

**IRISS-C/I**

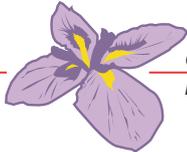
*An Integrated Research  
Infrastructure in the  
Socio-economic Sciences*

**Cartographier une enquête à l'échelle intra-urbaine:  
Bien-être et personnes âgées  
de la ville de Luxembourg**

by

Philippe Gerber  
Sebastien Fleuret





## Cartographier une enquête à l'échelle intra-urbaine: Bien-être et personnes âgées de la ville de Luxembourg

**Philippe Gerber**

CEPS/INSTEAD, Differdange

**Sebastien Fleuret**

Carta-ESO, Université d'Angers

**Abstract** Cet article a pour objectif d'exposer une démarche méthodologique originale. Elle vise, à partir d'un échantillon stratifié spatialement d'une population enquêtée, à reconstituer la population totale et de la projeter dans l'espace urbain de la ville à une échelle plus petite. Cela permet de donner une dimension géographique intra-urbaine aux informations contenues dans les résultats de l'enquête. Pour cela, nous nous basons sur l'exemple de l'enquête « Personnes Âgées Ville de Luxembourg », effectuée en 2002, qui avait pour but d'apprécier les besoins de ces personnes vivant à leur domicile.

**Reference** IRISS Working Paper 2008-01, CEPS/INSTEAD, Differdange, Luxembourg

**URL** <http://ideas.repec.org/p/irs/iriswp/2008-01.html>

The views expressed in this paper are those of the author(s) and do not necessarily reflect views of CEPS/INSTEAD. IRISS Working Papers are not subject to any review process. Errors and omissions are the sole responsibility of the author(s).

# **CARTOGRAPHIER UNE ENQUÊTE À L'ÉCHELLE INTRA-URBAINE : BIEN-ÊTRE ET PERSONNES ÂGÉES DE LA VILLE DE LUXEMBOURG**

Gerber Philippe (CEPS/INSTEAD), Fleuret Sébastien (CNRS ESO),  
avec la collaboration de Schneider Marc (CEPS/INSTEAD)

## **RÉSUMÉ**

Cet article a pour objectif d'exposer une démarche méthodologique originale. Elle vise, à partir d'un échantillon stratifié spatialement d'une population enquêtée, à reconstituer la population totale et de la projeter dans l'espace urbain de la ville à une échelle plus petite. Cela permet de donner une dimension géographique intra-urbaine aux informations contenues dans les résultats d'enquête. Pour cela, nous nous basons sur l'exemple de l'enquête « Personnes Âgées Ville de Luxembourg », effectuée en 2002, qui avait pour but d'apprécier les besoins de ces personnes vivant à leur domicile.

## **1. INTRODUCTION**

Quels que soient les pays de l'Union Européenne, le phénomène du vieillissement démographique de la population est patent (Dumont, 2006). Ainsi, au Luxembourg, nous passons de 64 949 personnes âgées de 60 ans ou plus en 1981 à 81 511 personnes vingt ans plus tard. Ces changements démographiques s'accompagnent de mutations sociologiques et économiques majeures, comme la recherche d'une nouvelle image de l'âge, une meilleure santé, etc. Selon ces considérations, la Ville de Luxembourg a commandité au CEPS/INSTEAD une étude de grande envergure, fondée sur une enquête visant à prendre en compte l'avis des personnes âgées de 60 ans ou plus vivant à domicile (enquête PAVdL). Les thèmes que l'enquête abordait étaient nombreux : l'état du logement, le niveau de santé, l'appréciation du quartier ou encore les réseaux sociaux, pour ne citer que les plus importants. La capitale du grand-duché souhaitait obtenir, à un niveau infra-communal, les informations permettant d'apprécier les besoins réels et les souhaits de ces personnes âgées, en vue de forger une nouvelle politique sociale, et en anticipant éventuellement la planification de nouvelles infrastructures. Les résultats de cette enquête ont été présentés de manière exhaustive (Gerber, Bousch, 2006) dans leur exploitation primaire. L'objectif de ce texte est d'ouvrir de nouvelles perspectives sur une exploitation secondaire (ou comment aller voir "derrière" les résultats initiaux) et surtout sur une perspective méthodologique : l'enjeu se situe maintenant sur la possibilité d'une représentation spatialisée des résultats de l'enquête, ce qui n'est pas sans poser un certain nombre de problèmes.

La contrainte de l'échelle infra-communale ne facilite en effet, ni la méthode d'échantillonnage, ni l'obtention de résultats et de données statistiques robustes à ce niveau. La méthode utilisée pour l'enquête faisait appel à un échantillonnage spatial stratifié selon une méthode classique d'échantillonnage (Deville, 1993) mais subsiste encore un obstacle : la mise au point de la reconstitution de la répartition spatiale intra-urbaine des personnes âgées estimées à partir de la pondération utilisée dans l'enquête, dans le but de cartographier des données d'enquête à un niveau géographique plus fin que celui obtenu lors de la stratification spatiale préalable.

Car un des principaux défis dans l'estimation des besoins de santé et de services de santé est d'être en mesure de généraliser des résultats à partir d'études de cas afin d'orienter les politiques publiques à différentes échelles et spécialement à la plus fine. C'est en réponse à cette gageure que ce texte présente une méthodologie mobilisant le concept de voisinage pour cartographier une enquête. Ce cadre conceptuel et les questions méthodologiques qui lui sont associées sont présentés rapidement en première partie de ce texte avant que soit abordé l'échantillonnage spatial. La deuxième partie du texte présente la méthode développée pour cartographier l'enquête, en faisant entre autres appel à l'outil SIG (système d'information géographique). Enfin, ce texte se conclut par une phase de vérification permettant d'une part de valider ou de critiquer la démarche et, d'autre part, de présenter quelques résultats d'enquête à une échelle géographique aussi désagrégée que possible.

## 2. CONTEXTE ET ÉCHANTILLONNAGE SPATIAL

### 2.1 Contexte théorique

Le voisinage n'est pas un thème nouveau en géographie de la santé. Mieux discerner les effets de voisinage tant dans une dimension individuelle que contextuelle est un challenge autant qu'un débat (Pickett & Pearl, 2001; Kawachi & Berkman, 2003; Cummins, Curtis, Diez-Roux, Macintyre, 2007). Ce débat mobilise les notions de *capital social* (Berkman & Syme, 1979 ; Kawachi & al. 1997; Kreuter, Young & Lezin, 1998 ; Hendryx & al. 2002 ; Mohan & Mohan, 2002), d'*effets de composition* – somme de facteurs individuels – et d'*effets de contexte* – facteurs sociaux et environnementaux – (Duncan, Jones & Moon, 1998; Curtis & Rees-jones, 1998 ; Macintyre, Ellaway & Cummins, 2002).

Les discussions qui émaillent la littérature grise mettent essentiellement l'accent sur un point : les variations de santé que l'on observe sont-elles associées avec des caractéristiques géographiques indépendamment ou conjointement avec les caractéristiques individuelles ? Les avancées les plus récentes dans ce champ de recherche montrent qu'il existe un « renforcement mutuel et une relation de réciprocité entre espace et population » (Cummins & al., 2007), « les effets de composition et de contexte tendent à se conjuguer » (Frohlich & al., 2006) et que nous « devrions abandonner ce faux dualisme entre contexte et composition » (Cummins & al., 2007) qui pourrait bien relever d'une sur-simplification (Bernard & al., 2007).

Dès lors, une question majeure pour la géographie de la santé est d'être en capacité de « savoir jusqu'à quel point les relations entre santé et territoire sont généralisables (ou variables) à travers l'ensemble d'une population » (Bernard & al., 2007). Un large et robuste arrière plan atteste de l'importance de la structure spatiale locale en lien avec le social, l'économique, et l'ensemble des indicateurs de santé et de bien-être (Kaplan, 1996 ; Curtis & Jones, 1998 ; Kearns & Gesler, 1998; Kawachi & Berkman, 2000 ; Hillemeier & al., 2003 ; Williams, 2003).

