style predicts resistance to illness after experimental exposure to rhinovirus or influenza A virus. *Psychosomatic Medicine*. 2006;68(6):809-15. Available from: <https://doi.org/10.1097/01.psy.0000245867.92364.3c>.
- [249] Wiech K, Tracey I. The influence of negative emotions on pain: behavioral effects and neural mechanisms. *Neuroimage*. 2009;47(3):987-94. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.05.059>.
- [250] Hanssen MM, Peters ML, Boselie JJ, Meulders A. Can positive affect attenuate (persistent) pain? State of the art and clinical implications. *Current Rheumatology Reports*. 2017;19(12):80. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11926-017-0703-3>.
- [251] Strand EB, Kerns RD, Christie A, Haavik-Nilsen K, Klokke M, Finset A. Higher levels of pain readiness to change and more positive affect reduce pain reports—a weekly assessment study on arthritis patients. *Pain*. 2007;127(3):204-13. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pain.2006.08.015>.
- [252] Zautra AJ, Johnson LM, Davis MC. Positive affect as a source of resilience for women in chronic pain. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*. 2005;73(2):212-20. Available from: <https://doi.org/10.1037/0022-006X.73.2.212>.
- [253] Sheng J, Liu S, Wang Y, Cui R, Zhang X. The link between depression and chronic pain: neural mechanisms in the brain. *Neural Plasticity*. 2017;Article 9724371. Available from: <https://doi.org/10.1155/2017/9724371>.
- [254] Sen A. Issues in the Measurement of Poverty. In: Strøm S, editor. *Measurement in Public Choice*. London: Palgrave Macmillan; 1979. p. 144-66. Available from: <https://doi.org/10.1007>.
- [255] Sen A. Equality of What? In: McMurrin S, editor. *Tanner Lectures on Human Values, Volume 1*. Cambridge: Cambridge University Press; 1980. p. 197-220. Reprinted in John Rawls et al., *Liberty, Equality and Law* (Cambridge: Cambridge University Press, 1987).
- [256] Sen A. Capability and Well-being. In: Nussbaum M, Sen A, editors. *The Quality of Life*. Oxford: Clarendon Press; 1993. p. 30-53.
- [257] Nussbaum MC. Nature, function, and capability: Aristotle on political distribution. Helsinki: UNU-WIDER; 1987. 31. Available from: <https://www.wider.unu.edu/sites/default/files/WP31.pdf>.
- [258] Nussbaum MC. *Creating Capabilities: The Human Development Approach*. The Belknap press of Harvard University Press; 2011.
- [259] Nussbaum MC. Human functioning and social justice: In defense of Aristotelian essentialism. *Political Theory*. 1992;20(2):202-46. Available from: <https://doi.org/10.1177/0090591792020002002>.
- [260] Wells TR, Feiser J, Dowden B, editors. *Sen's capability approach*; 2021. Available from: <https://iep.utm.edu/sen-cap/>.

- [261] Robeyns I, Byskov MF. The Capability Approach. In: Zalta EN, editor. The Stanford Encyclopedia of Philosophy. winter 2020 ed. Metaphysics Research Lab, Stanford University; 2020. Available from: <https://plato.stanford.edu/archives/win2020/entries/capability-approach/>.
- [262] Sumner LW. Welfare, happiness, and ethics. Oxford: Clarendon Press; 1996.
- [263] Haybron D. Happiness. In: Zalta EN, editor. The Stanford Encyclopedia of Philosophy. summer 2020 ed. Metaphysics Research Lab, Stanford University; 2020. Available from: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2020/entries/happiness/>.
- [264] Eisenberger NI, Lieberman MD. Why rejection hurts: a common neural alarm system for physical and social pain. *Trends in Cognitive Sciences*. 2004;8(7):294-300. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.05.010>.
- [265] Crisp R. Hedonism reconsidered. *Philosophy and Phenomenological Research*. 2006;73(3):619-45. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1933-1592.2006.tb00551.x>.
- [266] Crisp R. Well-Being. In: Zalta EN, editor. The Stanford Encyclopedia of Philosophy. summer 2020 ed. Metaphysics Research Lab, Stanford University; 2020. Available from: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2020/entries/well-being/>.
- [267] Badhwar NK. Well-being: Happiness in a Worthwhile Life. New York: Oxford University Press; 2014.
- [268] Fletcher G. A fresh start for the objective-list theory of well-being. *Utilitas*. 2013;25(2):206-20. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0953820812000453>.
- [269] Kraut R. What is Good and Why: The Ethics of Well-Being. Cambridge; New York: Harvard University Press; 2009.
- [270] Tiberius V. Well-being as Value Fulfillment: How We Can Help Each Other to Live Well. Oxford University Press; 2018.
- [271] Nussbaum MC. Frontiers of justice: Disability, nationality, species membership. The Tanner Lectures on Human Values. Cambridge; London: Belknap Press of Harvard University Press; 2007.
- [272] Sen A. Inequality Reexamined. Oxford: Clarendon Press; 1992.
- [273] Shmotkin D. Happiness in the face of adversity: Reformulating the dynamic and modular bases of subjective well-being. *Review of General Psychology*. 2005;9(4):291-325. Available from: <https://doi.org/10.1037/1089-2680.9.4.291>.
- [274] Klausen SH. Understanding Older Adults' Wellbeing from a Philosophical Perspective. *Journal of Happiness Studies*. 2020;21(7):2629-48. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10902-019-00197-5>.
- [275] Schroeder SA. Health, Disability, and Well-Being. In: Fletcher G, editor. The Routledge handbook of philosophy of well-being. Routledge Handbooks in Philosophy. London; New York: Routledge; 2015. p. 221-32.
- [276] Hanagan M. Social Relations. In: Darity Jr WA, editor. *International Encyclopedia of the Social Sciences*. 2nd ed. Farmington Hills: MI: Macmillan Reference USA; 2007. p. 611-4.
- [277] Krause N. Eleven - Social relationships in late life. In: Brinstock RH, George LK, Cutler SJ, Hendricks J, Schulz JH, editors. *Handbook of Aging and the Social Sciences*. 6th ed. Academic Press; 2006. p. 181-200. Available from: <https://doi.org/10.1016/B978-012088388-2/50014-6>.
- [278] Berscheid E, Reis HT. Attraction and close relationships. In: Gilbert DT, Fiske ST, Lindzey G, editors. *The Handbook of Social Psychology*. vol. 1. 4th ed. Boston, New York: McGraw-Hill; 1998. p. 193-281.
- [279] Productions DE. The Snow Guardian; 2017. <https://vimeo.com/182392548>.
- [280] Lang FR, Fingerma KL, editors. Growing together: Personal relationships across the life span. *Advances in Personal Relationships*. Cambridge University Press; 2004.

- [281] Elder-Vass D. The causal power of social structures: Emergence, structure and agency. Cambridge; New York: Cambridge University Press; 2010.
- [282] Elder-Vass D. Social Emergence: Relational or Functional? *Balkan Journal of Philosophy*. 2014;6(1):5-16. Available from: <https://dspace.lboro.ac.uk/2134/17417>.
- [283] Zahle J. Emergence. In: McIntyre L, Rosenberg A, editors. *The Routledge Companion to Philosophy of Social Science*. Routledge Philosophy Companions. New York; Oxon: Taylor & Francis; 2017. p. 124-34.
- [284] Longino H. The Social Dimensions of Scientific Knowledge. In: Zalta EN, editor. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. summer 2019 ed. Metaphysics Research Lab, Stanford University; 2019. Available from: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2019/entries/scientific-knowledge-social/>.
- [285] Betzig L. Eusociality in history. *Human Nature*. 2014;25(1):80-99. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12110-013-9186-8>.
- [286] Nowak MA, Tarnita CE, Wilson EO. The evolution of eusociality. *nature*. 2010;466(7310):1057-62. Available from: <https://doi.org/10.1038/nature09205>.
- [287] Durkheim É. *Le Suicide : Étude de sociologie*. Félix alcan ed. Paris: Presses universitaires de France; 1897.
- [288] Bowlby J. The nature of the child's tie to his mother. *International Journal of Psycho-Analysis*. 1958;39:350-73.
- [289] Caplan G. *Support systems and community mental health: Lectures on concept development*. New York: Behavioral Publications; 1974.
- [290] Cassel J. The contribution of the social environment to host resistance: the Fourth Wade Hampton Frost Lecture. *American Journal of Epidemiology*. 1976;104(2):107-23. Available from: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a112281>.
- [291] Cobb S. Social support as a moderator of life stress. *Psychosomatic Medicine*. 1976;38(5):300-14. Available from: <https://doi.org/10.1097/00006842-197609000-00003>.
- [292] House JS, Umberson D, Landis KR. Structures and processes of social support. *Annual Review of Sociology*. 1988;14(1):293-318. Available from: <https://www.jstor.org/stable/2083320>.
- [293] Shor E, Roelfs DJ, Yogev T. The strength of family ties: A meta-analysis and meta-regression of self-reported social support and mortality. *Social Networks*. 2013;35(4):626-38. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2013.08.004>.
- [294] Shor E, Roelfs DJ. Social contact frequency and all-cause mortality: A meta-analysis and meta-regression. *Social Science & Medicine*. 2015;128:76-86. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2015.01.010>.
- [295] Roelfs DJ, Shor E, Kalish R, Yogev T. The rising relative risk of mortality for singles: meta-analysis and meta-regression. *American Journal of Epidemiology*. 2011;174(4):379-89. Available from: <https://doi.org/10.1093/aje/kwr111>.
- [296] Sbarra DA, Law RW, Portley RM. Divorce and death: A meta-analysis and research agenda for clinical, social, and health psychology. *Perspectives on Psychological Science*. 2011;6(5):454-74. Available from: <https://doi.org/10.1177/1745691611414724>.
- [297] Shor E, Roelfs DJ, Bugyi P, Schwartz JE. Meta-analysis of marital dissolution and mortality: Reevaluating the intersection of gender and age. *Social Science & Medicine*. 2012;75(1):46-59. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2012.03.010>
<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2012.03.010>.

- [298] Shor E, Roelfs DJ, Curreli M, Clemow L, Burg MM, Schwartz JE. Widowhood and mortality: a meta-analysis and meta-regression. *Demography*. 2012;49(2):575-606. Available from: <https://doi.org/10.1007/s13524-012-0096-x>.
- [299] Courtin E, Knapp M. Social isolation, loneliness and health in old age: a scoping review. *Health & Social Care in the Community*. 2015;25(3):799-812. Available from: <https://doi.org/10.1111/hsc.12311>.
- [300] Kelly ME, Duff H, Kelly S, Power JEM, Brennan S, Lawlor BA, et al. The impact of social activities, social networks, social support and social relationships on the cognitive functioning of healthy older adults: a systematic review. *Systematic Reviews*. 2017;6(1):259-76. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13643-017-0632-2>.
- [301] Kuiper JS, Zuidersma M, Voshaar RCO, Zuidema SU, van den Heuvel ER, Stolk RP, et al. Social relationships and risk of dementia: A systematic review and meta-analysis of longitudinal cohort studies. *Ageing Research Reviews*. 2015;22:39-57. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.arr.2015.04.006>.
- [302] Chang Q, Chan CH, Yip PS. A meta-analytic review on social relationships and suicidal ideation among older adults. *Social Science & Medicine*. 2017;191:65-76. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2017.09.003>.
- [303] Fässberg MM, van Orden KA, Duberstein P, Erlangsen A, Lapierre S, Bodner E, et al. A systematic review of social factors and suicidal behavior in older adulthood. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2012;9(3):722-45. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijerph9030722>.
- [304] Garipey G, Honkaniemi H, Quesnel-Vallee A. Social support and protection from depression: systematic review of current findings in Western countries. *The British Journal of Psychiatry*. 2016;209(4):284-93. Available from: <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.115.169094>.
- [305] Schwarzbach M, Luppá M, Forstmeier S, König HH, Riedel-Heller SG. Social relations and depression in late life—A systematic review. *International Journal of Geriatric Psychiatry*. 2014 Jan;29(1):1-21. Available from: <https://doi.org/10.1002/gps.3971>.
- [306] Holt-Lunstad J. Why social relationships are important for physical health: A systems approach to understanding and modifying risk and protection. *Annual Review of Psychology*. 2018;69:437-58. Available from: <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122216-011902>.
- [307] Coan JA, Sbarra DA. Social baseline theory: The social regulation of risk and effort. *Current Opinion in Psychology*. 2015;1:87-91. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2014.12.021>.
- [308] Cohen S. Social Relationships and Health. *American Psychologist*. 2004;59(8):676-84. Available from: <https://doi.org/10.1037/0003-066X.59.8.676>.
- [309] Kawachi I, Berkman LF. Social ties and mental health. *Journal of Urban Health*. 2001;78(3):458-67. Available from: <https://doi.org/10.1093/jurban/78.3.458>.
- [310] Lakey B, Orehek E. Relational regulation theory: a new approach to explain the link between perceived social support and mental health. *Psychological Review*. 2011;118(3):482. Available from: <https://doi.org/10.1037/a0023477>.
- [311] Slatcher RB, Selcuk E. A social psychological perspective on the links between close relationships and health. *Current Directions in Psychological Science*. 2017;26(1):16-21. Available from: <https://doi.org/10.1177/0963721416667444>.
- [312] Slavich GM. Social Safety Theory: A Biologically Based Evolutionary Perspective on Life Stress, Health, and Behavior. *Annual Review of Clinical Psychology*. 2020;16:265-95. Available from: <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-032816-045159>.

- [313] Thoits PA. Mechanisms linking social ties and support to physical and mental health. *Journal of Health and Social Behavior*. 2011;52(2):145-61. Available from: <https://doi.org/10.1177/0022146510395592>.
- [314] Uchino BN. Understanding the links between social ties and health: On building stronger bridges with relationship science. *Journal of Social and Personal Relationships*. 2013;30(2):155-62. Available from: <https://doi.org/10.1177/0265407512458659>.
- [315] Ditzen B, Heinrichs M. Psychobiology of social support: the social dimension of stress buffering. *Restorative Neurology and Neuroscience*. 2014;32(1):149-62. Available from: <https://doi.org/10.3233/RNN-139008>.
- [316] Hostinar CE. Recent developments in the study of social relationships, stress responses, and physical health. *Current Opinion in Psychology*. 2015;5:90-5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2015.05.004>.
- [317] Hostinar CE, Gunnar MR. Social support can buffer against stress and shape brain activity. *AJOB Neuroscience*. 2015;6(3):34-42. Available from: <https://doi.org/10.1080/21507740.2015.1047054>.
- [318] Kuiper JS, Zuidersma M, Zuidema SU, Burgerhof JG, Stolk RP, Oude Voshaar RC, et al. Social relationships and cognitive decline: a systematic review and meta-analysis of longitudinal cohort studies. *International Journal of Epidemiology*. 2016;45(4):1169-206. Available from: <https://doi.org/10.1093/ije/dyw089>.
- [319] Evans IE, Martyr A, Collins R, Brayne C, Clare L. Social isolation and cognitive function in later life: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Alzheimer's Disease*. 2019;70(s1):S119-44. Available from: <https://doi.org/10.3233/JAD-180501>.
- [320] Sommerlad A, Sabia S, Singh-Manoux A, Lewis G, Livingston G. Association of social contact with dementia and cognition: 28-year follow-up of the Whitehall II cohort study. *PLoS Medicine*. 2019;16(8):e1002862. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002862>.
- [321] Saczynski JS, Pfeifer LA, Masaki K, Korf ES, Laurin D, White L, et al. The effect of social engagement on incident dementia: the Honolulu-Asia Aging Study. *American Journal of Epidemiology*. 2006;163(5):433-40. Available from: <https://doi.org/10.1093/aje/kwj061>.
- [322] Satz P. Brain reserve capacity on symptom onset after brain injury: a formulation and review of evidence for threshold theory. *Neuropsychology*. 1993;7(3):273-95. Available from: <https://doi.org/10.1037/0894-4105.7.3.273>.
- [323] Stern Y. Cognitive reserve. *Neuropsychologia*. 2009;47(10):2015-28. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.03.004>.
- [324] Pietzuch M, King AE, Ward DD, Vickers JC. The influence of genetic factors and cognitive reserve on structural and functional resting-state brain networks in aging and Alzheimer's disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2019;11(30). Available from: <https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00030>.
- [325] Stern Y. Cognitive reserve in ageing and Alzheimer's disease. *The Lancet Neurology*. 2012;11(11):1006-12. Available from: [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(12\)70191-6](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(12)70191-6).
- [326] Hsiao YH, Chang CH, Gean PW. Impact of social relationships on Alzheimer's memory impairment: mechanistic studies. *Journal of Biomedical Science*. 2018;25(1):1-8. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12929-018-0404-x>.
- [327] Venna V, Xu Y, Doran S, Patrizz A, McCullough L. Social interaction plays a critical role in neurogenesis and recovery after stroke. *Translational Psychiatry*. 2014;4(1):e351-1. Available from: <https://doi.org/10.1038/tp.2013.128>.

- [328] Buchman AS, Yu L, Boyle PA, Schneider JA, De Jager PL, Bennett DA. Higher brain BDNF gene expression is associated with slower cognitive decline in older adults. *Neurology*. 2016;86(8):735-41. Available from: <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000002387>.
- [329] Stern Y, Barnes CA, Grady C, Jones RN, Raz N. Brain reserve, cognitive reserve, compensation, and maintenance: operationalization, validity, and mechanisms of cognitive resilience. *Neurobiology of Aging*. 2019;83:124-9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2019.03.022>.
- [330] Leschak CJ, Eisenberger NI. Two distinct immune pathways linking social relationships with health: inflammatory and antiviral processes. *Psychosomatic Medicine*. 2019;81(8):711. Available from: <https://doi.org/10.1097/PSY.0000000000000685>.
- [331] Smith KJ, Gavey S, Riddell NE, Kontari P, Victor C. The association between loneliness, social isolation and inflammation: A systematic review and meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2020;112:519-41. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.02.002>.
- [332] Morrisette-Thomas V, Cohen AA, Fülöp T, Riesco É, Legault V, Li Q, et al. Inflamm-aging does not simply reflect increases in pro-inflammatory markers. *Mechanisms of Ageing and Development*. 2014;139:49-57. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.mad.2014.06.005>.
- [333] Norden DM, Godbout JP. Microglia of the aged brain: primed to be activated and resistant to regulation. *Neuropathology and Applied Neurobiology*. 2013;39(1):19-34. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2990.2012.01306.x>.
- [334] Lai KSP, Liu CS, Rau A, Lanctôt KL, Köhler CA, Pakosh M, et al. Peripheral inflammatory markers in Alzheimer's disease: a systematic review and meta-analysis of 175 studies. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 2017;88(10):876-82. Available from: <https://doi.org/10.1136/jnnp-2017-316201>.
- [335] Hackett RA, Hamer M, Endrighi R, Brydon L, Steptoe A. Loneliness and stress-related inflammatory and neuroendocrine responses in older men and women. *Psychoneuroendocrinology*. 2012;37(11):1801-9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2012.03.016>.
- [336] Jaremka LM, Fagundes CP, Peng J, Bennett JM, Glaser R, Malarkey WB, et al. Loneliness promotes inflammation during acute stress. *Psychological Science*. 2013;24(7):1089-97. Available from: <https://doi.org/10.1177/0956797612464059>.
- [337] Chiriaco M, Georgiopoulos G, Duranti E, Antonioli L, Puxeddu I, Nannipieri M, et al. Inflammation and vascular ageing: from telomeres to novel emerging mechanisms. *High Blood Pressure & Cardiovascular Prevention*. 2019;26(4):321-9. Available from: <https://doi.org/10.1007/s40292-019-00331-7>.
- [338] Cushman M, Arnold AM, Psaty BM, Manolio TA, Kuller LH, Burke GL, et al. C-reactive protein and the 10-year incidence of coronary heart disease in older men and women: the cardiovascular health study. *Circulation*. 2005;112(1):25-31. Available from: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.104.504159>.
- [339] Jaiswal S, Libby P. Clonal haematopoiesis: connecting ageing and inflammation in cardiovascular disease. *Nature Reviews Cardiology*. 2020;17(3):137-44. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41569-019-0247-5>.
- [340] Stuller KA, Jarrett B, DeVries AC. Stress and social isolation increase vulnerability to stroke. *Experimental Neurology*. 2012;233(1):33-9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2011.01.016>.

- [341] Halim M, Halim A. The effects of inflammation, aging and oxidative stress on the pathogenesis of diabetes mellitus (type 2 diabetes). *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2019;13(2):1165-72. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2019.01.040>.
- [342] Yuan T, Yang T, Chen H, Fu D, Hu Y, Wang J, et al. New insights into oxidative stress and inflammation during diabetes mellitus-accelerated atherosclerosis. *Redox biology*. 2019;20:247-60. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.redox.2018.09.025>.
- [343] Coussens LM, Werb Z. Inflammation and cancer. *nature*. 2002;420(6917):860-7. Available from: <https://doi.org/10.1038/nature01322>.
- [344] Grivennikov SI, Greten FR, Karin M. Immunity, inflammation, and cancer. *Cell*. 2010;140(6):883-99. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2010.01.025>.
- [345] Leonardi GC, Accardi G, Monastero R, Nicoletti F, Libra M. Ageing: from inflammation to cancer. *Immunity & Ageing*. 2018;15(1):1-7. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12979-017-0112-5>.
- [346] Gibon E, Lu LY, Nathan K, Goodman SB. Inflammation, ageing, and bone regeneration. *Journal of Orthopaedic Translation*. 2017;10:28-35. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jot.2017.04.002>.
- [347] Ferrucci L, Fabbri E. Inflammageing: chronic inflammation in ageing, cardiovascular disease, and frailty. *Nature Reviews Cardiology*. 2018;15(9):505-22. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41569-018-0064-2>.
- [348] Soysal P, Stubbs B, Lucato P, Luchini C, Solmi M, Peluso R, et al. Inflammation and frailty in the elderly: a systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*. 2016;31:1-8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.arr.2016.08.006>.
- [349] Bektas A, Schurman SH, Sen R, Ferrucci L. Aging, inflammation and the environment. *Experimental Gerontology*. 2018;105:10-8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2017.12.015>.
- [350] Yang YC, McClintock MK, Kozloski M, Li T. Social isolation and adult mortality: the role of chronic inflammation and sex differences. *Journal of Health and Social Behavior*. 2013;54(2):183-203. Available from: <https://doi.org/10.1177/0022146513485244>.
- [351] Cohen S, Doyle WJ, Skoner DP, Rabin BS, Gwaltney JM. Social ties and susceptibility to the common cold. *Jama*. 1997;277(24):1940-4. Available from: <https://doi.org/10.1001/jama.1997.03540480040036>.
- [352] Sneed RS, Cohen S, Turner RB, Doyle WJ. Parenthood and host resistance to the common cold. *Psychosomatic Medicine*. 2012;74(6):567. Available from: <https://doi.org/10.1097/PSY.0b013e31825941ff>.
- [353] Hamrick N, Cohen S, Rodriguez MS. Being popular can be healthy or unhealthy: stress, social network diversity, and incidence of upper respiratory infection. *Health Psychology*. 2002;21(3):294. Available from: <https://doi.org/10.1037/0278-6133.21.3.294>.
- [354] Cobb JMT, Steptoe A. Psychosocial stress and susceptibility to upper respiratory tract illness in an adult population sample. *Psychosomatic Medicine*. 1996;58(5):404-12. Available from: <https://doi.org/10.1097/00006842-199609000-00003>.
- [355] DeLongis A, Folkman S, Lazarus RS. The impact of daily stress on health and mood: psychological and social resources as mediators. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1988;54(3):486-95. Available from: <https://doi.org/10.1037/0022-3514.54.3.486>.
- [356] Elgar MA. Predator vigilance and group size in mammals and birds: a critical review of the empirical evidence. *Biological Reviews*. 1989;64(1):13-33. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1989.tb00636.x>.

- [357] Cole SW. Human social genomics. *PLoS Genetics*. 2014;10(8):e1004601. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1004601>.
- [358] Eisenberger NI, Cole SW. Social neuroscience and health: neurophysiological mechanisms linking social ties with physical health. *Nature Neuroscience*. 2012;15(5):669. Available from: <https://doi.org/10.1038/nn.3086>.
- [359] Cole SW. Social regulation of human gene expression: mechanisms and implications for public health. *American Journal of Public Health*. 2013;103(S1):S84-92. Available from: <https://doi.org/10.2105/AJPH.2012.301183>.
- [360] Miller GE, Chen E, Fok AK, Walker H, Lim A, Nicholls EF, et al. Low early-life social class leaves a biological residue manifested by decreased glucocorticoid and increased proinflammatory signaling. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2009;106(34):14716-21. Available from: <https://doi.org/10.1073/pnas.0902971106>.
- [361] Miller GE, Chen E, Sze J, Marin T, Arevalo JM, Doll R, et al. A functional genomic fingerprint of chronic stress in humans: blunted glucocorticoid and increased NF-kB signaling. *Biological Psychiatry*. 2008;64(4):266-72. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2008.03.017>.
- [362] Cole SW, Arevalo JM, Takahashi R, Sloan EK, Lutgendorf SK, Sood AK, et al. Computational identification of gene–social environment interaction at the human IL6 locus. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2010;107(12):5681-6. Available from: <https://doi.org/10.1073/pnas.0911515107>.
- [363] Tung J, Barreiro LB, Johnson ZP, Hansen KD, Michopoulos V, Toufexis D, et al. Social environment is associated with gene regulatory variation in the rhesus macaque immune system. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2012;109(17):6490-5. Available from: <https://doi.org/10.1073/pnas.1202734109>.
- [364] Cole SW. The conserved transcriptional response to adversity. *Current Opinion in Behavioral Sciences*. 2019;28:31-7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2019.01.008>.
- [365] Irwin MR, Cole SW. Reciprocal regulation of the neural and innate immune systems. *Nature Reviews Immunology*. 2011;11(9):625-32. Available from: <https://doi.org/10.1038/nri3042>.
- [366] Slavich GM, Cole SW. The emerging field of human social genomics. *Clinical Psychological Science*. 2013;1(3):331-48. Available from: <https://doi.org/10.1177/2167702613478594>.
- [367] Dantzer R. Cytokine-induced sickness behavior: mechanisms and implications. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2001;933(1):222-34. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2001.tb05827.x>.
- [368] Komsan JP, Parnet P, Dantzer R. Cytokine-induced sickness behaviour: mechanisms and implications. *Trends in Neurosciences*. 2002;25(3):154-9. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0166-2236\(00\)02088-9](https://doi.org/10.1016/S0166-2236(00)02088-9).
- [369] Dowlati Y, Herrmann N, Swardfager W, Liu H, Sham L, Reim EK, et al. A meta-analysis of cytokines in major depression. *Biological Psychiatry*. 2010;67(5):446-57. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2009.09.033>.
- [370] Felger JC, Lotrich FE. Inflammatory cytokines in depression: neurobiological mechanisms and therapeutic implications. *Neuroscience*. 2013;246:199-229. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2013.04.060>.
- [371] Serafini G, Pompili M, Seretti ME, Stefani H, Palermo M, Coryell W, et al. The role of inflammatory cytokines in suicidal behavior: a systematic review. *European Neuropsychopharmacology*. 2013;23(12):1672-86. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2013.06.002>.

