



HAL
open science

ETUDE DE LA VARIABILITE DES ESPACES D'ACTIVITES A TRAVERS LE PRISME ESPACE-TEMPS EN BELGIQUE

Jean-Médard Ambo Amandure

► **To cite this version:**

Jean-Médard Ambo Amandure. ETUDE DE LA VARIABILITE DES ESPACES D'ACTIVITES A TRAVERS LE PRISME ESPACE-TEMPS EN BELGIQUE. Statistiques [stat]. 2015. hal-01257599

HAL Id: hal-01257599

<https://auf.hal.science/hal-01257599v1>

Submitted on 17 Jan 2016

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

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



Centre Interuniversitaire d'Etude de la Mobilité

MASTER COMPLÉMENTAIRE EN GESTION DES TRANSPORTS

**ETUDE DE LA VARIABILITE DES ESPACES D'ACTIVITES
A TRAVERS LE PRISME ESPACE-TEMPS EN BELGIQUE**

Travail de fin d'études présenté par
AMBO AMANDURE Jean Médard

En vue de l'obtention du grade académique de
Master Complémentaire en Gestion des Transports

Année académique 2014-2015

Déposé le 14 août 2015

Directeur: **Mario COOLS**



UNIVERSITÉ
LIBRE
DE BRUXELLES

Université
de Liège



UMONS
Université de Mons



REMERCIEMENTS

Ce travail de master complémentaire en gestion des transports ne pourrait voir le jour sans l'apport spirituel et le concours de plusieurs personnes.

Je tiens à remercier sincèrement l'ARES-CCD (Académie de Recherche de l'Enseignement supérieur et universitaire-Commission de Coopération au Développement) de m'avoir accordé la bourse d'études pour faire le master complémentaire en gestion des transports. Sans ce soutien financier, la réalisation de ce travail de fin d'études (TFE) ne me seraient qu'une utopie et aussi beaucoup de jeunes des pays envoie de développement pour lesquels l'ARES-CCD accorde la bourse d'études, épris d'apprendre ne pourraient pas bénéficier d'un enseignement de qualité.

Je tiens aussi à remercier mon promoteur de TFE, le Professeur Mario COOLS, qui m'a orienté tout au long de ce travail de recherche, pour ses remarques efficaces, son soutien, son abnégation, ses idées novatrices, sa rigueur et sa disponibilité à me rencontrer. Il a accepté de travailler avec moi bien que je n'avais pas suffisamment des connaissances des méthodes d'analyse spatiale, de programmation et des logiciels des traitements statistiques. Il m'a appris à manipuler des logiciels de statistique, à aimer la programmation et surtout à aimer l'analyse du comportement de mobilité, je suis et serai très reconnaissant envers lui, ces connaissances me serviront certainement dans les années à venir.

Merci à CIEM, le Centre Interuniversitaire d'Etudes de la mobilité pour m'avoir accueilli et plus particulièrement à son directeur-coordonnateur Frédéric DOBRUSZKES pour son suivi, son encouragement, ses remarques, ses conseils et surtout pour l'orientation en géographie spatiale qu'il m'a pu apporter tout au long de ce travail pour le traitement et l'analyse des données. A travers lui, je remercie tous les enseignants et les personnes qui sont intervenus dans ma formation à CIEM.

Egalement, je remercie mes collègues de CIEM avec qui nous avons passé des bons moments et partagé des connaissances, des encouragements et des ambiances agréables. Ils m'ont apporté des motivations.

Finalement, je ne saurais arriver à ce stade de formation sans le soutien des membres de ma famille et je leurs dis merci. Particulièrement, je remercie mes parents Cyrille et Christine, mon grand frère Alphonse, ma grande sœur amie Eveline et son conjoint et ma très chère amie Thérèse. Et aussi à tous les amis et amies qui ont pris part de près ou de loin pour l'accomplissement de cette œuvre.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	I
TABLE DES MATIERES	II
LISTE DES FIGURES	IV
LISTE DES TABLEAUX	V
INTRODUCTION.....	1
1. Contexte	1
3. Position du problème	2
4. Objectifs du travail	3
5. Intérêt et importance du travail.....	3
6. Subdivision du travail	3
CHAPITRE I: REVUE DE LITTERATURE.....	4
I.1. Analyse spatiale.....	4
I.2. Espace d'activités	4
I.3. Statistiques centrographiques.....	6
I.3.1. Le centre moyen	6
I.3.2. Ecart type des distances (<i>Standard distance deviation: SDD</i>).....	7
I.3.3. Standard deviation ellipse(SDE)	8
I.3.4. Polygone convexe minimum	10
I.4. Quelle relation existe entre les différentes figures planes?.....	10
I.5. Quelle est la meilleure figure géométrique plane à utiliser?.....	11
I.6. A quoi sert la mesure des espaces d'activités?	12
CHAPITRE II: METHODOLOGIE DU TRAVAIL	13
II.1 Site et lieu d'étude.....	13
II.2 Cadre conceptuel.....	14
II.3 Données	16
II.4 Echantillonnage.....	16
II.5 Traitement et analyses des données	17
II.5.1 Traitement des données	17
II.5.2. Géocodage.....	17
II.5.3. Estimation des espaces d'activités	19
II.5.3. Analyse des données.....	21
CHAPITRE III: RESULTATS ET ANALYSES.....	23
III.1. Visualisation des points d'activités.....	23
III.1.1. Enquêtes OVG4.1 (2008-2009)	23

III.1.2. Enquêtes OVG4.3 (2010-2011)	24
III.1.3. Enquêtes OVG4.5 (2012-2013)	24
Conclusions	25
III.2. Etude des aires d'activités liées au comportement de mobilité	26
III.2.1. Statistiques descriptives.....	26
III.2.2. Distribution des fréquences des aires d'activités suivant les trois enquêtes	27
III.2.3. Distribution des fréquences des distances suivant les trois enquêtes.....	28
III.2.4. Espaces d'activités suivant le nombre d'activités réalisées	29
III.2.5. Espace d'activités suivant le genre	32
III.2.6. Espace moyen d'activités suivant l'âge.....	32
III.2.7. Espace moyen d'activités suivant le revenu	33
III.2.8. Espace moyen d'activités suivant le taux de motorisation et de bicyclette.....	33
III.2.9. Espace moyen d'activités suivant la détention du permis de conduire	34
III.2.10. Espace moyen d'activités suivant la fréquentation des transports en commun ..	34
III.2.11. Espace moyen d'activités suivant l'utilisation de la voiture et du train	35
III.2.12. Espace moyen d'activités suivant le niveau d'étude	38
III.2.13. Espace moyen d'activités suivant les zones d'habitation.....	38
III.2.14. Espace moyen d'activités suivant les jours ouvrables et le weekend	39
III.2.15. Espace moyen d'activités suivant le statut professionnel.....	40
III.2.16. Distribution de temps total moyen de parcours suivant l'intervalle des aires d'activités	40
CONCLUSION GENERALE.....	42
1. Contributions	42
2. Limitations et perspectives.....	44
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	45
ANNEXES	52