Les résultats de recherche présentés dans ce texte appliquent ce cadre théorique à la prédiction de la localisation d'une population estimée dans le cadre d'une étude appliquée aux questions de santé et de bien-être des personnes âgées. Si bon nombre d'études à grande échelle, parfaitement réalisées, donnent à lire de nombreuses d'informations concernant, pour la plupart des comportements ayant un impact significatif sur la santé, elles ne fournissent pas d'estimations

fiables en deçà de l'échelle de la région standardisée ou du territoire administratif local de santé (Twigg & Moon, 2002). Les résultats primaires de l'enquête PAVdL conduite en 2002-2003 ont ainsi donné une image globale des conditions de vie des personnes âgées dans la capitale du grand-duché. Mais il est apparu nécessaire d'aller plus loin et, pour cela, de généraliser dans une dimension spatiale cette fois, les résultats obtenus à partir d'un échantillon de 903 individus. Depuis cet échantillon et en utilisant une procédure de pondération (Deville, 1993), il est possible de donner une interprétation globale des résultats de l'enquête. Mais cette procédure ne génère qu'une vision générale et imprécise spatialement. Il est donc particulièrement intéressant, pour les décideurs en matière d'urbanisme et de politiques sociales notamment, de disposer d'un outil qui permet une cartographie précise des informations produites par enquête.

Plusieurs tentatives en ce sens ont déjà été effectuées en utilisant la technique des estimateurs synthétiques qui se réfère à un ensemble de méthodes visant à faire émerger des corrélations entre des données locales et un comportement particulier ou des phénomènes particuliers à partir d'enquêtes à grande échelle ou de données d'études pré-existantes (Twigg & Moon, 2002). La forme la plus avancée de ces études est la modélisation multi-niveaux. Malgré des qualités indéniables<sup>1</sup>, les estimations basées sur l'analyse multi-niveaux présentent des limites. La première est que ces estimations sont contraintes par les limites administratives auxquelles les données sont disponibles. Or, dans le domaine de la santé, l'échelle de disponibilité des données n'est pas toujours assez fine. La seconde limite apparaît inversement dans le cas de très petites unités spatiales. Les résultats n'y sont pas assez robustes car l'intervalle de confiance est trop grand (l'estimation étant basée sur de trop petits nombres). Une troisième limite est discutée par Twigg & Moon (op. cit.) qui ont démontré que « clairement, les disparités entre les estimations basées sur des enquêtes et celles basées sur des estimations synthétiques multi-niveaux sont préoccupantes ». Enfin, les estimations synthétiques ont un but explicatif (elles sont utiles pour analyser, prédire, simuler ou expliquer). Mais elles ne sont pas forcément appropriées quand l'objectif est de produire des représentations spatiales.

La méthode présentée dans ce texte n'occulte pas la question de l'estimation statistique puisque l'échantillon d'enquête est pondéré. Mobiliser l'outil des indicateurs synthétiques n'aurait fait qu'ajouter une deuxième estimation statistique là où une estimation géographique était recherchée. En d'autres mots, il s'agissait de placer des points sur une carte à partir de critères spatiaux (caractéristiques de voisinage) et non statistiques. De plus, les estimateurs synthétiques ont tendance à désagréger l'information tandis que nous souhaitons l'agréger pour produire des cartes.

De nos jours, les SIG (Systèmes d'information géographique) proposent bon nombre d'outils facilement accessibles tels que le krigeage ou le lissage. Ces outils permettent de générer des estimations spatiales d'une population aléatoirement projetée sur un territoire. Mais la cartographie obtenue en utilisant l'un ou l'autre de ces outils n'est pas satisfaisante<sup>2</sup> car inadaptée à notre problématique. Par exemple, le krigeage est basé sur des isolignes et n'est pas adaptable aux ruptures engendrées par les limites de secteurs de recensement. De plus, le krigeage est un outil de traitement de variables continues or nous devons également composer avec des variables

---

<sup>1</sup> Une application concrète est présentée par exemple dans Heady P., Clarke P. & al. (2003).

<sup>2</sup> Nous avons testé ces outils en cartographiant la localisation des plus de 60 d'après une projection aléatoire et d'après le recensement officiel. Les écarts étaient conséquents.

discrètes (par exemple, le krigeage n'est pas approprié pour cartographier une typologie qualitative).

Par conséquent, il fallait développer une méthode originale. Le principal enjeu de ce processus était de parvenir à agréger des informations ponctuelles (903 individus placés sur une carte) pour produire de l'information discrète (carte en aires). Ce changement de dimension va être obtenu par une procédure de projection.

La méthode développée s'inspire largement (i) des hypothèses théoriques et pratiques formulées par l'école de sociologie de Chicago (Grafmeyer, Isaac, 1979) conduisant à considérer la ville comme une mosaïque socio-résidentielle (Timms, 1971) et (ii) des lois générales de l'autocorrélation spatiale qui conduisent à utiliser les distances euclidiennes et sociales entre individus de même profil (Tobler, 1979). C'est en cela que cette méthode s'inscrit parfaitement dans la continuité de nombreux travaux sur le voisinage et le capital social. En effet, à partir de critères emboîtés, la méthode présentée ci-après vise à définir un voisinage théorique autour d'individus aux profils similaires. Là où de nombreuses recherches se sont focalisées sur la recherche de relations entre aires de résidence et santé au regard de facteurs de risques individuels (Jones & Duncan, 1995; Yen & Kaplan, 1999, Frohlich & Al, 2001; Macintyre, Ellaway, 2002) ou sur la suggestion que certains voisinages sont plus en santé que d'autres (Diez-Roux et al. 2001), nous avons fait un autre choix. Ce choix est de considérer comme pré-requis l'existence de relations fortes et réciproques entre profils individuels, contexte socio-géographique et variables de santé et de bien-être. Nous relierons donc les caractéristiques individuelles à celle du voisinage. **Ainsi, les données compositionnelles sont-elles utilisées pour définir des groupes de projection homogènes et, simultanément, les critères contextuels sont utilisés pour déterminer des aires de projection.** Cette méthode permet de reconstituer une population virtuelle, à fine échelle, et dont les caractéristiques sont très proches de la population réelle. Au delà de l'intérêt statistique et méthodologique de l'exercice, il constitue une importante contribution théorique.

## 2.2 Contraintes d'échantillonnage

Le phénomène du vieillissement (Aglietta, Blanchet, Héran, 2002) relaté auparavant ne doit pas masquer les disparités démographiques qui existent entre un pays et une ville, comme par exemple celle de Luxembourg. Les chiffres au niveau national mettent bien en évidence cette situation : il existe certes un vieillissement généralisé à l'échelle du pays, mais une stagnation de la proportion de la population des plus de 60 ans au niveau de la capitale.

De plus, dans l'optique d'une analyse infra-communale statistiquement comparable, les 24 quartiers administratifs existants sont hétérogènes, à la fois au niveau de la population résidente et en fonction de la répartition des personnes âgées de 60 ans ou plus. Cela pose un problème pour le plan de sondage. Ces quartiers ont donc dû être agrégés afin de faciliter l'échantillonnage et de contrôler l'analyse future des données en fonction de trois conditions majeures : un minimum de 2 000 personnes âgées de plus de 60 ans par strate ; une contiguïté géographique des quartiers ; une certaine homogénéité sociale. Nous arrivons à un découpage en 6 strates, dont la

répartition de la population varie peu (11 053 à 15 585 habitants), avec une population mère quasi-équivalente (de 1 945 à 2 656 personnes âgées de 60 ans ou plus).

La méthode de tirage de l'échantillon utilisée, dans le cadre de cette enquête, repose sur une technique d'échantillonnage à deux phases (Sarndal, Swensson, Wretman, 1992) : 1) tirage d'un échantillon aléatoire stratifié (6 zones résidentielles) de ménages privés possédant au moins une personne âgée ; 2) sélection aléatoire d'une personne âgée de 60 ans ou plus au sein de chaque ménage de l'échantillon sous certains critères (Kisch, 1965). Cette procédure permet de respecter les conditions décrites ci-après : 1) le caractère représentatif des 10 567 ménages ciblés répartis dans les 6 zones résidentielles retenues dans l'étude ; 2) l'estimation sans biais de tous les membres des ménages privés concernés ; 3) l'estimation sans biais des 13 736 personnes âgées de 60 ans ou plus résidant dans un des 10 567 ménages privés. Ces conditions sont complétées en croisant ces variables par des variables auxiliaires telles que l'âge, le sexe, la nationalité et l'état civil. Sans détailler la méthode de tirage, évoquons rapidement la correction des principaux biais rencontrés, nécessaires à l'étape ultérieure de l'approximation géographique.