- [372] Eisenberger NI, Moieni M, Inagaki TK, Muscatell KA, Irwin MR. In sickness and in health: the co-regulation of inflammation and social behavior. *Neuropsychopharmacology*. 2017;42(1):242-53. Available from: <https://doi.org/10.1038/npp.2016.141>.
- [373] Lyons KS, Zarit SH. Formal and informal support: The great divide. *International Journal of Geriatric Psychiatry*. 1999;14(3):183-92. Available from: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1166\(199903\)14:3<183::AID-GPS969>3.0.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1166(199903)14:3<183::AID-GPS969>3.0.CO;2-J).
- [374] Adams RG, Blieszner R. Aging well with friends and family. *American Behavioral Scientist*. 1995;39(2):209-24. Available from: <https://doi.org/10.1177/0002764295039002008>.
- [375] Ryan A, Taggart L, Truesdale-Kennedy M, Slevin E. Issues in caregiving for older people with intellectual disabilities and their ageing family carers: a review and commentary. *International Journal of Older People Nursing*. 2014;9(3):217-26. Available from: <https://doi.org/10.1111/opn.12021>.
- [376] Redfoot D, Feinberg L, Houser AN. The aging of the baby boom and the growing care gap: A look at future declines in the availability of family caregivers. Washington: AARP Public Policy Institute; 2013. Available from: <https://www.aarp.org/home-family/caregiving/info-08-2013/the-aging-of-the-baby-boom-and-the-growing-care-gap-AARP-ppi-ltc.html>.
- [377] Milligan C, Liu Y. Place and informal care in an ageing society: Reviewing the state of the art in geographical gerontology. *Progress in Geography*. 2015;34(12):1558-76. Available from: <https://eprints.lancs.ac.uk/id/eprint/80167>.
- [378] Pani-Harreman KE, Bours GJ, Zander I, Kempen GI, van Duren JM. Definitions, key themes and aspects of 'ageing in place': A scoping review. *Ageing & Society*. 2020;41(9):2026-59. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0144686X20000094>.
- [379] Wolinsky FD, Callahan CM, Fitzgerald JF, Johnson RJ. The risk of nursing home placement and subsequent death among older adults. *Journal of Gerontology*. 1992;47(4):S173-82. Available from: <https://doi.org/10.1093/geronj/47.4.S173>.
- [380] Hays JC. Living arrangements and health status in later life: A review of recent literature. *Public Health Nursing*. 2002;19(2):136-51. Available from: <https://doi.org/10.1046/j.1525-1446.2002.00209.x>.
- [381] Costa-Font J, Elvira D, Mascarilla-Miró O. Ageing in place? Exploring elderly people's housing preferences in Spain. *Urban Studies*. 2009;46(2):295-316. Available from: <https://doi.org/10.1177/0042098008099356>.
- [382] Han JH, Kim JH. Variations in ageing in home and ageing in neighbourhood. *Australian Geographer*. 2017;48(2):255-72. Available from: <https://doi.org/10.1080/00049182.2016.1240021>.
- [383] Weeks L, Branton O, Nilsson T. The influence of the family on the future housing preferences of seniors in Canada. *Housing, Care and Support*. 2005;8(2):29-40. Available from: <https://doi.org/10.1108/14608790200500015>.
- [384] Sixsmith A, Sixsmith J. Ageing in place in the United Kingdom. *Ageing International*. 2008;32(3):219-35. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12126-008-9019-y>.
- [385] Carr D, Utz RL. Families in later life: A decade in review. *Journal of Marriage and Family*. 2020;82(1):346-63. Available from: <https://doi.org/10.1111/jomf.12609>.
- [386] Fingerman KL, Huo M, Birditt KS. A decade of research on intergenerational ties: Technological, economic, political, and demographic changes. *Journal of Marriage and Family*. 2020;82(1):383-403.
- [387] Statistics Canada. General Social Survey (Caregiving and Care Receiving); 2018. Available from: <https://www23.statcan.gc.ca/imdb/p2SV.pl?Function=getSurvey&SDDS=4502>.

- [388] Reczek C, Umberson D. Greedy spouse, needy parent: The marital dynamics of gay, lesbian, and heterosexual intergenerational caregivers. *Journal of Marriage and Family*. 2016;78(4):957-74. Available from: <https://doi.org/10.1111/jomf.12318>.
- [389] Statistics Canada. Table 17-10-0057-01 Projected population, by projection scenario, age and sex, as of July 1 (x 1,000); 2022. Available from: <https://doi.org/10.25318/1710005701-eng>.
- [390] Rogerson PA, Burr JA, Lin G. Changes in geographic proximity between parents and their adult children. *International Journal of Population Geography*. 1997;3(2):121-36. Available from: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1220\(199706\)3:2<121::AID-IJPG60>3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1220(199706)3:2<121::AID-IJPG60>3.0.CO;2-I).
- [391] Artamonova A, Gillespie BJ, Brandén M. Geographic mobility among older people and their adult children: The role of parents' health issues and family ties. *Population, Space and Place*. 2020;26(8):e2371. Available from: <https://doi.org/10.1002/psp.2371>.
- [392] Taylor P. *The Decline of Marriage and Rise of New Families*. Pew Research Center; 2010. Available from: <https://www.pewresearch.org/social-trends/2010/11/18/the-decline-of-marriage-and-rise-of-new-families>.
- [393] Cooney TM, Uhlenberg P. The role of divorce in men's relations with their adult children after mid-life. *Journal of Marriage and the Family*. 1990;52(3):677-88. Available from: <https://doi.org/10.2307/352933>.
- [394] Albertini M, Kohli M. Childlessness and intergenerational transfers in later life. In: Kreyenfeld M, Konietzka D, editors. *Childlessness in Europe: Contexts, causes, and consequences*. 1st ed. Demographic Research Monographs. Springer Open; 2017. p. 351-68. Available from: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-44667-7>.
- [395] Albertini M, Kohli M, Vogel C. Intergenerational transfers of time and money in European families: common patterns—different regimes? *Journal of European Social Policy*. 2007;17(4):319-34. Available from: <https://doi.org/10.1177/0958928707081068>.
- [396] Blomgren J, Breeze E, Koskinen S, Martikainen P. Help from spouse and from children among older people with functional limitations: comparison of England and Finland. *Ageing & Society*. 2012;32(6):905-33. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0144686X11000729>.
- [397] Torres JL, Lima-Costa MF, Marmot M, de Oliveira C. Wealth and disability in later life: the English Longitudinal Study of Ageing (ELSA). *PloS One*. 2016;11(11):e0166825. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166825>.
- [398] Hogan DP, Eggebeen DJ, Clogg CC. The structure of intergenerational exchanges in American families. *American Journal of Sociology*. 1993;98(6):1428-58. Available from: <https://doi.org/10.2307/2781826>.
- [399] Bordone V, de Valk HA. Intergenerational support among migrant families in Europe. *European Journal of Ageing*. 2016;13(3):259-70. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10433-016-0363-6>.
- [400] Kalmijn M, Saraceno C. A comparative perspective on intergenerational support: Responsiveness to parental needs in individualistic and familialistic countries. *European Societies*. 2008;10(3):479-508. Available from: <https://doi.org/10.1080/14616690701744364>.
- [401] Rowland DT. Historical trends in childlessness. *Journal of Family Issues*. 2007;28(10):1311-37. Available from: <https://doi.org/10.1177/0192513X07303823>.
- [402] Frejka T. Childlessness in the United States. In: Kreyenfeld M, Konietzka D, editors. *Childlessness in Europe: Contexts, causes, and consequences*. 1st ed. Demographic Research Monographs. Springer Open; 2017. p. 159-79.
- [403] Sobotka T. Childlessness in Europe: Reconstructing long-term trends among women born in 1900–1972. In: Kreyenfeld M, Konietzka D, editors. *Childlessness in Europe: Contexts, causes, and consequences*.

- 1st ed. Demographic Research Monographs. Springer Open; 2017. p. 17-53. Available from: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-44667-7>.
- [404] Statistics Canada. 2016 Census of Population. Ottawa; 2017. Statistics Canada Catalogue no. 98-316-X2016001. Available from: <https://www12.statcan.gc.ca/rest/census-recensement/CPR2016{.type}?lang={lang}&dguid={dguid}&topic={topic}¬es={notes}&stat={stat}>.
- [405] Raymo JM, Park H, Xie Y, Yeung WJ. Marriage and family in East Asia: Continuity and change. *Annual Review of Sociology*. 2015;41:471-92. Available from: <https://doi.org/10.1146/annurev-soc-073014-112428>.
- [406] Kohli M, Albertini M. Childlessness and intergenerational transfers: what is at stake? *Ageing and Society*. 2009;29(8):1171. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0144686X09990341>.
- [407] Albertini M, Mencarini L. Childlessness and support networks in later life: New pressures on familistic welfare states? *Journal of Family Issues*. 2014;35(3):331-57. Available from: <https://doi.org/10.1177/0192513X12462537>.
- [408] Deindl C, Brandt M. Support networks of childless older people: informal and formal support in Europe. *Ageing and Society*. 2017;37(8):1543-67. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0144686X16000416>.
- [409] Albertini M, Kohli M. What childless older people give: is the generational link broken? *Ageing and Society*. 2009;29(8):1261-74. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0144686X0999033X>.
- [410] Schnettler S, Wöhler T. No children in later life, but more and better friends? Substitution mechanisms in the personal and support networks of parents and the childless in Germany. *Ageing & Society*. 2016;36(7):1339-63. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0144686X15000197>.
- [411] Wenger GC. Childlessness at the end of life: evidence from rural Wales. *Ageing and Society*. 2009;29(8):1243. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0144686X09008381>.
- [412] Barker JC. Neighbors, friends, and other nonkin caregivers of community-living dependent elders. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*. 2002;57(3):S158-67. Available from: <https://doi.org/10.1093/geronb/57.3.S158>.
- [413] Larsson K, Silverstein M. The effects of marital and parental status on informal support and service utilization: A study of older Swedes living alone. *Journal of Aging Studies*. 2004;18(2):231-44. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jaging.2004.01.001>.
- [414] Chappell N, Blandford A. Informal and formal care: exploring the complementarity. *Ageing & Society*. 1991;11(3):299-317. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0144686X00004189>.
- [415] Keating N, Swindle J, Fletcher S. Aging in rural Canada: A retrospective and review. *Canadian Journal on Aging/La Revue Canadienne du Vieillissement*. 2011;30(3):323-38. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0714980811000250>.
- [416] Clark KJ, Leipert BD. Strengthening and sustaining social supports for rural elders. *Online Journal of Rural Nursing and Health Care*. 2012;7(1):13-26. Available from: <https://doi.org/10.14574/ojrnhc.v7i1.140>.
- [417] Furstenberg FF, Hartnett CS, Kohli M, Zissimopoulos JM. The Future of Intergenerational Relations in Aging Societies. *Daedalus*. 2015 04;144(2):31-40. Available from: https://doi.org/10.1162/DAED_a_00328.
- [418] Farrell AK, Imami L, Stanton SC, Slatcher RB. Affective processes as mediators of links between close relationships and physical health. *Social and Personality Psychology Compass*. 2018;12(7):e12408. Available from: <https://doi.org/10.1111/spc3.12408>.

- [419] Sbarra DA, Coan JA. Relationships and health: The critical role of affective science. *Emotion Review*. 2018;10(1):40-54. Available from: <https://doi.org/10.1177/1754073917696584>.
- [420] Niedenthal PM, Brauer M. Social functionality of human emotion. *Annual review of psychology*. 2012;63:259-85. Available from: <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.121208.131605>.
- [421] Bonanno GA. Grief and emotion: A social-functional perspective. In: Stroebe MS, Hansson RO, Stroebe W, Schut H, editors. *Handbook of bereavement research: Consequences, coping, and care*. American Psychological Association; 2001. p. 493-515.
- [422] Lange J, Crusius J. The tango of two deadly sins: The social-functional relation of envy and pride. *Journal of Personality and Social Psychology*. 2015;109(3):453. Available from: <https://doi.org/10.1037/pspi0000026>.
- [423] Chung M, Harris CR. Jealousy as a specific emotion: The dynamic functional model. *Emotion Review*. 2018;10(4):272-87. Available from: <https://doi.org/10.1177/1754073918795257>.
- [424] Cacioppo JT, Patrick W. *Loneliness: Human nature and the need for social connection*. New York; London: W. W. Norton & Company; 2008.
- [425] Proulx CM, Helms HM, Buehler C. Marital quality and personal well-being: A meta-analysis. *Journal of Marriage and family*. 2007;69(3):576-93. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1741-3737.2007.00393.x>.
- [426] Pankiewicz P, Majkiewicz M, Krzykowski G. Anxiety disorders in intimate partners and the quality of their relationship. *Journal of Affective Disorders*. 2012;140(2):176-80. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165032712001000>.
- [427] Lambert JE, Engh R, Hasbun A, Holzer J. Impact of posttraumatic stress disorder on the relationship quality and psychological distress of intimate partners: A meta-analytic review. *Journal of Family Psychology*. 2012;26(5):729. Available from: <https://doi.org/10.1037/a0029341>.
- [428] Barlow DH, Sauer-Zavala S, Carl JR, Bullis JR, Ellard KK. The nature, diagnosis, and treatment of neuroticism: Back to the future. *Clinical Psychological Science*. 2014;2(3):344-65. Available from: <https://doi.org/10.1177/2167702613505532>.
- [429] Malouff JM, Thorsteinsson EB, Schutte NS, Bhullar N, Rooke SE. The five-factor model of personality and relationship satisfaction of intimate partners: A meta-analysis. *Journal of Research in Personality*. 2010;44(1):124-7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jrjp.2009.09.004>.
- [430] Roberts BW, Kuncel NR, Shiner R, Caspi A, Goldberg LR. The power of personality: The comparative validity of personality traits, socioeconomic status, and cognitive ability for predicting important life outcomes. *Perspectives on Psychological Science*. 2007;2(4):313-45. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1745-6916.2007.00047.x>.
- [431] Solomon BC, Jackson JJ. Why do personality traits predict divorce? Multiple pathways through satisfaction. *Journal of Personality and Social Psychology*. 2014;106(6):978. Available from: <https://doi.org/10.1037/a0036190>.
- [432] Baron KG, Smith TW, Butner J, Nealey-Moore J, Hawkins MW, Uchino BN. Hostility, anger, and marital adjustment: Concurrent and prospective associations with psychosocial vulnerability. *Journal of Behavioral Medicine*. 2007;30(1):1-10. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10865-006-9086-z>.
- [433] Cundiff JM, Smith TW, Frandsen CA. Incremental validity of spouse ratings versus self-reports of personality as predictors of marital quality and behavior during marital conflict. *Psychological Assessment*. 2012;24(3):676. Available from: <https://doi.org/10.1037/a0026637>.

- [434] Knobloch-Fedders LM, Caska-Wallace C, Smith TW, Renshaw K. Battling on the home front: Posttraumatic stress disorder and conflict behavior among military couples. *Behavior Therapy*. 2017;48(2):247-61. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.beth.2016.08.014>.
- [435] Robbins ML, Mehl MR, Smith HL, Weihs KL. Linguistic indicators of patient, couple, and family adjustment following breast cancer. *Psycho-Oncology*. 2013;22(7):1501-8. Available from: <https://doi.org/10.1002/pon.3161>.
- [436] Hames JL, Hagan CR, Joiner TE. Interpersonal processes in depression. *Annual Review of Clinical Psychology*. 2013;9:355-77.
- [437] Liu H, Xie QW, Lou VWQ. Everyday social interactions and intra-individual variability in affect: A systematic review and meta-analysis of ecological momentary assessment studies. *Motivation and Emotion*. 2019;43(2):339-53. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11031-018-9735-x>.
- [438] Davila J, Karney BR, Hall TW, Bradbury TN. Depressive symptoms and marital satisfaction: within-subject associations and the moderating effects of gender and neuroticism. *Journal of Family Psychology*. 2003;17(4):557. Available from: <https://doi.org/10.1037/0893-3200.17.4.557>.
- [439] Gustavson K, Røysamb E, Soest Tv, Helland MJ, Karevold E, Mathiesen KS. Reciprocal longitudinal associations between depressive symptoms and romantic partners' synchronized view of relationship quality. *Journal of Social and Personal Relationships*. 2012;29(6):776-94. Available from: <https://doi.org/10.1177/0265407512448264>.
- [440] Kouros CD, Cummings EM. Transactional relations between marital functioning and depressive symptoms. *American Journal of Orthopsychiatry*. 2011;81(1):128. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1939-0025.2010.01080.x>.
- [441] Mamun AA, Clavarino AM, Najman JM, Williams GM, O'Callaghan MJ, Bor W. Maternal depression and the quality of marital relationship: a 14-year prospective study. *Journal of Women's Health*. 2009;18(12):2023-31. Available from: <https://doi.org/10.1089/jwh.2008.1050>.
- [442] Najman JM, Khatun M, Mamun A, Clavarino A, Williams GM, Scott J, et al. Does depression experienced by mothers leads to a decline in marital quality: a 21-year longitudinal study. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*. 2014;49(1):121-32. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00127-013-0749-0>.
- [443] O'Meara MS, South SC. Big Five personality domains and relationship satisfaction: Direct effects and correlated change over time. *Journal of Personality*. 2019;87(6):1206-20. Available from: <https://doi.org/10.1111/jopy.12468>.
- [444] Ramsey MA, Gentzler AL. An upward spiral: Bidirectional associations between positive affect and positive aspects of close relationships across the life span. *Developmental Review*. 2015;36:58-104. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0273229715000052>.
- [445] Schoebi D, Randall AK. Emotional dynamics in intimate relationships. *Emotion Review*. 2015;7(4):342-8. Available from: <https://doi.org/10.1177/1754073915590620>.
- [446] Fowler JH, Christakis NA. Dynamic spread of happiness in a large social network: longitudinal analysis over 20 years in the Framingham Heart Study. *BMJ*. 2008 Dec;337:a2338. Available from: <https://doi.org/10.1136/bmj.a2338>.
- [447] Hill AL, Rand DG, Nowak MA, Christakis NA. Emotions as infectious diseases in a large social network: the SISa model. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2010;277(1701):3827-35. Available from: <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.1217>.
- [448] Hatfield E, Cacioppo JT, Rapson RL. Emotional contagion. *Current Directions in Psychological Science*. 1993;2(3):96-100. Available from: <https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep10770953>.

- [449] Coviello L, Sohn Y, Kramer AD, Marlow C, Franceschetti M, Christakis NA, et al. Detecting emotional contagion in massive social networks. *PloS One*. 2014;9(3):e90315. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0090315>.
- [450] Kramer AD, Guillory JE, Hancock JT. Experimental evidence of massive-scale emotional contagion through social networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2014;111(24):8788-90. Available from: <https://doi.org/10.1073/pnas.1320040111>.
- [451] Santini ZI, Koyanagi A, Tyrovolas S, Haro JM. The association of relationship quality and social networks with depression, anxiety, and suicidal ideation among older married adults: Findings from a cross-sectional analysis of the Irish Longitudinal Study on Ageing (TILDA). *Journal of Affective Disorders*. 2015 Jul;179:134-41. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jad.2015.03.015>.
- [452] Santini ZI, Jose PE, Cornwell EY, Koyanagi A, Nielsen L, Hinrichsen C, et al. Social disconnectedness, perceived isolation, and symptoms of depression and anxiety among older Americans (NSHAP): a longitudinal mediation analysis. *The Lancet Public Health*. 2020;5(1):e62-70. Available from: [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(19\)30230-0](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(19)30230-0).
- [453] Fiori KL, Antonucci TC, Cortina KS. Social Network Typologies and Mental Health Among Older Adults. *The Journals of Gerontology: Series B*. 2006 Jan;61(1):P25-32. Available from: <https://doi.org/10.1093/geronb/61.1.P25>.
- [454] Litwin H. The association between social network relationships and depressive symptoms among older Americans: what matters most? *International Psychogeriatrics*. 2011;23(6):930-40. Available from: <https://doi.org/10.1017/S1041610211000251>.
- [455] Litwin H, Shiovitz-Ezra S. Social Network Type and Subjective Well-being in a National Sample of Older Americans. *The Gerontologist*. 2011 Jun;51(3):379-88. Available from: <https://doi.org/10.1093/geront/gnq094>.
- [456] Stoeckel KJ, Litwin H. The impact of social networks on the relationship between functional impairment and depressive symptoms in older adults. *International Psychogeriatrics*. 2016 Jan;28(1):39-47. Available from: <https://doi.org/10.1017/S1041610215000538>.
- [457] Pinguat M, Sørensen S. Influences of socioeconomic status, social network, and competence on subjective well-being in later life: a meta-analysis. *Psychology and Aging*. 2000;15(2):187-224. Available from: <https://doi.org/10.1037/0882-7974.15.2.187>.
- [458] Sinclair VG, Dowdy SW. Development and validation of the Emotional Intimacy Scale. *Journal of Nursing Measurement*. 2005;13(3):193-206. Available from: <https://doi.org/10.1891/jnum.13.3.193>.
- [459] Timmerman GM. A concept analysis of intimacy. *Issues in Mental Health Nursing*. 1991;12(1):19-30. Available from: <https://doi.org/10.3109/01612849109058207>.
- [460] Mejía ST, Hooker K. Emotional well-being and interactions with older adults' close social partners: Daily variation in social context matters. *Psychology and Aging*. 2015;30(3):517. Available from: <https://doi.org/10.1037/a0039468>.
- [461] Cohen S, Wills TA. Stress, social support, and the buffering hypothesis. *Psychological Bulletin*. 1985;98(2):310-57. Available from: <https://doi.org/10.1037/0033-2909.98.2.310>.
- [462] Uchino BN, Cacioppo JT, Kiecolt-Glaser JK. The relationship between social support and physiological processes: a review with emphasis on underlying mechanisms and implications for health. *Psychological Bulletin*. 1996;119(3):488-531. Available from: <https://doi.org/10.1037/0033-2909.119.3.488>.

- [463] Chan N, Anstey KJ, Windsor TD, Luszcz MA. Disability and depressive symptoms in later life: the stress-buffering role of informal and formal support. *Gerontology*. 2011;57(2):180-9. Available from: <https://doi.org/10.1159/000314158>.
- [464] Fong AJ, Scarapicchia TM, McDonough MH, Wrosch C, Sabiston CM. Changes in social support predict emotional well-being in breast cancer survivors. *Psycho-oncology*. 2017;26(5):664-71. Available from: <https://doi.org/10.1002/pon.4064>.
- [465] Reigada C, Pais-Ribeiro JL, Novella A, Gonçalves E. The caregiver role in palliative care: a systematic review of the literature. *Health Care: Current Reviews*. 2015;3(2). Available from: <https://doi.org/10.4172/2375-4273.1000143>.
- [466] Coyne JC, Wortman CB, Lehman DR. The other side of support: Emotional overinvolvement and miscarried helping. In: Gottlieb BH, editor. *Marshaling social support: Formats, processes, and effects*. SAGE Publications, Inc; 1988. p. 305-30.
- [467] Revenson TA, Schiaffino KM, Majerovitz SD, Gibofsky A. Social support as a double-edged sword: The relation of positive and problematic support to depression among rheumatoid arthritis patients. *Social Science & Medicine*. 1991;33(7):807-13. Available from: [https://doi.org/10.1016/0277-9536\(91\)90385-P](https://doi.org/10.1016/0277-9536(91)90385-P).
- [468] McCullough LB, Wilson NL, Teasdale TA, Kolpakchi AL, Skelly JR. Mapping personal, familial, and professional values in long-term care decisions. *The Gerontologist*. 1993;33(3):324-32. Available from: <https://doi.org/10.1093/geront/33.3.324>.
- [469] Rook KS. Social support versus companionship: Effects on life stress, loneliness, and evaluations by others. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1987;52(6):1132. Available from: <https://doi.org/10.1037/0022-3514.52.6.1132>.
- [470] Barrera M. Distinctions between social support concepts, measures, and models. *American Journal of Community Psychology*. 1986;14(4):413-45. Available from: <https://doi.org/10.1007/BF00922627>.
- [471] Lakey B, Cohen S. Social support theory and measurement. In: Cohen S, Underwood LG, Gottlieb BH, editors. *Social support measurement and intervention: A guide for health and social scientists*. New York: Oxford University Press; 2000. p. 29-52.
- [472] Rook KS, August KJ, Sorkin DH. Social network functions and health. In: Baum A, Contrada R, editors. *Handbook of Stress Science: Biology, Psychology, and Health*. 1st ed. New York: Springer Publishing Company; 2010. p. 123-35.
- [473] Quan-Haase A, Mo GY, Wellman B. Connected seniors: How older adults in East York exchange social support online and offline. *Information, Communication & Society*. 2017;20(7):967-83. Available from: <https://doi.org/10.1080/1369118X.2017.1305428>.
- [474] Yarnal CM, Chick G, Kerstetter DL. "I did not have time to play growing up... so this is my play time. It's the best thing I have ever done for myself": What is play to older women? *Leisure Sciences*. 2008;30(3):235-52. Available from: <https://doi.org/10.1080/01490400802017456>.
- [475] Kuykendall L, Tay L, Ng V. Leisure engagement and subjective well-being: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*. 2015;141(2):364. Available from: <https://doi.org/10.1037/a0038508>.
- [476] Iwasaki Y, Schneider IE. Leisure, Stress, and Coping: An Evolving Area of Inquiry. *Leisure Sciences*. 2003;25(2-3):107-13. Available from: <https://doi.org/10.1080/01490400306567>.
- [477] Iso-Ahola SE, Park CJ. Leisure-related social support and self-determination as buffers of stress-illness relationship. *Journal of Leisure Research*. 1996;28(3):169-87. Available from: <https://doi.org/10.1080/00222216.1996.11949769>.

- [478] Buunk BP, Verhoeven K. Companionship and support at work: A microanalysis of the stress-reducing features of social interaction. *Basic and Applied Social Psychology*. 1991;12(3):243-58. Available from: https://doi.org/10.1207/s15324834basp1203_1.
- [479] Iwasaki Y, Mannell RC, Smale BJ, Butcher J. Contributions of leisure participation in predicting stress coping and health among police and emergency response services workers. *Journal of Health Psychology*. 2005;10(1):79-99. Available from: <https://doi.org/10.1177/1359105305048557>.
- [480] Thompson Jr EH, Futterman AM, Gallagher-Thompson D, Rose JM, Lovett SB. Social support and caregiving burden in family caregivers of frail elders. *Journal of Gerontology*. 1993;48(5):S245-54. Available from: <https://doi.org/10.1093/geronj/48.5.S245>.
- [481] Almeida DM. Resilience and vulnerability to daily stressors assessed via diary methods. *Current Directions in Psychological Science*. 2005;14(2):64-8. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.0963-7214.2005.00336.x>.
- [482] Bolger N, DeLongis A, Kessler RC, Schilling EA. Effects of daily stress on negative mood. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1989;57(5):808. Available from: <https://doi.org/10.1037/0022-3514.57.5.808>.
- [483] Rook KS. Emotional Health and Positive Versus Negative Social Exchanges: A Daily Diary Analysis. *Applied Developmental Science*. 2001 Apr;5(2):86-97. Available from: https://doi.org/10.1207/S1532480XADS0502_4.
- [484] Akiyama H, Antonucci T, Takahashi K, Langfahl ES. Negative interactions in close relationships across the life span. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*. 2003;58(2):P70-9. Available from: <https://doi.org/10.1093/geronb/58.2.P70>.
- [485] Birditt KS, Cichy KE, Almeida D. Age differences in exposure and reactivity to interpersonal tensions among black and white individuals across adulthood. *Race and Social Problems*. 2011;3(3):225. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12552-011-9058-y>.
- [486] Carstensen LL. Social and emotional patterns in adulthood: support for socioemotional selectivity theory. *Psychology and Aging*. 1992;7(3):331. Available from: <https://doi.org/10.1037/0882-7974.7.3.331>.
- [487] Lansford JE, Sherman AM, Antonucci TC. Satisfaction with social networks: an examination of socioemotional selectivity theory across cohorts. *Psychology and Aging*. 1998;13(4):544. Available from: <https://doi.org/10.1037/0882-7974.13.4.544>.
- [488] Rook KS, Luong G, Sorkin DH, Newsom JT, Krause N. Ambivalent versus problematic social ties: implications for psychological health, functional health, and interpersonal coping. *Psychology and Aging*. 2012;27(4):912. Available from: <https://doi.org/10.1037/a0029246>.
- [489] Levenson RW, Carstensen LL, Gottman JM. Long-term marriage: Age, gender, and satisfaction. *Psychology and Aging*. 1993;8(2):301. Available from: <https://doi.org/10.1037/0882-7974.8.2.301>.
- [490] Smith TW, Berg CA, Florsheim P, Uchino BN, Pearce G, Hawkins M, et al. Conflict and collaboration in middle-aged and older couples: I. Age differences in agency and communion during marital interaction. *Psychology and Aging*. 2009;24(2):259. Available from: <https://doi.org/10.1037/a0015609>.
- [491] Story TN, Berg CA, Smith TW, Beveridge R, Henry NJ, Pearce G. Age, marital satisfaction, and optimism as predictors of positive sentiment override in middle-aged and older married couples. *Psychology and Aging*. 2007;22(4):719. Available from: <https://doi.org/10.1037/0882-7974.22.4.719>.