LISTE DES FIGURES

Figure 1: cadre d'analyse des journées structurées par le travail ou les études.	5
Figure 2: représentation simplifiée de l'espace d'activités d'après (Schönfelder and Axhausen, 2002) ..	6
Figure 3: statistiques centrographiques: rectangle, cercle, ellipse et polygone convexe minimum d'un échantillon des points	10
Figure 4: densité de kernel (noyau) de la distribution des mesures centrographiques et d'aire vitale (MCP) correspondant à la première enquête de mobilité de la ville de TORONTO (2003).	11
Figure 5: localisation de la Flandre d'après (Cools, 2009).....	13
Figure 6: Repartition de la population belge par tranche d'âge pour l'année 2014.....	14
Figure 7: prisme espace-temps (d'après Miller et Bridwell, 2009).....	15
Figure 8: chemin space-temps (d'après Miller et Bridwell, 2009)	15
Figure 9: ellipse, cercle et rectangle délimitant l'espace d'activités d'un individu enquêté dans OVG4.1	21
Figure10: visualisation des différents points d'activités lors de l'enquête OVG4.1	23
Figure11: visualisation des différents points d'activités lors de l'enquête OVG4.3	24
Figure12: visualisation des différents points d'activités lors de l'enquête OVG4.5.	24
Figure 13: part de parcours suivant le nombre d'activités par classe d'intervalle d'amplitude 2	31
Figure 14: aire moyenne d'activités suivant la fréquentation du transport en commun (base 1= aire moyenne de l'ensemble des individus réalisant au moins trois activités journallement).....	35
Figure 15: aire moyenne d'activités suivant l'utilisation de la voiture (conducteur) (base 1= aire moyenne de l'ensemble des individus réalisant au moins trois activités journallement).....	36
Figure 16: aire moyenne d'activités suivant l'utilisation de la voiture (passager) (base 1= aire moyenne de l'ensemble des individus réalisant au moins trois activités journallement)	37
Figure 17: aire moyenne d'activités suivant l'utilisation du train (base 1= aire moyenne de l'ensemble des individus réalisant au moins trois activités journallement).....	37
Figure 18: aire moyenne d'activités suivant la zone d'habitation (base 1= aire moyenne de l'ensemble des individus réalisant au moins trois activités journallement).....	39

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: durée et vitesse moyennes d'un déplacement suivant le mode du déplacement	19
Tableau 2: valeurs des paramètres statistiques issues des aires approximées par les différentes figures géométriques	26
Tableau 3: distribution de fréquence des aires d'activités (ellipse) suivant les trois enquêtes.....	28
Tableau 4: distribution des fréquences des distances suivant les enquêtes	29
Tableau 5: fréquences d'activités suivant le nombre d'activités et les trois enquêtes.....	30
Tableau 6: statistiques descriptives de l'espace d'activités suivant le nombre d'activités	31
Tableau 7: espace moyen d'activités suivant le genre.....	32
Tableau 8: espace moyen d'activités suivant l'âge.....	32
Tableau 9: aire moyenne d'activités suivant le revenu.....	33
Tableau 10: aire moyenne d'activités suivant le taux de motorisation.....	34
Tableau 11: aire moyenne d'activités suivant le nombre de bicyclette.....	34
Tableau 12: aire moyenne d'activités suivant la détention d'un permis de conduire.....	34
Tableau 13: espace moyen d'activités suivant le niveau d'étude	38
Tableau 14: aire moyenne d'activités suivant le jour de la semaine	40
Tableau 15: aire moyenne d'activités suivant le statut professionnel	40
Tableau 16: distribution de durée totale moyenne de parcours suivant l'intervalle des aires d'activités	41

INTRODUCTION

1. Contexte

La mobilité est un élément fondamental pour la vie de l'homme. Depuis la nuit des temps, où l'homme a commencé à se déplacer, il a toujours cherché des mécanismes d'accélération de sa mobilité. Il a dès lors utilisé des animaux et inventé des bateaux pour se déplacer et conquérir des espaces (Duthilleul, 2012). Avec l'avènement du train, de l'automobile et de l'avion, il a vu se raccourcir son espace-temps c'est-à-dire le temps nécessaire pour parcourir et franchir un territoire donné (Isnard, 1985).

La liberté qu'a offerte l'automobile contrairement aux autres modes de transport a permis la naissance de l'habitat pavillonnaire (banlieue, périurbanisation), qui s'appuie normalement sur un réseau routier structuré et hiérarchisé (Biancamano et Hurtubise, 2011). Par conséquent, comme l'automobile, l'habitat pavillonnaire a aussi occasionné un accroissement de kilomètres parcourus et une augmentation de la pollution (Dias et al., 2008). Ce phénomène d'étalement urbain qui s'est accentué tout au long de la deuxième moitié du XXe siècle n'a pas épargné les villes belges. Ainsi donc, l'espace dans lequel l'homme exerce ses différentes activités s'est alors étendu. Chaque déplacement accompli est associé à une activité, et de plus chaque activité a ses propres caractéristiques spatiales et temporelles (Alvarez-Galvez et al., 2014). De même, face à la variabilité des activités à réaliser, naissent des comportements de déplacements diversifiés. Selon Goodwin et al. (1990), cité par Cherchi et Cirillo, 2014, la variabilité des comportements individuels de mobilité est naturelle dans le choix de déplacement parce que le système n'est pas en équilibre. En effet, plusieurs facteurs influencent les comportements de déplacements: facteurs physiques (personnes à mobilité réduite, malvoyant, etc.), facteurs culturels, facteurs sociaux, facteurs personnels (âge, mode de vie, pouvoir d'achat, style de vie, personnalité, ...), zone d'habitation, les moyens de déplacements, temps et distance, les infrastructures, etc. (Asperges et al., 2007; Ben-ur et al., 1991; Dias et al., 2008; Godard et al., 1980; Joly et al., 2006; Kaufmann, 1997; Mahieu, 2009, Martel Poliquin, 2012).

Le boom économique que beaucoup de pays ont connu après la seconde guerre mondiale et pour lequel la Belgique n'a pas été épargnée, a non seulement permis l'étalement urbain mais a aussi contribué à la diversification des activités, à l'entrée massive des femmes dans le monde du travail, à la métamorphose de la représentation du monde des transports (Martel Poliquin, 2012). Ainsi donc, Lebrun, et al. (2014) cernent la façon dont les déplacements sont organisés et structurent la chaîne de déplacements journaliers en boucles et en plusieurs chainages. Le découpage des différentes journées de référence en Belgique, selon la présence de boucles et d'activités intermédiaires entre le domicile et le lieu de travail, inspiré par l'étude BELDAM 2010 (Lebrun, et al., 2014) se répartit comme suit: la première boucle (centrée sur le domicile avant le départ vers l'activité principale) est accomplie seulement par près de 2% des belges; la boucle du milieu (celle ayant pour origine et destination le lieu de travail), soit le plus souvent la "pause de midi" est notée dans 3,3% des cas parmi l'ensemble des belges; 7,5% font un aller indirect et 18,5% un retour indirect entre le domicile et le lieu de travail ou d'études et en fin

18,3% réalisent la dernière boucle c'est-à-dire des activités après le retour en domicile. Par contre, en découpant les différentes journées de référence par d'autres activités c'est-à-dire dont l'activité principale n'est ni le travail, ni les études, les résultats suivants ont été obtenus: 14,0% pour la première boucle; 15,4% pour l'aller indirect; 19,1% pour le retour indirect et 13,8% pour la dernière boucle (Lebrun, et al., 2014). Tous ces chaînages et boucles de déplacements occupent l'espace et laissent quelques empreintes sur le territoire.

«*Des études existent*».