### **2.3 Pondération, calage et poids**

Sans revenir sur les détails de la procédure de l'échantillonnage effectué dans le cadre de cette enquête (Gerber, Bienvenue, 2003), il convient tout de même de revenir sur les caractéristiques générales qui ont permis de finaliser la démarche méthodologique originale proposée ici. Ainsi, sur les 1 803 envois de courriers, trois grandes familles de réponses ont été répertoriées : 1) les hors champs représentant 94 ménages, soit 5,2 % des 1 803 envois ; 2) les répondants, 903 ménages/individus « kisch », 50,1 % des courriers, qui pourront être extrapolés ; 3) les non répondants, soit 806 enquêtes non réalisées. En fonction de la problématique posée, nous nous intéressons d'abord à la répartition des non répondants selon les zones résidentielles. Ces strates, ayant servi de base de contrôle, à la fois de la procédure d'échantillonnage et de la passation du questionnaire, ne montrent guère de différences entre elles. Cette remarque justifie à elle seule la méthode d'échantillonnage spatial utilisée car nous avons pu contrôler et assurer une comparabilité à un niveau infra-communal donné. Nous avons associé cette variable à d'autres variables auxiliaires, à savoir l'âge, le sexe, la nationalité, l'état civil, la taille du ménage, ainsi que les groupes d'enquêteurs classés par taux de réponse, au sein d'une régression logistique afin d'analyser méthodiquement le comportement de (non) réponse de l'enquête (Deville, Dupont, 1993). Les résultats montrent que la variable « groupes d'enquêteurs par classe de taux de réponse » est celle qui présente le plus haut de degré de signification.

L'étape suivante est le redressement de l'échantillon qui vise non seulement à réduire le biais inhérent à la présence d'un comportement de réponse non homogène au sein de la population ciblée, mais également à améliorer la représentativité de l'échantillon des répondants vis-à-vis d'un certain nombre de critères non pris en compte a priori lors du tirage de l'échantillon (sexe, âge, nationalité, état civil). En tenant compte des biais détectés et en voulant nous rapprocher des informations liées au fichier de population, nous souhaitons caler nos estimations en fonction de ces deux types d'information. De manière générale, le plan d'échantillonnage et cette méthode de re-pondération (asymptotiquement équivalent à un estimateur de régression) définissent les

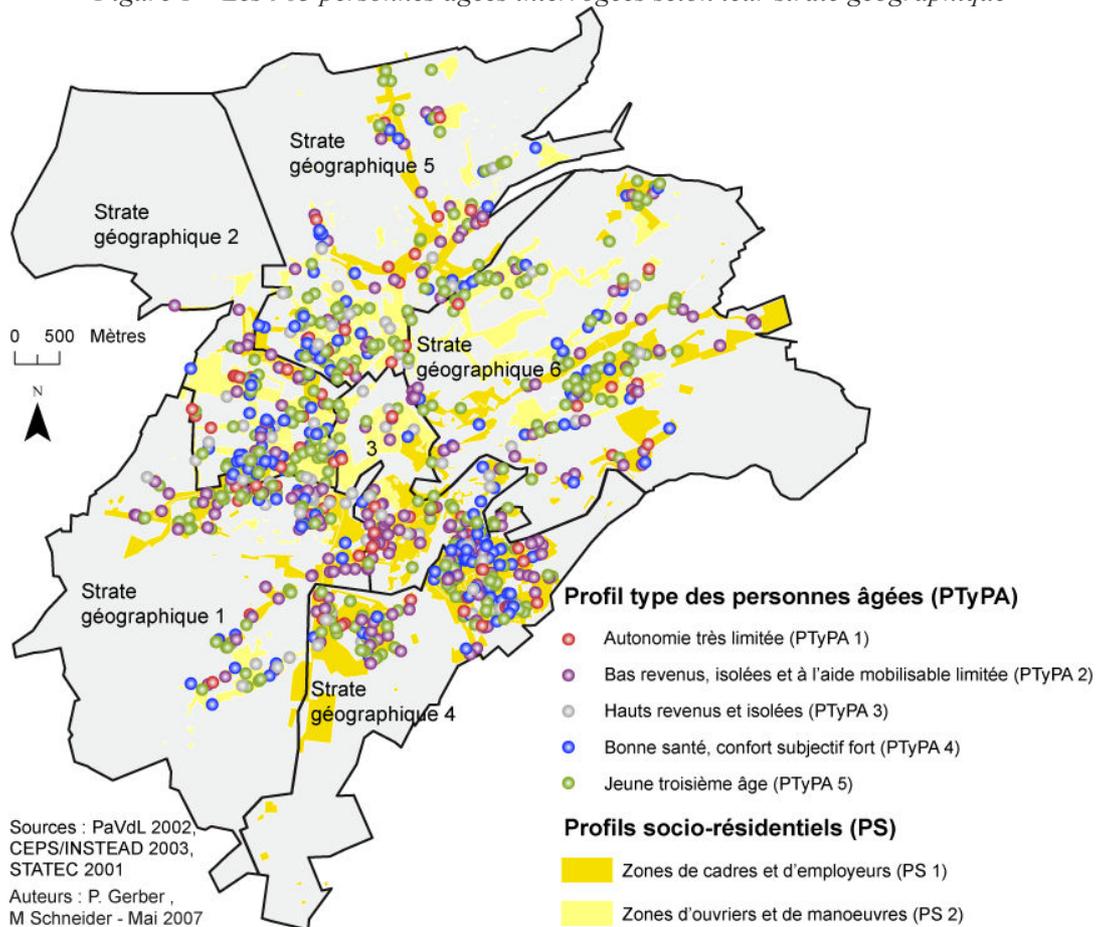
formules utilisées pour les estimations des résultats de l'enquête (Deville, Sarndal, 1993, Deville, Sarndal, Sautory, 1993).

### 3. APPROXIMATION CARTOGRAPHIQUE

#### 3.1 Sources mobilisées

Ces techniques de pondération affectent dorénavant, à chaque individu, un poids relatif. Selon une approche davantage géographique cette fois, la valeur de ce poids va ensuite déterminer le nombre d'individus qui seront projetés dans l'espace à partir du point d'origine (individu enquêté) selon une certaine distance spatiale à chiffrer. Une moyenne de distance euclidienne est calculée pour chaque individu interrogé, 903 au total, répartis sur nos six strates géographiques telles que les montrent la figure 1.

Figure 1 – Les 903 personnes âgées interrogées selon leur strate géographique



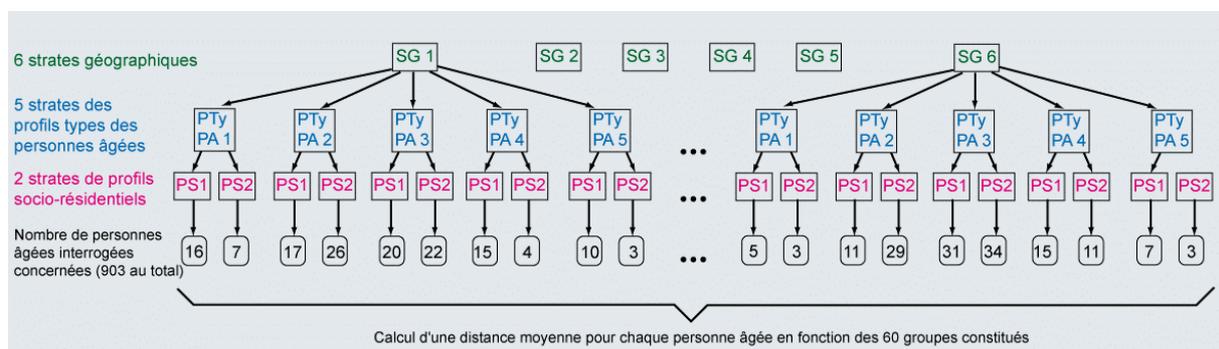
C'est à partir de trois critères complémentaires issus de différentes sources de données et d'analyse que le calcul de la distance moyenne a pu se réaliser :

- 1) les six strates résidentielles mentionnées auparavant ;
- 2) cinq profils types résidentiels obtenus à partir d'une analyse factorielle en composantes principales et une classification hiérarchique ascendante (à partir de données de l'enquête) révélant ces profils caractéristiques des personnes âgées de la ville de Luxembourg (Gerber, 2006) ;
- 3) enfin deux profils socio-résidentiels. Au départ, cinq profils ont été identifiés (Gerber, 2005) dans la capitale du Grand-Duché grâce à l'utilisation de la grille de l'écologie urbaine factorielle (Pumain, Saint-Julien, 1995, Reymond, 1998). Néanmoins, pour des raisons de représentativité, seuls deux profils ont été retenus pour le développement de cette démarche méthodologique.