- [492] Birditt KS, Fingerman KL, Almeida DM. Age differences in exposure and reactions to interpersonal tensions: a daily diary study. *Psychology and Aging*. 2005;20(2):330. Available from: <https://doi.org/10.1037/0882-7974.20.2.330>.
- [493] Charles ST, Piazza JR, Luong G, Almeida DM. Now you see it, now you don't: Age differences in affective reactivity to social tensions. *Psychology and Aging*. 2009;24(3):645. Available from: <https://doi.org/10.1037/a0016673>.
- [494] Zhaoyang R, Sliwinski MJ, Martire LM, Smyth JM. Age differences in adults' daily social interactions: An ecological momentary assessment study. *Psychology and Aging*. 2018;33(4):607. Available from: <https://doi.org/10.1037/pag0000242>.
- [495] Birditt KS. Age differences in emotional reactions to daily negative social encounters. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*. 2014;69(4):557-66. Available from: <https://doi.org/10.1093/geronb/gbt045>.
- [496] Coan JA, Schaefer HS, Davidson RJ. Lending a hand: Social regulation of the neural response to threat. *Psychological Science*. 2006;17(12):1032-9. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01832.x>.
- [497] Coan JA, Kastle S, Jackson A, Schaefer HS, Davidson RJ. Mutuality and the social regulation of neural threat responding. *Attachment & Human Development*. 2013;15(3):303-15. Available from: <https://doi.org/10.1080/14616734.2013.782656>.
- [498] Lazarus RS. *Stress and emotion: A new synthesis*. 360: Springer publishing company; 2006.
- [499] Lazarus RS. Toward better research on stress and coping. *American Psychologist*. 2000. Available from: <https://doi.org/10.1037/0003-066x.55.6.665>.
- [500] Zaki J, Williams WC. Interpersonal emotion regulation. *Emotion*. 2013;13(5):803. Available from: <https://doi.org/10.1037/a0033839>.
- [501] Kalache A, Kickbusch I. A global strategy for healthy ageing. World Health Organization. 1997;50(4):4-5. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/330616>.
- [502] Nassir S, Leong TW, Robertson T. Positive Ageing: Elements and factors for design. In: *OzCHI '15: Proceedings of the Annual Meeting of the Australian Special Interest Group for Computer Human Interaction*. Parkville VIC Australia; 2015. p. 264-8. Available from: <https://doi.org/10.1145/2838739.2838796>.
- [503] World Health Organization. *Active ageing: a policy framework*. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2002. Available from: <http://europepmc.org/abstract/MED/12820516>.
- [504] Fazio RH, Ruisch BC, Moore CA, Samayoa JAG, Boggs ST, Ladanyi JT. Social distancing decreases an individual's likelihood of contracting COVID-19. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2021;118(8). Available from: <https://doi.org/10.1073/pnas.2023131118>.
- [505] McGrail DJ, Dai J, McAndrews KM, Kalluri R. Enacting national social distancing policies corresponds with dramatic reduction in COVID19 infection rates. *PloS One*. 2020;15(7):e0236619. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236619>.
- [506] Nande A, Adlam B, Sheen J, Levy MZ, Hill AL. Dynamics of COVID-19 under social distancing measures are driven by transmission network structure. *PLoS Computational Biology*. 2021;17(2):e1008684.
- [507] Aleman A, Sommer I. The silent danger of social distancing. *Psychological Medicine*. 2020:1-2. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0033291720002597>.
- [508] Holmes EA, O'Connor RC, Perry VH, Tracey I, Wessely S, Arseneault L, et al. Multidisciplinary research priorities for the COVID-19 pandemic: a call for action for mental health science. *The Lancet Psychiatry*. 2020. Available from: [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(20\)30168-1](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(20)30168-1).

- [509] Lwin MO, Lu J, Sheldenkar A, Schulz PJ, Shin W, Gupta R, et al. Global sentiments surrounding the COVID-19 pandemic on Twitter: analysis of Twitter trends. *JMIR Public Health and Surveillance*. 2020;6(2):e19447. Available from: <https://doi.org/10.2196/19447>.
- [510] Cudjoe TK, Kotwal AA. "Social distancing" amid a crisis in social isolation and loneliness. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2020. Available from: <https://doi.org/10.1111/jgs.16527>.
- [511] Gupta R, Dhamija RK. Covid-19: social distancing or social isolation? *BMJ*. 2020;369. Available from: <https://doi.org/10.1136/bmj.m239>.
- [512] Jawaid A. Protecting older adults during social distancing. *Science*. 2020;368(6487):145. Available from: <https://doi.org/10.1126/science.abb7885>.
- [513] Oxford COVID-19 Evidence Service. Global Covid-19 Case Fatality Rates. October 7, 2020; 2020. Available from: <https://www.cebm.net/covid-19/global-covid-19-case-fatality-rates/>.
- [514] Killgore WD, Cloonan SA, Taylor EC, Lucas DA, Dailey NS. Loneliness during the first half-year of COVID-19 Lockdowns. *Psychiatry Research*. 2020;294:113551. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113551>.
- [515] Stolz E, Mayerl H, Freidl W. The impact of COVID-19 restriction measures on loneliness among older adults in Austria. *European Journal of Public Health*. 2021;31(1):44-9. Available from: <https://doi.org/10.1093/ageing/afaa255>.
- [516] Kim HHS, Laurence J. COVID-19 restrictions and mental distress among American adults: evidence from Corona Impact Survey (W1 and W2). *Journal of Public Health*. 2020;42(4):704-11. Available from: <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdaa148>.
- [517] Losada-Baltar A, Jiménez-Gonzalo L, Gallego-Alberto L, Pedroso-Chaparro MdS, Fernandes-Pires J, Márquez-González M. "We are staying at home." Association of self-perceptions of aging, personal and family resources, and loneliness with psychological distress during the lock-down period of COVID-19. *The Journals of Gerontology: Series B*. 2021;76(2):e10-6. Available from: <https://doi.org/10.1093/geronb/gbaa048>.
- [518] Groarke JM, Berry E, Graham-Wisener L, McKenna-Plumley PE, McGlinchey E, Armour C. Loneliness in the UK during the COVID-19 pandemic: Cross-sectional results from the COVID-19 Psychological Wellbeing Study. *PloS One*. 2020;15(9):e0239698. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239698>.
- [519] O'Connor RC, Wetherall K, Cleare S, McClelland H, Melson AJ, Niedzwiedz CL, et al. Mental health and well-being during the COVID-19 pandemic: longitudinal analyses of adults in the UK COVID-19 Mental Health & Wellbeing study. *The British Journal of Psychiatry*. 2020:1-8. Available from: <https://doi.org/10.1192/bjp.2020.212>.
- [520] Every-Palmer S, Jenkins M, Gendall P, Hoek J, Beaglehole B, Bell C, et al. Psychological distress, anxiety, family violence, suicidality, and wellbeing in New Zealand during the COVID-19 lockdown: A cross-sectional study. *PLoS One*. 2020;15(11):e0241658. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241658>.
- [521] Stickley A, Ueda M. Loneliness in Japan during the COVID-19 pandemic: prevalence, correlates and association with mental health. *Psychiatry Research*. 2021. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2021.114318>.
- [522] Röhr S, Reininghaus U, Riedel-Heller SG. Mental wellbeing in the German old age population largely unaltered during COVID-19 lockdown: results of a representative survey. *BMC Geriatrics*. 2020;20(1):1-12. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12877-020-01889-x>.

- [523] Bu F, Steptoe A, Fancourt D. Loneliness during a strict lockdown: Trajectories and predictors during the COVID-19 pandemic in 38,217 United Kingdom adults. *Social Science & Medicine*. 2020;265:113521. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2020.113521>.
- [524] Van Orden KA, Bower E, Lutz J, Silva C, Gallegos AM, Podgorski CA, et al. Strategies to promote social connections among older adults during “social distancing” restrictions. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*. 2020. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jagp.2020.05.004>.
- [525] Seifert A. The digital exclusion of older adults during the COVID-19 pandemic. *Journal of Gerontological Social Work*. 2020;63(6-7):674-6. Available from: <https://doi.org/10.1080/01634372.2020.1764687>.
- [526] Nagarkar A. Challenges and concerns for older adults in India regarding the COVID-19 pandemic. *Journal of Gerontological Social Work*. 2020;63(4):259-61. Available from: <https://doi.org/10.1080/01634372.2020.1763534>.
- [527] Wrzus C, Hänel M, Wagner J, Neyer FJ. Social network changes and life events across the life span: a meta-analysis. *Psychological Bulletin*. 2013 Jan;139(1):53-80. Available from: <https://doi.org/10.1037/a0028601>.
- [528] English T, Carstensen LL. Selective Narrowing of Social Networks Across Adulthood is Associated With Improved Emotional Experience in Daily Life. *International Journal of Behavioral Development*. 2014 Mar;38(2):195-202. Available from: <https://doi.org/10.1177/0165025413515404>.
- [529] Cornwell B. Age trends in daily social contact patterns. *Research on Aging*. 2011;33(5):598-631. Available from: <https://doi.org/10.1177/0164027511409442>.
- [530] Pauly T, Lay JC, Nater UM, Scott SB, Hoppmann CA. How we experience being alone: Age differences in affective and biological correlates of momentary solitude. *Gerontology*. 2017;63(1):55-66. Available from: <https://doi.org/10.1159/000450608>.
- [531] Poveda B, Osborne-Crowley K, Laidlaw K, Macleod F, Power K. Social cognition, behaviour and relationship continuity in dementia of the Alzheimer type. *Brain Impairment*. 2017;18(2):175-87. Available from: <https://doi.org/doi:10.1017/BrImp.2016.35>.
- [532] Roorda MJ, Páez A, Morency C, Mercado R, Farber S. Trip generation of vulnerable populations in three Canadian cities: a spatial ordered probit approach. *Transportation*. 2010;37(3):525-48. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11116-010-9263-3>.
- [533] Charles ST, Carstensen LL. Social and Emotional Aging. *Annual Review of Psychology*. 2010;61(1):383-409. Available from: <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.100448>.
- [534] Almeling L, Hammerschmidt K, Sennhenn-Reulen H, Freund AM, Fischer J. Motivational shifts in aging monkeys and the origins of social selectivity. *Current Biology*. 2016;26(13):1744-9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.04.066>.
- [535] Rosati AG, Hagberg L, Enigk DK, Otali E, Thompson ME, Muller MN, et al. Social selectivity in aging wild chimpanzees. *Science*. 2020;370(6515):473-6. Available from: <https://doi.org/10.1126/science.aaz9129>.
- [536] Berkman LF, Krishna A. Social network epidemiology. In: Berkman LF, Kawashi I, Glymour M, editors. *Social Epidemiology*. 2nd ed. New York: Oxford University Press; 2014. p. 234-89. Available from: <https://doi.org/10.1093/med/9780195377903.003.0007>.
- [537] Rainie H, Wellman B. *Networked: The new social operating system*. vol. 419. Cambridge; London: The MIT Press; 2012.

- [538] Dunbar RI, Arnaboldi V, Conti M, Passarella A. The structure of online social networks mirrors those in the offline world. *Social Networks*. 2015;43:39-47. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2015.04.005>.
- [539] Requena F, Ayuso L. Individualism or complementarity? The effect of digital personal networks on face-to-face personal networks. *Information, Communication & Society*. 2019;22(14):2097-111. Available from: <https://doi.org/10.1080/1369118X.2018.1477968>.
- [540] Dunbar RI. Do online social media cut through the constraints that limit the size of offline social networks? *Royal Society Open Science*. 2016;3(1):150292. Available from: <https://doi.org/10.1098/rsos.150292>.
- [541] Roberts SB, Dunbar RI. Managing relationship decay. *Human Nature*. 2015;26(4):426-50. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12110-015-9242-7>.
- [542] Campos W, Martinez A, Sanchez W, Estrada H, Castro-Sánchez NA, Mujica D. A systematic review of proposals for the social integration of elderly people using ambient intelligence and social networking sites. *Cognitive Computation*. 2016;8(3):529-42. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12559-016-9382-z>.
- [543] Leist AK. Social media use of older adults: a mini-review. *Gerontology*. 2013;59(4):378-84. Available from: <https://doi.org/10.1159/000346818>.
- [544] Nef T, Ganea RL, Müri RM, Mosimann UP. Social networking sites and older users-a systematic review. *International Psychogeriatrics*. 2013;25(7):1041-53. Available from: <https://doi.org/10.1017/S1041610213000355>.
- [545] Newman L, Stoner C, Spector A. Social networking sites and the experience of older adult users: a systematic review. *Ageing & Society*. 2019;41(2):377-402. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0144686X19001144>.
- [546] Pfeil U, Zaphiris P, Wilson S. Older adults' perceptions and experiences of online social support. *Interacting with Computers*. 2009;21(3):159-72. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2008.12.001>.
- [547] Walther JB. Selective self-presentation in computer-mediated communication: Hyperpersonal dimensions of technology, language, and cognition. *Computers in Human Behavior*. 2007;23(5):2538-57. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2006.05.002>.
- [548] Gallace A, Spence C. The science of interpersonal touch: an overview. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2010;34(2):246-59. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2008.10.004>.
- [549] Brownson RC, Hoehner CM, Day K, Forsyth A, Sallis JF. Measuring the built environment for physical activity: state of the science. *American Journal of Preventive Medicine*. 2009;36(4):S99-S123. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2009.01.005>.
- [550] Heath GW, Brownson RC, Kruger J, Miles R, Powell KE, Ramsey LT. The effectiveness of urban design and land use and transport policies and practices to increase physical activity: a systematic review. *Journal of Physical Activity and Health*. 2006;3(s1):S55-76. Available from: <https://doi.org/10.1123/jpah.3.s1.s55>.
- [551] Jackson RJ, Dannenberg AL, Frumkin H. Health and the built environment: 10 years after. *American Journal of Public Health*. 2013;103(9):1542-4. Available from: <https://doi.org/10.2105/AJPH.2013.301482>.
- [552] Kan HY, Forsyth A, Molinsky J. Measuring the built environment for aging in place: A review of neighborhood audit tools. *Journal of Planning Literature*. 2020;35(2):180-94. Available from: <https://doi.org/10.1177/0885412220903497>.

- [553] Roof K, Oleru N. Public health: Seattle and King County's push for the built environment. *Journal of Environmental Health*. 2008;71(1):24-7. Available from: <https://www.jstor.org/stable/26327656>.
- [554] Buffel T, Phillipson C. Can global cities be 'age-friendly cities'? Urban development and ageing populations. *Cities*. 2016;55:94-100. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.03.016>.
- [555] Buffel T, Phillipson C, Scharf T. Ageing in urban environments: Developing 'age-friendly' cities. *Critical Social Policy*. 2012;32(4):597-617. Available from: <https://doi.org/10.1177/0261018311430457>.
- [556] World Health Organization. Global age-friendly cities: A guide. World Health Organization; 2007. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43755>.
- [557] United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision, Online Edition; 2018. Available from: <https://population.un.org/wup/Download/>.
- [558] Peace S. Social interactions in public spaces and places: A conceptual overview. In: Rowles GD, Bernard M, editors. *Environmental Gerontology. Making Meaningful Places in Old Age*. Springer; 2013. p. 25-49.
- [559] Barnett DW, Barnett A, Nathan A, Van Cauwenberg J, Cerin E. Built environmental correlates of older adults' total physical activity and walking: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2017;14(1):1-24. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0558-z>.
- [560] Clarke P, Gallagher NA. Optimizing mobility in later life: The role of the urban built environment for older adults aging in place. *Journal of Urban Health*. 2013;90(6):997-1009. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11524-013-9800-4>.
- [561] Rosenberg DE, Huang DL, Simonovich SD, Belza B. Outdoor built environment barriers and facilitators to activity among midlife and older adults with mobility disabilities. *The Gerontologist*. 2013;53(2):268-79. Available from: <https://doi.org/10.1093/geront/gns119>.
- [562] Rosso AL, Auchincloss AH, Michael YL. The urban built environment and mobility in older adults: a comprehensive review. *Journal of Aging Research*. 2011;2011. Available from: <https://doi.org/10.4061/2011/816106>.
- [563] Stoker P, Garfinkel-Castro A, Khayesi M, Odero W, Mwangi MN, Peden M, et al. Pedestrian safety and the built environment: a review of the risk factors. *Journal of Planning Literature*. 2015;30(4):377-92. Available from: <https://doi.org/10.1177/0885412215595438>.
- [564] Yen IH, Fandel Flood J, Thompson H, Anderson LA, Wong G. How design of places promotes or inhibits mobility of older adults: realist synthesis of 20 years of research. *Journal of Aging and Health*. 2014;26(8):1340-72. Available from: <https://doi.org/10.1177/0898264314527610>.
- [565] Wang D, Pedreschi D, Song C, Giannotti F, Barabasi AL. Human Mobility, Social Ties, and Link Prediction. In: *Proceedings of the 17th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. KDD '11. New York, NY, USA: ACM; 2011. p. 1100-8. Available from: <http://doi.acm.org/10.1145/2020408.2020581>.
- [566] Davey JA. Older people and transport: coping without a car. *Ageing and Society*. 2007;27:49. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0144686X06005332>.
- [567] Mollenkopf H, Marcellini F, Ruoppila I, Flaschenträger P, Gagliardi C, Spazzafumo L. Outdoor mobility and social relationships of elderly people. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 1997;24(3):295-310. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0167-4943\(97\)00781-4](https://doi.org/10.1016/S0167-4943(97)00781-4).

- [568] Savikko N, Routasalo P, Tilvis RS, Strandberg TE, Pitkälä KH. Predictors and subjective causes of loneliness in an aged population. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2005;41(3):223-33. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.archger.2005.03.002>.
- [569] van den Berg P, Kemperman A, de Kleijn B, Borgers A. Ageing and loneliness: the role of mobility and the built environment. *Travel Behaviour and Society*. 2016;5:48-55. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2015.03.001>.
- [570] Bacsu J, Jeffery B, Abonyi S, Johnson S, Novik N, Martz D, et al. Healthy aging in place: Perceptions of rural older adults. *Educational Gerontology*. 2014;40(5):327-37. Available from: <https://doi.org/10.1080/03601277.2013.802191>.
- [571] 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. *Social Science & Medicine*. 2007;64(12):2533-49. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2007.03.009>.
- [572] Haak M, Fänge A, Horstmann V, Iwarsson S. Two dimensions of participation in very old age and their relations to home and neighborhood environments. *American Journal of Occupational Therapy*. 2008;62(1):77-86. Available from: <https://doi.org/10.5014/ajot.62.1.77>.
- [573] Perren K, Arber S, Davidson K. Neighbouring in later life: The influence of socio-economic resources, gender and household composition on neighbourly relationships. *Sociology*. 2004;38(5):965-84. Available from: <https://doi.org/10.1177/0038038504047181>.
- [574] van den Berg P, Arentze T, Timmermans H. A multilevel analysis of factors influencing local social interaction. *Transportation*. 2015;42(5):807-26. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11116-015-9648-4>.
- [575] Völker B, Flap H. Sixteen million neighbors: A multilevel study of the role of neighbors in the personal networks of the Dutch. *Urban Affairs Review*. 2007;43(2):256-84. Available from: <https://doi.org/10.1177/1078087407302001>.
- [576] Aday RH, Wallace B, Krabill JJ. Linkages between the senior center as a public place and successful aging. *Activities, Adaptation & Aging*. 2019;43(3):211-31. Available from: <https://doi.org/10.1080/01924788.2018.1507584>.
- [577] Hutchinson SL, Gallant KA. Can senior centres be contexts for aging in third places. *Journal of Leisure Research*. 2016;48(1):50-68. Available from: <https://doi.org/10.18666/jlrr-2016-v48-i1-6263>.
- [578] Novek S, Menec V, Tran T, Bell S. Social participation and its benefits. Manitoba: Centre on Aging, University of Manitoba; 2013. Available from: <https://umanitoba.ca/centre-on-aging/sites/centre-on-aging/files/2021-02/centre-aging-research-publications-report-social-participation-and-pdf>.
- [579] Taylor-Harris D, Zhan HJ. The third-age African American seniors: Benefits of participating in senior multipurpose facilities. *Journal of Gerontological Social Work*. 2011;54(4):351-71. Available from: <https://doi.org/10.1080/01634372.2010.539588>.
- [580] Meshram K, O’Cass A. Senior citizens’ perspective on the value offerings of third place via customer to customer (C-2-C) engagement. *Journal of Services Marketing*. 2018;32(2):175-94. Available from: <https://doi.org/10.1108/JSM-08-2014-0269>.
- [581] Cheang M. Older adults’ frequent visits to a fast-food restaurant: Nonobligatory social interaction and the significance of play in a “third place”. *Journal of Aging Studies*. 2002;16(3):303-21. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0890-4065\(02\)00052-X](https://doi.org/10.1016/S0890-4065(02)00052-X).

- [582] Kim YK, Kang J, Kim M. The relationships among family and social interaction, loneliness, mall shopping motivation, and mall spending of older consumers. *Psychology & Marketing*. 2005;22(12):995-1015. Available from: <https://doi.org/10.1002/mar.20095>.
- [583] Noon RB, Ayalon L. Older adults in public open spaces: Age and gender segregation. *The Gerontologist*. 2018;58(1):149-58. Available from: <https://doi.org/10.1093/geront/gnx047>.
- [584] Alidoust S, Bosman C, Holden G. Socially healthy ageing: the importance of third places, soft edges and walkable neighbourhoods. In: 7th State of Australian Cities Conference. Goald Coast, Australia; 2015. Available from: <https://apo.org.au/node/63262>.
- [585] Sun X, Wang L, Wang F, Soltani S. Behaviors of seniors and impact of spatial form in small-scale public spaces in Chinese old city zones. *Cities*. 2020;107:102894. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102894>.
- [586] Ottoni CA, Sims-Gould J, Winters M, Heijnen M, McKay HA. “Benches become like porches”: Built and social environment influences on older adults’ experiences of mobility and well-being. *Social Science & Medicine*. 2016;169:33-41. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2016.08.044>.
- [587] Song H, Altinay L, Sun N, Wang XL. The influence of social interactions on senior customers’ experiences and loneliness. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*. 2018;30(8):2773-90. Available from: <https://doi.org/10.1108/IJCHM-07-2017-0442>.
- [588] Shields R. Social Spatialization and the Built Environment: The West Edmonton Mall. *Environment and Planning D: Society and Space*. 1989;7(2):147-64. Available from: <https://doi.org/10.1068/d070147>.
- [589] Tu Jc, Lin KC, Chen HY. Investigating the Relationship between the Third Places and the Level of Happiness for Seniors in Taiwan. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(4):1172.
- [590] Geyer G. Establishing the European Research Area in Ageing: a network of national research programmes. *Experimental Gerontology*. 2005;40(10):759-62. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2005.07.010>.
- [591] Chaix B, Kestens Y, Bean K, Leal C, Karusisi N, Meghiref K, et al. Cohort Profile: Residential and non-residential environments, individual activity spaces and cardiovascular risk factors and diseases—The RECORD Cohort Study. *International Journal of Epidemiology*. 2011 Jul;41(5):1283-92. Available from: <https://doi.org/10.1093/ije/dyr107>.
- [592] Kestens Y, Chaix B, Gerber P, Desprès M, Gauvin L, Klein O, et al. Understanding the role of contrasting urban contexts in healthy aging: an international cohort study using wearable sensor devices (the CURHA study protocol). *BMC Geriatrics*. 2016;16:96-108. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12877-016-0273-7>.
- [593] Gaudreau P, Morais JA, Shatenstein B, Gray-Donald K, Khalil A, Dionne I, et al. Nutrition as a determinant of successful aging: description of the Quebec longitudinal study Nuage and results from cross-sectional pilot studies. *Rejuvenation Research*. 2007;10(3):377-86. Available from: <https://doi.org/10.1089/rej.2007.0596>.
- [594] Roccaforte WH, Burke WJ, Bayer BL, Wengel SP. Validation of a Telephone Version of the Mini-Mental State Examination. *Journal of the American Geriatrics Society*. 1992 Jul;40(7):697-702. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1992.tb01962.x>.
- [595] Chaix B, Kestens Y, Perchoux C, Karusisi N, Merlo J, Labadi K. An interactive mapping tool to assess individual mobility patterns in neighborhood studies. *American Journal of Preventive Medicine*. 2012 Oct;43(4):440-50. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2012.06.026>.

- [596] Brown G, Fagerholm N. Empirical PPGIS/PGIS mapping of ecosystem services: A review and evaluation. *Ecosystem Services*. 2015;13:119-33. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.10.007>.
- [597] Haklay M, Weber P. Openstreetmap: User-generated street maps. *IEEE Pervasive Computing*. 2008;7(4):12-8. Available from: <https://doi.org/10.1109/MPRV.2008.80>.
- [598] Campbell KE, Lee BA. Name generators in surveys of personal networks. *Social Networks*. 1991 Sep;13(3):203-21. Available from: [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(91\)90006-F](https://doi.org/10.1016/0378-8733(91)90006-F).
- [599] Tarlov AR, Ware JE, Greenfield S, Nelson EC, Perrin E, Zubkoff M. The Medical Outcomes Study: an application of methods for monitoring the results of medical care. *Jama*. 1989;262(7):925-30. Available from: <https://doi.org/10.1001/jama.1989.03430070073033>.
- [600] Busija L, Pausenberger E, Haines TP, Haymes S, Buchbinder R, Osborne RH. Adult Measures of General Health and Health-Related Quality of Life. *Arthritis Care & Research*. 2011;63(S11):S383-412. Available from: <https://doi.org/10.1002/acr.20541>.
- [601] Lins L, Carvalho FM. SF-36 total score as a single measure of health-related quality of life: Scoping review. *SAGE Open Medicine*. 2016;4:1-12. Available from: <https://doi.org/10.1177/2050312116671725>.
- [602] Matcham F, Scott IC, Rayner L, Hotopf M, Kingsley GH, Norton S, et al. The impact of rheumatoid arthritis on quality-of-life assessed using the SF-36: a systematic review and meta-analysis. In: *Seminars in Arthritis and Rheumatism*. vol. 44. Elsevier; 2014. p. 123-30. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2014.05.001>.
- [603] Ware JE, Kosinski M, Dewey JE, Gandek B. SF-36 health survey: manual and interpretation guide. Boston: Nimrod Press; 1993.
- [604] Leplège A, Ecosse E, Verdier A, Perneger TV. The French SF-36 Health Survey: translation, cultural adaptation and preliminary psychometric evaluation. *Journal of Clinical Epidemiology*. 1998;51(11):1013-23. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0895-4356\(98\)00093-6](https://doi.org/10.1016/S0895-4356(98)00093-6).
- [605] Ware JE. SF-36 health survey update. *Spine*. 2000 Dec;25(24):3130-9. Available from: https://journals.lww.com/spinejournal/Citation/2000/12150/SF_36_Health_Survey_Update.8.aspx.
- [606] Rumpf HJ, Meyer C, Hapke U, John U. Screening for mental health: validity of the MHI-5 using DSM-IV Axis I psychiatric disorders as gold standard. *Psychiatry Research*. 2001;105(3):243-53. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0165-1781\(01\)00329-8](https://doi.org/10.1016/S0165-1781(01)00329-8).
- [607] Moore A. Hedonism. In: Zalta EN, editor. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. winter 2019 ed. Metaphysics Research Lab, Stanford University; 2019. Available from: <https://plato.stanford.edu/archives/win2019/entries/hedonism/>.
- [608] Diener E, Sapyta JJ, Suh E. Subjective well-being is essential to well-being. *Psychological Inquiry*. 1998;9(1):33-7. Available from: https://doi.org/10.1207/s15327965pli0901_3.
- [609] Keller SD, Ware Jr JE, Bentler PM, Aaronson NK, Alonso J, Apolone G, et al. Use of structural equation modeling to test the construct validity of the SF-36 health survey in ten countries: Results from the IQOLA project. *Journal of Clinical Epidemiology*. 1998;51(11):1179-88. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0895-4356\(98\)00110-3](https://doi.org/10.1016/S0895-4356(98)00110-3).
- [610] Bohannon RW, DePasquale L. Physical Functioning Scale of the Short-Form (SF) 36: internal consistency and validity with older adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 2010;33(1):16-8. Available from: <https://doi.org/10.1097/JPT.0b013e3181d0735e>.