Pas mal d'études ont été menées afin de comprendre le comportement des individus ou des ménages lié aux déplacements effectués quotidiennement ou durant les jours ouvrables de la semaine ou spécialement durant le weekend. A défaut d'avoir une bonne loi explicitant les différents comportements de déplacement, quelques modèles tentent de les approximer. Parmi ces modèles, on retrouve l'application des modèles des équations structurelles (Golob, 2003; Roorda et Ruiz, 2008; Simma et Axhausen, 2001) pour démontrer entre autre la relation existant entre le nombre de voyages par jour et la distance totale parcourue durant des jours consécutifs. Roorda et Ruiz, (2008) ont établi et étendu les modèles des équations structurelles à l'analyse des données de l'enquête de mobilité de la ville de Toronto au Canada. Ils ont analysé le nombre de déplacements par mode et la durée des activités suivant l'horizon de planification (pour des jours et années consécutifs).

Susilo et Kitamura (2005) ont examiné la variation quotidienne de l'espace d'action des individus. Ils ont constaté que les « *travailleurs et les étudiants présentent un comportement spatial stable en semaine, tandis que les espaces d'action en semaine de non-travailleurs et les espaces d'action de week-end de tous les répondants sont généralement plus aléatoires* ». Cherchi et Cirillo (2014) ont étudié la variabilité et l'habitude dans les choix modaux dans une enquête de mobilité. Ils ont utilisé les modèles logit mixte et ont montré que les préférences individuelles relatives aux choix modaux sont relativement stables pour le temps et le coût, mais il existe une hétérogénéité aléatoire autour des valeurs moyennes et dans les préférences des différentes alternatives. Ils ont aussi établi qu'il existe un fort effet d'inertie dans le choix de mode qui augmente avec (ou est renforcée par) le nombre de fois que le même déplacement est répété. La séquence du choix modal est influencée par la durée de l'activité et la structure hebdomadaire des activités.

3. Position du problème

L'enquête BELDAM 2010 a étudié la mobilité quotidienne des belges, mais n'a pas utilisé un suivi GPS des répondants suite au coût que cette méthode engendre (Cornelis, et al., 2012), cela pourrait permettre la connaissance des itinéraires suivis et les coordonnées des lieux d'activités. Les études sur les distances effectuées et sur les différents chaînages et boucles réalisés quotidiennement par les belges ont été suffisamment analysées dans plusieurs études (Cornelis et al., 2012; Lebrun, et al., 2014) mais ces études n'ont pas abordé ou approfondi l'aspect espace occupé par les différents déplacements quotidiens pour l'accomplissement des activités. Et donc, les multiples déplacements accomplis journallement par chacun des habitants de la Belgique et motivés par les différentes activités à réaliser occupent certes une certaine étendue géographique et nous amènent à nous poser les questions suivantes:

Quelle est l'ampleur de l'espace géographique occupé par les différents déplacements et activités effectués journallement? Comment se distribue-t-il suivant certaines variables remarquables? Comment se diffusent les différents points d'activités?

Comme noté dans plusieurs études, il existe des variables qui influent remarquablement sur le comportement de mobilité: âge, revenu, zone d'habitation, genre, la motorisation, etc. Nous supposons que ces variables influent aussi notablement sur l'espace d'activités décrit quotidiennement par des personnes.

4. Objectifs du travail

Ce travail vise essentiellement à étudier les espaces géographiques d'activités accomplies journallement par les habitants de la Belgique. Spécifiquement, ce travail a pour objectifs de:

- Visualiser les différents points d'activités liés aux déplacements effectués journallement par les habitants de la Belgique;
- Evaluer les espaces géographiques d'activités accomplis journallement par les habitants de la Belgique;
- Décrire et analyser les espaces estimés d'activités suivant certaines variables remarquables.

5. Intérêt et importance du travail

Cette étude apporte un élément de plus sur l'étude de la mobilité en Belgique que l'enquête BELDAM et les autres études n'ont pas pu réaliser. La connaissance de l'espace d'activités impacté par des déplacements journaliers effectués par les habitants de la Belgique et aussi suivant quelques variables, peut éclairer les autorités sur les espaces d'activités qu'occupent leurs citoyens et leurs permettre d'apporter une solution durable et efficace aux différents problèmes occasionnés par les différents déplacements.

6. Subdivision du travail

Après cette partie consacrée à l'introduction, ce travail est subdivisé à trois chapitres. Le premier chapitre présente la revue de la littérature exposant les notions de base sur les espaces d'activités, les statistiques centrographiques, l'analyse spatiale, etc. Dans le deuxième chapitre, est présentée la méthodologie poursuivie dans ce travail, c'est-à-dire les méthodes utilisées pour le traitement et l'analyse des données, l'échantillonnage, le géocodage et les calculs des espaces d'activités. Enfin, le troisième chapitre est consacré aux résultats et leurs analyses. En premier lieu, les points d'activités sont visualisés. En second lieu, les espaces d'activités sont présentés et analysés suivant quelques variables pertinentes choisies, comme par exemple, le permis de conduire, l'âge, le sexe, etc.

CHAPITRE I: REVUE DE LITTERATURE

Les notions indispensables et non exhaustives à la compréhension de ce travail sont présentées dans ce chapitre. Egalement, cette partie expose des éléments déjà traités dans d'autres études connexes en rapport avec ce travail. Une grande partie des notions exposées dans ce travail se rapportent à la géographie spatiale. Ainsi donc, en premier lieu, l'analyse spatiale est définie en quelques mots. Et en second lieu, les notions sur l'espace d'activités, les statistiques centrographiques et les figures permettant d'estimer ces espaces d'activités sont expliquées.

I.1. Analyse spatiale

L'analyse spatiale a connu un essor prépondérant durant le 20^{ème} siècle surtout dans ses dernières décennies (Bavoux, 2010; Caloz et Collet, 2011; Cuyala, 2014). Jadis un domaine orienté vers la géographie, mais aujourd'hui ses champs d'application vont au-delà de la limite géographique. L'analyse spatiale permet d' «*étudier les sociétés à travers leurs dimensions spatiales, en prenant en compte l'ensemble des interactions homme/espace*» (Bavoux, 2010) et de «*mettre en évidence des structures et des formes d'organisation spatiale récurrentes* » (Pumain et al., 2010). Les processus qui sont à l'origine de ces structures peuvent être par exemple, la distance, l'interaction, la centralité, les changements d'échelle, l'appartenance sociale, etc. (Dubus et al., 2015). L'analyse spatiale a bénéficié fortement de l'apport des mathématiques (par des méthodes quantitatives en géographies), de l'essor de l'informatique, des notions des statistiques spatiales, de la cartographie, de l'imagerie spatiale et simulation, et donc l'analyse spatiale permet donc de mieux saisir la complexité des phénomènes (Caloz et Collet, 2011; Sanders, 2001). Ses fondements selon Dubus et al. (2015) sont donc essentiellement méthodologiques et théoriques. La construction d'explications formalisées, les méthodes hypothético-déductives et la modélisation sont donc des approches utilisées en analyse spatiale, qui donc recherche plus les récurrences que les irréductibles particularités (Larousse, n.d.).

Ainsi donc, l'étude du comportement de mobilité se sert aussi de l'analyse spatiale afin de comprendre les différents phénomènes (physiques, sociaux, culturels, etc.) intervenant dans la mobilité. Dans les parties qui suivent quelques termes se rapportant à l'analyse spatiale et à la mobilité nécessaires pour la compréhension de ce travail sont développés et expliqués.