### 3.2 Les hypothèses de corrélation spatiale

En fonction de ces différents profils auxquels appartiennent les 903 personnes âgées interrogées, 60 strates de calcul (soit 6 x 5 x 2) ont donc été utilisées pour déterminer une distance moyenne affectée à chaque personne concernée (cf. figure 2).

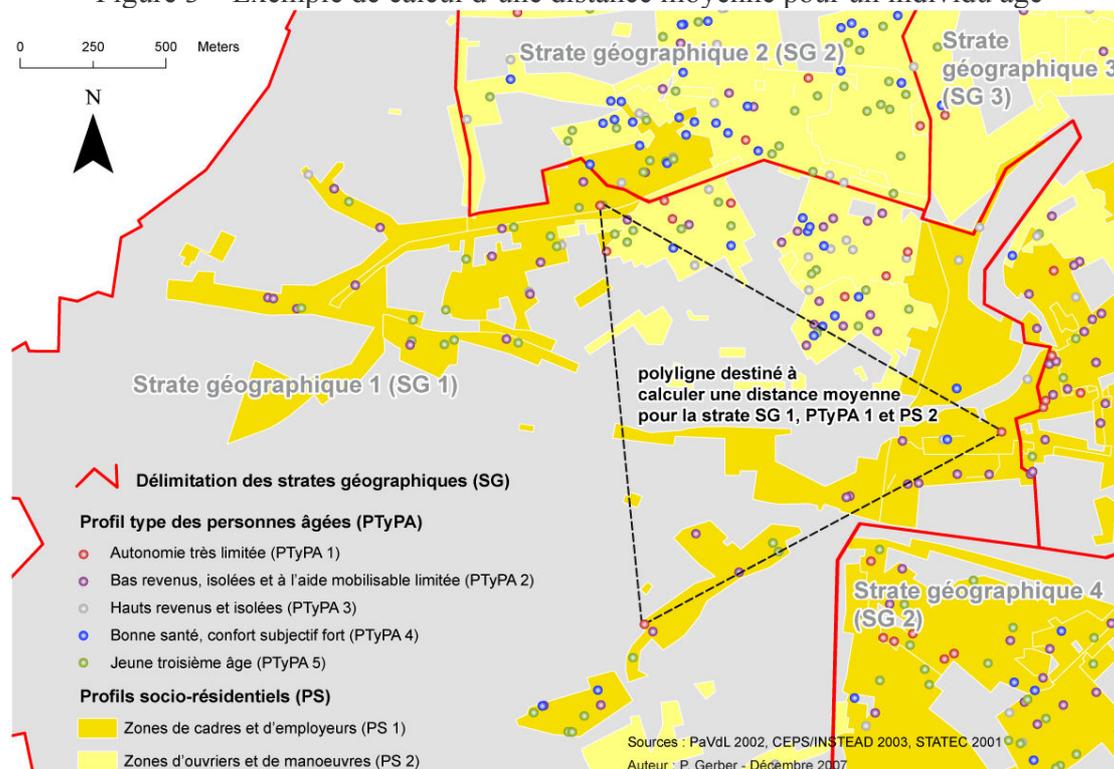
Figure 2 – Structure des 60 groupes de personnes âgées



Les groupes constitués, la projection de la population pondérée s'effectue ensuite sur le territoire bâti de la ville en fonction d'un buffer dont le rayon est égal à la moyenne des distances séparant l'enquête des autres individus présentant les mêmes profils que lui, comme le montre la figure 3.

Les trois individus concernés dans cette figure appartiennent ainsi à la strate géographique 1, au profil type des personnes âgées 1 et au profil socio-résidentiel 2. Tous les trois auront, dans notre système de projection, la même distance moyenne.

Figure 3 – Exemple de calcul d'une distance moyenne pour un individu âgé



Cette projection est donc basée sur les différentes sources relatives dans le point 3.1 précédent ; elle repose à la fois sur les hypothèses socio-spatiales de l'École de Chicago (Graffmeyer, Isaac, 1979), fonctionnant essentiellement à partir de principes d'ordre surfacique, ainsi que sur la loi générale d'auto-corrélation spatiale formalisée par Tobler (1970), s'orientant davantage vers des phénomènes ponctuels dans notre cas. Sans entrer dans les détails de chaque théorie, rappelons simplement que la démarche employée ici a le mérite de concilier des informations ponctuelles et surfaciques dans un souci de complémentarité.

Ainsi, l'écologie urbaine, qui s'intéresse plus particulièrement à la répartition et à la structure des populations résidant à l'intérieur d'une ville, permet de rendre compte de la mosaïque résidentielle des différents groupes sociaux d'une cité à l'échelle d'un voisinage, échelle géographique surfacique que nous avons définie lors d'une étude issue d'une classification hiérarchique ascendante (Gerber, 2005). En effet, en intégrant les quatre facteurs issus d'une analyse en composantes principales produite en fonction de 45 variables sélectionnées (recensement de 2001), la classification permet de dégager deux grands groupes (répertoriés dans la figure 1 par l'abréviation PS comme profil socio-résidentiel) définis selon certaines catégories sociales et professionnelles. Le premier groupe (PS 1), celui des cadres et employeurs, se répartit quasi équitablement dans les deux classes, variant entre 45 et 55%. Celui des ouvriers et manoeuvres (PS 2), moins nombreux, est relativement hétérogène, étant donné qu'ils sont 21% dans la première classe et 79% dans la seconde. Les personnes issues des catégories socioprofessionnelles supérieures sont donc à la fois plus nombreuses et plus diffuses que les catégories ouvrières, plus ségréguées. Nous en offrons une vision à la figure 2.

À ces mosaïques surfaciques se superposent et s'intègrent les points constitués par les 903 personnes âgées interrogées. Ces points, géorégencés à l'adresse, contiennent toutes les informations issues des résultats d'enquête. Dans le but de résumer ces données, une autre ACP a permis de dégager une hiérarchie de facteurs essentiellement structurés par le niveau de santé et le bien-être de la personne âgée. Le niveau de vie et le confort, fortement corrélés entre eux, arrivent en deuxième position. Le facteur âge n'arrive qu'en troisième place, montrant par là que l'avancée en âge n'explique pas, à elle seule, la perte progressive de l'autonomie. De ces facteurs condensant les principaux résultats d'enquête, une classification ascendante hiérarchique a dégagé cinq classes différentes (répertoriés selon l'abréviation PTyPA dans la figure 1), que nous pouvons reprendre rapidement en les décrivant de la classe la plus vulnérable à celle qui l'est le moins.

Ainsi, la première concerne les personnes âgées à autonomie limitée (PTyPA 1), dont les besoins en aide à domicile sont forts ; ces seniors, qui représentent moins de 10% des 12 600 personnes âgées de 60 ans ou plus, sont d'ailleurs ceux qui font le plus appel aux aides institutionnelles et relationnelles. La deuxième classe inclut les personnes âgées aux faibles aides mobilisables et aux revenus limités, avec un mauvais niveau de santé. Heureusement, elles ne sont guère nombreuses (400 personnes estimées, soit 5% de la population âgée, PTyPA 2). La troisième catégorie s'illustre par des personnes âgées pour la plupart isolées, mais en bonne santé et au niveau de vie élevé ; elles sont environ un dixième de la population âgée estimée (PTyPA 3). La quatrième classe rassemble les personnes âgées au confort subjectif et au niveau de santé élevés ; elles représentent 20% de la population âgée (PTyPA 4). Enfin, la dernière catégorie correspond aux « jeunes » personnes du troisième âge, celles qui généralement ne dépassent pas les 65 ans et demeurent pour la plupart en très bonne santé ; elles sont les plus nombreuses, avec plus du tiers des 12 600 personnes âgées.

Cette classification effectuée, les 903 identifiants ponctuels font ensuite l'objet de calculs de distance moyenne au sein des six strates résidentielles de départ. Cette étape rejoint finalement, en utilisant à nouveau des caractéristiques surfaciques, les principes d'un calcul de barycentre. Toutes ces manipulations s'effectuent grâce à un système d'information géographique.