- [611] McHorney CA, Ware Jr JE, Lu JR, Sherbourne CD. The MOS 36-item Short-Form Health Survey (SF-36): III. Tests of data quality, scaling assumptions, and reliability across diverse patient groups. *Medical Care*. 1994;32(1):40-66. Available from: <https://www.jstor.org/stable/3766189>.
- [612] Ware Jr JE, Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36): I. Conceptual framework and item selection. *Medical Care*. 1992;30(6):473-83. Available from: <https://www.jstor.org/stable/3765916>.
- [613] McHorney CA, Ware Jr JE, Raczek AE. The MOS 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36): II. Psychometric and clinical tests of validity in measuring physical and mental health constructs. *Medical Care*. 1993;31(3):247-63. Available from: <https://www.jstor.org/stable/3765819>.
- [614] Newman ME. The structure of scientific collaboration networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2001;98(2):404-9. Available from: <https://doi.org/10.1073/pnas.98.2.404>.
- [615] Vázquez A, Flammini A, Maritan A, Vespignani A. Modeling of protein interaction networks. *Complexus*. 2003;1(1):38-44. Available from: <https://doi.org/10.1159/000067642>.
- [616] Zhou S, Mondragón RJ. The rich-club phenomenon in the Internet topology. *IEEE Communications Letters*. 2004;8(3):180-2. Available from: <https://doi.org/10.1109/LCOMM.2004.823426>.
- [617] Verma T, Araújo NA, Herrmann HJ. Revealing the structure of the world airline network. *Scientific Reports*. 2014;4(1):56368. Available from: <https://doi.org/10.1038/srep05638>.
- [618] Wertheim JO, Leigh Brown AJ, Hepler NL, Mehta SR, Richman DD, Smith DM, et al. The Global Transmission Network of HIV-1. *The Journal of Infectious Diseases*. 2013 Oct;209(2):304-13. Available from: <https://doi.org/10.1093/infdis/jit524>.
- [619] Newman M. *Networks*. 2nd ed. Oxford University Press; 2018. Available from: <https://doi.org/10.1093/oso/9780198805090.001.0001>.
- [620] Barabási AL, Pósfai M. *Network science*. Cambridge University Press; 2016. Available from: <http://networksciencebook.com/>.
- [621] Trudeau RJ. *Introduction to Graph Theory*. New York: Dover Publications; 2013.
- [622] Brandes U, Erlebach T, editors. *Network analysis: methodological foundations*. No. 3418 in *Lecture Notes in Computer Science*. Springer Science & Business Media; 2005.
- [623] Estrada E, Knight PA. *A First Course in Network Theory*. Oxford: Oxford University Press; 2020.
- [624] Marin A, Wellman B. *Social Network Analysis: An Introduction*. In: Scott J, Carrington PJ, editors. *The SAGE Handbook of Social Network Analysis*. SAGE Publications; 2011. p. 11-25.
- [625] Hristova D, Williams MJ, Musolesi M, Panzarasa P, Mascolo C. Measuring urban social diversity using interconnected geo-social networks. In: *Proceedings of the 25th International Wconference on World Wide Web*; 2016. p. 21-30. Available from: <https://doi.org/10.1145/2872427.2883065>.
- [626] Kestens Y, Wasfi R, Naud A, Chaix B. “Contextualizing Context”: Reconciling Environmental Exposures, Social Networks, and Location Preferences in Health Research. *Current Environmental Health Reports*. 2017 Mar;4(1):51-60. Available from: <https://doi.org/10.1007/s40572-017-0121-8>.
- [627] Enright J, Kao RR. Epidemics on dynamic networks. *Epidemics*. 2018;24:88-97. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.epidem.2018.04.003>.
- [628] Luke DA, Harris JK. Network analysis in public health: history, methods, and applications. *Annual Review of Public Health*. 2007;28:69-93. Available from: <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.28.021406.144132>.
- [629] Firth JA, Hellewell J, Klepac P, Kissler S, Kucharski AJ, Spurgin LG. Using a real-world network to model localized COVID-19 control strategies. *Nature Medicine*. 2020;26(10):1616-22. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41591-020-1036-8>.

- [630] Christakis NA, Fowler JH. The spread of obesity in a large social network over 32 years. *New England Journal of Medicine*. 2007;357(4):370-9. Available from: <https://doi.org/10.1056/NEJMsa066082>.
- [631] Christakis NA, Fowler JH. The Collective Dynamics of Smoking in a Large Social Network. *New England Journal of Medicine*. 2008 May;358(21):2249-58. Available from: <https://doi.org/10.1056/NEJMsa0706154>.
- [632] R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Australia; 2021. Available from: <https://www.r-project.org/>.
- [633] Python Software Foundation. Python programming language;. Available from: <https://www.python.org/>.
- [634] Dufour N. Inkscape: premiers pas en dessin vectoriel. Editions Eyrolles; 2009.
- [635] QGIS Development Team. QGIS Geographic Information System. QGIS Association; 2021. Available from: <https://www.qgis.org>.
- [636] Bastian M, Heymann S, Jacomy M. Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. In: *Proceedings of the Third International ICWSM Conference*. vol. 8; 2009. p. 361-2. Available from: <https://doi.org/10.13140/2.1.1341.1520>.
- [637] Vasylyeva TI, Friedman SR, Paraskevis D, Magiorkinis G. Integrating molecular epidemiology and social network analysis to study infectious diseases: towards a socio-molecular era for public health. *Infection, Genetics and Evolution*. 2016;46:248-55. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2016.05.042>.
- [638] Scott J, Carrington PJ, editors. *The SAGE handbook of social network analysis*. SAGE publications; 2011.
- [639] Cetateanu A, Jones A. How can GPS technology help us better understand exposure to the food environment? A systematic review. *SSM - Population Health*. 2016;2:196-205. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ssmph.2016.04.001>.
- [640] Chaix B, Méline J, Duncan S, Jardinier L, Perchoux C, Vallée J, et al. Neighborhood environments, mobility, and health: Towards a new generation of studies in environmental health research. *Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique*. 2013 Aug;61(3):S139-45. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.respe.2013.05.017>.
- [641] Cummins S, Curtis S, Diez-Roux AV, Macintyre S. Understanding and representing 'place' in health research: A relational approach. *Social Science & Medicine*. 2007 Nov;65(9):1825-38. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2007.05.036>.
- [642] Diez Roux AV, Mair C. Neighborhoods and health. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2010 Feb;1186:125-45. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.05333.x>.
- [643] Kwan MP. From place-based to people-based exposure measures. *Social Science & Medicine*. 2009;69(9):1311-3. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2009.07.013>.
- [644] Perchoux C, Chaix B, Kestens Y. Activity spaces in place and health research: Novel exposure measures, data collection tools, and designs. *Health & Place*. 2019;58:102130. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2019.05.008>.
- [645] Smith L, Foley L, Panter J. Activity spaces in studies of the environment and physical activity: A review and synthesis of implications for causality. *Health & Place*. 2019;58:102113. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2019.04.003>.
- [646] Umberson D, Karas Montez J. Social relationships and health: A flashpoint for health policy. *Journal of Health and Social Behavior*. 2010;51(1_suppl):S54-66. Available from: <https://doi.org/10.1177/0022146510383501>.

- [647] Adams J, Faust K, Lovasi GS. Capturing context: Integrating spatial and social network analyses. *Social Networks*. 2012;34(1):1-5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2011.10.007>.
- [648] Andris C. Integrating social network data into GISystems. *International Journal of Geographical Information Science*. 2016 Oct;30(10):2009-31. Available from: <https://doi.org/10.1080/13658816.2016.1153103>.
- [649] Hampton KN, Sessions LF, Her EJ, Rainie L. Social isolation and new technology. Pew Internet & American Life Project; 2009. 202.419.4500. Available from: <https://www.pewresearch.org/internet/2009/11/04/social-isolation-and-new-technology/>.
- [650] Golledge RG, Stimson RJ. *Spatial Behavior: A Geographic Perspective*. 1st ed. The Guilford Press; 1996.
- [651] Jia P, Xue H, Yin L, Stein A, Wang M, Wang Y. Spatial technologies in obesity research: current applications and future promise. *Trends in Endocrinology & Metabolism*. 2019;30(3):211-23. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tem.2018.12.003>.
- [652] Hägerstrand T. What about people in regional science? In: *Papers in Regional Science*. vol. 24; 1970. p. 7-24. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1435-5597.1970.tb01464.x>.
- [653] Ahas R, Silm S, Saluveer E, Järv O. Modelling home and work locations of populations using passive mobile positioning data. In: Gartner G, Rehl K, editors. *Location Based Services and TeleCartography II. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*. Springer, Berlin, Heidelberg; 2009. p. 301-15. Available from: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-87393-8>.
- [654] Lee JY, Kwan MP. Visualisation of socio-spatial isolation based on human activity patterns and social networks in space-time. *Tijdschrift voor economische en sociale geografie*. 2011;102(4):468-85. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9663.2010.00649.x>.
- [655] Axhausen KW. Social Networks, Mobility Biographies, and Travel: Survey Challenges. *Environment and Planning B: Planning and Design*. 2008 Dec;35(6):981-96. Available from: <https://doi.org/10.1068/b3316t>.
- [656] Srinivasan S, Bhat CR. An exploratory analysis of joint-activity participation characteristics using the American time use survey. *Transportation*. 2008;35(3):301-27. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11116-007-9155-3>.
- [657] Nurul Habib KM, Carrasco JA. Investigating the role of social networks in start time and duration of activities: Trivariate simultaneous econometric model. *Transportation Research Record*. 2011;2230(1):1-8. Available from: <https://doi.org/10.3141/2230-01>.
- [658] Cho E, Myers SA, Leskovec J. Friendship and Mobility: User Movement in Location-based Social Networks. In: *Proceedings of the 17th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. KDD '11. New York, NY, USA: ACM; 2011. p. 1082-90. Available from: <https://doi.org/10.1145/2020408.2020579>.
- [659] Phithakkitnukoon S, Smoreda Z, Olivier P. Socio-geography of human mobility: A study using longitudinal mobile phone data. *PloS One*. 2012;7(6):e39253. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039253>.
- [660] Pelechris K, Krishnamurthy P. Socio-spatial affiliation networks. *Computer Communications*. 2016;73:251-62. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2015.06.002>.
- [661] Toole JL, Herrera-Yaqui C, Schneider CM, González MC. Coupling human mobility and social ties. *Journal of The Royal Society Interface*. 2015;12(105):20141128. Available from: <https://doi.org/10.1098/rsif.2014.1128>.

- [662] Kim J, Rasouli S, Timmermans HJ. Social networks, social influence and activity-travel behaviour: a review of models and empirical evidence. *Transport Reviews*. 2018;38(4):499-523. Available from: <https://doi.org/10.1080/01441647.2017.1351500>.
- [663] Picornell M, Ruiz T, Lenormand M, Ramasco JJ, Dubernet T, Frías-Martínez E. Exploring the potential of phone call data to characterize the relationship between social network and travel behavior. *Transportation*. 2015 Jul;42(4):647-68. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11116-015-9594-1>.
- [664] Oldenburg R. *The Great Good Place: Cafes, Coffee Shops, Bookstores, Bars, Hair Salons, and Other Hangouts at the Heart of a Community*. Cambridge: Da Capo Press; 1999.
- [665] Gehl J. *Life between buildings: using public space*. Washington; Covelo; London: Island Press; 2011.
- [666] Rosenbaum MS. Exploring the social supportive role of third places in consumers' lives. *Journal of Service Research*. 2006;9(1):59-72. Available from: <https://doi.org/10.1177/1094670506289530>.
- [667] Coley RL, Sullivan WC, Kuo FE. Where Does Community Grow?: The Social Context Created by Nature in Urban Public Housing. *Environment and Behavior*. 1997 Jul;29(4):468-94. Available from: <https://doi.org/10.1177/001391659702900402>.
- [668] Kweon BS, Sullivan WC, Wiley AR. Green common spaces and the social integration of inner-city older adults. *Environment and Behavior*. 1998 Nov;30(6):832-58. Available from: <https://doi.org/10.1177/001391659803000605>.
- [669] Leyden KM. Social Capital and the Built Environment: The Importance of Walkable Neighborhoods. *American Journal of Public Health*. 2003 Sep;93(9):1546-51. Available from: <https://doi.org/10.2105/AJPH.93.9.1546>.
- [670] Palmer C, Ziersch A, Arthurson K, Baum F. "Danger lurks around every corner": fear of crime and its impact on opportunities for social interaction in stigmatised Australian suburbs. *Urban Policy and Research*. 2005;23(4):393-411. Available from: <https://doi.org/10.1080/08111470500354216>.
- [671] van den Berg P, Arentze T, Timmermans H. Location-type choice for face-to-face social activities and its effect on travel behavior. *Environment and Planning B: Planning and Design*. 2010;37(6):1057-75. Available from: <https://doi.org/10.1068/b36019>.
- [672] Hickman P. "Third places" and social interaction in deprived neighbourhoods in Great Britain. *Journal of Housing and the Built Environment*. 2013;28(2):221-36. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10901-012-9306-5>.
- [673] Ernst O, Doucet B. A window on the (changing) neighbourhood: The role of pubs in the contested spaces of gentrification. *Tijdschrift voor economische en sociale geografie*. 2014;105(2):189-205. Available from: <https://doi.org/10.1111/tesg.12071>.
- [674] Crandall DJ, Backstrom L, Cosley D, Suri S, Huttenlocher D, Kleinberg J. Inferring social ties from geographic coincidences. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2010 Dec;107(52):22436-41. Available from: <https://doi.org/10.1073/pnas.1006155107>.
- [675] Stopher PR. Use of an activity-based diary to collect household travel data. *Transportation*. 1992;19(2):159-76. Available from: <https://doi.org/10.1007/BF02132836>.
- [676] Farber S, Neutens T, Carrasco JA, Rojas C. Social interaction potential and the spatial distribution of face-to-face social interactions. *Environment and Planning B: Planning and Design*. 2014;41(6):960-76. Available from: <https://doi.org/10.1068/b120034p>.
- [677] Doherty ST, Nemeth E, Roorda M, Miller EJ. Computerized household activity-scheduling survey for Toronto, Canada, area: design and assessment. *Transportation Research Record*. 2004;1894(1):140-9. Available from: <https://doi.org/10.3141/1894-15>.

- [678] Fu Yc. Measuring personal networks with daily contacts: a single-item survey question and the contact diary. *Social Networks*. 2005;27(3):169-86. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2005.01.008>.
- [679] Carrasco JA, Hogan B, Wellman B, Miller EJ. Collecting Social Network Data to Study Social Activity-Travel Behavior: An Egocentric Approach. *Environment and Planning B: Planning and Design*. 2008 Dec;35(6):961-80. Available from: <https://doi.org/10.1068/b3317t>.
- [680] Mason MJ, Valente T, Coatsworth JD, Mennis J, Lawrence F, Zelenak P. Place-Based Social Network Quality and Correlates of Substance Use Among Urban Adolescents. *Journal of Adolescence*. 2010 Jun;33(3):419-27. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2009.07.006>.
- [681] Caeyers B, Chalmers N, De Weerd J. A Comparison of CAPI and PAPI through a Randomized Field Experiment. Available at SSRN. 2010 Nov. Available from: <https://doi.org/10.2139/ssrn.1756224>.
- [682] Hinckson EA, Duncan S, Oliver M, Mavoia S, Cerin E, Badland H, et al. Built environment and physical activity in New Zealand adolescents: a protocol for a cross-sectional study. *BMJ Open*. 2014;4(4):e004475. Available from: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2013-004475>.
- [683] Perchoux C, Kestens Y, Brondeel R, Chaix B. Accounting for the daily locations visited in the study of the built environment correlates of recreational walking (the RECORD Cohort Study). *Preventive Medicine*. 2015 Dec;81:142-9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2015.08.010>.
- [684] Schmidt T, Kerr J, Kestens Y, Schipperijn J. Challenges in using wearable GPS devices in low-income older adults: Can map-based interviews help with assessments of mobility? *Translational Behavioral Medicine*. 2018;9(1):99-109. Available from: <https://doi.org/10.1093/tbm/iby009>.
- [685] Stewart T, Duncan S, Chaix B, Kestens Y, Schipperijn J, Schofield G. A novel assessment of adolescent mobility: a pilot study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2015;12(1):18. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12966-015-0176-6>.
- [686] Marsden PV. Recent Developments in Network Measure. In: Carrington PJ, Scott J, Wasserman S, editors. *Models and Method in Social Network Analysis*. No. 28 in *Structural Analysis in the Social Sciences*. Cambridge University Press; 2005. p. 8-30. Available from: <https://doi.org/10.1017/CB09780511811395>.
- [687] Milardo RM. Comparative Methods for Delineating Social Networks. *Journal of Social and Personal Relationships*. 1992 Aug;9(3):447-61. Available from: <https://doi.org/10.1177/0265407592093007>.
- [688] Shakya HB, Christakis NA, Fowler JH. An exploratory comparison of name generator content: Data from rural India. *Social Networks*. 2017 Jan;48:157-68. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2016.08.008>.
- [689] Kestens Y, Thierry B, Shareck M, Steinmetz-Wood M, Chaix B. Integrating activity spaces in health research: Comparing the VERITAS activity space questionnaire with 7-day GPS tracking and prompted recall. *Spatial and Spatio-Temporal Epidemiology*. 2018;25:1-9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sste.2017.12.003>.
- [690] Shareck M, Kestens Y, Gauvin L. Examining the spatial congruence between data obtained with a novel activity location questionnaire, continuous GPS tracking, and prompted recall surveys. *International Journal of Health Geographics*. 2013;12(1):40. Available from: <https://doi.org/10.1186/1476-072X-12-40>.
- [691] Mastrandrea R, Fournet J, Barrat A. Contact Patterns in a High School: A Comparison between Data Collected Using Wearable Sensors, Contact Diaries and Friendship Surveys. *PLoS One*. 2015 Sep;10(9):e0136497. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136497>.

- [692] Smieszek T, Barclay VC, Seeni I, Rainey JJ, Gao H, Uzicanin A, et al. How should social mixing be measured: comparing web-based survey and sensor-based methods. *BMC Infectious Diseases*. 2014;14(1):136. Available from: <https://doi.org/10.1186/1471-2334-14-136>.
- [693] Brewer DD. Forgetting in the recall-based elicitation of personal and social networks. *Social Networks*. 2000 May;22(1):29-43. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0378-8733\(99\)00017-9](https://doi.org/10.1016/S0378-8733(99)00017-9).
- [694] Brewer DD, Webster CM. Forgetting of friends and its effects on measuring friendship networks. *Social Networks*. 2000 Oct;21(4):361-73. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0378-8733\(99\)00018-0](https://doi.org/10.1016/S0378-8733(99)00018-0).
- [695] Marsden PV. Network Data and Measurement. *Annual Review of Sociology*. 1990;16:435-63. Available from: <https://doi.org/10.1146/annurev.so.16.080190.002251>.
- [696] Guimerà R, Amaral LAN. Functional cartography of complex metabolic networks. *nature*. 2005 Feb;433:895. Available from: <https://doi.org/10.1038/nature03288>.
- [697] Barabasi AL, Jeong H, Neda Z, Ravasz E, Schubert A, Vicsek T. Evolution of the social network of scientific collaborations. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 2002 Aug;311(3-4):590-614. Available from: <https://doi.org/10.48550/arXiv.cond-mat/0104162>.
- [698] Freeman LC. *The Development of Social Network Analysis: A Study in the Sociology of Science*. Vancouver: Empirical Press; 2004.
- [699] Latapy M, Magnien C, Vecchio ND. Basic notions for the analysis of large two-mode networks. *Social Networks*. 2008 Jan;30(1):31-48. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2007.04.006>.
- [700] Donges JF, Schultz HCH, Marwan N, Zou Y, Kurths J. Investigating the topology of interacting networks. *The European Physical Journal B*. 2011 Dec;84(4):635-51. Available from: <https://doi.org/10.1140/epjb/e2011-10795-8>.
- [701] Kivelä M, Arenas A, Barthelemy M, Gleeson JP, Moreno Y, Porter MA. Multilayer networks. *Journal of Complex Networks*. 2014 Sep;2(3):203-71. Available from: <https://doi.org/10.1093/comnet/cnu016>.
- [702] Krempel L. Network Visualization. In: Scott J, Carrington PJ, editors. *The SAGE Handbook of Social Network Analysis*. 1st ed. SAGE Publications; 2011. p. 558-77.
- [703] Fortunato S, Hric D. Community detection in networks: A user guide. *Physics Reports*. 2016 Nov;659(Supplement C):1-44. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2016.09.002>.
- [704] Fortunato S. Community detection in graphs. *Physics Reports*. 2010 Feb;486(3-5):75-174. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2009.11.002>.
- [705] Liu X, Murata T. Community Detection in Large-Scale Bipartite Networks. In: *Proceedings of the 2009 IEEE/WIC/ACM International Joint Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology*. vol. 1 of WI-IAT '09. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society; 2009. p. 50-7. Available from: <https://doi.org/10.1109/WI-IAT.2009.15>.
- [706] Barber MJ. Modularity and community detection in bipartite networks. *Physical Review E*. 2007;76(6):066102. Available from: <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.76.066102>.
- [707] Raghavan UN, Albert R, Kumara S. Near linear time algorithm to detect community structures in large-scale networks. *Physical review E*. 2007;76(3):036106. Available from: <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.76.036106>.
- [708] Newman ME, Girvan M. Finding and evaluating community structure in networks. *Physical review E*. 2004;69(2):026113. Available from: <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.69.026113>.
- [709] Watts DJ, Strogatz SH. Collective dynamics of 'small-world' networks. *nature*. 1998;393(6684):440-2. Available from: <https://doi.org/10.1038/30918>.

- [710] Csardi G, Nepusz T. The igraph software package for complex network research. *InterJournal*. 2006:1695-1703. Available from: <https://igraph.org/>.
- [711] Poisot T, Stouffer DB. lpbrim package; 2015. Available from: <https://github.com/PoisotLab/lpbrim>.
- [712] Liu D, Ainsworth SE, Baumeister RF. A meta-analysis of social networking online and social capital. *Review of General Psychology*. 2016;20(4):369-91. Available from: <https://doi.org/10.1037/gpr0000091>.
- [713] Données Québec. Quebec open data portal; 2019. Available from: <https://www.donneesquebec.ca/>.
- [714] Neteler M, Bowman MH, Landa M, Metz M. GRASS GIS: A multi-purpose open source GIS. *Environmental Modelling & Software*. 2012;31:124-30. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364815211002775>.
- [715] DMTI Spatial Inc. CanMap Streetfiles [Vector]. Markham: DMTI Spatial Inc; 2013.
- [716] Rasulo D, Christensen K, Tomassini C. The influence of social relations on mortality in later life: A study on elderly Danish twins. *The Gerontologist*. 2005;45(5):601-8. Available from: <https://doi.org/10.1093/geront/45.5.601>.
- [717] Steptoe A, Shankar A, Demakakos P, Wardle J. Social isolation, loneliness, and all-cause mortality in older men and women. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2013;110(15):5797-801. Available from: <https://doi.org/10.1073/pnas.1219686110>.
- [718] Zhou Z, Wang P, Fang Y. Social engagement and its change are associated with dementia risk among Chinese older adults: a longitudinal study. *Scientific Reports*. 2018;8(1):1-7. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-17879-w>.
- [719] Nocon A, Pearson M. The roles of friends and neighbors in providing support for older people. *Ageing and Society*. 2000;20(3):341-67. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0144686X99007771>.
- [720] Avlund K, Lund R, Holstein BE, Due P, Sakari-Rantala R, Heikkinen RL. The impact of structural and functional characteristics of social relations as determinants of functional decline. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*. 2004;59(1):S44-51. Available from: <https://doi.org/10.1093/geronb/59.1.S44>.
- [721] Kanamori S, Kai Y, Aida J, Kondo K, Kawachi I, Hirai H, et al. Social participation and the prevention of functional disability in older Japanese: the JAGES cohort study. *PloS One*. 2014;9(6). Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099638>.
- [722] Shankar A, McMunn A, Demakakos P, Hamer M, Steptoe A. Social isolation and loneliness: Prospective associations with functional status in older adults. *Health Psychology*. 2017;36(2):179. Available from: <https://doi.org/10.1037/hea0000437>.
- [723] World Health Organization. World report on ageing and health. World Health Organization; 2015. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565042>.
- [724] Czaja SJ. The role of technology in supporting social engagement among older adults. *Public Policy & Aging Report*. 2017;27(4):145-8. Available from: <https://doi.org/10.1093/ppar/prx034>.
- [725] Sims T, Reed AE, Carr DC. Information and communication technology use is related to higher well-being among the oldest-old. *The Journals of Gerontology: Series B*. 2017;72(5):761-70. Available from: <https://doi.org/10.1093/geronb/gbw130>.
- [726] Wagner N, Hassanein K, Head M. Computer use by older adults: A multi-disciplinary review. *Computers in Human Behavior*. 2010;26(5):870-82. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.03.029>.

- [727] Satariano WA, Guralnik JM, Jackson RJ, Marottoli RA, Phelan EA, Prohaska TR. Mobility and aging: new directions for public health action. *American Journal of Public Health*. 2012;102(8):1508-15. Available from: <https://doi.org/10.2105/AJPH.2011.300631>.
- [728] Cranshaw J, Toch E, Hong J, Kittur A, Sadeh N. Bridging the gap between physical location and online social networks. In: *Proceedings of the 12th ACM International Conference on Ubiquitous Computing*. ACM; 2010. p. 119-28. Available from: <https://doi.org/10.1145/1864349.1864380>.
- [729] Newman MEJ. Mixing patterns in networks. *Phys Rev E*. 2003 Feb;67(2):026126. Available from: <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.67.026126>.
- [730] Newman MEJ. Assortative Mixing in Networks. *Physical Review Letters*. 2002 Oct;89(20):208701. Available from: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.89.208701>.
- [731] Noldus R, Van Mieghem P. Assortativity in complex networks. *Journal of Complex Networks*. 2015;3(4):507-42. Available from: <https://doi.org/10.1093/comnet/cnv005>.
- [732] Naud A, Sueur C, Chaix B, Kestens Y. Combining social network and activity space data for health research: tools and methods. *Health & Place*. 2020;66:102454. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2020.102454>.
- [733] Aliakbary S, Habibi J, Movaghar A. Quantification and comparison of degree distributions in complex networks. Tehran, Iran; 2014. p. 464-9. Available from: <https://doi.org/10.1109/ISTEL.2014.7000748>.
- [734] Janssen J, Hurshman M, Kalyaniwalla N. Model selection for social networks using graphlets. *Internet Mathematics*. 2012;8(4):338-63. Available from: <https://doi.org/10.1080/15427951.2012.671149>.
- [735] Lind PG, González MC, Herrmann HJ. Cycles and clustering in bipartite networks. *Physical Review E*. 2005 Nov;72(5):056127. Available from: <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.72.056127>.
- [736] Opsahl T. Triadic closure in two-mode networks: Redefining the global and local clustering coefficients. *Social Networks*. 2013 May;35(2):159-67. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2011.07.001>.
- [737] Zhang P, Wang J, Li X, Li M, Di Z, Fan Y. Clustering coefficient and community structure of bipartite networks. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 2008 Dec;387(27):6869-75. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2008.09.006>.
- [738] Le Blond S, Guillaume JL, Latapy M. Clustering in p2p exchanges and consequences on performances. In: *International Workshop on Peer-to-Peer Systems (IPTPS) 2005*. Ithaca, NY, USA; 2005. p. 193-204. Available from: https://doi.org/10.1007/11558989_18.
- [739] Borgatti SP, Everett MG. Network analysis of 2-mode data. *Social Networks*. 1997 Aug;19(3):243-69. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0378-8733\(96\)00301-2](https://doi.org/10.1016/S0378-8733(96)00301-2).
- [740] Boguná M, Pastor-Satorras R, Vespignani A. Cut-offs and finite size effects in scale-free networks. *The European Physical Journal B*. 2004;38(2):205-9. Available from: <https://doi.org/10.1140/epjb/e2004-00038-8>.
- [741] Jackson JE. *A User's Guide to Principal Components*. Wiley series in probability and mathematical statistics. Applied probability and statistics.. Wiley-Interscience; 1991.
- [742] Kaiser HF. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*. 1958;23(3):187-200. Available from: <https://doi.org/10.1007/BF02289233>.
- [743] Babamoradi H, van den Berg F, Rinnan Å. Bootstrap based confidence limits in principal component analysis—A case study. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*. 2013;120:97-105. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2012.10.007>.