I.2. Espace d'activités

Toute créature ayant une aptitude à se déplacer, accomplit du mouvement dans l'espace physique. Cette motilité spatiale se réalise aussi suivant une dimension temporelle. La temporalité appliquée à l'homme peut être soit courte soit longue et se réaliser à l'intérieur ou à l'extérieur d'un bassin de population, et donc ceci permet de classer la mobilité spatiale en quatre formes principales: mobilité quotidienne, mobilité résidentielle, voyages et tourisme, migrations (Kaufmann, 2011, cité par Hubert, et al., 2013). La mobilité quotidienne, sur laquelle cette étude se bornera, était jadis l'apanage des ingénieurs des transports ou de trafic qui s'intéressaient à savoir les flux origine-destination et le trafic afin de modéliser et adapter les infrastructures de transports à construire (Prud'homme, 1999; Prud'homme & Ming, 2000), a franchi cette limite de

nos jours et s'intéresse aussi aux déterminants des modes de transports et à l'étude approfondie des déplacements (Hubert, et al., 2013).

Dans cet espace géographique de déplacement, se réalisent des activités qui souvent varient en fonction du temps. Cet espace que nous resumons par le concept espace spatio-temporel ne nous amenera pas à vouloir l'associer à l'espace de Minkowski en relativité restreinte. Ce dernier est une notion purement mathématique et physique où sont définies certaines propriétés géométriques correspondant à cet espace. Il y a lieu de noter une différence entre l'espace d'actions et l'espace d'activités. Le premier, espace d'actions, renvoie à un ensemble des points (lieux) pour lesquels les individus ou les ménages ont une certaine connaissance; et le second, espace d'activités dont il est question dans ce travail, est l'ensemble des points (lieux) physiquement contactés durant la journée (mobilité quotidienne) (Horton and Reynolds, 1971, cité par Buliung et Remmel, 2008).

Afin de faciliter l'analyse des activités, Lebrun et al. (2014) ont présenté un cadre d'analyse des journées et regroupé toutes les activités physiquement contactées en trois boucles et plusieurs chainages (Figure 1). Ces boucles et chainages sont diversement repartis dans l'espace et occupent certes, une certaine étendue géographique. La représentation simplifiée de l'espace d'activités est présentée dans la Figure 2.

Bien qu'à la notion de l'espace est sous-entendue la notion de volume, l'espace géographique parlé ici est synonyme de la surface ou de la superficie (mesure de la surface) et de l'étendue. C'est pourquoi à chaque activité est associée un point de cette surface avec des coordonnées géographiques bien définies. On peut faire correspondre à l'ensemble des activités, une figure géométrique ou une courbe qui comprend la totalité ou la quasi-totalité de ces activités. Connaissant les éléments de la figure géométrique associée à l'espace d'activités, on peut estimer son aire. Dans la littérature, il existe quatre figures géométriques permettant de mesurer l'espace d'activités: le carré, le cercle, l'ellipse et le polygone (Buliung et Remmel, 2008; Vanhulsel et al., 2011). La détermination de ces figures géométriques suppose la connaissance de quelques paramètres appelés statistiques centrographiques que nous exposons dans la section suivante. Les statistiques centrographiques font parties de la statistique spatiale. Les statistiques spatiales sont devenues, de nos jours, des outils inéluctables pour la quantification des propriétés spatiales de la distribution des activités (Beckmann, Golob, & Zahavi, 1983; Ron N. Buliung & Kanaroglou, 2006; S Schönfelder, 2004; Schönfelder & Axhausen, 2002).

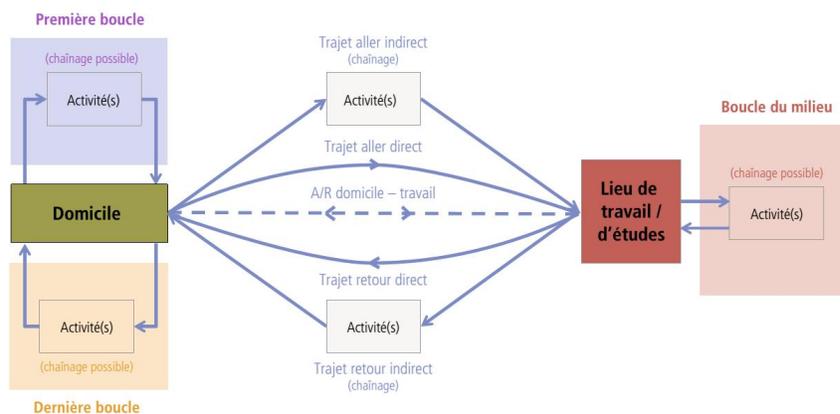


Figure 1: cadre d'analyse des journées structurées par le travail ou les études.

Source: (Lebrun et al., 2014)

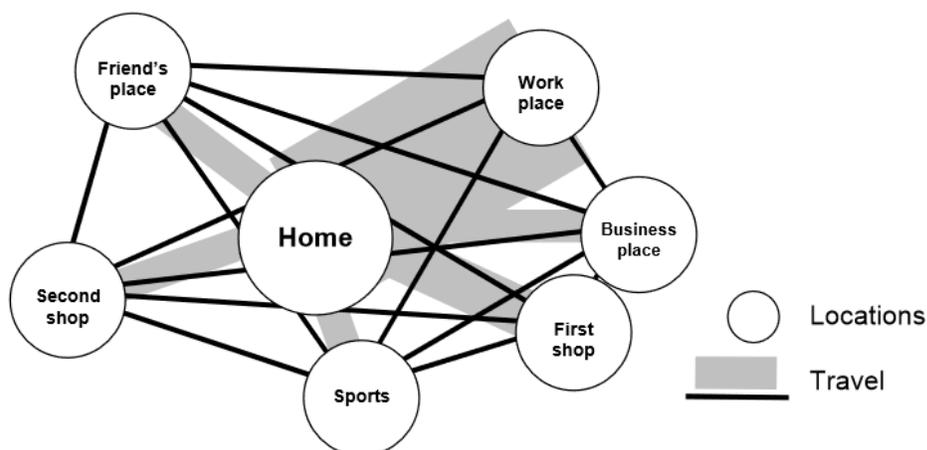


Figure 2: représentation simplifiée de l'espace d'activités d'après (Schöfelfelder and Axhausen, 2002)

I.3. Statistiques centrographiques

Les statistiques centrographiques constituent des outils les plus fondamentaux pour la description de la distribution spatiale des points (Levine, 2013; Levine, 2006). Telles que définies par (Buliung and Rimmel, 2008), les statistiques centrographiques se réfèrent aux mesures de tendance centrale et de dispersion. Ces mesures comprennent le centre moyen, le standard distance deviation (SDD) (écart type des distances, traduit en français), les écarts-types par rapport à x et à y , l'écart-moyen, le centre médian, le standard deviation ellipse (SDE)¹, la moyenne géométrique, la moyenne harmonique, le centre de distance minimum, etc. (Beckmann & al., 1983; Buliung & Rimmel, 2008; Vanhulsel & al., 2011). Cette notion n'est pas nouvelle, des études datant du début du 20^e siècle en parlent (Bachi, 1963; Buliung et Rimmel, 2008; Furfey, 1927; Lefever, 1926; Levine, 2006). Bachi (1963) souligne qu'ils sont appelés centrographiques parce que des éléments (moyenne, écart type, ...) sont associés aux moments statistiques centrés. Dans l'optique de l'analyse de l'espace d'activités basées sur la localisation, quelques mesures citées ci-dessus sont utilisées pour l'évaluation des espaces d'activités délimitées soit par un cercle, soit par un rectangle ou par une ellipse.

Les statistiques centrographiques indispensables pour la définition de ces mesures sont sommairement exposées dans les parties qui suivent. De plus, est exposée aussi la notion sur le polygone convexe minimum. Notons que les données à utiliser peuvent, par exemple, être des coordonnées géographiques des différents lieux d'activités fréquentés pendant la journée.