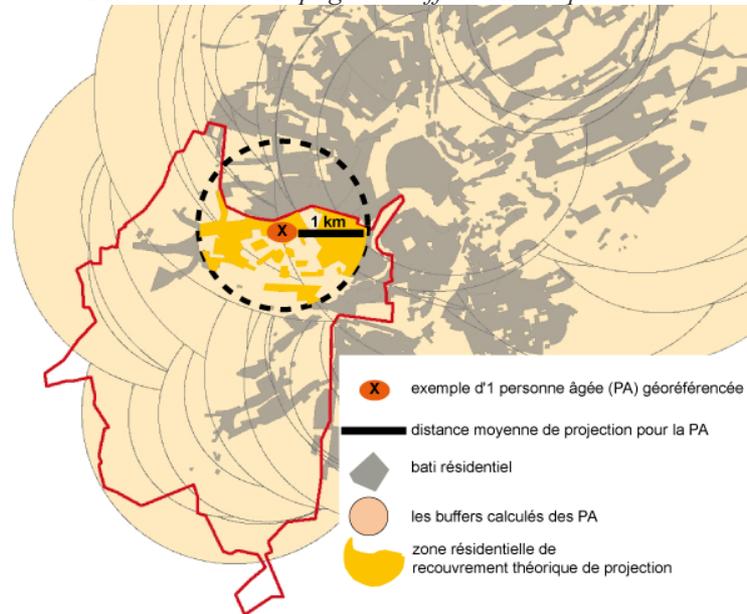
### **3.3 Application à l'aide d'un SIG**

Après une exploitation effectuée par l'intermédiaire d'un système d'information géographique (SIG), ces rayons disposent d'une moyenne de 1 036,9 mètres, avec un minimum de 196,8 m, un maximum de 2 819,7 m et un écart-type de 454,2 m. Les différents rayons obtenus servent ensuite à la construction d'un buffer autour du point du lieu de résidence de la personne âgée. Ce buffer, qui prend la forme d'un cercle, correspond à la surface de diffusion initiale.

Cependant, pour des raisons de cohérence méthodologique, il est nécessaire de remodeler cette surface initiale de diffusion par des critères à la fois statistiques et morphologiques. Ainsi, deux étapes successives sont entreprises. La première correspond à une phase de délimitation en fonction des six zones résidentielles : dans le souci de respecter la stratification spatiale initiale de l'échantillon, les buffers sont désormais circonscrits dans la zone résidentielle à laquelle

appartient chaque personne âgée. La deuxième étape est une délimitation morphologique : seules les surfaces de buffer qui se superposent avec le bâti résidentiel sont retenues (cf. figure 5).

Figure 4 – Méthode de découpage du buffer d'un enquête



Ces deux étapes de découpage spatial permettent déjà de projeter les individus estimés pour chaque personne en fonction des six strates résidentielles. Ainsi, au sein de chaque strate, les points de la pondération sont projetés de manière aléatoire à l'intérieur de la zone résidentielle bâtie, de telle sorte à ce que toutes les personnes âgées estimées (12 615) soient représentées. Une phase de vérification s'impose toutefois.

### 3.4 Vérifications

Grâce à la méthode employée, il est donc possible de cartographier, au sein de petites zones résidentielles, les 12 615 personnes âgées, le tout à une échelle bien plus fine que celle des six strates résidentielles, comme autant de points répartis aléatoirement au sein de ces zones. Cette étape établie, la prochaine consiste à agréger ces points aléatoires individuels en différents quartiers ou sections statistiques données, afin de les comparer avec d'autres sources d'information officielles comme celle du recensement de 2001 (RP01). Pour exemple, nous confrontons cette population estimée puis agrégée à l'échelle des 24 quartiers administratifs, à la population comptabilisée cette fois durant le recensement, à la même échelle : notre coefficient de régression est de 0,82. Il est encore possible d'agréger ces 12 615 points à d'autres échelles, en optant pour la base des 79 blocs de recensement par exemple (tableau 1).

Tableau 1 – Population projetée estimée VS population comptabilisée lors du RP01, essai 1

		Population estimée après projection aléatoire selon les 79 blocs					Total
		- de 75 hab	76 à 130 h	131 à 185 h	186 à 241 h	+ de 242 h	
Pop RP01 en 79 blocs	- de 75 hab	9	3	0	1	0	13
	76 à 130 hab	8	4	2	1	2	17
	131 à 185 h	2	5	6	3	2	18
	186 à 241 h	0	2	3	6	3	14
	+ de 242 hab	0	1	3	6	7	17
Total		19	15	14	17	14	79

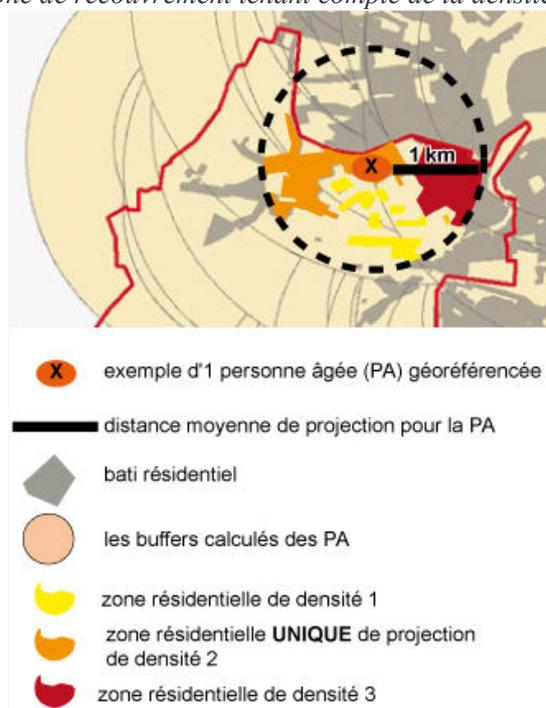
Les résultats sont significatifs selon les tests du khi-2. Le coefficient de régression, quant à lui, présente certes un score moins élevé que précédemment, mais il atteint encore 0,42. A ce stade de la recherche, ces quelques vérifications prouvent que la démarche employée est adéquate jusqu'à un certain seuil d'échelle intra-urbaine. Afin d'améliorer les conditions de projection, il semble encore possible de tenir compte d'une meilleure approximation grâce à un jeu de statistique spatiale.

## 4. APPROXIMATION STATISTIQUE ET RESULTATS EMPIRIQUES

### 4.1 Un complément géostatistique : la densité

Après vérification, ce découpage ne donne donc pas encore totalement satisfaction. A ce moment, un contrôle géostatistique supplémentaire, lié ici à la densité de la population âgée, peut sensiblement améliorer l'analyse. Pour ce faire, le poids de chaque personne âgée doit être projeté non seulement selon les mêmes conditions que précédemment, mais également en fonction d'une certaine appartenance de densité. Ainsi, en sachant que le point géoréférencé d'origine (un parmi les 903 personnes âgées) appartient à une et une seule classe de densité au sein de sa zone résidentielle bâtie, ses points pondérés vont être uniquement projetés dans la surface du buffer correspondant à la même classe de densité de population que celle du point d'origine. En reprenant l'exemple fictif précédent de la figure 5, il est possible de préciser la procédure de la manière suivante (figure 6).

Figure 6 – Zone de recouvrement tenant compte de la densité de population



Selon ces considérations, grâce au calcul de densité, nous privilégions certains espaces : le poids de la personne âgée X géoréférencée, appartenant à la classe de densité 1, sera uniquement projeté dans le bâti résidentiel qui fait également partie de cette même classe de densité, comme repris dans la figure 5. Les résultats s'améliorent sensiblement, comme nous pouvons déjà le constater dans le tableau 2 concernant la répartition des classes de population.