- [744] Wasserman L. All of Statistics: A Concise Course in Statistical Inference. vol. 26 of Springer texts in statistics. New York: Springer; 2004.
- [745] Webber SC, Porter MM, Menec VH. Mobility in older adults: a comprehensive framework. *The Gerontologist*. 2010;50(4):443-50. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2015.03.001>.
- [746] Fox J. Applied Regression Analysis and Generalized Linear Models. 3rd ed. SAGE Publications; 2015.
- [747] McCaffrey DF, Bell RM. Bias reduction in standard errors for linear regression with multi-stage samples. In: *Proceedings of Statistics Canada Symposium 2002: Modelling Survey Data for Social and Economic Research*; 2002. Available from: <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/11-522-x/2002001/session9/6741-eng.pdf>.
- [748] Imbens GW, Kolesar M. Robust Standard Errors in Small Samples: Some Practical Advice. *The Review of Economics and Statistics*. 2016 Oct;98(4):701-12. Available from: https://doi.org/10.1162/REST_a_00552.
- [749] King G, Roberts ME. How robust standard errors expose methodological problems they do not fix, and what to do about it. *Political Analysis*. 2015;23(2):159-79. Available from: <https://doi.org/10.1093/pan/mpu015>.
- [750] Aarhus R, Ballegaard SA, Grönvall E, Larsen SB. Ageing in communal place: ethnographic studies of social interaction in senior housing communities. *International Reports on Socio-Informatics (IRSI), Enhancing Interaction Spaces by Social Media for the Elderly: A Workshop Report*. 2009;6(3):8-20. Available from: <https://www.iisi.de/en/international-reports-on-socio-informatics-irsi/>.
- [751] Khosravi P, Rezvani A, Wiewiora A. The impact of technology on older adults' social isolation. *Computers in Human Behavior*. 2016;63:594-603. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.092>.
- [752] LeDoux JE, Hofmann SG. The subjective experience of emotion: a fearful view. *Current Opinion in Behavioral Sciences*. 2018;19:67-72. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2017.09.011>.
- [753] Celano CM, Millstein RA, Bedoya CA, Healy BC, Roest AM, Huffman JC. Association between anxiety and mortality in patients with coronary artery disease: A meta-analysis. *American Heart Journal*. 2015;170(6):1105-15. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2015.09.013>.
- [754] Atlantis E, Fahey P, Cochrane B, Smith S. Bidirectional associations between clinically relevant depression or anxiety and COPD: a systematic review and meta-analysis. *Chest*. 2013;144(3):766-77. Available from: <https://doi.org/10.1378/chest.12-1911>.
- [755] Li M, Zhang XW, Hou WS, Tang ZY. Impact of depression on incident stroke: a meta-analysis. *International Journal of Cardiology*. 2015;180:103-10. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2014.11.198>.
- [756] Irwin MR, Miller AH. Depressive disorders and immunity: 20 years of progress and discovery. *Brain, Behavior, and Immunity*. 2007;21(4):374-83. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2007.01.010>.
- [757] Lin PY, Huang YC, Hung CF. Shortened telomere length in patients with depression: a meta-analytic study. *Journal of Psychiatric Research*. 2016;76:84-93. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2016.01.015>.
- [758] Renna ME, O'Toole MS, Spaeth PE, Lekander M, Mennin DS. The association between anxiety, traumatic stress, and obsessive-compulsive disorders and chronic inflammation: A systematic review

- and meta-analysis. *Depression and Anxiety*. 2018;35(11):1081-94. Available from: <https://doi.org/10.1002/da.22790>.
- [759] Gana K, Broc G, Saada Y, Amieva H, Quintard B. Subjective wellbeing and longevity: Findings from a 22-year cohort study. *Journal of Psychosomatic Research*. 2016;85:28-34. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2016.04.004>.
- [760] Martín-María N, Miret M, Caballero FF, Rico-Urbe LA, Steptoe A, Chatterji S, et al. The impact of subjective well-being on mortality: a meta-analysis of longitudinal studies in the general population. *Psychosomatic Medicine*. 2017;79(5):565-75. Available from: <https://doi.org/10.1097/PSY.0000000000000444>.
- [761] Sadler ME, Miller CJ, Christensen K, McGue M. Subjective wellbeing and longevity: a co-twin control study. *Twin Research and Human Genetics*. 2011;14(3):249-56. Available from: <https://doi.org/10.1375/twin.14.3.249>.
- [762] Benros ME, Waltoft BL, Nordentoft M, Østergaard SD, Eaton WW, Krogh J, et al. Autoimmune diseases and severe infections as risk factors for mood disorders: a nationwide study. *JAMA Psychiatry*. 2013;70(8):812-20. Available from: <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2013.1111>.
- [763] Gunaratne P, Lloyd AR, Vollmer-Conna U. Mood disturbance after infection. *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry*. 2013;47(12):1152-64. Available from: <https://doi.org/10.1177/0004867413503718>.
- [764] Janicki-Deverts D, Cohen S, Doyle WJ, Turner RB, Treanor JJ. Infection-induced proinflammatory cytokines are associated with decreases in positive affect, but not increases in negative affect. *Brain, Behavior, and Immunity*. 2007;21(3):301-7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2006.09.002>.
- [765] Quadt L, Critchley HD, Garfinkel SN. The neurobiology of interoception in health and disease. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2018;1428(1):112-28. Available from: <https://doi.org/10.1111/nyas.13915>.
- [766] Diener E, Emmons RA. The independence of positive and negative affect. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1984;47(5):1105-77. Available from: <https://doi.org/10.1037/0022-3514.47.5.1105>.
- [767] Huppert FA, Whittington JE. Evidence for the independence of positive and negative well-being: Implications for quality of life assessment. *British Journal of Health Psychology*. 2003;8(1):107-22. Available from: <https://doi.org/10.1348/135910703762879246>.
- [768] Blanchard DC, Pearson BL. Emotion as an evolutionary adaptive pattern: The roles of context and cognition. In: Fox AS, Lapate RC, Shackman AJ, Davidson RJ, editors. *The Nature of Emotion: Fundamental Questions*. 2nd ed. Series in Affective Science. Oxford University Press; 2018. p. 151-4.
- [769] Nesse RM. Is depression an adaptation? *Archives of General Psychiatry*. 2000;57(1):14-20. Available from: <https://doi.org/10.1001/archpsyc.57.1.14>.
- [770] Finan PH, Garland EL. The role of positive affect in pain and its treatment. *The Clinical Journal of Pain*. 2015 Feb;31(2):177-87. Available from: <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000092>.
- [771] Lumley MA, Cohen JL, Borszcz GS, Cano A, Radcliffe AM, Porter LS, et al. Pain and emotion: a biopsychosocial review of recent research. *Journal of Clinical Psychology*. 2011;67(9):942-68. Available from: <https://doi.org/10.1002/jclp.20816>.
- [772] Soysal P, Veronese N, Thompson T, Kahl KG, Fernandes BS, Prina AM, et al. Relationship between depression and frailty in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*. 2017;36:78-87. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.arr.2017.03.005>.

- [773] Cacioppo JT, Hawkley LC, Ernst JM, Burleson M, Berntson GG, Nouriani B, et al. Loneliness within a nomological net: An evolutionary perspective. *Journal of Research in Personality*. 2006;40(6):1054-85. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jrp.2005.11.007>.
- [774] Cacioppo JT, Cacioppo S. Social relationships and health: The toxic effects of perceived social isolation. *Social and Personality Psychology Compass*. 2014;8(2):58-72. Available from: <https://doi.org/10.1111/spc3.12087>.
- [775] Hawkley LC, Cacioppo JT. Loneliness matters: A theoretical and empirical review of consequences and mechanisms. *Annals of Behavioral Medicine*. 2010;40(2):218-27. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12160-010-9210-8>.
- [776] Kitzmüller G, Clancy A, Vaismoradi M, Wegener C, Bondas T. “Trapped in an Empty Waiting Room”—The Existential Human Core of Loneliness in Old Age: A Meta-Synthesis. *Qualitative Health Research*. 2018;28(2):213-30. Available from: <https://doi.org/10.1177/1049732317735079>.
- [777] Butler EA, Sbarra DA. Health, emotion, and relationships. *Journal of Social and Personal Relationships*. 2013;30(2):151-4. Available from: <https://doi.org/10.1177/0265407512453425>.
- [778] Burt RS. General social survey network items. *Connections*. 1985;8(1):19-23.
- [779] van der Poel MGM. Delineating personal support networks. *Social Networks*. 1993 Mar;15(1):49-70. Available from: [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(93\)90021-C](https://doi.org/10.1016/0378-8733(93)90021-C).
- [780] Small ML. Weak ties and the core discussion network: Why people regularly discuss important matters with unimportant alters. *Social Networks*. 2013;35(3):470-83. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2013.05.004>.
- [781] Small ML, Pamphile VD, McMahan P. How stable is the core discussion network? *Social Networks*. 2015;40:90-102. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2014.09.001>.
- [782] Mechakra-Tahiri SD, Zunzunegui M, Prévile M, Dubé M. Gender, social relationships and depressive disorders in adults aged 65 and over in Quebec. *Chronic Diseases in Canada*. 2010;30(2). Available from: <https://doi.org/10.24095/hpcdp.30.2.04>.
- [783] Rajkumar AP, Thangadurai P, Senthilkumar P, Gayathri K, Prince M, Jacob KS. Nature, prevalence and factors associated with depression among the elderly in a rural south Indian community. *International Psychogeriatrics*. 2009;21(2):372–378.
- [784] Schwartz E, Litwin H. Are newly added and lost confidants in later life related to subsequent mental health? *International Psychogeriatrics*. 2017;29(12):2047-57. Available from: <https://doi.org/10.1017/S1041610217001338>.
- [785] Gupta V, Korte C. The effects of a confidant and a peer group on the well-being of single elders. *The International Journal of Aging and Human Development*. 1994;39(4):293-302. Available from: <https://doi.org/10.2190/4YYH-9XAU-WQF9-APVT>.
- [786] Lim LL, Ng TP. Living alone, lack of a confidant and psychological well-being of elderly women in Singapore: the mediating role of loneliness. *Asia-Pacific Psychiatry*. 2010;2(1):33-40. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1758-5872.2009.00049.x>.
- [787] Huang X, Western M, Bian Y, Li Y, Côté R, Huang Y. Social networks and subjective wellbeing in australia: New evidence from a national survey. *Sociology*. 2019;53(2):401-21. Available from: <https://doi.org/10.1177/0038038518760211>.
- [788] Strain LA, Chappell NL. Confidants: Do they make a difference in quality of life? *Research on Aging*. 1982;4(4):479-502. Available from: <https://doi.org/10.1177/0164027582004004004>.

- [789] Allan G. Social networks and personal communities. In: Vangelisti AL, Perlman D, editors. *The Cambridge Handbook of Personal Relationships*. New York: Cambridge University Press; 2006. p. 657-71.
- [790] Bowlby J. *A secure base : parent-child attachment and healthy human development*. New York: Basic Books; 1988.
- [791] Beckes L, Coan JA. Social baseline theory: The role of social proximity in emotion and economy of action. *Social and Personality Psychology Compass*. 2011;5(12):976-88. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1751-9004.2011.00400.x>.
- [792] Majd M, Saunders EF, Engeland CG. Inflammation and the dimensions of depression: A review. *Frontiers in Neuroendocrinology*. 2020;56:100800. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.arr.2016.08.006>.
- [793] Rook KS. Gaps in social support resources in later life: An adaptational challenge in need of further research. *Journal of Social and Personal Relationships*. 2009;26(1):103-12. Available from: <https://doi.org/10.1177/0265407509105525>.
- [794] Cohen-Mansfield J, Hazan H, Lerman Y, Shalom V. Correlates and predictors of loneliness in older adults: a review of quantitative results informed by qualitative insights. *International Psychogeriatrics*. 2016;28(4):557-76. Available from: <https://doi.org/10.1017/S1041610215001532>.
- [795] Kristiansen CB, Kjær JN, Hjorth P, Andersen K, Prina AM. Prevalence of common mental disorders in widowhood: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Affective Disorders*. 2019;245:1016-23. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jad.2018.11.088>.
- [796] Ong AD, Uchino BN, Wethington E. Loneliness and health in older adults: A mini-review and synthesis. *Gerontology*. 2016;62(4):443-9. Available from: <https://doi.org/10.1159/000441651>.
- [797] Ahn S, Kim S, Zhang H. Changes in depressive symptoms among older adults with multiple chronic conditions: Role of positive and negative social support. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2017;14(1):16. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijerph14010016>.
- [798] Pearlin LI, Mullan JT, Semple SJ, Skaff MM. Caregiving and the stress process: An overview of concepts and their measures. *The Gerontologist*. 1990;30(5):583-94. Available from: <https://doi.org/10.1093/geront/30.5.583>.
- [799] Bookwala J, Marshall KI, Manning SW. Who needs a friend? Marital status transitions and physical health outcomes in later life. *Health Psychology*. 2014;33(6):505-15. Available from: <https://doi.org/10.1037/hea0000049>.
- [800] Zettel LA, Rook KS. Substitution and compensation in the social networks of older widowed women. *Psychology and Aging*. 2004;19(3):433-43. Available from: <https://doi.org/10.1037/0882-7974.19.3.433>.
- [801] Veit CT, Ware JE. The structure of psychological distress and well-being in general populations. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*. 1983;51(5):730-42. Available from: <https://doi.org/10.1037/0022-006X.51.5.730>.
- [802] Bech P, Olsen LR, Kjoller M, Rasmussen NK. Measuring well-being rather than the absence of distress symptoms: a comparison of the SF-36 Mental Health subscale and the WHO-Five well-being scale. *International Journal of Methods in Psychiatric Research*. 2003 Jun;12(2):85-91. Available from: <https://doi.org/10.1002/mpr.145>.

- [803] Cuijpers P, Smits N, Donker T, Ten Have M, de Graaf R. Screening for mood and anxiety disorders with the five-item, the three-item, and the two-item Mental Health Inventory. *Psychiatry Research*. 2009;168(3):250-5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2008.05.012>.
- [804] Antonucci TC, Ajrouch KJ, Birditt KS. The Convoy Model: Explaining Social Relations From a Multidisciplinary Perspective. *The Gerontologist*. 2014 Jan;54(1):82-92. Available from: <http://gerontologist.oxfordjournals.org/content/54/1/82>.
- [805] Ivanova K, Dykstra P. Aging without children. *Public Policy & Aging Report*. 2015;25(3):98-101. Available from: <https://doi.org/10.1093/ppar/prv014>.
- [806] Newsom JT, Rook KS, Nishishiba M, Sorkin DH, Mahan TL. Understanding the relative importance of positive and negative social exchanges: Examining specific domains and appraisals. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*. 2005;60(6):P304-12. Available from: <https://doi.org/10.1093/geronb/60.6.P304>.
- [807] Shin JK, Kim KW, Park JH, Lee JJ, Huh Y, Lee SB, et al. Impacts of Poor Social Support on General Health Status in Community-Dwelling Korean Elderly: The Results from the Korean Longitudinal Study on Health and Aging. *Psychiatry investigation, Psychiatry Investigation*. 2008 Sep;5, 5(3, 3):155, 155-62. Available from: <https://doi.org/10.4306/pi.2008.5.3.155>.
- [808] Child ST, Lawton LE. Personal networks and associations with psychological distress among young and older adults. *Social Science & Medicine*. 2020;246:112714. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2019.112714>.
- [809] Chou KL, Chi I. Reciprocal relationship between social support and depressive symptoms among Chinese elderly. *Aging & Mental Health*. 2003;7(3):224-31. Available from: <https://doi.org/10.1080/136031000101210>.
- [810] Liang J, Krause NM, Bennett JM. Social exchange and well-being: Is giving better than receiving? *Psychology and Aging*. 2001;16(3):511-23. Available from: <https://doi.org/10.1037/0882-7974.16.3.511>.
- [811] Lindorff M. Is it better to perceive than receive? Social support, stress and strain for managers. *Psychology, Health & Medicine*. 2000 Aug;5(3):271-86. Available from: <https://doi.org/10.1080/713690199>.
- [812] Haines VA, Hurlbert JS. Network range and health. *Journal of Health and Social Behavior*. 1992;33(3):254-66. Available from: <https://doi.org/10.2307/2137355>.
- [813] Stack CB. *All Our Kin: Strategies for Survival in a Black Community*. 1st ed. New York: Basic Books; 1975.
- [814] Coleman JS. Social capital in the creation of human capital. *American Journal of Sociology*. 1988;94:S95-S120. Available from: <https://doi.org/10.1086/228943>.
- [815] Tubaro P, Mounier L. Sociability and support in online eating disorder communities: Evidence from personal networks. *Network Science*. 2014;2(1):1-25. Available from: <https://doi.org/10.1017/nws.2014.6>.
- [816] Seidman G, Shrout PE, Bolger N. Why Is Enacted Social Support Associated With Increased Distress? Using Simulation to Test Two Possible Sources of Spuriousness. *Personality and Social Psychology Bulletin*. 2006;32(1):52-65. Available from: <https://doi.org/10.1177/0146167205279582>.
- [817] Rook KS, Charles ST. Close social ties and health in later life: Strengths and vulnerabilities. *American Psychologist*. 2017;72(6):567-77. Available from: <https://doi.org/10.1037/amp0000104>.
- [818] Clark MS, Lemay EP. Close relationships. In: Lindzey G, editor. *Handbook of Social Psychology*. John Wiley & Sons, Inc.; 2010. p. 898-940.

- [819] Mashek DJ, Aron A, editors. Handbook of closeness and intimacy. Mahwah, London: Lawrence Erlbaum Associates; 2004.
- [820] Spitzberg B, HCupach WR, editors. The Dark Side of Close Relationships. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates; 1998.
- [821] Lakey B. Perceived social support and happiness: The role of personality and relational processes. In: Boniwell I, David SA, Ayers AC, editors. Oxford Handbook of Happiness. Oxford Library of Psychology. Oxford University Press; 2013. p. 847-59. Available from: <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199557257.013.0062>.
- [822] Brooks KP, Dunkel Schetter C. Social negativity and health: Conceptual and measurement issues. Social and Personality Psychology Compass. 2011;5(11):904-18. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1751-9004.2011.00395.x>.
- [823] Cohen S, Janicki-Deverts D. Can we improve our physical health by altering our social networks? Perspectives on Psychological Science. 2009;4(4):375-8. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1745-6924.2009.01141.x>.
- [824] Smith KP, Christakis NA. Social Networks and Health. Annual Review of Sociology. 2008;34(1):405-29. Available from: <https://doi.org/10.1146/annurev.soc.34.040507.134601>.
- [825] Uchino BN, Bowen K, Carlisle M, Birmingham W. Psychological pathways linking social support to health outcomes: A visit with the “ghosts” of research past, present, and future. Social Science & Medicine. 2012;74(7):949-57. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2011.11.023>.
- [826] Perchoux C, Chaix B, Cummins S, Kestens Y. Conceptualization and measurement of environmental exposure in epidemiology: accounting for activity space related to daily mobility. Health & Place. 2013 May;21:86-93. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2013.01.005>.
- [827] Shareck M, Kestens Y, Frohlich KL. Moving beyond the residential neighborhood to explore social inequalities in exposure to area-level disadvantage: Results from the Interdisciplinary Study on Inequalities in Smoking. Social Science & Medicine. 2014 May;108:106-14. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2014.02.044>.
- [828] Vallée J, Cadot E, Roustit C, Parizot I, Chauvin P. The role of daily mobility in mental health inequalities: The interactive influence of activity space and neighbourhood of residence on depression. Social Science & Medicine. 2011 Oct;73(8):1133-44. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2011.08.009>.
- [829] Eagle N, Pentland AS, Lazer D. Inferring friendship network structure by using mobile phone data. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2009 Aug;106(36):15274-8. Available from: <https://doi.org/10.1073/pnas.0900282106>.
- [830] Bernard P, Charafeddine R, Frohlich KL, Daniel M, Kestens Y, Potvin L. Health inequalities and place: a theoretical conception of neighbourhood. Social Science & Medicine. 2007;65(9):1839-52. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0149-2063\(99\)00006-9](https://doi.org/10.1016/S0149-2063(99)00006-9).
- [831] Cagney KA, Browning CR, Jackson AL, Soller B. Networks, Neighborhoods, and Institutions: An Integrated “Activity Space” Approach for Research on Aging. In: Waite LJ, Plewes TJ, editors. New Directions in the Sociology of Aging. Washington: National Academies Press (US); 2013. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK184369/>.
- [832] Castellani B, Rajaram R, Buckwalter JG, Ball M, Hafferty F. Place and health as complex systems: a case study and empirical test. SpringerBriefs in Public Health. Springer; 2015.

- [833] Macintyre S, Ellaway A, Cummins S. Place effects on health: how can we conceptualise, operationalise and measure them? *Social Science & Medicine*. 2002 Jul;55(1):125-39. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0277-9536\(01\)00214-3](https://doi.org/10.1016/S0277-9536(01)00214-3).
- [834] Mason MJ, Mennis J. Young Urban Adolescents' Activity Spaces, Close Peers, and the Risk of Cannabis Use: A Social-Spatial Longitudinal Analysis. *Substance Use & Misuse*. 2018;53(12):2032-42. Available from: <https://doi.org/10.1080/10826084.2018.1452260>.
- [835] Monteban MF, Bess KD, Walsh CC, Baily H, Flocke SA, Borawski EA, et al. People and places shaping food procurement among recipients of Supplemental Nutrition Assistance Program (SNAP). *Health & Place*. 2018;53:155-63. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2018.08.003>.
- [836] Cerin E, Barnett A, Chaix B, Nieuwenhuijsen MJ, Caeyenberghs K, Jalaludin B, et al. International Mind, Activities and Urban Places (iMAP) study: methods of a cohort study on environmental and lifestyle influences on brain and cognitive health. *BMJ Open*. 2020;10(3):e036607. Available from: <https://doi.org/10.1093/geronb/gbt107>.
- [837] van den Berg P, Kemperman A, Timmermans H. Social interaction location choice: A latent class modeling approach. *Annals of the Association of American Geographers*. 2014;104(5):959-72. Available from: <https://doi.org/10.1080/00045608.2014.924726>.
- [838] Musselwhite C, Scott T. Developing a model of mobility capital for an ageing population. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019;16(18):3327. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijerph16183327>.
- [839] Krause N, Ellison CG, Shaw BA, Marcum JP, Boardman JD. Church-Based Social Support and Religious Coping. *Journal for the Scientific Study of Religion*. 2001;40(4):637-56. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/0021-8294.00082>.
- [840] Flanders WD, Lin L, Pirkle JL, Caudill SP. Assessing the direction of causality in cross-sectional studies. *American Journal of Epidemiology*. 1992;135(8):926-35. Available from: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a116388>.
- [841] Kesmodel US. Cross-sectional studies—what are they good for? *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*. 2018;97(4):388-93. Available from: <https://doi.org/10.1111/aogs.13331>.
- [842] Wang X, Cheng Z. Cross-sectional studies: strengths, weaknesses, and recommendations. *Chest*. 2020;158(1):S65-71. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.03.012>.
- [843] Flanders WD, Khoury MJ. Indirect assessment of confounding: graphic description and limits on effect of adjusting for covariates. *Epidemiology*. 1990;1(3):239-46. Available from: <https://www.jstor.org/stable/25759804>.
- [844] Reuben DB, Valle LA, Hays RD, Siu AL. Measuring physical function in community-dwelling older persons: A comparison of self-administered, interviewer-administered, and performance-based measures. *Journal of the American Geriatrics Society*. 1995;43(1):17-23. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1995.tb06236.x>.
- [845] Lucas RE, Diener E. Personality and subjective well-being. In: Diener E, editor. *The Science of Well-Being*. Social Indicators Research Series. Springer; 2009. p. 75-102.
- [846] Rapp C, Ingold K, Freitag M. Personalized networks? How the Big Five personality traits influence the structure of egocentric networks. *Social Science Research*. 2019;77:148-60. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2018.09.001>.
- [847] Bethlehem J. *Applied Survey Methods: A Statistical Perspective*. vol. 558. 1st ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.; 2009.

- [848] Ellenberg JH. Selection bias in observational and experimental studies. *Statistics in Medicine*. 1994;13(5-7):557-67. Available from: <https://doi.org/10.1002/sim.4780130518>.
- [849] Ekholm O, Gundgaard J, Rasmussen NK, Hansen EH. The effect of health, socio-economic position, and mode of data collection on non-response in health interview surveys. *Scandinavian Journal of Public Health*. 2010;38(7):699-706. Available from: <https://doi.org/10.1177/1403494810382474>.
- [850] Maclure M, Hankinson S. Analysis of selection bias in a case-control study of renal adenocarcinoma. *Epidemiology*. 1990:441-7. Available from: <https://www.jstor.org/stable/25759847>.
- [851] Richard L, Gauvin L, Kestens Y, Shatenstein B, Payette H, Daniel M, et al. Neighborhood Resources and Social Participation Among Older Adults: Results From the VoisiNuage Study. *Journal of Aging and Health*. 2013 Mar;25(2):296-318. Available from: <https://doi.org/10.1177/0898264312468487>.
- [852] Mesquita B, Boiger M, De Leersnyder J. The cultural construction of emotions. *Current Opinion in Psychology*. 2016;8:31-6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2015.09.015>.
- [853] Hernán MA, Hernández-Díaz S, Robins JM. A structural approach to selection bias. *Epidemiology*. 2004;15(5):615-25. Available from: <http://www.jstor.org/stable/20485961>.
- [854] Oakes JM, Kaufman JS. *Methods in Social Epidemiology*. 1st ed. Public Health/Epidemiology and Biostatistics. Jossey-Bass; 2006.
- [855] McPherson M, Smith-Lovin L, Cook JM. Birds of a Feather: Homophily in Social Networks. *Annual Review of Sociology*. 2001;27(1):415-44. Available from: <https://doi.org/10.1146/annurev.soc.27.1.415>.
- [856] Krellenberg K, Welz J, Reyes-Päcke S. Urban green areas and their potential for social interaction—A case study of a socio-economically mixed neighbourhood in Santiago de Chile. *Habitat International*. 2014;44:11-21. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2014.04.004>.
- [857] Diener E. Subjective Well-Being. In: Diener E, editor. *The Science of Well-Being: The Collected Works of Ed Diener*. vol. 37 of Social Indicators Research Series. Dordrecht: Springer Netherlands; 2009. p. 11-58. Available from: https://doi.org/10.1007/978-90-481-2350-6_2.
- [858] Badhwar NK. Happiness. In: Fletcher G, editor. *The Routledge Handbook of Philosophy of Well-Being*. Routledge Handbooks in Philosophy. London; New York: Routledge; 2015. p. 307-19.
- [859] Haybron DM. Philosophy and the science of subjective well-being. In: Eld M, Larsen RJ, editors. *The Science of Subjective Well-Being*. New York; London: The Guilford Press; 2008. p. 17-43.
- [860] Charles ST, Piazza JR, Mogle J, Sliwinski MJ, Almeida DM. The wear and tear of daily stressors on mental health. *Psychological Science*. 2013;24(5):733-41. Available from: <https://doi.org/10.1177/0956797612462222>.
- [861] Sin NL, Graham-Engeland JE, Ong AD, Almeida DM. Affective reactivity to daily stressors is associated with elevated inflammation. *Health Psychology*. 2015;34(12):1154-65. Available from: <https://doi.org/10.1037/hea0000240>.
- [862] Mroczek DK, Stawski RS, Turiano NA, Chan W, Almeida DM, Neupert SD, et al. Emotional reactivity and mortality: Longitudinal findings from the VA Normative Aging Study. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*. 2015;70(3):398-406. Available from: <https://doi.org/10.1093/geronb/gbt107>.
- [863] Mazoyer A. *Analyse sociologique de l'émergence du phénomène des ruelles vertes sur l'Île de Montréal [Mémoire de maîtrise]*. Montréal: Université du Québec à Montréal; 2018. Available from: <http://archipel.uqam.ca/id/eprint/12250>.