I.3.1. Le centre moyen

La moyenne est un concept et un paramètre statistique le plus usuel en statistiques et partout en sciences. Vandeschrick (1999) reformule la définition de (Levy, 1979) sur la moyenne comme étant « *la valeur de la variable qui, affectant uniformément l'ensemble des unités d'observation, conserverait l'effet total de la variable* ». Cette définition est générale pour toutes les sortes des moyennes. Le centre moyen, concept aussi équivalent à la moyenne décrit le centre

¹ Difficile de trouver une traduction en français mais littéralement on peut le traduire à l'écart type se rapportant à l'ellipse.

de gravité d'une dissémination spatiale des points. C'est un point et est le plus simple descripteur de la distribution (Levine, 2013). Il permet entre autre de décrire la différenciation spatiale dans une région donnée et les facteurs qui peuvent être associés avec la distribution des points. En effet, Levine (2013) a montré que dans la ville de Baltimore aux Etats-Unis, les centres moyens des populations: afroaméricaine, blanche et hispanique (latino) étaient différents.

Du moment que les points distribués sont identifiés par leurs coordonnées géographiques c'est-à-dire la longitude désignée par x et la latitude par y (en UTM), alors au centre moyen est aussi associé des coordonnées géographiques, qui sont pour la longitude (x_i), la moyenne arithmétique des toutes les longitudes, définie par l'équation (1.1) et pour la latitude (y_i), la moyenne des toutes les latitudes, définie par l'équation (1.2), exprimées toutes les deux en unités de longueur. n étant le nombre total des points (dans ce travail, ces points représentent des coordonnées géographiques des points d'activités géoréférencées). On le note (\bar{x}, \bar{y}) avec :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1.1)$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (1.2)$$

Il est plus avantageux d'utiliser des coordonnées UTM (Eastings et Northings) que les coordonnées sphériques (latitude et longitude) afin d'éviter des estimations biaisées du centre moyen et de bien interpréter les résultats fournis (Buliung et Rimmel, 2008). Parmi les avantages des coordonnées UTM, on peut citer : les coordonnées sont évaluées en unités de longueur et en un système décimal, même si les coordonnées sphériques peuvent être converties en degrés décimaux.

De même, on définit aussi le centre moyen pondéré comme le quotient de la somme du produit de la variable par son poids d'observation sur la somme de tous les poids (voir équations (1.3) et (1.4)). x_i et y_i sont les coordonnées du point et w_i est le poids d'observation i . L'avantage du centre moyen pondéré est qu'à chaque point est associé les caractéristiques du milieu, par exemple le nombre d'habitants recensés dans la zone (Levine, 2013).

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (1.3)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i y_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (1.4)$$

I.3.2. Ecart type des distances (*Standard distance deviation: SDD*)

L'écart type des distances concept traduit de l'anglais "*standard distance deviation (SDD) ou standard distance*", est défini comme la moyenne quadratique des distances séparant tous les points du centre moyen (centre de gravité), c'est-à-dire la racine carrée de la moyenne des carrés des distances séparant chaque point au centre moyen (Bachi, 1963). Elle permet de mesurer le degré de concentration ou de dispersion des points au tour du centre moyen ou du centre médian

(Esri, 2010). Cette distance standard n'est rien autre que l'écart type des distances des points géoréférencés au centre moyen et est mesurée en unité de longueur. Il est défini par l'équation (1.5). L'avantage que le SDD procure, est qu'il fournit une mesure synthétique unique de la distribution des points contrairement aux autres statistiques (centre moyen, écart type, ...) (Esri, 2010).

$$SDD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2]}{n - 2}} \quad (1.5)$$

L'équation (1.5), montre que le calcul de SDD n'est possible que pour un nombre de points supérieur à 2. Le nombre 2 est soustrait du nombre total des points afin de produire une estimation non biaisée de la distance standard, du fait qu'il existe deux constantes lors du calcul de cette distance (Levine, 2013). Ainsi, les figures permettant de mesurer les espaces d'activités sont de dimension deux, donc des surfaces planes et de plus, la définition d'un plan suppose la connaissance de trois points non alignés (ceci est une des méthodes de détermination du plan).

Ainsi, le nombre positif unique SDD calculé peut être utilisé comme rayon du cercle permettant d'estimer l'espace d'activités liées aux données géoréférencées et ayant comme centre, le centre moyen (Figure 3). Par conséquent, la grandeur de l'espace d'activités délimité par le cercle va dépendre de l'importance de SDD, c'est-à-dire de la dispersion des points d'activités.

L'équation (1.5) est la racine carrée de la somme de la variance par rapport à x et de la variance par rapport à y ou la mesure de l'hypoténuse du triangle rectangle dont les mesures de deux autres côtés se rapportent aux valeurs des écarts types par rapport à x et y . Dans cette même optique, le calcul des écarts types par rapport à x et y , c'est-à-dire la dispersion des données le long de deux axes orthogonaux, permet d'estimer à l'aide d'un rectangle l'aire d'activités (Buliung et Remmel, 2008). L'écart-type étant un nombre positif, les mesures de la longueur et de la largeur de ce rectangle correspondent aux valeurs de ces deux écarts types. Ainsi donc, on peut en déduire l'aire du rectangle (Figure 3).

I.3.3. Standard deviation ellipse(SDE)

L'ellipse permet aussi de délimiter et de quantifier l'espace d'activités. L'ellipse, par définition, est une courbe plane fermée dont la somme des distances des points du plan à deux points fixes appelés « foyer » est constante. La connaissance des grandeurs : grand axe et petit axe de l'ellipse permet de déterminer les autres grandeurs de l'ellipse. Si l'on désigne par a et b respectivement le grand axe et le petit axe, alors la valeur de l'aire d'une ellipse se calcule par l'équation (1.6).

$$S = \pi ab \quad (1.6)$$

Le SDE est une statistique qui résume les différentes valeurs relatives à l'estimation de l'aire d'activités par une ellipse (Ebdon, 1988; Cromley, 1992, cité par Levine, 2013). Il est dérivé de la distribution bivariée (Bachi, 1963; Furfey, 1927). Dans le SDE, sont données les valeurs du grand axe et du petit axe, la surface de l'ellipse, le centre moyen, l'angle, etc. Le SDE livre un aperçu sur la distribution spatiale ou la dispersion des différents points liés aux événements autour du centre moyen (centre de gravité) dans le cadre de l'espace d'activités. Selon (Buliung et Remmel, 2008) le SDE assouplit les postulats relatifs à la symétrie spatiale et ajoute des

informations à l'analyse préliminaire en contrôlant l'orientation ou la direction de la dispersion spatiale des points. Cette direction est souvent influencée dans le cadre de l'analyse des déplacements par la conception et l'organisation du système de transport et de l'utilisation du sol.