Tableau 2 – Population projetée estimée VS population comptabilisée lors du RP01, essai 2

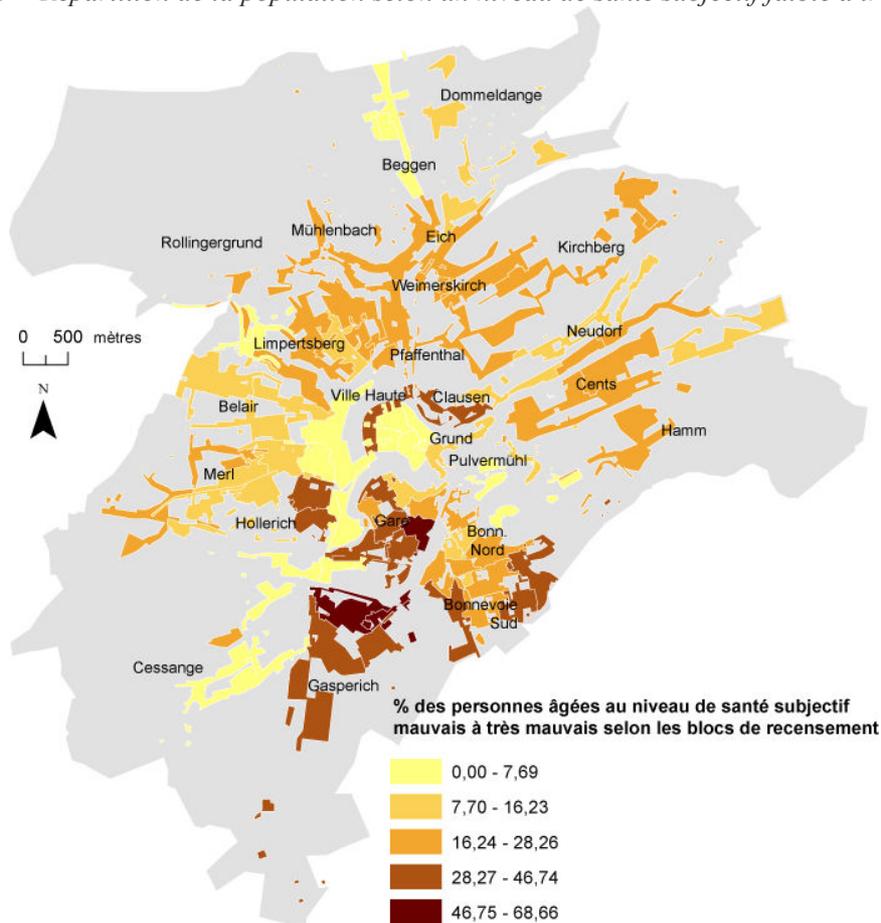
		Population estimée après projection aléatoire selon les 79 blocs					Total
		- de 75 hab	76 à 130 h	131 à 185 h	186 à 241 h	+ de 242 h	
Pop RP01 en 79 blocs	- de 75 hab	<b>12</b>	9	1	0	0	22
	76 à 130 hab	1	<b>5</b>	4	0	1	11
	131 à 185 h	0	2	<b>7</b>	5	2	16
	186 à 241 h	0	0	3	<b>5</b>	3	11
	+ de 242 hab	0	1	3	4	<b>11</b>	19
Total		13	17	18	14	17	79

Alors que dans l'essai précédent, seuls 30 blocs correspondaient aux mêmes classes entre le recensement de la population et la population âgée estimée et projetée, nous arrivons à un total de 40 blocs sur les 79, soit légèrement plus de la moitié des effectifs. De même, le coefficient de régression s'améliore également, passant de 0,42 à 0,68. Ces résultats laissent entrevoir la possibilité de cartographier plus en détail quelques exemples empiriques issus de l'enquête elle-même.

## 4.2 Des applications empiriques nombreuses

L'enquête « Personnes Agées Ville de Luxembourg » est riche en résultats. Les thématiques abordées sont nombreuses et variées étant donné qu'elles concernent la qualité de vie de ces personnes vivant à domicile. Le niveau de santé, qu'il soit déterminé de manière objective ou subjective, est assurément un des meilleurs indicateurs caractérisant les personnes âgées. La carte suivante (figure 7) reprend l'indicateur subjectif de l'état de santé de ces personnes.

Figure 7 – Répartition de la population selon un niveau de santé subjectif faible à très faible

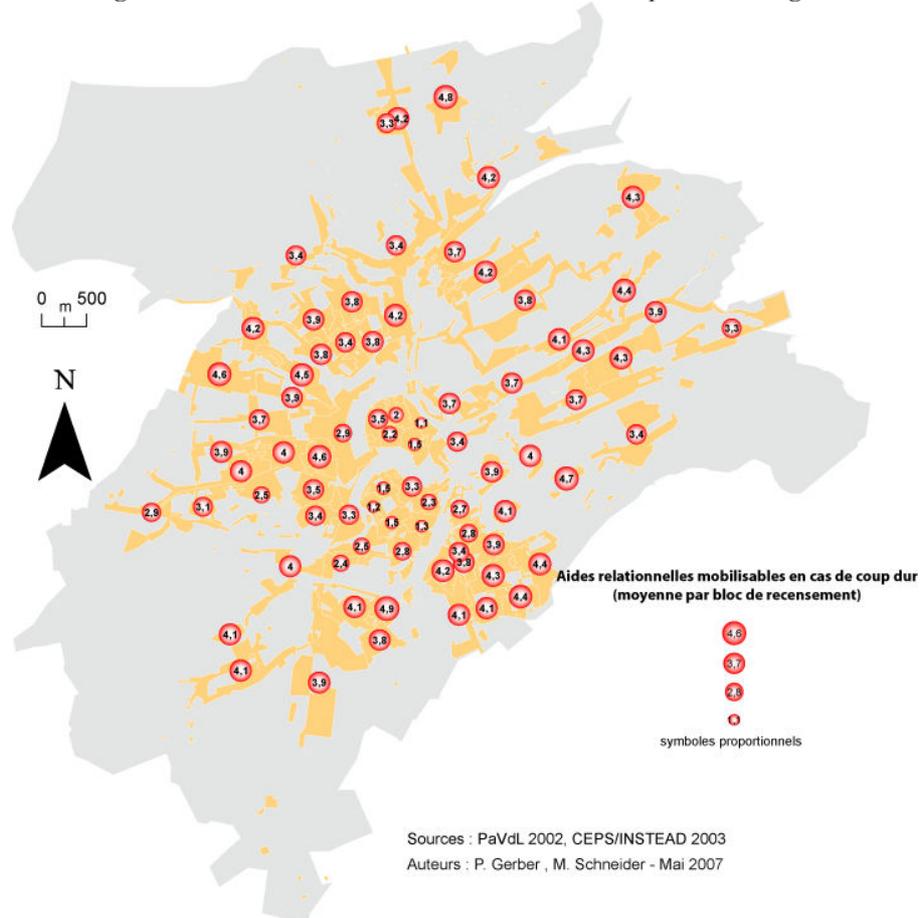


Cet exemple fournit une bonne distinction entre les quartiers sud de la gare, comme ceux de Bonnevoie, davantage populaires, et directement concernés par un niveau de santé subjectif plus faible que la moyenne estimée, et les quartiers nord qui présentent pour leur grande majorité un niveau de santé plus que satisfaisant. En effet, alors qu'un cinquième des personnes âgées déclarent être en mauvaise ou très mauvaise santé, les quartiers comme Gasperich au sud, certains îlots centraux ou encore la gare connaissent des pourcentages bien plus élevés, allant jusqu'à plus de la moitié de la population âgée estimée.

D'autres indicateurs peuvent être mobilisés pour illustrer la pertinence de notre méthode. Ainsi, le niveau des aides relationnelles mobilisables fournit un bon aperçu des personnes âgées qui peuvent compter sur les proches (famille, conjoint...) en cas de coup dur (figure 8). Ainsi, ce sont