- [864] Versey HS. A tale of two Harlems: Gentrification, social capital, and implications for aging in place. *Social Science & Medicine*. 2018;214:1-11. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2018.07.024>.
- [865] Teixeira C. Gentrification, displacement, and resistance: A case study of Portuguese seniors in Toronto's "Little Portugal". In: Durst D, MacLean M, editors. *Diversity and Aging among Immigrant Seniors in Canada, Changing Faces and Greying Temples*. Brush Education; 2010. p. 327-40.
- [866] Pinquart M, Sörensen S. Gender differences in self-concept and psychological well-being in old age: A meta-analysis. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological sciences and social sciences*. 2001;56(4):P195-213. Available from: <https://doi.org/10.1093/geronb/56.4.P195>.
- [867] Cornwell B, Schafer MH. Social Networks in Later Life. In: *Handbook of Aging and the Social Sciences*. 8th ed. Academic Press; 2016. p. 181-201. Available from: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-417235-7.00009-3>.
- [868] Cornwell EY, Cagney KA. Aging in activity space: results from smartphone-based GPS-tracking of urban seniors. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*. 2017;72(5):864-75. Available from: <https://doi.org/10.1093/geronb/gbx063>.
- [869] Sinnott JD, Shifren K. Gender and aging: Gender differences and gender roles. In: Birren JE, Shaie KW, editors. *Handbook of the Psychology of Aging*. Academic Press; 2001. p. 454-76.
- [870] Mason MJ. Attributing activity space as risky and safe: The social dimension to the meaning of place for urban adolescents. *Health & Place*. 2010 Sep;16(5):926-33. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2010.05.004>.
- [871] Choi M, Adams KB, Kahana E. The impact of transportation support on driving cessation among community-dwelling older adults. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*. 2012;67(3):392-400. Available from: <https://doi.org/10.1093/geronb/gbs035>.
- [872] Kawachi I, Berkman LF. Social capital, social cohesion, and health. In: Berkman LF, Kawachi I, Glymour M, editors. *Social Epidemiology*. 2nd ed. Oxford University Press; 2014. p. 290.
- [873] Granovetter M. The strength of weak ties: A network theory revisited. *Sociological Theory*. 1983:201-33. Available from: <https://doi.org/10.2307/202051>.
- [874] Haines VA, Hurlbert JS, Beggs JJ. Exploring the determinants of support provision: Provider characteristics, personal networks, community contexts, and support following life events. *Journal of Health and Social Behavior*. 1996:252-64.
- [875] Kawachi I, Subramanian SV, Kim D. Social Capital and Health: A Decade of Progress and Beyond. In: Kawachi I, Subramanian SV, Kim D, editors. *Social Capital and Health*. New York, NY: Springer New York; 2008. p. 1-26. Available from: https://doi.org/10.1007/978-0-387-71311-3_1.
- [876] Latora V, Nicosia V, Panzarasa P. Social cohesion, structural holes, and a tale of two measures. *Journal of Statistical Physics*. 2013;151(3-4):745-64.
- [877] Burt RS. The network structure of social capital. *Research in Organizational Behavior*. 2000;22:345-423. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0191-3085\(00\)22009-1](https://doi.org/10.1016/S0191-3085(00)22009-1).
- [878] Cornwell B. Network bridging potential in later life: Life-course experiences and social network position. *Journal of Aging and Health*. 2009;21(1):129-54. Available from: <https://doi.org/10.1177/0898264308328649>.
- [879] Jahanpour E, Chen X. Analysis of complex network performance and heuristic node removal strategies. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*. 2013;18(12):3458-68. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2013.04.030>.

- [880] Hurka T. Against ‘Good for’/‘Well-Being’, for ‘Simply Good’. *The Philosophical Quarterly*. 2020;71(4):pqaa078. Available from: <https://doi.org/10.1093/pq/pqaa078>.
- [881] Moore GE. *Principia ethica*. London: Cambridge University Press; 1903. Available from: www.gutenberg.org/files/53430/53430-h/53430-h.htm.
- [882] Tiberius V. Prudential value. In: Hirose I, Olson J, editors. *The Oxford Handbook of Value Theory*. Oxford Handbooks. New York: Oxford University Press; 2015. p. 158-74.
- [883] Alexandrova A. *A philosophy for the science of well-being*. New York: Oxford University Press; 2017.
- [884] Fletcher G. *The Philosophy of Well-Being: An Introduction*. 1st ed. London: Routledge; 2016.
- [885] Campbell SM. The Concept of Well-Being. In: Fletcher G, editor. *The Routledge handbook of philosophy of well-being*. Routledge Handbooks in Philosophy. London; New York: Routledge; 2015. p. 402-13.
- [886] Velleman JD. Well-being and time. *Pacific Philosophical Quarterly*. 1991;72:48-77. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1468-0114.1991.tb00410.x>.
- [887] Kagan S. Me and my life. *Proceedings of the Aristotelian Society*. 1994;94:309-24. Available from: <https://www.jstor.org/stable/i408519>.
- [888] Keller S. Welfare as success. *Noûs*. 2009;43(4):656-83. Available from: <https://www.jstor.org/stable/40660441>.
- [889] Danna K, Griffin RW. Health and well-being in the workplace: A review and synthesis of the literature. *Journal of Management*. 1999;25(3):357-84. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0149-2063\(99\)00006-9](https://doi.org/10.1016/S0149-2063(99)00006-9).
- [890] Sumner A. Economic well-being and non-economic well-being: A poverty of the meaning and measurement of poverty. United Nations University (UNU); 2004. Available from: <https://www.econstor.eu/handle/10419/63257>.
- [891] Binder M, Coad A. Life satisfaction and self-employment: A matching approach. *Small business economics*. 2013;40(4):1009-33. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11187-011-9413-9>.
- [892] Hubbard RE, Goodwin VA, Llewellyn DJ, Warmoth K, Lang IA. Frailty, financial resources and subjective well-being in later life. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2014;58(3):364-9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.archger.2013.12.008>.
- [893] Christman J. Autonomy in Moral and Political Philosophy. In: Zalta EN, editor. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. fall 2020 ed. Metaphysics Research Lab, Stanford University; 2020. Available from: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2020/entries/autonomy-moral/>.
- [894] Sim J, Bartlam B, Bernard M. The CASP-19 as a measure of quality of life in old age: evaluation of its use in a retirement community. *Quality of Life Research*. 2011;20(7):997-1004. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11136-010-9835-x>.
- [895] Mitchell P, Alexandrova A. Well-being and Pluralism. *Journal of Happiness Studies*. 2021;22:2411-33. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10902-020-00323-8>.
- [896] Lin E. Monism and Pluralism. In: Fletcher G, editor. *The Routledge Handbook of Philosophy of Well-Being*. Routledge Handbooks in Philosophy. London; New York: Routledge; 2015. p. 331-41.
- [897] Office for National Statistics SSD. Annual Population Survey, January - December, 2019; 2020. Available from: <http://doi.org/10.5255/UKDA-SN-8632-4>.
- [898] Institut national de la statistique et des études économiques. Enquête Statistiques sur les Ressources et les Conditions de Vie des ménages (SRCV); 2019. Available from: <https://www.cnis.fr/enquetes/ressources-et-les-conditions-de-vie-des-menages-srcv-enquete-statistiques-sur-les-2020a011ec/?theme=1092>.

- [899] Gallup, Inc . Worldwide Research: Methodology and Codebook; 2017.
- [900] Haerpfer C, Inglehart R, Moreno A, Welzel C, Kizilova K, Diez-Medrano J, et al. World Values Survey: Round Seven - Country-Pooled Datafile. Madrid, Spain & Vienna; 2020. Available from: <https://doi.org/10.14281/18241.1>.
- [901] European Commission, European Parliament. Eurobarometer 92.2 (2019). Cologne; 2021. Available from: <https://doi.org/10.4232/1.13657>.
- [902] Longino HE. Science as social knowledge: Values and objectivity in scientific inquiry. Princeton; Oxford: Princeton University Press; 1990.
- [903] Bailliard A. Justice, difference, and the capability to function. *Journal of Occupational Science*. 2016;23(1):3-16. Available from: <https://doi.org/10.1080/14427591.2014.957886>.
- [904] Venkatapuram S. Health justice: An argument from the capabilities approach. John Wiley & Sons; 2013.
- [905] Sen A. Human rights and capabilities. *Journal of Human Development*. 2005;6(2):151-66. Available from: <https://doi.org/10.1080/14649880500120491>.
- [906] Byskov MF. Selecting Capabilities for Development: An Evaluation of Proposed Methods. In: Comim F, Fennel S, Anand PB, editors. *New Frontiers of the Capability Approach*. Cambridge: Cambridge University Press; 2018. p. 198-231. Available from: <https://doi.org/10.1017/9781108559881.010>.
- [907] Haybron DM, Tiberius V. Well-being policy: What standard of well-being? *Journal of the American Philosophical Association*. 2015;1(4):712-33. Available from: <https://doi.org/10.1017/apa.2015.23>.
- [908] Sen A. Capabilities, Lists, and Public Reason: Continuing the Conversation. *Feminist Economics*. 2004;10(3):77-80. Available from: <https://doi.org/10.1080/1354570042000315163>.
- [909] Sen A. Well-being, Agency and Freedom: The Dewey Lectures 1984. *The Journal of Philosophy*. 1985;82(4):169-221. Available from: <https://doi.org/10.2307/2026184>.
- [910] Conly S. *Against Autonomy: Justifying Coercive Paternalism*. Cambridge: Cambridge University Press; 2013.
- [911] Conly S. Autonomy and Well-Being. In: Fletcher G, editor. *The Routledge Handbook of Philosophy of Well-Being*. Routledge Handbooks in Philosophy. London; New York: Routledge; 2015. p. 439-49.
- [912] Bradford G. Perfectionnisme. In: Fletcher G, editor. *The Routledge Handbook of Philosophy of Well-Being*. Routledge Handbooks in Philosophy. London; New York: Routledge; 2015. p. 124-34.
- [913] Parrott WG, editor. *The positive side of negative emotions*. New York; London: The Guilford Press; 2014.
- [914] Gregory A. Hedonism. In: Fletcher G, editor. *The Routledge handbook of philosophy of well-being*. Routledge Handbooks in Philosophy. London; New York: Routledge; 2015. p. 113-23.
- [915] Haybron DM. Two philosophical problems in the study of happiness. *Journal of Happiness Studies*. 2000;1(2):207-25. Available from: <https://doi.org/10.1023/A:1010075527517>.
- [916] Bentham J. *An Introduction to the Principles of Morals and Legislation*. London: H Burns and HLA Hart; 1781. Available from: <http://www.utilitarianism.com/jeremy-bentham/index.html>.
- [917] Kahneman D. Objective happiness. In: Kahneman D, Diener E, Schwartz N, editors. *Well-Being: The Foundations of Hedonic Psychology*. vol. 3. 1st ed. New York: Russell Sage Foundation; 1999. p. 3-25.
- [918] Besser-Jones L. The pursuit and nature of happiness. *Philosophical Topics*. 2013;41(1):103-21. Available from: <https://doi.org/10.5840/philtopics20134115>.
- [919] Kauppinen A. Meaning and happiness. *Philosophical Topics*. 2013;41(1):161-85. Available from: <https://doi.org/10.5840/philtopics20134118>.

- [920] Klausen SH. Happiness, dispositions and the self. *Journal of Happiness Studies*. 2016;17(3):995-1013. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10902-015-9628-6>.
- [921] Raibley JR. Happiness is not well-being. *Journal of Happiness Studies*. 2012;13(6):1105-29. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10902-011-9309-z>.
- [922] Rossi M. Happiness, pleasures, and emotions. *Philosophical Psychology*. 2018;31(6):898-919. Available from: <https://doi.org/10.1080/09515089.2018.1468023>.
- [923] Nozick R. *Anarchy, State, and Utopia*. New York: Basic Books; 1974.
- [924] Haybron DM. *Happiness: A Very Short Introduction*. vol. 360. Oxford University Press; 2013.
- [925] Weijers D. Nozick's experience machine is dead, long live the experience machine! *Philosophical Psychology*. 2014;27(4):513-35. Available from: <https://doi.org/10.1080/09515089.2012.757889>.
- [926] Rawls J. *A Theory of Justice: Original edition*. Cambridge; London: The Belknap Press of Harvard University Press; 1971.

Annexe A

Vieillesse en santé et bien-être

1. Introduction

Au-delà de ces liens avec la santé physique et mentale, les aptitudes fonctionnelles et l'état émotionnel peuvent être déterminants dans le bien-être des aînés. Dans cette section, j'examinerai cette considération par une discussion détaillée sur le bien-être en tant que concept théorique, et sur son utilisation dans la recherche empirique. Ensuite, j'aborde comment les aptitudes fonctionnelles et l'état émotionnel sont conceptuellement liés au bien-être.

2. Un ou plusieurs concepts de bien-être?

Par bien-être, j'entends sa définition philosophique, à savoir ce qui est bon pour quelqu'un. Le bien-être implique une forme d'évaluation, ou de jugement de valeur.¹⁰⁶ De manière générale, le bien-être est ce que nous privilégions lorsque nous agissons pour notre propre bien (c.-à-d., égoïstement) ou celui d'autrui (c.-à-d., de manière altruiste). Le bien-être se caractérise donc par sa relation avec le sujet, ce qui le distingue de ce qui est bon de façon impersonnel tel que les valeurs morales (voir Sumner [262] pour une discussion critique sur la relation entre le bien-être et le sujet).¹⁰⁷

Bien que la définition précédente soit relativement claire, elle n'apporte que peu d'éclairage sur la nature du bien-être. Quelles sont les raisons justifiant qu'une chose est bonne pour quelqu'un? Quelle est la portée de ce concept? Se limite-t'il à l'homme, ou peut-il s'appliquer à d'autres entités comme les animaux, la société ou l'environnement? Le bien-être est-il ancré dans la subjectivité ou s'agit-il d'une forme d'évaluation objective? Face aux limitations de la définition générale du bien-être, l'approche prédominante en philosophie

¹⁰⁶ On utilise également le terme « valeur prudentielle » pour définir ce concept.

¹⁰⁷ Certains se sont interrogés sur la pertinence même du bien-être en tant que concept distinct de ce qui est simplement bien [880, 881].

est de chercher à développer une théorie permettant au mieux de définir ce concept dans toutes ces nuances. Plusieurs théories ont été proposées pour définir la nature du bien-être, en l'identifiant, notamment, en termes de plaisir, de satisfaction des désirs, d'épanouissement ou d'éléments objectifs indépendants des préférences individuelles (p. ex., la réalisation de soi). Idéalement, une seule théorie permettrait d'expliquer, avec parcimonie, l'ensemble des conceptions intuitives du bien-être. Néanmoins, il n'existe pas à ce jour de tel consensus (voir Tiberius [882] et Alexandrova [883, Appendix 1] pour le résumé des théories modernes prédominantes, et Fletcher [884] pour une introduction sur la philosophie du bien-être).¹⁰⁸

Campbell [885] souligne que la difficulté de trouver une définition commune découle du fait que la discussion théorique sur le bien-être porte sur plusieurs sujets distincts. Velleman [886] et Kagan [887] ont, par exemple, différencié le bien être momentané de l'évaluation au long terme, avançant que le bien-être momentané se définit en termes subjectifs, tandis que l'évaluation à long terme de la vie d'une personne dépend plutôt d'un jugement global et objectif.¹⁰⁹ Discutant des limites d'un concept de bien-être, Keller [888] ajoute qu'« autour de la notion de bien-être, il existe plusieurs façons, interdépendantes, mais distinctes, d'évaluer une personne ou sa vie. Nous pouvons demander si elle est heureuse, si elle est satisfaite, si elle réussit, si elle s'épanouit, si elle jouit d'un niveau élevé de bien-être, si elle se porte bien, si elle se porte bien selon ses propres conditions, si elle est aisée, si elle mène une bonne vie ou si elle reçoit les choses qui lui sont utiles. Ce sont tous des concepts opaques, mais il est clair qu'ils n'équivalent pas tous à la même chose. » (p. 664). Il continue en disant que « [n]ous ne pouvons pas parler de manière productive du bien-être sans être plus prudents quant à l'objet de notre évaluation. » (p.666). Alexandrova [883] va plus loin en défendant qu'il existe une multitude de conceptions légitimes du bien-être qui dépendent du contexte dans lequel il est appliqué. Par exemple, le bien-être au travail pourra se conceptualiser selon le niveau de satisfaction professionnelle et des indicateurs psychologiques [889], tandis que dans le contexte du développement économique, l'accent sera mis sur des indicateurs économiques, les conditions de vie ou les capacités individuelles [256, 890]. Plusieurs conceptions du bien-être pourront également cohabiter au sein d'une même discipline. En psychologie seulement, Alexandrova [883] identifie trois concepts empiriques (c.-à-d., l'affect moyen, la satisfaction subjective et l'épanouissement) pouvant être mesurés

¹⁰⁸ Une seconde approche en philosophie est d'analyser le concept de bien-être dans le but d'obtenir une vision plus précise de sa nature. Un argument pour cette approche est que notre compréhension actuelle du bien-être est trop floue pour générer une théorie satisfaisante. Voir Campbell [885] pour un résumé de différentes approches analytiques.

¹⁰⁹ Cependant, Kagan [887] considère le premier comme étant une évaluation du bien-être et le second une évaluation de la qualité de vie. De ce fait, cet amalgame, proviendrait d'un manque de précision quant à l'utilisation des termes.

à partir de treize outils psychométriques. De ce fait, différents chercheurs vont revendiquer étudier le bien-être tout en mesurant des phénomènes sensiblement distincts.

Une autre complication est que certaines conceptions du bien-être utilisé en recherche empirique vont combiner différents points de vue théoriques. Par exemple, le bien-être subjectif, un concept de plus en plus utilisé en santé publique, comprend à la fois l'auto-évaluation d'une personne sur son état émotionnel et son niveau de satisfaction à l'égard de sa vie [857]. Les études utilisant ce concept vont souvent s'intéresser qu'à l'une de ces deux dimensions, s'appuyant sur des mesures distinctes, ce qui peut amener à la comparaison de résultats concernant de phénomènes différents puisque regroupés sous une même dénomination.¹¹⁰

Mitchell et Alexandrove [895] soutiennent que même si l'on arrive à une définition générale du bien-être, elle ne serait pas, à elle seule, suffisante pour guider la recherche et informer les politiques publiques. Idéalement, une théorie philosophique doit être parcimonieuse et généralisable à tous les cas de figure. En revanche, la recherche sur le bien-être s'intéresse à la manière dont certaines populations se portent plus ou moins bien, entre différents milieux de vie. Or les théories philosophiques vont rarement s'attarder aux populations spécifiques. Les cadres contextuels utilisés pour guider la recherche vont également nécessiter l'ajout de connaissances spécifiques, qui ne sont pas fournies par les théories philosophiques, et qui permettent une compréhension locale du bien-être. Alexandrova [883] ajoute que la science sur le bien-être a besoin de théories intermédiaires, soit des théories qui se situent entre les théories philosophiques (p. ex., l'hédonisme) et les concepts empiriques (p. ex., la balance émotionnelle). À titre d'exemple, les adolescents institutionnalisés et les aînés habitant dans la communauté sont deux populations pour lesquelles on peut élaborer des théories intermédiaires distinctes. Parallèlement à la recherche, le bien-être est une préoccupation croissante en politique. Les considérations locales devraient donc également inclure les aspects du bien-être qui peuvent être plus efficacement ciblés par des interventions.

Les constats précédents amènent à considérer qu'il existe plusieurs compréhensions du bien-être, autant dans la littérature philosophique que scientifique. Cette confusion épistémique

¹¹⁰ Un exemple s'observe dans les revues de littérature concernant l'effet potentiel du bien-être subjectif sur la santé [247, 240]. Dans Diener et al., on lit: « *Hubbard Goodwin, Llewellyn, Warmoth, and Lang (2014) found a strong negative correlation between frailty and SWB [subjectif well-being] in an elderly sample. Binder and Coad (2013) studied over 100,000 individuals in the British Household Panel Survey, and used propensity-matching to create "treatment" and "control" groups. In this study, decreases in health such as stroke and cancer predicted lower SWB* » [247, p.150]. En se référant aux deux articles cités, l'étude de Binder et Coad [891] mesure le niveau de satisfaction dans la vie tandis qu'Hubbard et al. [892] utilise une mesure multifactorielle combinant le contrôle, l'autonomie, la réalisation de soi et le plaisir (i.e. le CASP-19). Au-delà de la différence marquée entre les mesures, celle de Hubbard et al. [892] peut être considérée comme allant au-delà du concept de bien-être per se (voir Christman [893]) pour une discussion sur la valeur prudentielle de l'autonomie), et est présentée dans certaines études comme une mesure d'auto-évaluation de la qualité de vie, et non de bien-être [894].

crée plusieurs défis dans la recherche empirique, depuis la définition d'une mesure appropriée jusqu'à son intégration dans les modèles théoriques. Pour comprendre la relation entre le bien-être et le vieillissement en bonne santé, j'ai utilisé l'approche défendue par Mithchell et Alexandrova [895], soit le pluralisme méthodologique.

3. Le pluralisme méthodologique et la recherche sur le bien-être

Le pluralisme méthodologique¹¹¹ ne prend pas position sur la nature du bien-être, à savoir s'il peut être réduit à une propriété ou à un objet unique qui demeure constant dans tous les contextes (p. ex., le plaisir), ou s'il est légitime de considérer différentes conceptualisations de bien-être.¹¹² Au contraire, il stipule que la recherche empirique sur le bien-être implique une diversité de mesures, de méthodes et de modèles contribuant tous à la compréhension de ce phénomène. Ci-dessous sont présentés les principaux arguments en faveur de cette approche.

Certaines théories anciennes, par exemple l'hédonisme classique, sont relativement simples et donc faciles à mettre en pratique. Toutefois, ces théories ont largement été remise en question, laissant place à des théories de plus en plus complexes sur le bien-être. Le problème est que ces théories modernes sont difficiles, parfois même impossibles, à transposer empiriquement. Par exemple, le concept de satisfaction dans la vie connaît une popularité croissante dans les domaines de la santé, des sciences politiques et sociales. Ce concept est inclus dans plusieurs enquêtes nationales¹¹³ et internationales¹¹⁴, pour autant les mesures utilisées sont loin des standards théoriques les plus élevés. Par exemple, Sumner [262] a développé l'une des théories les plus élaborées du bien-être en termes de satisfaction. Cette satisfaction est à la fois un processus évaluatif et affectif, c'est-à-dire d'être satisfait de sa vie et se sentir bien à ce sujet. Sumner inclut également des critères d'authenticité et d'autonomie, c'est-à-dire que la personne doit être pleinement informée de sa situation de vie, et que ses valeurs, ses croyances et ses actions lui sont propres. La satisfaction dans la vie, telle qu'utilisée dans la recherche empirique, est donc loin de cette définition théorique.

Ensuite, ce que nous mesurons dans la recherche empirique est une multitude de phénomènes, tous reliés dans un réseau conceptuel complexe, et mélangeant potentiellement les

¹¹¹ Le terme méthodologique signifie ici qu'une définition du bien-être implique une certaine attente sur les méthodes employées. Par exemple, une définition hédoniste implique une mesure auto-rapporté d'état mentaux [895]. Dans un article précédent, Alexandrova [883] nommait cette approche « variantisme méthodologique ».

¹¹² Pour une discussion approfondie sur les perspectives monistes et pluralistes du bien-être, voir Lin [896], et Michell et Alexandrova [895]

¹¹³ Canada [31], Royaume-Uni [897], France [898]

¹¹⁴ Gallup World Woll [899], World Value Survey [900], Eurobarometer [901]

déterminants, les corrélats, les résultantes et le bien-être per se. Considérant qu'à ce jour une véritable définition du bien-être nous échappe, construire la connaissance sur un ensemble de perspectives épistémiques, dans une entreprise collective, permet d'être plus critique et objectif en minimisant les biais résultant des jugements de valeur des chercheurs [902]. De plus, ne considérer en recherche qu'une seule conception théorique (p. ex., la satisfaction dans la vie) reviendrait à surestimer notre compréhension actuelle de ce phénomène.

Enfin, bien qu'une conception unique du bien-être puisse être plus pratique pour la recherche, en permettant une standardisation dans son utilisation, le pluralisme méthodologique semble pouvoir contribuer davantage à l'étude de ce phénomène. En me basant sur cette approche épistémique, j'examinerai dans les prochaines sections comment deux aspects du vieillissement en bonne santé, soit les aptitudes fonctionnelles et l'état émotionnel, contribuent au bien-être des aînés.

4. Les aptitudes fonctionnelles et l'approche par les capacités

L'approche par les capacités est un cadre théorique développé par Amartya Sen [254, 255, 256] et approfondi par Martha Nussbaum [257, 258, 259] ainsi que plusieurs autres universitaires (voir Wells [260], Robeyns et Byskov [261] pour des revues de cette approche). Le point central de cadre théorique est la capacité¹¹⁵ des personnes à réaliser ce qu'elles estiment important dans leur vie. L'approche par les capacités est différentes problématiques, telles que la justice sociale et le niveau de vie¹¹⁶, et est utilisée entre autres comme théorie du bien-être.

L'approche par les capacités repose sur deux concepts fondamentaux : les *fonctionnements* et les *capacités*. Les fonctionnements forment la base de cette approche, ils représentent les activités et les états d'une personne (c.-à-d., faire et être), allant des manifestations simples (p. ex., se nourrir, être en santé) au plus complexes (p. ex., faire des activités de loisirs, se sentir respecté par sa communauté). Dérivant de ce concept, les capacités représentent différentes combinaisons de fonctionnements auxquels une personne a accès, et représentant leur liberté réelle de choisir la vie qu'ils veulent mener. Pour différencier les fonctionnements des capacités, Sen [256] utilise l'exemple de deux personnes, l'une affamée involontairement et une seconde pratiquant un jeûne alimentaire. Leur fonctionnement est similaire : le jeûne. Toutefois, la première situation est imposée tandis que la seconde est imposée – les deux personnes n'ont pas les mêmes capacités de s'alimenter. Une situation analogue

¹¹⁵ *Capability*

¹¹⁶ L'approche par capacité a été utilisée entre autres au développement de théorie de la justice appliquées aux question de santé [903, 904].

serait celle de deux personnes âgées, toutes deux effectuant peu de déplacements en dehors de leur domicile, mais la première préférant la solitude et ne sortant que pour des activités essentielles, tandis que la seconde souffre d'une perte de mobilité. Conceptualiser le bien-être en termes de capacité permet donc de se concentrer sur les aptitudes qu'ont les personnes de pouvoir réaliser ce qui a une importance pour leur bien-être.

La question qui se pose est de savoir comment identifier les fonctionnements ayant une valeur prudentielle. Sen [905] défend une position subjective, identifiant que ceux-ci doivent être définis par la personne pour lesquelles nous évaluons ces concepts. De ce fait, le bien-être doit demeurer relatif aux valeurs des personnes concernées. Les fonctionnements élémentaires, tels que se nourrir, se loger, être en santé ou en sécurité, sont les plus susceptibles d'être valorisés par tous et peuvent être considérés de facto comme important. Certaines seront plus complexes, mais toujours largement valorisées, comme être socialement intégré ou exempt de toute forme de discrimination, tandis que d'autres refléteront des priorités plus spécifiques de groupes particuliers. De ce fait, Sen préconise que l'identification des fonctionnements valables doit se faire dans un processus délibératif impliquant les populations concernées.¹¹⁷

Une force de cette définition est qu'elle est cohérente avec une perspective pluraliste en considérant la diversité des systèmes de valeurs. Cela permet également de définir le bien-être dans une relation privilégiée avec le sujet, considérée comme un critère essentiel au bien-être [882]. Ensuite, cette définition évite une posture paternaliste en ne supposant pas ce qui est bon pour les individus, mais en les laissant plutôt décider par eux-mêmes. Dans ce sens, Haybron et Tiberius [907] préconisent que le bien-être, lorsqu'il est considéré dans le cadre de politique publique, doit refléter les valeurs fondamentales des citoyens et leur succès dans la réalisation de celles-ci. Finalement, l'identification de capacités par un processus délibératif permet de ne pas fixer notre compréhension du bien-être, mais de lui permettre d'évoluer selon le changement des normes et des valeurs sociales [908].

Il y a toutefois des limites à cette définition du bien-être. Sumner [262] avance que l'approche par capacité, tel que défendu par Sen, ne concerne pas le bien-être dans son essence. Bien que certaines conditions fondamentales, telles qu'être bien nourri ou être en santé vont être intrinsèquement bénéfique, elles ne sont que des sources ou des conditions permettant le bien-être. La notion de valeur subjective, centrale à la définition de Sen, reste floue, ce qui amène aujourd'hui différentes interprétations [261]. Par conséquent, cela ne laisse que

¹¹⁷ Il convient de noter qu'il existe plusieurs autres méthodes, au-delà de la proposition de Sen, pour identifier des fonctionnements valables [906]. Parmi celles-ci, on peut citer la liste des capacités centrales de Nussbaum [258], basée sur ce que les gens considèrent comme faisant partie d'une vie humaine empreinte de dignité. Nous avons restreint notre discussion à l'approche de Sen puisqu'il tente explicitement de fournir une description détaillée du bien-être, et sa théorie est largement discutée dans la littérature philosophique.

peu d'indications sur les raisons pour lesquelles certains fonctionnements sont bons pour une personne. Selon Sumner, le bien-être d'une personne ne peut être réduit à une quelconque combinaison de fonctionnements, et qu'une telle proposition revient à « confondre une énumération de conditions intrinsèquement bénéfiques avec une théorie de ce que signifie le fait qu'une condition soit intrinsèquement bénéfique ; c'est prendre la source du bien-être pour sa nature » [262, p.64; traduction libre]. Indépendamment des fonctionnements, Sen estime que « l'élément central du bien-être est la capacité de réaliser des fonctionnements valables » [909, p. 200; traduction libre] et que « le fait de choisir peut-être en soi un élément important de la vie, et une vie remplie de véritable choix et d'options sérieuses peut être considérée [...] plus riche » [272, p. 41; traduction libre]. La liberté de choisir, inhérente au concept de capacité, aurait donc une valeur intrinsèque.¹¹⁸ Mais un problème se pose lorsque les gens font délibérément des choix qui leur nuisent, mais également lorsqu'on considère dans quelle mesure ils sont susceptibles de prendre de mauvaises décisions concernant leur bien-être. Cela souligne les limites de considérer exclusivement les valeurs personnelles, et qu'un certain paternalisme gouvernemental, sous la forme de politiques coercitives, peut promouvoir le bien-être tout en réduisant les capacités des citoyens (voir Conly [910, 911]).