L'orientation de l'ellipse est déterminée par l'orientation de la dispersion maximum et a la même direction que celle du grand axe. La direction du petit axe indiquée par la dispersion minimum est perpendiculaire à celle du grand axe (Figure 3). Les mesures de ces deux axes expriment aussi la dispersion et sont dans la plus part des cas, différentes (Buliung et Rimmel, 2008) à celles des écarts types classiques par rapport à x et à y . Les principales mesures contenues dans le SDE se calculent par des équations (1.8), (1.9) et (1.10) (Buliung et Rimmel, 2008). Le calcul de la valeur du grand axe et celle du petit axe nécessite la connaissance au préalable des coordonnées du centre moyen et l'angle d'orientation de l'ellipse (voir équations (1.7)). Le calcul est simplifié par le changement du point origine à l'aide des équations (1.7).

$$x'_i = x_i - \bar{x} ; \quad y'_i = y_i - \bar{y} \quad (1.7)$$

L'angle de rotation (θ) indiquant l'orientation de l'ellipse est déterminé par l'équation (1.8) en utilisant le changement des coordonnées (1.7). C'est l'angle compris entre le nouvel axe des ordonnées (Oy) et l'axe y de l'ellipse (Buliung et Rimmel, 2008).

$$\tan \theta = \frac{\sum(x_i'^2 - y_i'^2) + \sqrt{(\sum x_i'^2 - \sum y_i'^2)^2 + 4(\sum x_i' y_i')^2}}{2 \sum x_i' y_i'} \quad (1.8)$$

Les équations (1.7) et (1.8) permettent de trouver les valeurs du grand axe et du petit axe qui valent respectivement $(2s_x)$ et $(2s_y)$. n étant le nombre des points d'activités.

$$s_x = \sqrt{\frac{(\sum x_i'^2) \cos^2 \theta - 2(\sum x_i' y_i') \sin \theta \cos \theta + (\sum y_i'^2) \sin^2 \theta}{n - 2}} \quad (1.9)$$

$$s_y = \sqrt{\frac{(\sum x_i'^2) \sin^2 \theta + 2(\sum x_i' y_i') \sin \theta \cos \theta + (\sum y_i'^2) \cos^2 \theta}{n - 2}} \quad (1.10)$$

De plus, le SDE donne aussi la valeur de l'excentricité de l'ellipse. L'excentricité est un paramètre réel positif caractéristique d'une courbe conique. Elle est notée e . Sa valeur pour l'ellipse est comprise entre 0 et 1, c'est-à-dire $0 < e < 1$. Dans la mesure d'espace d'activités, l'excentricité permet d'observer le rapprochement ou l'écartement de l'ellipse par rapport au cercle. Lorsqu'elle tend vers zéro, cela signifie que l'ellipse tend à ressembler à un cercle, c'est-à-dire les distributions sont circulaires. Dans une ellipse, lorsque les mesures de grand axe et du petit axe sont connues, alors la valeur de l'excentricité est obtenue par l'équation (1.11).

$$e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a} \quad (1.11)$$

I.3.4. Polygone convexe minimum

Le polygone convexe minimum (en anglais, minimum convex polygon (MCP)) est une des méthodes conçues au départ et utilisées souvent pour l'estimation du domaine vital des animaux (non humains) et la visualisation de leurs mouvements dans une zone donnée pour la recherche de leurs besoins primaires: nourriture, reproduction, etc. Comme indiqué, cette notion, selon (Powell et Mitchell, 2012), est beaucoup plus utilisée par les biologistes depuis la publication de William Henry (Burt, 1943) qui, définit le concept de l'aire vitale. Il est dit minimum car c'est le plus petit polygone contenant l'ensemble des données géoréférencées de localisation. Il peut être utilisé, dans la localisation des activités, comme une mesure générale englobant les maximums des points d'activités liées à un individu ou un ménage contenus dans l'étendue géographique ou dans la couverture spatiale (Figure 3), c'est-à-dire il fournit une étendue géographique maximale de l'espace d'activités (Buliung et Rimmel, 2008; Burnett et Hanson, 1982). Dans ce cas, la mesure de l'espace d'activités par cette méthode est donc fortement influencée par les points aberrants. Le MCP ne fait pas partie des statistiques centrographiques.

Cette méthode n'est pas largement utilisée pour l'étude des espaces d'activités des humains (Buliung et Rimmel, 2008). Cependant, quelques études menées récemment (Buliung et al., 2008; Buliung et Kanaroglou, 2006a; Buliung et Kanaroglou, 2006b; Schönfelder et Axhausen, 2002; S Schönfelder, 2004) essayent d'utiliser cette approche MCP d'estimation d'aire vitale pour étudier la relation entre la morphologie urbaine et le déplacement des hommes lié aux différentes activités, et de quantifier l'espace d'activités. Afin de simplifier la visualisation et l'estimation, le projet AniMove conçoit des paquets (*move, raster, rgdal, ...*) à utiliser avec les logiciels (R et autres) pour l'estimation de ce polygone convexe minimum, comprenant des méthodes paramétriques et non paramétriques.

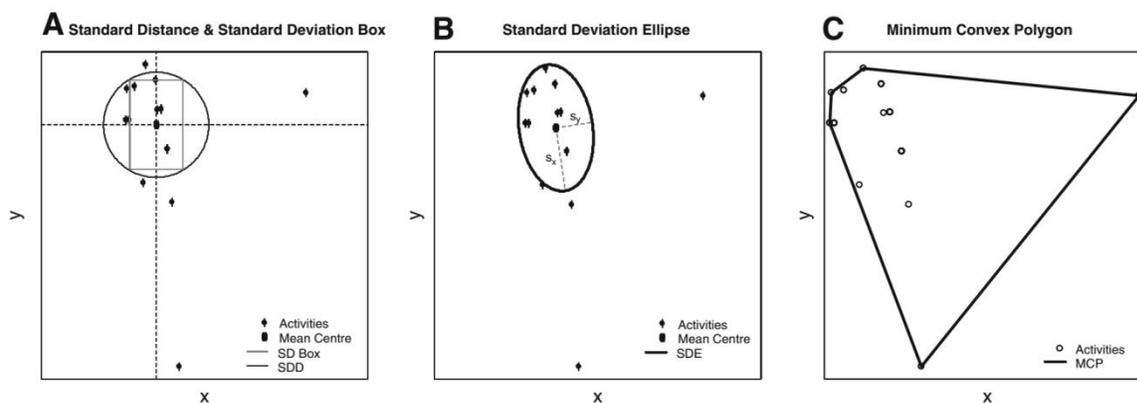


Figure 3: statistiques centrographiques: rectangle, cercle, ellipse et polygone convexe minimum d'un échantillon des points

Source: (Buliung et Rimmel, 2008)

I.4. Quelle relation existe entre les différentes figures planes?

Quatre figures géométriques planes permettent d'estimer l'espace d'activités: le rectangle, le cercle, l'ellipse et le polygone convexe minimum. Par leurs natures c'est-à-dire suivant leurs définitions mathématiques, les quatre figures planes sont différentes. Nonobstant, le polygone convexe minimum semble beaucoup s'écarter de trois autres et sa relation avec les autres n'est

pas encore connue (Buliung et Remmel, 2008). Il comprend tous les points et par conséquent a la plus grande mesure. Il existe une relation entre les trois autres. Le cercle est circonscrit au rectangle: le rayon du cercle (SDD) est l'hypoténuse du rectangle ayant pour deux autres côtés, la moitié de la longueur et la moitié de la largeur du rectangle $\left(\frac{SD_x}{2} \text{ et } \frac{SD_y}{2}\right)$. L'ellipse se réduit au cercle lorsque $(s_x = s_y)$ (Levine, 2013).

En appliquant d'autres approches d'analyse des similarités statistiques, notamment l'estimation par noyau (densité de probabilité kernel) (Läuter, 1988) telle que présentée dans la figure 4, montre que toutes ces mesures semblent fortement être corrélées; à partir d'une certaine mesure d'aire la densité diminue suivant que la couverture spatiale augmente; dans un intervalle donné (voir figure 4), la densité est beaucoup plus élevée pour le SDbox que pour les trois autres; le MCP et le SDE sont fortement corrélés quant à la densité de kernel (Buliung et Remmel, 2008).