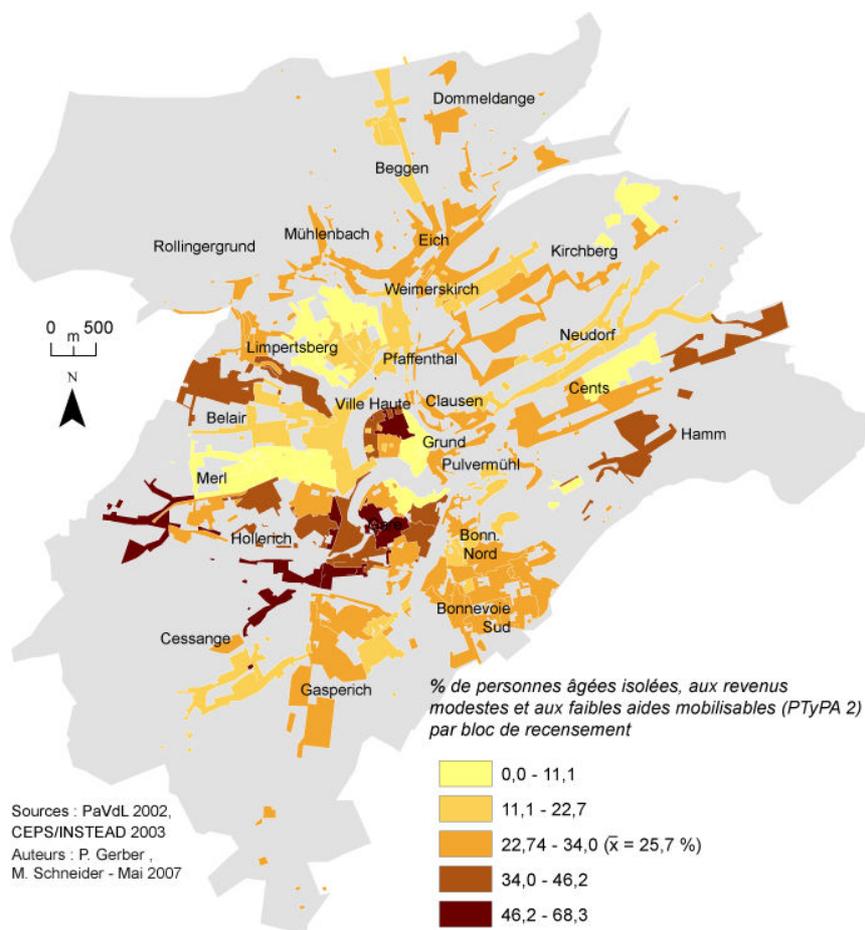
les quartiers centraux qui présentent un faible niveau d'aides mobilisables, avec des taux qui sont nettement en-dessous de la moyenne de la ville (3,5 personnes). La Ville Haute par exemple concentre des taux inférieurs à 2,5. Certains quartiers de la gare sont aussi concernés. Par contre, plus on s'éloigne du centre-ville, plus les personnes âgées disposent d'un réseau mobilisable relativement riche.

Figure 8 – Aides relationnelles mobilisables des personnes âgées



Localiser par quartier toutes les personnes âgées qui appartiennent à un profil type donné est dorénavant également possible. Prenons l'exemple d'une classe vulnérable, celle des isolées aux revenus limités (figure 9) et à l'aide relationnelle mobilisable faible. Nombre de blocs de recensement sont concernés par ce profil type, notamment à Hollerich ou à la gare, mais également au nord de Belair et, de manière plus restreinte, dans la Ville Haute.

Figure 9 – Personnes âgées isolées, aux revenus modestes et aux faibles aides mobilisables (PTyPA 2)



Il est encore possible de multiplier les représentations cartographiques des diverses variables contenues dans l'enquête, notamment celles liées au quartier ou à la qualité environnementale. Mais l'objectif de cet article réside davantage dans la confrontation méthodologique que thématique.

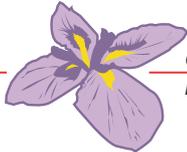
## 5. CONCLUSION

Cet article s'attarde donc sur une méthode de projection utilisant les poids constitués lors des phases de pondération d'une enquête, et qui vise à cartographier ces résultats d'enquête à une échelle plus fine que les strates spatiales utilisées lors de l'échantillonnage. Cette méthode offre donc une possibilité relativement simple de représentation cartographique, liées entre autres au bien-être des personnes âgées, que les analyses multi-niveaux (Sanders, 2001) ou les populations synthétiques (Cornelis, Legrain, Toint, 2004), par exemple, ne prennent pas forcément en considération.

## RÉFÉRENCES

- Aglietta M., Blanchet D., Heran F. (2002, coord.), *Démographie et économie*. Rapport établi dans le cadre de la création du Conseil d'Analyse Economique, Ed. La Documentation Française, Paris, 343 p.
- Andrew K. (2005), Le capital social et la santé des personnes âgées : le soutien aux personnes âgées en Europe (Social capital and health of older adults : Support of elderly in Europe), *Retraite et société*, n°46, pp. 131-145.
- Bernard, P. et al. (2007), Health inequalities and place: A theoretical conception of neighbourhood. *Social Science & Medicine*, doi:10.1016/j.socscimed.2007.05.037.
- Cornelis E., Legrain L., Toint P. (2004), *Estimation de la demande de mobilité par la création d'une population synthétique*. Publications du département de Mathématique, Faculté des Sciences (FUNDP), Namur, 10 p.
- Curtis, S. and Rees-Jones I. (1998), Is there a place for Geography in the analysis of health inequality? *Sociology of Health and Illness*, 20, 645-672
- Cummins S., Curtis S., Diez-Roux A. and Macintyre S. (2007), Understanding and representing 'place' in health research: A relational approach, *Social Science & Medicine*, doi:10.1016/j.socscimed.2007.05.036.
- Deville J-C., Sarndal C-E. (1993a), Calibration estimators in survey sampling. *Journal of the American statistical Association*, n° 87, pp. 376-382.
- Deville J-C., Sarndal C-E. (1993b), Generalized raking procedure in survey sampling. *Journal of the American statistical Association*, n° 88, pp. 1013-1020.
- Diez-Roux, A. V., Stein Merkin, S., Arnett, D., Chambless, L., Massing, M., Nieto, J., et al. (2001). Neighborhood of residence and incidence in coronary heart disease. *New England Journal of Medicine*, 345, 99-106.
- Dumont G.-F. (2006, dir.) *Les territoires face au vieillissement en France et en Europe. Géographie - Politique - Prospective*. Ellipses Editions, Paris, 416 p.
- Duncan C., Jones K., Moon G. (1998) Context, composition and heterogeneity: Using multilevel models in health research. *Social Science and Medicine*, 46, 1, 97-117.
- Frohlich, K. L., Corin, E., & Potvin, L. (2001). A theoretical proposal for the relationship between context and disease. *Sociology of Health and Illness*, 23, 776-79.
- Frohlich K.-L., Bernard P., Charafeddine R., Daniel M., Kestens Y., Potvin L., Seguin A.-M. (2006), Un cadre théorique pour comprendre comment les quartiers créent les inégalités de santé, Colloque thématique de l'Adelf, Toulouse, 18 & 19 mai 2006 *Epidémiologie sociale et inégalités de santé*.
- Gerber P., Bienvenue J-Y. (2004), Ville de Luxembourg et personnes âgées vivant à domicile: échantillonnage spatial et production de données d'enquêtes à l'échelle intra-urbaine, *Population & Territoire*, n°2, Luxembourg, 12 p.
- Gerber P., Bousch P. (2006, dir.), Personnes âgées Ville de Luxembourg. Rapport commandité par la Ville de Luxembourg. *Cahier GEODE*, n°16, 2 vol.
- Gerber P. (2006), Bien-être et personnes âgées : vers une mesure intégrative du système de maintien à domicile. Le cas de la ville de Luxembourg, in Fleuret S. (eds), *Espaces, qualité de vie et bien-être*, Presses universitaires d'Angers, pp. 107-118.
- Grasland C., Mathian H., Vincent J.M. (2000), Multiscalar Analysis and map generalisation of discrete social phenomena: Statistical problems and political consequences, *Statistical Journal of the United Nations ECE*, 17, IOS Press, 1-32.
- Grafmeyer Y., Isaac J. (1979, eds), *L'Ecole de Chicago. Naissance de l'écologie urbaine*. Ed. Aubier, Champ Urbain, 378 p.
- Hagget P. (1973), *L'analyse spatiale en géographie humaine*. Ed. A. Colin, Coll. U, 390 p.
- Hillemeier M., Lynch J., Harper S. and Casper M. (2003), Measuring Contextual Characteristics for Community Health, *Health Services Research*; 38 (6 Pt 2), pp. 1645-1718.