Il existe de fortes similitudes entre la notion d'aptitudes fonctionnelles telle que définie par l'OMS, et la notion de capacités telles que définies par Sen [260]. L'OMS définit les aptitudes fonctionnelles comme les « attributs liés à la santé qui permettent aux individus d'être et de faire ce qu'ils jugent valorisant » [61, p.33]. Dans cette définition, on retrouve différentes notions qui renvoient à l'approche par les capacités. Premièrement, la notion d'être et de faire renvoie directement à la définition des fonctionnements en tant qu'activités et les états d'une personne. Ensuite, que les attributs permettent ces fonctionnements fait un parallèle avec la notion de capacité en tant qu'aptitude, ou de liberté, de choisir certains fonctionnements. Cette définition de l'OMS renvoie également à la conception subjective du bien-être tel que défendu par Sen, à savoir qu'il doit refléter les priorités des individus. Cette proximité conceptuelle suggère que l'approche par les capacités a influencé le cadre théorique sur le vieillissement en bonne santé développer par l'OMS.

L'approche par les capacités offre un cadre théorique utile pour comprendre le rôle des aptitudes fonctionnelles dans le bien-être des aînés. Que l'on considère les aptitudes fonctionnelles et les capacités comme ayant une valeur intrinsèque, ou comme des conditions

¹¹⁸ Voir Sen [909, p. 202] [256, p. 39-40] pour une présentation de cet argument et Nussbaum [258, Annexe B] pour un résumé de celui-ci.

fondamentales au bien- être¹¹⁹, ils sont dans tous les cas fortement liés à ce phénomène. Ces considérations prennent une importance plus grande lorsqu'on s'intéresse aux populations vieillissantes, considérant dans quelle mesure leur bien-être peut être affecté par une perte d'aptitudes fonctionnelles provoquée par le vieillissement biologique.¹²⁰

5. Émotions, plaisir et bonheur

Le lien le plus évident entre les émotions et le bien-être réside dans leur valence. D'un point de vue hédoniste, les émotions positives ont une valeur prudentielle en ce qu'elles sont plaisantes. Cet aspect de notre phénoménologie est l'un des plus anciens thèmes dans la discussion sur le bien-être, et offre une explication normative simple à la valeur de certaines émotions : elles sont bonnes parce qu'elles sont ressenties comme agréable. À l'inverse, on considère certaines émotions comme ayant une valeur négative, à ce qu'elles sont ressenties comme déplaisantes, voire souffrantes.

Lorsque l'on adopte une interprétation classique de l'hédonisme, une limite est que les émotions positives et négatives sont nécessairement et respectivement bonnes et mauvaises pour la personne. Cependant, les émotions négatives peuvent avoir des fonctions utiles dans certaines circonstances, et pourront augmenter le bien-être. Un exemple simple serait la peur adaptative qui, une fois exprimée, déclenche des comportements réflexes permettant à la personne de protéger son intégrité physique, voir sa survie. L'hédonisme n'est pas forcément incompatible avec ce scénario, certains vont concevoir qu'une personne puisse vivre des expériences désagréables pour augmenter, à long terme, son bien-être (voir Parrott [913] pour une collection d'essais sur les dimensions positives des émotions négatives, et Gregory [914] pour un résumé des théories hédonistes).

La relation entre les émotions et le bien-être peut également s'interpréter sous l'angle du bonheur, considéré ici dans sa définition psychologique – c'est-à-dire être heureux – et non son utilisation comme synonyme de bien-être – c'est-à-dire avoir une vie heureuse (voir

¹¹⁹ L'OMS semble considérer les aptitudes fonctionnelles comme instrumentales au bien-être en définissant le vieillissement en bonne santé « comme étant le processus de développement et de maintien des aptitudes fonctionnelles qui permet aux personnes âgées de jouir d'un état de bien-être », et le bien-être « dans le sens le plus large, et comprend des sentiments tels que le bonheur, la satisfaction et le sens de plénitude » [61, p. 33].

¹²⁰ Les fonctions humaines sont également centrales aux théories perfectionnistes du bien-être. L'idée générale est que le bien-être se définit en fonction de la nature humaine. Tiberius [882] illustre cette idée par l'analogie suivante – un bon couteau est un couteau qui coupe bien, et donc ce qui est bon pour ce dernier est de le garder affuté. De même, ce qui est bon pour l'être humain, c'est la capacité de bien fonctionner dans les domaines caractéristiques de notre nature humaine. Les concepts tels que l'épanouissement, ou la réalisation de soi, sont parfois utilisés pour décrire le bien-être dans cette littérature. Voir Bradford [912] pour un résumé des théories perfectionniste du bien-être, et Haybron [213], Sumner [262] et Fletcher [884] pour une critique de ces théories. Les arguments perfectionnistes sont parfois utilisés dans la discussion sur l'approche par les capacités [261].

Haybron [915] pour une discussion sur ces deux définitions). D'un point de vue hédoniste, le bonheur peut se définir par un équilibre positif entre le plaisir et le désagrément, calculer sur l'ensemble des expériences plaisantes et déplaisantes. Des exemples notoires de ce point de vue se trouvent dans le calcul utilitariste de Bentham [916], et plus récemment, dans le concept de bonheur objectif de Kahneman [917]. Cette conception présente plusieurs limites. Il est tout d'abord difficile de comparer des expériences radicalement différentes (par exemple, manger du fast-food, faire l'amour et lire un bon livre) sur une même échelle. Des paramètres tels que l'intensité et la durée peuvent être utilisés, mais il semble peu probable qu'ils permettent de saisir leurs différences phénoménologiques [265].¹²¹

Ensuite, il y a la question du seuil. Badhwar [858] donne l'exemple d'une personne de 24 ans qui aurait vécu 12 ans et 1 minute de bonheur, et étant malheureuse le reste du temps. En établissant un seuil de 50%, cette personne serait considérée comme heureuse puisque son ratio d'expérience positive dépasse légèrement celle d'expérience négative, bien qu'elle se trouve à seulement 2 minutes d'une vie malheureuse. Cette compréhension du bonheur semble contre-intuitive. Enfin, l'accumulation d'expériences épisodiques ne tient pas compte de l'état mental actuel d'une personne et de sa disposition à vivre dans le futur des moments agréables [213].¹²² Une autre perspective est de définir le bonheur comme un état émotionnel. S'appuyant sur des travaux en philosophie et en science des émotions, Haybron [213] a développé l'une des théories les plus élaborées du bonheur basé sur les émotions.¹²³ Il identifie trois dimensions. La première, l'*endossement*, représente les émotions ayant une valence positive (p. ex., la joie) et traduit, selon lui, la vision la plus courante du bonheur dans le monde occidental. La seconde illustre le niveau d'*engagement* qu'a une personne dans sa vie. Elle se traduit par l'excitation ou la vitalité qu'à une personne dans la poursuite de ses activités, et représente l'envers de la dépression.¹²⁴ La troisième, l'*attunement* comprend à la

¹²¹ En effet, tant sur le plan scientifique que philosophique, il semble que le plaisir émotionnel se distingue d'autres formes de plaisirs comme le plaisir sensoriel. Il semble peu probable que le plaisir de l'expérience émotionnelle puisse être réduit à des plaisirs sensoriels, comme manger des aliments sucrés, bien qu'ils puissent partager des caractéristiques communes. Haybron [213] fait cette distinction en défendant que les plaisirs sensoriels sont plus superficiels que les états émotionnels, les derniers ayant un impact plus profond sur notre état mental. Crisp [265] fait valoir que le point commun entre les différents types de plaisir est leur caractère plaisant, une propriété phénoménologique qui se distingue d'autres caractéristiques tel que l'intensité ou la durée du plaisir. Il décrit cette propriété comme une tonalité hédonique qui vient s'ajouter à l'expérience vécue, une terminologie reprise en recherche (e.g. [203]). La même analyse s'applique au désagrément, considérant les différences fondamentales entre les expériences, telles que la douleur physique et la souffrance de perdre un proche.

¹²² Crisp déclare même que « certains hédonistes ont peut-être rêvé [...] que l'on puisse inventer une sorte d'échelle objective pour mesurer le plaisir [...] d'une certaine expérience, indépendamment de la vision du sujet, [mais cela] n'est qu'un rêve » [265, p. 633].

¹²³ Pour d'autres exemples de théorie du bonheur basé sur l'état émotionnel, voir Besser-Jones [918], Kauppinen [919], Klausen [920], Raibley [921] et Rossi [922].

¹²⁴ Bien que cette dimension semble s'apparenter au concept d'excitabilité (i.e., arousal en anglais) largement utilisé en science des émotions (p. ex., [193]), l'endossement de Haybron se distingue de ce concept puisqu'il

fois la tranquillité intérieure, la balance, et la stabilité émotionnelle qu'à une personne face aux circonstances de sa vie. De ces dimensions, Haybron conceptualise le bonheur comme un état émotionnel général essentiellement positif – en termes d'endossement, d'engagement et d'attunement – avec quelques expériences émotionnelles négatives. Le bonheur n'est pas qu'une agrégation d'état émotionnelle, mais une forme d'affirmation psychique, qui influence la façon dont une personne répond à la vie et sa propension future à être heureuse. Contrairement à l'hédonisme qui attribue une valeur objective au plaisir, Haybron défend que le bonheur représente l'épanouissement émotionnel d'une personne, ce qui explique sa valeur prudentielle.

Plusieurs critiques ont cependant été formulées concernant cette définition du bien-être comme état mental (p. ex., plaisir, satisfaction des désirs, bonheur). Un problème majeur est que ces théories ne tiennent pas compte de l'importance d'éléments externes à l'expérience subjective, par exemple l'authenticité des expériences vécues ou la réalisation de soi.¹²⁵ Au-delà des éléments non subjectifs, il y a le problème des préférences adaptatives. Une personne, soumise à des conditions difficiles, peut maintenir un certain niveau de bonheur en modifiant ces attentes, ces désirs et ses aspirations. Sen souligne que « le problème est particulièrement aigu dans les contextes où les inégalités et les privations sont profondément enracinées. Une personne totalement démunie, menant une vie très réduite, peut sembler ne pas être mal en termes de mesure de désir et de réalisation de soi, si les difficultés sont acceptées avec résignation. Dans les situations de privation de longue durée, les victimes [vont] souvent faire de grands efforts pour prendre plaisir dans les petites attentions et réduire les désirs personnels au profit de désirs “réalistes” modestes » [272, p. 55]. Nussbaum souligne que les individus sont malléables et « adaptent leurs préférences à ce qu'ils pensent pouvoir réaliser, et en fonction de ce que la société leur affirme comme étant approprié pour eux » et que l'adaptation des préférences individuelles « valide le statu quo » en ce qui a trait aux inégalités des conditions de vie [271, p. 73]. Cela suggère que les mesures subjectives

représente, sommairement, la façon dont une personne est investie dans sa propre vie, et non seulement le degré d'excitation associé à des émotions prototypique (p.ex. l'excitation associée à un épisode de colère).

¹²⁵ Deux expériences de pensée sont largement citées pour défendre cet argument. La première, la machine expérimentale de Nozick [923], nous demande si nous choisirions de passer le reste de notre vie dans une simulation permettant de vivre un maximum d'expérience plaisante ou désirable versus vivre dans la réalité (Haybron [924] propose une modification où la simulation maximise le bonheur). Il semble contre-intuitif que les gens choisissent de vivre dans une telle simulation, une intuition qui est appuyée par des données empiriques [925]. En réponse à cette préoccupation, Haybron [213] ajoute un critère d'authenticité à sa définition du bien-être en se basant sur la théorie de Sumner [262]. Alternativement, Crisp [265] considère que la valeur que nous accordons à ces éléments externe (e.g., authenticité des expériences) provient d'un biais évolutif. Une deuxième intuition est basée sur ce que nous pourrions considérer comme une existence enviable. Rawls [926] donne l'exemple d'un brillant mathématicien qui trouve son bonheur en comptant des brins d'herbes toute la journée. Est-ce que compter l'herbe est vraiment ce qu'il y a de mieux pour lui ? Cela met en évidence que nous accordons une valeur au développement personnel et la réalisation de soi [924], du moins dans notre contexte occidental. Il considère cependant que cette vie a de la valeur si la décision découle d'un choix raisonné [258, Appendix B].

sont des indicateurs biaisés, car elles informent peu sur les inégalités sociales. Toutefois, l'adaptation peut également être vue comme un processus de résilience psychologique qui demeure essentiel au bien-être [273], processus d'autant plus important chez les aînés [274] et les mesures subjectives seront valides dans la mesure où elles sont utilisées pour comparer des individus sociologiquement semblables [263].

Compte tenu des différents problèmes théoriques, la plupart des philosophes excluent l'idée de définir le bien-être exclusivement en tant qu'états mentaux. Néanmoins, le bonheur est très probablement un élément important, voire fondamental, du bien-être. Sumner [262] défend que le bien-être relève d'une expérience subjective. Pour illustrer ce point, il montre qu'intuitivement nous considérerons qu'un animal aura un niveau de bien-être, mais pas une voiture, et que la différence réside dans la présence d'une expérience subjective. Ensuite, être malheureux semble peu compatible avec le bien-être [263]. Il est aussi largement admis que s'il y a bien une chose qu'une théorie du bien-être doit pouvoir expliquer, c'est l'importance du plaisir et de la souffrance, et les émotions en sont une source importante. Finalement, le bonheur ou des notions connexes telles que la joie et les états émotionnels positifs sont des composantes de nombreuses théories (p. ex., [267, 268, 269, 262, 270]), ce qui souligne une intuition partagée quant à leur importance pour le bien-être. En ce sens, une considération conjointe de l'état émotionnel et des aptitudes fonctionnelles permet une évaluation plus globale du bien-être chez les aînés.

Annexe B

Questionnaire VERITAS-Social

Préambule

Cette annexe présente le protocole suivi par les enquêteurs pour le questionnaire VERITAS-Social utilisé lors la partie canadienne de l'étude CURHA. Les prochaines pages font le sommaire de ces différentes étapes tel que verbalisé par les enquêteurs. L'ensemble du questionnaire VERITAS-Social utilisée dans l'étude CURHA (Canada) est présentée ici.

Présentation du questionnaire VERITAS par l'enquêteur

Introduction

Nous allons maintenant remplir un questionnaire qui porte sur les endroits où vous allez d'habitude pour faire certaines activités, comme par exemple où vous allez pour faire l'épicerie, pour pratiquer un sport ou un loisir, pour prendre une marche, etc. Je vais vous demander **où** vous faites ces activités, mais aussi **avec qui** vous les faites.

Pour nous aider à répondre à ces questions, nous allons utiliser une carte. Je vais m'occuper de manipuler la carte à l'écran. Lorsque je vous demanderai où vous pratiquez une activité, vous pourrez me donner le nom du lieu, ou l'adresse, ou encore le nom de la rue et de l'intersection la plus proche. Je chercherai le lieu sur la carte et nous le confirmerons ensemble. Ne vous inquiétez pas, ce sera très simple!

Une fois que nous aurons trouvé le lieu sur la carte, je vous demanderai si vous y allez d'habitude seul ou avec d'autres personnes. Si vous y allez d'habitude accompagner, je vous poserai quelques questions sur la ou les personne(s) qui vous accompagnent.

Exemple

Je vous montre ici à l'écran un exemple de question et de réponse :

[Présentation d'un écran « type » où apparaissent la question, la carte et l'icône d'un alter]

Vous voyez, par exemple ici on a demandé à un participant : 'Où faites-vous habituellement votre épicerie?'

Il nous a mentionné un IGA sur la rue Sherbrooke et ensuite il a répondu à quelques questions sur ce lieu, par exemple 'Comment vous-y rendez-vous?'

[Afficher la carte avec le marqueur sur la rue Sherbrooke]

Ce répondant nous a ensuite dit qu'il allait habituellement faire les courses avec sa conjointe.

[Afficher la partie réseau social avec l'icône de la conjointe présentant un check vert]

Valider avec le participant s'il est prêt pour commencer

Voilà, je vais donc vous demander où vous faites certaines activités, et nous allons remplir ensemble ce questionnaire. Est-ce que vous êtes prêt(e) à commencer?

Oui → D'accord, je vais commencer par vous poser quelques questions sur votre résidence et votre quartier.

Non, pas compris → Reprendre l'exemple.

PARTIE A. RÉSIDENCE PRINCIPALE ET QUARTIER RÉSIDENTIEL

1. Résidence principale

1.1. Alors, commençons par votre résidence : Quelle est votre adresse ? (votre lieu de résidence principale où vous habitez aujourd'hui).

No de rue : _____

Nom de rue : _____

Complément d'adresse : _____

Municipalité : _____

Code Postal : _____

2. Historique résidentiel

2.1. Pouvez-vous indiquer les adresses précédentes où vous avez habité depuis 2008?

3. Quartier perçu

3.1. Présenter une carte centrée sur le lieu de résidence. Vous reconnaissez ici votre lieu de résidence. Si on vous demandait de tracer les limites de votre quartier, que feriez-vous?

***Consignes à l'enquêteur:** Montrer la carte au participant, l'aider à délimiter son quartier et le tracer avec l'outil. Ne pas hésiter à lui indiquer quelques points de repère visibles sur la carte pour qu'il se repère facilement (parc, église, axe principal) avant qu'il ne trace son quartier. Cliquer pour indiquer les limites, double-cliquer pour fermer le polygone. Vous pouvez par la suite modifier la forme de la zone en déplaçant ses limites. Si le participant vous donne des noms de rue pour délimiter le quartier, trouvez-les sur la carte et demandez-lui la confirmation.*

4. Attachement au quartier

4.1. Sur une échelle de 1 à 6, où 1 signifie « pas du tout » et 6 signifie « beaucoup », à quel point êtes-vous attaché(e) à votre quartier?

1 2 3 4 5 6 Ne sait pas/pas de réponse

5. Répartition du temps dans/hors logement/quartier

5.1. Combien d'heures par jour passez-vous en moyenne en dehors de chez vous? (Répondre approximativement)

__ heures

5.2. Sur ce temps passé en dehors de chez vous, combien d'heures sont passées en dehors de votre quartier? (Répondre approximativement)

__ heures

Consigne pour l'enquêteur: Si la personne ne sort pas tous les jours, demander le nombre d'heures par semaine et faire une moyenne journalière pour les 7 jours

6. Zone d'insécurité

6.1. Est-ce qu'il y a une zone près de chez vous que vous évitez de fréquenter parce que vous ne vous y sentez pas en sécurité?

Non

Oui

6.2. Pouvez-vous m'indiquer les limites de cette zone que vous évitez de fréquenter? Si plusieurs zones évitées, tracer plusieurs zones.

Consigne à l'enquêteur: Montrer la carte au participant, l'aider à identifier les zones évitées et les tracer avec l'outil. Cliquer pour indiquer les limites, double-cliquer pour fermer le polygone. Vous pouvez par la suite modifier la forme de la zone en déplaçant ses limites. Si le participant vous donne des noms de rue pour délimiter le quartier, trouvez-les sur la carte et demandez-lui la confirmation.

7. Résidence autre

7.1. Y a-t-il d'autres adresses où vous passez la nuit au moins une fois par semaine? (le logement du conjoint, d'amis ou de membres de la famille, résidence secondaire, etc.)

| Réponse | Lieux (nom, adresse, intersection) | A quelle fréquence allez-vous à cet endroit? | Habituellement, vous y allez comment |
|--|------------------------------------|---|--|
| <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non | <hr/> <hr/> <hr/> | ___ fois par <input type="checkbox"/> Semaine <input type="checkbox"/> Mois <input type="checkbox"/> Année | <input type="checkbox"/> En voiture et c'est vous qui conduisez <input type="checkbox"/> En voiture et c'est quelqu'un d'autre qui conduit <input type="checkbox"/> A pied <input type="checkbox"/> À vélo <input type="checkbox"/> En autobus <input type="checkbox"/> En métro <input type="checkbox"/> En train <input type="checkbox"/> En taxi <input type="checkbox"/> En transport spécialisé <input type="checkbox"/> En transport offert ou organisé par votre résidence |

PARTIE B: TRAVAIL

8. Travail

8.1. Est-ce que vous travaillez?

Consigne à l'enquêteur: Réponse acceptée n'inclut pas le bénévolat pour lequel une question est posée plus tard. Réponse acceptée peut inclure en tant que salarié(e) ou non, à temps plein ou à temps partiel, pour une durée indéterminée ou de façon temporaire.

8.2. Où travaillez-vous? (Identifier le nom et l'adresse complète de ce lieu. Identifier sur la carte interactive la localisation de ce lieu.)

Consigne à l'enquêteur: Si un lieu de travail est identifié, recueillir les informations présentées à la fin du document. Pour chaque personne ou groupe de personnes identifié, recueillir les informations présentées à la fin du document

8.3. En moyenne, combien d'heures par semaine travaillez-vous ?

8.4. Quelle catégorie, parmi les suivantes, décrit le mieux l'intensité d'activité physique requise pour ce travail ?

- Majoritairement assis avec quelques mouvements des bras
- Assis ou debout avec un peu de marche
- Marche avec manipulation de matériaux pesant moins de 50 livres
- Marche et travail manuel requérant souvent la manipulation de matériaux de plus de 50 livres

PARTIC C: AUTRES LIEUX D'ACTIVITÉS

[Pour l'ensemble des prochaines activités, collecter la localisation géospatiale et les informations supplémentaires présentées à la fin de ce document]

[Si plusieurs lieux pour un même type d'activité (p.ex. plusieurs épiceries), commencer par celle où le participant se rend le plus souvent, etc. en décroissant]

9. Épicerie

- 9.1. Faites-vous au moins une fois par mois des courses dans une épicerie?
- 9.2. Pouvez-vous localiser ces épiceries? Vous pouvez nommer jusqu'à 3 lieux.
- 9.3. Faites-vous l'épicerie ailleurs?

10. Marché public

- 10.1 Allez-vous au moins une fois par mois dans un marché public?
- 10.2 Où se trouve ce marché public? Vous pouvez nommer jusqu'à 3 lieux.
- 10.3 Est-ce qu'il y en a d'autres?

11. Boulangerie

- 11.1 Allez-vous au moins une fois par mois dans une boulangerie?
- 11.2 Où se trouve cette boulangerie? Vous pouvez nommer jusqu'à 3 lieux.
- 11.3 Est-ce qu'il y en a d'autres?

12. Fruiterie

- 12.1 Vous rendez-vous au moins une fois par mois dans une fruiterie?
- 12.2 Où se trouve cette fruiterie? Vous pouvez nommer jusqu'à 3 lieux.
- 12.3 Est-ce qu'il y en a d'autres?

13. Magasin alimentaire spécialisé

- 13.1 Vous rendez-vous au moins une fois par mois dans un magasin alimentaire spécialisé? *(par exemple fromagerie, poissonnerie, boucherie, magasin d'aliments naturels?)*
- 13.2 Pouvez-vous me dire où se trouve ce magasin spécialisé? Vous pouvez nommer jusqu'à 3 lieux.
- 13.3 Est-ce qu'il y en a d'autres?

14. Dépanneur

- 14.1 Allez-vous au dépanneur au moins une fois par mois?
- 14.2 Où se trouve ce dépanneur? Vous pouvez nommer jusqu'à 3 lieux.
- 14.3 Allez-vous à d'autres dépanneurs que celui-ci au moins une fois par mois?

15. Magasinage

- 15.1 Vous rendez-vous au moins une fois par mois dans un centre d'achat ou une rue commerciale ?
- 15.2 Pouvez-vous me dire où se trouve ce centre d'achat ou cette rue commerciale ? Vous pouvez nommer jusqu'à 3 lieux.
- 15.3 Est-ce qu'il y en a d'autres ?

16. Banque

- 16.1 Où se trouve la banque où vous allez le plus souvent? Vous pouvez nommer jusqu'à 3 lieux.
- 16.2 Y en a-t-il d'autres?

17. Guichet automatique

- 17.1 Pouvez-vous localiser le guichet automatique où vous allez le plus souvent? Vous pouvez nommer jusqu'à 3 lieux.
- 17.2 Y en a-t-il d'autres?

18. Coiffeur/barbier

- 18.1 Où se trouve le coiffeur ou le barbier où vous allez le plus souvent ? Vous pouvez nommer jusqu'à 3 lieux.
- 18.2 Y en a-t-il d'autres?

19. Médecin de famille

- 19.1 Avez-vous un médecin de famille?
- 19.2 Où allez-vous pour consulter votre médecin de famille? Vous pouvez nommer jusqu'à 3 lieux. (**Consigne:** À noter qu'il se peut que le médecin spécialiste fasse des visites à domicile. Dans ce cas, choisir le lieu de résidence.)
- 19.3 Y a-t-il d'autres endroits où vous allez pour consulter votre médecin de famille?

20. Médecin spécialiste

20.1 Consultez-vous un ou des médecin(s) spécialiste(s)?

20.2 Où allez-vous pour consulter votre médecin spécialiste? Vous pouvez nommer jusqu'à 3 lieux. (*Consigne : À noter qu'il se peut que le médecin spécialiste fasse des visites à domicile. Dans ce cas, choisir le lieu de résidence.*)

20.3 Y a-t-il d'autres endroits où vous allez pour consulter un médecin spécialiste?

21. Pharmacie

21.1 Où se trouve la pharmacie où vous allez le plus souvent? Vous pouvez nommer jusqu'à 3 lieux.

21.2 Y en a-t-il d'autres?

22. Autres lieux de soins de santé

22.1 Y a-t-il d'autres lieux de soins de santé où vous allez régulièrement et que nous n'avons pas encore nommés ? (par exemple le dentiste, le massothérapeute, le chiropraticien, etc.)

22.2 Où se trouvent ces lieux? Vous pouvez nommer jusqu'à 3 lieux.

22.3 Y en a-t-il d'autres que celui-ci?

23. Transport

23.1 Utilisez-vous les transports en commun à partir de chez vous?

23.2 Où se trouvent les stations de métro ou de train ou les arrêts d'autobus que vous utilisez à partir de chez vous? Vous pouvez nommer jusqu'à 3 lieux.

23.3 Y en a-t-il d'autres?

24. Activités sportives

24.1 Pratiquez-vous une activité sportive au moins une fois par mois?

24.2 Pouvez-vous localiser le lieu où vous pratiquez cette activité sportive? Vous pouvez nommer jusqu'à 3 lieux. Si plusieurs activités sportives au même lieu, documenter toutes les activités qui ont lieu au même lieu.

24.3 Faites-vous des activités sportives ailleurs?

25. Activités culturelles ou de loisirs

25.1 Pratiquez-vous une activité culturelle ou de loisirs au moins une fois par mois? (*par exemple cours de chant ou de dessin, groupe de musique ou de lecture, atelier d'artistes, billard ou quilles, etc.*)

25.2 Où pratiquez-vous cette activité? Vous pouvez nommer jusqu'à 3 lieux.

25.3 Faites-vous ce genre d'activités ailleurs?

26. Bénévolat

26.1 Faites-vous du bénévolat au moins une fois par mois?

26.2 Où faites-vous du bénévolat? Vous pouvez nommer jusqu'à 3 lieux.

26.3 En moyenne, combien d'heures par semaine travaillez-vous bénévolement ?

__ heures

26.4 Quelle catégorie, parmi les suivantes, décrit le mieux l'intensité d'activité physique requise pour ce travail ?

Majoritairement assis avec quelques mouvements des bras

Assis ou debout avec un peu de marche

Marche avec manipulation de matériaux pesant moins de 50 livres

Marche et travail manuel requérant souvent la manipulation de matériaux de plus de 50 livres

27. Activités associatives/religieuses/spirituelles

27.1 Pratiquez-vous une activité associative, religieuse ou spirituelle au moins une fois par mois?

27.2 Où pratiquez-vous cette activité? Vous pouvez nommer jusqu'à 3 lieux.

27.3 Faites-vous ce type d'activités ailleurs?

28. Cimetière

28.1 Vous rendez-vous au cimetière au moins une fois par mois?

28.2 Où se trouve le cimetière où vous allez? Vous pouvez nommer jusqu'à 3 lieux.

28.3 Y en a-t-il d'autres?

29. Visite à des personnes

29.1 Est-ce que vous visitez des gens chez eux au moins une fois par mois?

29.2 Où habitent ces personnes que vous visitez? Vous pouvez entrer autant de personnes que vous désirez

29.3 Visitez-vous d'autres personnes chez elles au moins une fois par mois?

30. Restaurant/café/bar

- 30.1 Allez-vous au restaurant, dans un café ou un bar au moins une fois par mois?
- 30.2 Où se trouve ce restaurant/café/bar? Vous pouvez nommer jusqu'à 3 lieux.
- 30.3 Y en a-t-il d'autres?