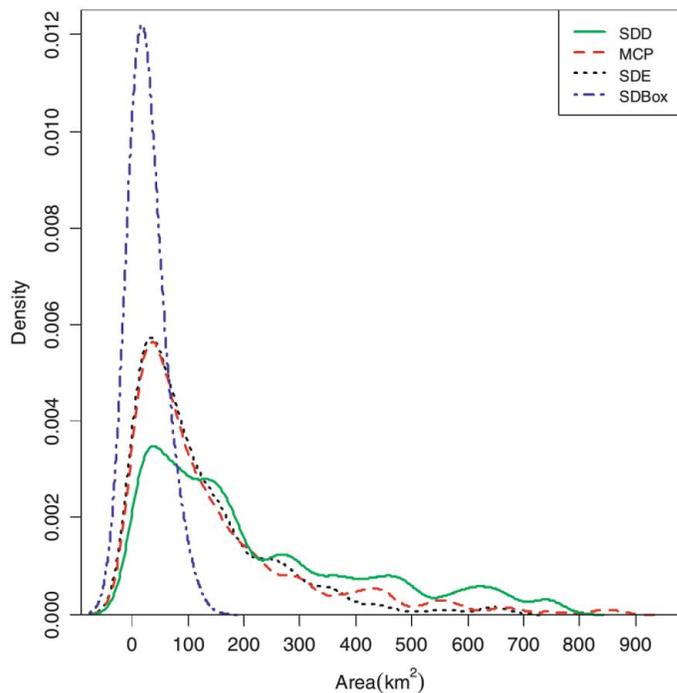


Figure 4: densité de kernel (noyau) de la distribution des mesures centrées et d'aire vitale (MCP) correspondant à la première enquête de mobilité de la ville de TORONTO (2003).

Source: (Buliung et Remmel, 2008).

I.5. Quelle est la meilleure figure géométrique plane à utiliser?

La détermination exacte de la meilleure figure géométrique permettant d'évaluer les propriétés spatiales et surtout l'aire d'activités n'est pas aisée. Aucune métrique ne peut être considérée comme la meilleure pour la description des espaces. Le choix d'une des mesures dépend des objectifs spécifiques de l'étude. La forme du nuage des points liés aux différentes données géoréférencées des activités, peut influencer le choix d'une figure géométrique plane. L'aménagement du territoire, l'organisation du système de transports, l'organisation du système

social, la localisation des activités, la politique d'urbanisation, la forme de la ville, etc., sont des éléments qui concourent au choix des méthodes et à la forme du nuage des points.

La distance standard, par sa nature est l'hypoténuse du triangle rectangle dont les mesures de deux autres côtés sont respectivement les écarts types par rapport à x et à y , tend à surévaluer la mesure de l'espace d'activités, contrairement au rectangle et à l'ellipse. Cette valeur est exagérée par les valeurs extrêmes (Buliung et Rimmel, 2008). De plus, les auteurs (Levine, 2006; S Schönfelder, 2004) soulignent que la distance standard (rayon du cercle), n'est pas la bonne mesure d'évaluation de l'espace d'activités: il ne tient pas compte de la direction de propagation ou de la répartition symétrique des points d'activités contenus dans le cercle. Les réseaux routiers, la localisation des entreprises et de la zone de résidence influent grandement sur la forme de diffusion des points d'activités. Aguilera-Belanger et al. (1999) énumèrent quelques grands facteurs de localisation des entreprises: l'accessibilité, la proximité, la distance au centre et aux infrastructures, le coût, etc.

La détermination de SDD est plus aisée et plus attrayante que le calcul de SDE. De même, le SDbox n'arrive pas à mettre en évidence les qualités et les caractéristiques spatiales liées au déplacement de la zone étudiée et fournit moins d'information. Toutefois, la distance standard (SD) est utile pour comprendre la dispersion des points d'activités le long de deux axes. Par ailleurs, la mesure tenant compte de l'orientation (direction) et l'aplatissement de dispersion des points d'activités est le standard deviation ellipse (SDE). Le SDE est moins sensible aux valeurs aberrantes (Figure 3) (Buliung et Rimmel, 2008). D'après la figure 4, il existe une grande similarité et une grande corrélation entre le SDE et le MCP. Le MCP fournit une approche de calcul pour l'évaluation du domaine vital (des animaux) limité géographiquement et englobant tous les points d'activités liées aux divers déplacements.

I.6. A quoi sert la mesure des espaces d'activités?

La connaissance des aires d'activités occupées tant par des particuliers (individus) que par des ménages se révèle utile aussi bien aux chercheurs qu'aux décideurs (politiques, aménageurs des territoires, etc.). L'implantation des centres commerciaux, de loisirs et tant d'autres peut être orientée par la connaissance des aires d'activités minimum liées à certaines caractéristiques (statut professionnel, âge, revenu, etc.). De même, la connaissance des aires d'activités peut se révéler utile dans l'affectation et l'utilisation des sols, afin de réduire les impacts négatifs sur l'environnement. Des outils tels que le SDD, le SDbox, le SDE et le MCP facilitent la mesure et la visualisation de la dispersion géographique des activités dans l'espace (Buliung et Rimmel, 2008). Et donc, ces mesures peuvent aussi être utiles pour étudier la relation entre les propriétés spatiales (par exemple la dispersion) liées aux déplacements et la structure spatiale ou l'organisation du territoire (système de transports, utilisation du sol, etc.) (Buliung et Kanaroglou, 2006a). Il est à noter que plus les points d'activités sont dispersés et plus est grande la mesure de cet espace d'activités. Les autorités compétentes (aménageurs des territoires, politiques, urbanistes,...) peuvent concentrer les activités dans un lieu donné afin de réduire l'espace d'activités parcouru et dès lors diminuer les impacts afférents à l'utilisation de cet espace sur l'environnement.

CHAPITRE II: METHODOLOGIE DU TRAVAIL

Ce chapitre détaille les méthodes utilisées pour le traitement et l'analyse des données. Le site et le lieu où l'étude a été orientée sont présentés. Le cadre conceptuel, c'est-à-dire quelques termes liés directement avec le travail, l'origine des données, l'échantillonnage, le traitement et l'analyse des données en rapport avec ce projet de recherche sont expliqués.

II.1 Site et lieu d'étude

L'étude a porté sur la population belge, principalement celle habitant la Flandre. La Flandre est une des trois régions de la Belgique, les deux autres sont la Région wallonne et la Région Bruxelles-Capitale (Figure 5). Elle est située dans la partie Nord de la Belgique (en rouge sur la Figure 5). Selon Statistics Belgium (juillet, 2015), la population belge est de 11.209.044 habitants dont 6.444.127 habitants en Flandre. Par ses statistiques, la Flandre représente près de 57% de la population belge et donc la plus grande région en Belgique en termes de population pour une superficie de près de 13 522 km². D'après les statistiques présentées par Eurostat en 2014, les femmes représentaient 51% de la population belge et aussi des habitants de la Flandre. En observant le Figure 6, on remarque que la population belge est vieillissante et cette tendance est plus accrue en Flandre: la proportion des personnes âgées d'au moins de 50 ans est supérieure à celle de l'ensemble de la Belgique et par contre la proportion des personnes de moins de 50 ans est inférieure à celle de l'ensemble de la population belge.