- Heady P., Clarke P. & al. (2003), *Small Area Estimation Project Report*, Model-Based Small Area Estimation Series No. 2, UK national statistics, 16 p.
- Hendryx M., Ahern M., Lovrich N., McCurdy A. (2002), Access to Health Care and Community Social Capital, *Health Services Research*; 37(1): 85–101.
- Jones K. & Duncan C. (1995), Individuals and their ecologies: Analyzing the geography of chronic illness within a multilevel modeling framework. *Health and Place*, 1, 27–42.
- Kawachi I. & Berkman L. F. (2000), Social cohesion, social capital, and health. In L.F. Berkman & I. Kawachi (Eds.), *Social Epidemiology*. Oxford: Oxford University Press, pp. 174-190.
- Kawachi I. & Berkman L. F. (2003, eds), *Neighbourhoods and health*. New York: Oxford University Press.
- Kaplan G. A. (1996). People and places: Contrasting perspectives on the association between social class and health. *International Journal of Health Services*, 26, 507–519.
- Kearns, R.A. and Gesler, W.M., (1998) *Putting Health into Place: Landscape, Identity and Well-being*. Syracuse University Press, Syracuse, NY.
- Kisch L. (1965), *Survey Sampling*, Ed. J. Wiley and Sons, New York.
- Macintyre S., Ellaway A., Cummins S. (2002), Place effects on health: how can we operationalise, conceptualise and measure them? *Social Science and Medicine*, 55, 125-139.
- Martel L., Legaré J. (2001), Avec ou sans famille proche à la vieillesse : une description du réseau de soutien informel des personnes âgées selon la présence du conjoint et des enfants. *Cahiers québécois de démographie*, vol 30, n° 1, pp 89-114.
- Mohan G., Mohan J. (2002), Placing social capital, *Progress in Human Geography*, 4; vol. 26: pp. 191-210.
- Openshaw S. (1984). *The modifiable areal unit problem*. (vols. 38) Norwich: GeoBooks.
- Philibert M., Breton M. (2007), Echelles géographiques et santé des populations, in Fleuret S., Thouez J-P. (eds) *Géographie de la santé, un panorama*, Anthropos, Economica, Paris.
- Pumain D., Saint-Julien T. (1995, coord.), *Atlas de France, volume 12 : L'espace des villes*. Ed. Reclus, La Documentation Française, 128 p.
- Pickett K. E. & Pearl M. (2001), Multilevel analysis of neighbourhood socioeconomic context and health outcomes: A critical review. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 55, 111–122.
- Pin S., Guillely E., Spini D., D'Epinay C. (2003), Impact des relations sociales sur le maintien de l'indépendance durant la grande vieillesse : résultats d'une étude longitudinale suisse. *L'année gerontologique*, vol 17, n° 1, pp 314-331
- Ponthieux S., (2003), Que faire du capital social ? INSEE, *Série des Documents de Travail de la Direction des statistiques démographiques et sociales*, n° F0306, 128 p.
- Reymond H., Cauvin C., Kleinschmager R. (1998, dir.), *L'Espace géographique des villes. Pour une synergie multistrates*. Ed. Anthropos, Coll. Villes, Paris, 557 p.
- Sanders L. (2001, dir.), *Modèles en analyse spatiale*, Paris, Hermès Science Publications, 334 p.
- Sarndal C.-E., Swensson B., Wretman J.H. (1992), "Model assisted survey sampling". Ed. Springer Verlag, New York, 695 p.
- Timms D. (1971), *The urban mosaic. Towards a theory of residential differentiation*. Ed. Cambridge University Press, 2° ed., 277 p.
- Tobler W. (1970), A computer model simulating urban growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, vol. 46, p. 234-240
- Tobler W. (1979). "Cellular geography", in Gale S. et Olsson G. (eds), *Philosophy in geography*, Reidel, pp. 379-386.
- Twigg L., Moon G. (2002) Predicting small area health-related behaviour: a comparison of multilevel synthetic estimation and local survey data, *Social Science & Medicine* 54 931–937
- Williams, G. H. (2003). The determinants of health: Structure, context and agency. *Sociology of Health & Illness*, 25, 131–154.
- Yen, I., & Kaplan, G. A. (1999), Neighbourhood social environment and risk of death: Multilevel evidence from the Alameda County Study. *American Journal of Epidemiology*, 149, 898–907.



## IRISS Working Papers

The IRISS Working Paper Series has been created in 1999 to ensure a timely dissemination of the research outcome from the IRISS-C/I programme. They are meant to stimulate discussion and feedback. The working papers are contributed by CEPS/INSTEAD resident staff, research associates and visiting researchers.

### The fifteen most recent papers

Gerber P. & Fleuret S., 'Cartographier une enquête à l'échelle intra-urbaine: Bien-être et personnes âgées de la ville de Luxembourg', IRISS WP 2008-01, January 2008.

Pavlopoulos D., Fouarge D., Muffels R. & Vermunt J., 'Who benefits from a job change: The dwarfs or the giants?', IRISS WP 2007-16, December 2007.

Martin L., 'The impact of technological changes on incentives and motivations to work hard', IRISS WP 2007-15, December 2007.

Popescu L., Rat C. & Rebeleanu-Bereczki A., 'Self-Assessed Health Status and Satisfaction with Health Care Services in the Context of the Enlarged European Union', IRISS WP 2007-14, November 2007.

Weziak D., 'Measurement of national intellectual capital application to EU countries', IRISS WP 2007-13, November 2007.

D'Angelo E. & Lilla M., 'Is there more than one linkage between Social Network and Inequality?', IRISS WP 2007-12, November 2007.

Lilla M., 'Income Inequality and Education Premia', IRISS WP 2007-11, November 2007.

Stanciole A., 'Health Insurance and Life Style Choices: Identifying the Ex Ante Moral Hazard', IRISS WP 2007-10, November 2007.

Raileanu Szeles M., 'The patterns and causes of social exclusion in Luxembourg', IRISS WP 2007-09, August 2007.

Mussard S. & Philippe B., 'Une évaluation du rôle des déterminants du partage de la valeur ajoutée', IRISS WP 2007-08, June 2007.

Voicu B., Voicu M. & Strapkova K., 'Engendered housework. A cross-european analysis', IRISS WP 2007-07, May 2007.

Kankarash M. & Moors G., 'Heterogeneity in solidarity attitudes in Europe. Insights from a multiple-group latent-class factor approach', IRISS WP 2007-06, April 2007.

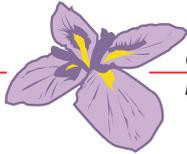
Valentova M., 'Attitudes to Family Policy Arrangements in Relation to Attitudes to Family and division of Labour between Genders', IRISS WP 2007-05, May 2007.

Valentova M., Krizova I. & Katrnak T., 'Occupational Gender Segregation in the light of the Segregation in Education: A Cross-National Comparison', IRISS WP 2007-04, April 2007.

Mussard S. & Terraza M., 'Décompositions des mesures d'inégalité : le cas des coefficients de Gini et d'entropie', IRISS WP 2007-03, April 2007.

### Electronic versions

Electronic versions of all IRISS Working Papers are available for download at  
<http://www.ceps.lu/iriss/wps.cfm>



*IRISS-C/I is a visiting researchers programme at CEPS/INSTEAD, a socio-economic policy and research centre based in Luxembourg. It finances and organises short visits of researchers willing to undertake empirical research in economics and other social sciences using the archive of micro-data available at the Centre.*

### What is offered?

In 1998, CEPS/INSTEAD has been identified by the European Commission as one of the few *Large Scale Facilities* in the social sciences, and, since then, offers researchers (both junior and senior) the opportunity to spend time carrying out their own research using the local research facilities. This programme is currently sponsored by the European Community's 6th Framework Programme. Grants cover travel expenses and on-site accommodation. The expected duration of visits is in the range of 2 to 12 weeks.

### Topics

The major resource offered to visitors is access to a series of internationally comparable longitudinal surveys on living conditions at the household and individual level. The anonymised micro-data provide information on wages and income, health, education, employment and professional activities, accommodation, social relations,... Comparable micro-data are available for EU countries, Central European countries, as well as the USA. These data offer opportunities to carry out research in fields such as *survey and panel data methodology, income distribution and welfare, income and poverty dynamics, multi-dimensional indicators of poverty and deprivation, gender, ethnic and social inequality, unemployment and labour supply behaviour, education and training, social protection and redistributive policies, fertility and family structures, new information technologies in households and firms, ...*

### Who may apply?

All individuals (doctoral students as well as experienced academics) conducting research in an institution within the EU-25 or an FP6 Associated State. IRISS-C/I can be meeting place for groups of researchers working on a joint project. We therefore encourage joint proposals by two or more researchers.

For more detailed information and application form, please consult our website: <http://www.ceps.lu/iriss> or contact us at

IRISS-C/I, CEPS/INSTEAD  
BP 48, L-4501 Differdange, G.-D. Luxembourg  
Tel: +352 585855 610; Fax: +352 585588  
E-mail: [iriss@ceps.lu](mailto:iriss@ceps.lu)