31. Parcours de promenade

- 31.1 Prenez-vous régulièrement une marche?
- 31.2 Pouvez-vous me montrer où vous allez d'habitude? Vous pouvez documenter jusqu'à 3 lieux ou parcours de promenade.
- 31.3 Y a-t-il d'autres endroits où vous allez pour vous promener?

32. Activités de raccompagnement

- 32.1 Y a-t-il d'autres destinations où vous accompagnez des personnes au moins une fois par mois?
- 32.2 Où se trouvent ces lieux de raccompagnement? Vous pouvez nommer jusqu'à 3 lieux
- 32.3 Y en a-t-il d'autres?

33. Autres lieux d'activité

- 33.1 Y a-t-il d'autres lieux que nous n'avons pas nommé(s) où vous allez au moins une fois par mois? (*par exemple, un centre d'achat, un centre communautaire, un cinéma, une salle de spectacles, un parc*)
- 33.2 Pouvez-vous localiser ce lieu? Vous pouvez nommer jusqu'à 3 lieux.
- 33.3 Y en a-t-il d'autres?

34. Visite de personnes

- 34.1 Est-ce que des gens vous rendent visite chez vous au moins une fois par mois? Vous pouvez nommer autant de personnes que vous le souhaitez.
- 34.2 Qui? ()Documenter les personnes)
- 34.3 Y en a-t-il d'autres?

PARTIE D. INFORMATION SUR LES RELATIONS SOCIALES

Voilà, nous avons presque fini avec ce questionnaire. Nous avons documenté tous vos lieux d'activité sur la carte. Il me reste à vous poser quelques questions sur les gens que vous connaissez.

1.1 Parmi vos personnes, quelles sont celles avec qui vous discutez de choses importantes?
(*Lister les personnes*)

1.2 Y'a-t-il d'autres personnes (non présentés à l'écran) avec qui vous discutez de choses importantes.

Non

Oui (créer une nouvelle personne)

2.1. Parmi ces personnes, quelles sont celles avec qui vous passez du bont temps? (Lister les personnes)

2.2 Y'a-t-il d'autres personnes (non présentés à l'écran) avec qui vous passez du bon temps?

Non

Oui (créer une nouvelle personne)

3.1 Parmi ces personnes, quelles sont celles que vous rencontrez souvent, mais qui ne sont pas nécessairement des personnes de qui vous vous sentez proche? (Lister les personnes)

3.2 Y'a-t-il d'autres personnes que vous rencontrez souvent, mais qui ne sont pas nécessairement des personnes de qui vous vous sentez proche?

Non

Oui (créer une nouvelle personne)

4.1 Parmi ces personnes, qui connaît qui? Dans le cas d'un groupe, demandes : « Parmi ces personnes, lesquelles font partie de ce groupe? » Identifier les personnes et dessiner les liens entre elle. Vous pouvez partir du modèle ci-dessous



[name]



[name]



[name]



[name]



[name]



[name]

INFORMATIONS SUPPLÉMENTAIRES SUR LES LIEUX D'ACTIVITÉS, LES INDIVIDUS ET LES GROUPES

[Fiche de lieu (à utiliser à chaque fois qu'un répondant donne le nom d'un lieu, à l'exception des lieux de résidences)]

| Réponse | Lieux (nom, adresse, intersection) | A quelle fréquence allez-vous à cet endroit? | Habituellement, vous y allez comment |
|--|------------------------------------|--|--|
| <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non | _____ _____ _____ | ____ fois par <input type="checkbox"/> Semaine <input type="checkbox"/> Mois <input type="checkbox"/> Année | <input type="checkbox"/> En voiture et c'est vous qui conduisez <input type="checkbox"/> En voiture et c'est quelqu'un d'autre qui conduit <input type="checkbox"/> A pied <input type="checkbox"/> À vélo <input type="checkbox"/> En autobus <input type="checkbox"/> En métro <input type="checkbox"/> En train <input type="checkbox"/> En taxi <input type="checkbox"/> En transport spécialisé <input type="checkbox"/> En transport offert ou organisé par votre résidence |
| D'habitude, faites-vous cette activité seule ou avec d'autres personnes? | | Habituellement, avec qui faites-vous cette activité? | |
| <input type="checkbox"/> Seule <input type="checkbox"/> Avec d'autres personnes | | <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ | |

[Fiches d'individus (à utiliser à chaque fois qu'un répondant donne le nom d'un nouvel individu)]

| | | |
|---|---|---|
| Prénom et nom de la personne: _____ | | |
| Est-il...? | Age | Depuis combien de temps vous connaissez-vous? |
| <input type="checkbox"/> Votre conjoint <input type="checkbox"/> Un enfant <input type="checkbox"/> A pied <input type="checkbox"/> Un autre membre de votre famille <input type="checkbox"/> Un(e) ami(e) <input type="checkbox"/> Une connaissance <input type="checkbox"/> Un(e) collègue <input type="checkbox"/> Une autre personne | ____ ans | <input type="checkbox"/> Semaine <input type="checkbox"/> Mois <input type="checkbox"/> Année |
| A quelle fréquence est-ce que vous vous voyez ? | D'habitude, quand vous vous parlez, est-ce que c'est : | Habite-t-il/elle dans quartier? |
| <input type="checkbox"/> Tous les jours <input type="checkbox"/> Toutes les semaines <input type="checkbox"/> Tous les mois <input type="checkbox"/> Quelques fois par an | <input type="checkbox"/> En personne <input type="checkbox"/> Au téléphone <input type="checkbox"/> Par internet <input type="checkbox"/> Autre: _____ | <input type="checkbox"/> Dans mon bâtiment/immeuble <input type="checkbox"/> Dans mon quartier <input type="checkbox"/> À l'extérieur du quartier <input type="checkbox"/> Ne sait pas |

[Fiches d'individus (à utiliser à chaque fois qu'un répondant donne le nom d'un nouvel individu)]

| | | |
|--|---|---|
| Nom du groupe: _____ | | |
| Combien de personnes font partie de ce groupe ? | Ce groupe est composé de | Depuis combien de temps fréquentez-vous ce groupe? |
| ___ personnes | <input type="checkbox"/> Membres de votre famille <input type="checkbox"/> D'amis.es <input type="checkbox"/> De connaissances <input type="checkbox"/> De collègues | <input type="checkbox"/> Semaine <input type="checkbox"/> Mois <input type="checkbox"/> Année |
| A quelle fréquence est-ce que vous vous voyez ? | Y-a-t-il des gens dans votre réseau personnel qui font aussi partie de ce groupe? | |
| <input type="checkbox"/> Tous les jours <input type="checkbox"/> Toutes les semaines <input type="checkbox"/> Tous les mois <input type="checkbox"/> Quelques fois par an | <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non | _____ _____ _____ |

Annexe C

PF-10 ET MHI-5

MHI-5

Français

Les questions suivantes portent sur les quatre dernières semaines. Pour chacune des questions suivantes, donnez la réponse qui s'approche le plus de la façon dont vous vous êtes senti(e)
Au cours des quatre dernières semaines, combien de fois :

| | Tout le temps | Très souvent | Assez souvent | Parfois | Peu souvent | Jamais |
|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Avez-vous été très nerveux(se)? | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 1 |
| Vous êtes-vous senti(e) si déprimé(e) que rien ne pouvait vous remonter le moral? | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 1 |
| Vous êtes-vous senti(e) calme et serein(e)? | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 1 |
| Vous êtes-vous senti(e) triste et démoralisé(e)? | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 1 |
| Vous êtes-vous senti(e) heureux(se)? | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 1 |

English

The following questions address your feelings during the past four weeks. For each question, please give one answer that best represents the way you have been feeling. How much of the time during the past four weeks:

| | All of the time | Most of the time | Often | Some of the time | Not often | Never |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Have you been very nervous? | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 1 |
| Have you felt so depressed that nothing could cheer you up? | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 1 |
| Have you felt calm and peaceful? | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 1 |
| Have you felt downhearted and blue? | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 1 |
| Have you felt happy? | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 1 |

PF-10

Français

Les questions suivantes portent sur les activités que vous pourriez avoir à faire au cours d'une journée normale. Votre état de santé actuel vous limite-t-il dans ces activités? Si oui, dans quelle mesure?

| | Oui, mon état de santé me limite beaucoup | Oui, mon état de santé me limite un peu | Non, mon état de santé ne me limite pas du tout |
|--|---|---|---|
| Dans les activités intenses exigeant un effort physique important comme courir, soulever des objets lourds, pratiquer des sports violents? | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| Dans les activités modérées comme déplacer une table, passer l'aspirateur, jouer aux quilles ou au golf? | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| Pour soulever ou transporter des sacs d'épicerie? | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| Pour monter plusieurs étages à pied? | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| Pour monter un seul étage à pied? | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| Pour vous pencher, vous mettre à genoux ou vous accroupir? | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| Pour faire plus d'un kilomètre à pied? | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| Pour faire plus de deux cents mètres à pied? | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| Pour faire cent mètres à pied? | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| Pour prendre un bain ou vous habiller? | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |

English

The following items are about activities you might do during a typical day. Does your current state of health limit your ability to do these activities? Is so, how much?

| | Yes, my state of health limits me a lot | Yes, my state of health limits me a little | No, my state of health does not limite me at all |
|--|---|--|--|
| Engage in vigorous activities, such as running, lifting heavy objects, participating in strenuous sports? | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| Engage in moderate activities, such as moving a table, pushing a vacuum cleaner, bowling, or playing golf? | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| Lift or carry groceries? | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| Climb several flights of stairs? | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| Climb one flight of stairs? | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| Bend, kneel, or stoop? | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| Walk more than a kilometer ? | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| Walk more than two hundred meters ? | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| Walk one hundred meters ? | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| Bathe or dress yourself? | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |

Annexe D

Formulaire de consentement



CONTRASTING URBAN
CONTEXTS IN HEALTHY
AGING

APPROUVÉ – CÉR CHUM

DATE : 2 juillet 2017
INITIALES : MJB



FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT

Titre du projet de recherche

Comprendre l'influence des environnements urbains sur le vieillissement en santé

Responsable

D^r Yan Kestens, Ph.D. (CRCHUM)

Co-chercheurs principaux

D^r Basile Chaix, Ph.D. (Université Pierre et Marie Curie – INSERM - France)

D^r Philippe Gerber, Ph.D. (CEPS/INSTEAD – Luxembourg)

Co-chercheurs québécois

D^{re} Hélène Payette, Ph.D. (Université de Sherbrooke)

D^{re} Lise Gauvin, Ph.D. (Université de Montréal - CRCHUM)

D^{re} Lucie Richard, Ph.D. (Université de Montréal - IRSPUM)

D^r Sébastien Lord, Ph.D. (Université de Montréal)

Organismes subventionnaires

Fonds de Recherche en Santé du Québec et
les Instituts de Recherche en Santé du Canada

No. Projet CHUM

13.073

Version : 4 août 2017
Page 1 de 7

1. PRÉAMBULE

Nous sollicitons votre participation à ce projet de recherche parce que vous êtes âgé(e) de 55 à 70 ans et que vous habitez dans la région de Montréal ou Laval. Avant d'accepter de participer à ce projet et de signer ce formulaire d'information et de consentement, veuillez prendre le temps de lire, de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent.

Ce formulaire peut contenir des mots que vous ne comprenez pas. Nous vous invitons à poser toutes les questions que vous jugerez utiles à l'enquêteur, au chercheur responsable du projet ou aux autres membres du personnel affecté au projet. N'hésitez pas à leur demander de vous expliquer tout mot ou renseignement qui n'est pas clair.

2. NATURE ET OBJECTIFS DU PROJET DE RECHERCHE

L'étude CURHA a pour but de **comprendre comment l'environnement urbain influence le vieillissement en santé**. Dans les pays industrialisés, les populations vieillissent et la proportion d'individus vivant dans les centres urbains est en augmentation. Il s'avère primordial de mieux comprendre comment la ville influence la santé et qu'est-ce qui contribue à la promotion et au maintien de la santé chez les aînés. À ce jour, peu d'études portant sur la santé des aînés ont considéré la mobilité quotidienne et c'est en quoi l'étude CURHA se distingue. De plus, elle se déroule dans trois pays (Canada, France, Luxembourg) ce qui permettra de comparer trois environnements contrastants.

Au Canada, 400 personnes de plus de 65 ans seront recrutées dans les régions de Montréal, Laval et Sherbrooke. Quatre-cent autres personnes seront recrutées en France et au Luxembourg pour un total de 1200 participants dans les trois pays.

3. DÉROULEMENT DU PROJET DE RECHERCHE

Si vous acceptez de participer à cette étude, **un enquêteur se rendra à votre domicile au moment qui vous convient**. Il complètera avec vous un questionnaire concernant votre santé, vos habitudes de vie, votre activité physique, ainsi que votre environnement social et urbain. Vous remplirez également, ensemble, un questionnaire interactif sur les lieux où vous faites des activités comme les courses ou les loisirs et sur les membres de votre entourage. **La complétion des questionnaires devrait prendre 1h30**.

Finalement, vous serez invité(e) à prendre part à une deuxième phase de l'étude. Pour cette deuxième phase, 10 personnes seront recrutées pour prendre part à des entretiens de type semi-dirigé d'environ 45 minutes, suivie d'une courte sortie. Le moment et le lieu de la rencontre seront à votre convenance. Si vous êtes sélectionné, on vous invitera à discuter de ce que signifient, pour vous, vos déplacements quotidiens. Nous sommes intéressés à savoir, entres autres, ce que vous pensez de l'aménagement de votre quartier et ce qui facilite ou non vos déplacements.

4. CONFIDENTIALITÉ

Durant votre participation à ce projet, le chercheur responsable ainsi que son personnel recueilleront et consigneront dans un dossier de recherche les renseignements vous concernant. Seuls les renseignements nécessaires pour répondre aux objectifs scientifiques de ce projet seront recueillis.

Tous les renseignements recueillis demeureront strictement confidentiels dans les limites prévues par la loi. Afin de préserver votre identité et la confidentialité des renseignements, vos données seront conservées dans une banque de données centrale (la **banque de données CURHA**) située au **Centre de Recherche du Centre Hospitalier de l'Université de Montréal**. Votre nom sera remplacé par un code (numéro d'identification unique). L'accès à la banque de données CURHA sera sécurisé et restreint à des personnes autorisées par les chercheurs et médecins de l'équipe de recherche CURHA. Cette utilisation sera autorisée uniquement pour les chercheurs dont le projet de recherche aura été approuvé par les comités d'éthique de la recherche de leurs institutions d'attache et par le comité directeur de CURHA composé de Yan Kestens et des co-chercheurs.

Dans l'éventualité où les données vous concernant devaient être transmises à un chercheur à l'extérieur de l'institution qui abrite la banque de données, seul le matériel nécessaire et les informations requises pour la réalisation de la recherche seront transmis.

Les données vous concernant seront conservées dans la banque de données - CURHA aussi longtemps que le comité directeur de CURHA, avec approbation des comités d'éthique de la recherche du Centre de recherche du Centre hospitalier de l'Université de Montréal, jugeront que leur intérêt scientifique justifie leur conservation. Lorsque le comité directeur de CURHA décidera de ne plus conserver vos données, elles seront effacées de la banque de données CURHA.

A des fins de surveillance et de contrôle, votre dossier de recherche pourrait être consulté par une personne mandatée par le comité d'éthique de la recherche du CRCHUM ou par l'établissement, par une personne mandatée par des organismes publics autorisés, ainsi que par des représentants des organismes subventionnaires. Toutes ces personnes et organismes adhèrent à une politique de confidentialité stricte.

À des fins de protection, notamment afin de pouvoir communiquer avec vous rapidement, vos noms et prénoms, vos coordonnées et la date de début et de fin de votre participation au projet seront conservés pendant un an après la fin du projet dans un répertoire distinct maintenu par le chercheur responsable ou par l'établissement.

Les résultats de recherche pourront être publiés dans des revues spécialisées ou faire l'objet de discussions scientifiques. **Il ne sera en aucun moment possible de vous identifier.**

Vous avez le droit de consulter votre dossier de recherche pour vérifier les renseignements recueillis, et les faire rectifier au besoin, et ce, aussi longtemps que le chercheur responsable du projet ou l'établissement détient ces informations.

Version : 4 août 2017

Page 3 de 7

Il se peut aussi que vous soyez appelé(e) en cours d'étude pour participer à une étude complémentaire. Dans cette éventualité, vous autorisez les personnes responsables de ce projet à vous recontacter et à vous demander si vous seriez intéressé(e) à continuer de participer à ces études.

5. AVANTAGES

Vous ne retirerez aucun bénéfice personnel de votre participation à ce projet de recherche. **Toutefois, les résultats obtenus contribueront à l'avancement des connaissances de la compréhension des phénomènes du vieillissement.**

6. RISQUE ET INCONVÉNIENT

Les inconvénients directs qui peuvent découler de votre participation sont le temps consacré à l'entrevue et le rappel journalier des lieux visités. De plus, un léger inconfort peut provenir du multi capteur porté pendant la période de 8 jours. **Vous devez vous sentir à l'aise d'accepter que vos déplacements soient enregistrés par des tiers.**

7. PARTICIPATION VOLONTAIRE ET POSSIBILITÉ DE RETRAIT

Votre participation à ce projet de recherche est volontaire. Vous êtes donc libre de refuser d'y participer. **Vous pouvez également vous retirer de ce projet à n'importe quel moment, sans avoir à donner de raisons, en faisant connaître votre décision au chercheur responsable du projet ou à l'un des membres du personnel affecté au projet. Votre décision de vous retirer de ce projet de recherche n'aura aucune conséquence sur votre relation avec le chercheur responsable du projet et les autres intervenants.**

Le projet peut être interrompu en tout temps par les chercheurs, advenant par exemple des problèmes éthiques ou l'établissement de nouveaux critères de sélection.

En cas de retrait de votre part, les documents numériques et les informations géographiques qui vous concernent pourront être détruits à votre demande. Sinon, les données qui vous concernent seront traitées de la même façon que celles des participants restant dans l'étude.

8. POSSIBILITÉ DE COMMERCIALISATION

Votre participation au projet de recherche pourrait mener à la création de produits commerciaux. Cependant, vous ne pourrez en retirer aucun avantage financier.

9. FINANCEMENT DU PROJET DE RECHERCHE

Le chercheur responsable du projet a reçu un financement conjoint des Fonds de Recherche en Santé du Québec et des Instituts de Recherche en Santé du Canada pour mener à bien ce projet de recherche.

10. INDEMNISATION EN CAS DE PRÉJUDICE ET DROITS DU PARTICIPANT À LA RECHERCHE

En acceptant de participer à cette étude, vous ne renoncez à aucun de vos droits ni ne libérez les chercheurs, les organismes subventionnaires ou l'établissement de leurs responsabilités légales et professionnelles.

11. COMPENSATION MONÉTAIRE

Vous ne recevrez aucune compensation monétaire pour votre participation à ce projet de recherche.

12. DÉCOUVERTE FORTUITE

Si l'un des tests auxquels vous serez soumis(e) révèle une anomalie qui mérite un suivi médical, le chercheur responsable communiquera avec vous pour vous informer des résultats et recommander de vous adresser à votre médecin traitant.

13. PERSONNES RESSOURCES

Si vous avez des questions concernant le projet de recherche ou si vous éprouvez un problème que vous croyez être relié à votre participation, vous pouvez communiquer avec le coordonnateur du projet au numéro suivant: 514-343-6111, poste 4344 ou par courriel : michel.despres@umontreal.ca.

Pour toute question concernant vos droits en tant que participant à cette étude ou si vous avez des plaintes ou des commentaires à formuler vous pouvez communiquer avec le commissaire local aux plaintes et à la qualité des services de l'Hôpital Hôtel Dieu du CHUM au 514-890-8000, poste 12761.

14. SURVEILLANCE DES ASPECTS ÉTHIQUES DU PROJET DE RECHERCHE

Le comité d'éthique de la recherche du **Centre Hospitalier de l'Université de Montréal** a approuvé ce projet de recherche et en assure le suivi. De plus, il approuvera au préalable toute révision ou modification apportée au formulaire d'information et de consentement et au protocole de recherche.

15. CONSENTEMENT

Avant de signer et dater le présent formulaire de consentement, j'ai reçu des explications complètes sur le projet de recherche et les méthodes utilisées ainsi que sur les désagréments, les risques et les effets indésirables qui pourraient y être associés.

J'ai lu et j'ai eu suffisamment de temps pour comprendre pleinement les renseignements présentés ci-dessus concernant cette étude. J'ai eu l'occasion de poser toutes mes questions et on y a répondu à ma satisfaction. Je suis libre de poser d'autres questions à n'importe quel moment. J'accepte de plein gré de signer ce formulaire de consentement. Je recevrai un exemplaire de ce formulaire après l'avoir signé et daté. En apposant ma signature sur ce formulaire, je ne renonce cependant à aucun de mes droits légaux ni ne libère le chercheur et l'hôpital de leur responsabilité civile et professionnelle. Je consens à la mise en banque de mes données codées.

Oui Non

J'autorise également les chercheurs responsables de ce projet à me recontacter pour me demander si je suis intéressé(e) à participer à des projets de recherche subséquents de même nature, conditionnellement à leur approbation éthique et dans le respect des mêmes principes de confidentialité et de protection des informations.

Oui Non

(NOM EN LETTRES MOULÉES) (SIGNATURE) (DATE)

16. SIGNATURE DE LA PERSONNE QUI A OBTENU LE CONSENTEMENT SI DIFFÉRENTE DU CHERCHEUR RESPONSABLE DU PROJET DE RECHERCHE

J'ai expliqué au participant à la recherche les termes du présent formulaire d'information et de consentement et j'ai répondu aux questions qu'il m'a posées.

(NOM et SIGNATURE)

Fait à _____, le _____ 20__

Version : 4 août 2017

Page 6 de 7

17. SIGNATURE ET ENGAGEMENT DU CHERCHEUR

Je certifie qu'on a expliqué au participant à la recherche les termes du présent formulaire d'information et de consentement, que l'on a répondu aux questions que le participant à la recherche avait à cet égard et qu'on lui a clairement indiqué qu'il demeure libre de mettre un terme à sa participation.

Je m'engage, avec l'équipe de recherche, à respecter ce qui a été convenu au formulaire d'information et de consentement et à en remettre une copie signée et datée au participant à la recherche.

Yan Kestens, le 7 avril 2015

Annexe E

Approbation éthique



Le 11 novembre 2013

Dr Yan Kestens
Santé des populations
Axe de recherche : risques à la santé

A/s : Mme Alexandre Naud
alexandre.naud@umontreal.ca

| | |
|----------------|--|
| Objet : | 13.073 – Approbation FINALE CÉR |
| | COMPRENDRE L'INFLUENCE DES ENVIRONNEMENTS URBAINS SUR LE VIEILLISSEMENT EN SANTÉ: UNE ÉTUDE INTERNATIONALE SUR LA MOBILITÉ QUOTIDIENNE UTILISANT DES CAPTEURS PORTABLES |

Docteur,

Nous accusons réception des documents, précisions et corrections demandées ainsi que des documents suivants en vue de l'approbation finale du projet mentionné en rubrique :

- formulaire d'information et de consentement français modifié – version du 3 novembre 2013
- formulaire d'information et de consentement cohorte Nuage
- formulaire 20 complété
- protocole de recherche amendé, version 1.5, daté du 3 novembre 2013
- modifications au protocole - méthode

Le tout étant jugé satisfaisant, vous retrouverez dans Nagano une copie du formulaire de consentement portant l'estampille d'approbation du comité. Seule cette version finale devra être utilisée pour signature par les sujets.

La présente constitue l'approbation finale, **valide pour un an à compter du 11 novembre 2013**. Vous devrez compléter le formulaire de renouvellement que nous vous ferons parvenir annuellement. De même, vous devrez soumettre pour approbation préalable, toute demande de modification ou document de suivi requis par le comité d'éthique conformément à ses Statuts et Règlements et ce via Nagano.

Le cas échéant, sachez également que vous ne pouvez commencer votre projet avant d'avoir fait parvenir votre "NOL" (lettre de non objection) de Santé Canada pour ce projet au CÉR du CHUM.

Le comité suit les règles de constitution et de fonctionnement de l'Énoncé de Politique des trois Conseils (ÉPTC 2).

Attestation du CÉR (REBA)

La composition du comité d'éthique de la recherche du CHUM est conforme aux exigences réglementaires de la partie C, Division 5 du Food and Drug regulations des États-Unis ;
Le comité exerce ses fonctions conformément aux exigences des Bonnes pratiques cliniques ;

Le comité d'éthique de la recherche du CHUM a révisé et approuvé le protocole et le formulaire d'information et de consentement pour l'essai clinique mentionné en titre, qui sera réalisé au CHUM par l'investigateur qualifié nommé ci-haut. Cette approbation et les exigences du comité d'éthique ont été documentées par écrit.

Pour toute question relative à cette correspondance, veuillez communiquer avec la personne soussignée via NAGANO, ou avec sa collaboratrice, par téléphone ou courriel : lynda.ferlatte.chum@ssss.gouv.qc.ca – 514 890-8000 poste 14030.

Vous souhaitant la meilleure des chances dans la poursuite de vos travaux, nous vous prions d'accepter, nos salutations distinguées.

Camille Assemat
Vice-présidente
Comité d'éthique de la recherche du CHUM

Annexe F

Financement

Le volet canadien du projet CURHA a été financé par le Fonds de la recherche du Québec - Santé (FRQS, #28837) et les Instituts de Recherche en Santé du Canada (IRSC, TEA-124969). Le recrutement des participants de la cohorte NuAge pour le volet canadien de l'étude CUHRA a été rendu possible grâce au financement du Fonds d'innovation Pfizer-Fonds de Recherche du Québec-Santé pour la maladie d'Alzheimer et les troubles connexes. La cohorte NuAge est soutenue par le Réseau québécois de recherche sur le vieillissement, un réseau thématique financé par le FRQS. Le doctorat d'Alexandre Naud a été financé par le FRQS (#32360) et le Programme Doctoral International du College Doctoral de l'Université de Strasbourg.

Alexandre NAUD

Réseau social et espace d'activité

Dynamique socio-spatiale et bien-être émotionnel chez les aînés

Résumé

Cette thèse explore comment les relations sociales d'aînés s'intègrent dans leurs milieux de vie, et comment cette distribution spatiale de la vie sociale explique leur bien-être émotionnel. La population d'étude comprend 183 aînés âgés de 79 ans, non institutionnalisés, et habitant au Québec (Canada). Le premier volet présente le développement d'un outil cartographique permettant d'identifier les personnes rencontrées dans les lieux visités. J'ai ensuite représenté ces données sous la forme de réseaux bipartites. J'ai observé certaines structures récurrentes mettent en lumière la concentration de la vie sociale des aînés dans un nombre restreint de lieux d'activités, ainsi qu'une distribution spatiale différentielle de catégories de relations sociales spécifiquement associée au bien-être émotionnel. Ces résultats, ainsi que les méthodes développées dans cette thèse peuvent soutenir l'étude de l'influence des milieux de vie sur la santé et le bien-être des aînés.

Mots clés : Réseau social, Espace d'activité, Bien-être émotionnel, Questionnaire cartographique, Réseau bipartite et multicouche, Interactions sociales géolocalisées, Relations proches, Relations personnelles, Camaraderie, Vieillesse en santé, Facteurs contextuels de santé

Résumé en anglais

This thesis explores how seniors' social relationships fit into their living environments, and how this spatial distribution of social life explains their emotional well-being. The study population consists of 183 non-institutionalized older adults aged 79 years, living in Quebec, Canada. The first part presents the development of a map-based tool to identify the people met in the different locations. I then represented collected data as networks, which allowed the identification of certain properties. Specifically, some patterns highlight the concentration of older adults' social lives in a limited number of locations, as well as a differential spatial distribution of categories of social relationships specifically associated with emotional well-being. These results, along with the methods developed in this thesis, can support the study of the influence of living environments on the health and well-being of older adults.

Keywords : Social network, Activity space, Emotional well-being, Older adults, Map-based questionnaire, Bipartite and multilayer network, Geolocated social interactions, Close relationships, Personal relationships, Companionship, Healthy aging, Contextual health factors