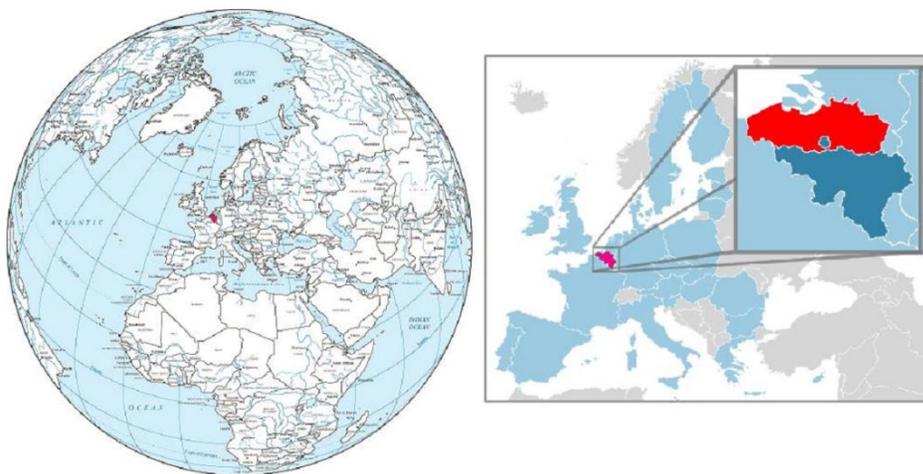


Figure 5: localisation de la Flandre d'après (Cools, 2009)

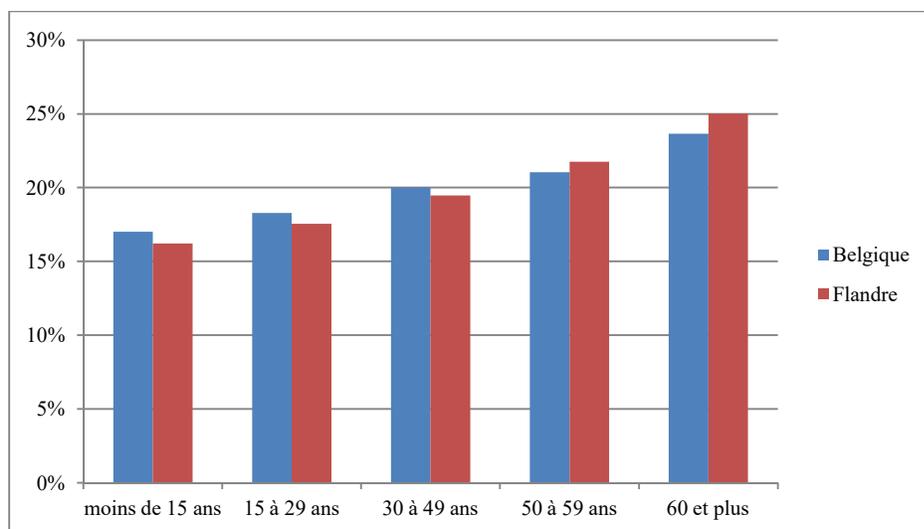


Figure 6: Repartition de la population belge par tranche d'âge pour l'année 2014

Source: élaboration personnelle d'après les données de l'Eurostat (2014).

II.2 Cadre conceptuel

La distribution des différentes activités que l'homme effectue pendant un temps et dans un espace géographique donné peut être délimitée par une courbe ou une figure quelconque. Cette représentation des activités dans un contexte espace-temps permet de savoir comment les populations organisent et accomplissent leurs activités (Li et al., 2012). C'est ainsi qu'en 1970, Hägerstrand proposant l'approche temps géographique et introduisit le concept prisme espace-temps (Figure 7) pour étudier la relation entre les activités humaines et leurs contraintes dans un contexte espace-temps (Li et al., 2012; Vanhulsel et al., 2011). Ainsi, le prisme espace-temps se rapporte aux « *limites géographique et temporelle de la forme d'activités d'un individu tout en tenant compte du budget temps disponible, du système de transport et des options de choix perçu et où le déplacement induit la gestion du temps à la distance* » (Hägerstrand, 1970; Jones, 1977; cités par Vanhulsel et al., 2011). Le prisme espace-temps délimite des localisations possibles d'activités pour des déplacements non observés ou restés discrets durant une période donnée (Miller and Bridwell, 2009; Miller, 2005).

La représentation des activités humaines sous diverses contraintes peut être réalisée par le chemin espace-temps (Figure 8). Celui-ci représente les trajectoires observées des mouvements d'un individu à travers l'espace et le temps.

Dans la littérature, plusieurs aspects permettent de décrire l'espace-temps du comportement de l'individu lié au déplacement: le type de voyage, la trajectoire espace-temps, les arrêts, la durée, la vitesse, et la séquence (Lu et Fang, 2014). Des méthodes tant quantitatives que qualitatives sont souvent utilisées pour la description de ces aspects. Les types de trajectoires ou d'activités, la distance ou la durée de voyage peuvent, par exemple, être analysées par des méthodes quantitatives (Lu et Fang, 2014; Wilson, 2008).

Dans ce travail, l'étude de la variabilité d'activités est basée sur l'évaluation des espaces d'activités à travers le prisme espace-temps. Sur une surface plane, le prisme espace-temps peut

être représenté par des diverses figures ou courbes: le cercle, le rectangle, l'ellipse et le polygone. Les notions des statistiques centrophiques présentées au chapitre premier sont d'une importance capitale pour la détermination des éléments de ces courbes ou figures: le centre (à partir du centre moyen), le rayon (standard distance deviation), la longueur et la largeur (à partir des écart-types), le petit et le grand axe (à partir de standard deviation ellipse).

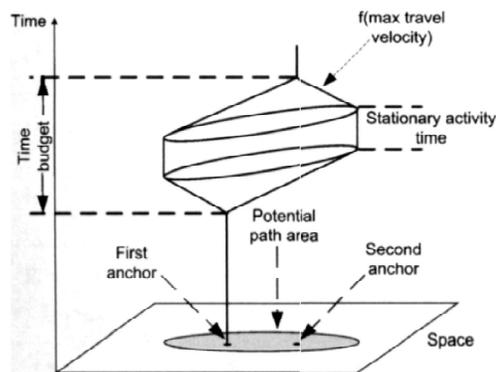


Figure 7: prisme espace-temps (d'après Miller et Bridwell, 2009)

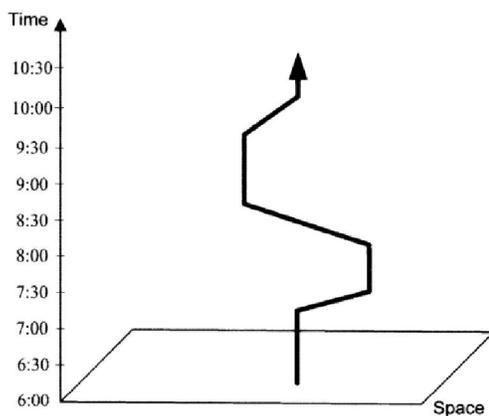


Figure 8: chemin space-temps (d'après Miller et Bridwell, 2009)

II.3 Données

Les données qui ont servi pour cette étude sont issues de la base des données de l'OVG4 sur l'enquête de mobilité. L'OVG (Onderzoek Verplaatsingsgedrag, en néerlandais) (Goossens, 2013) est un service chargé d'enquêter, de mener des études et de produire des rapports sur la mobilité des personnes vivant en Flandre. L'OVG a déjà réalisé et publié 4 enquêtes depuis 1994, à savoir OVG1 couvrant la période d'Avril 1994 à Avril 1995, OVG2 de Janvier 2000 à Janvier 2001, OVG3 de Septembre 2007 à Septembre 2008 et OVG4 de Septembre 2008 à Septembre 2013. Comme on peut le voir, l'enquête OVG4 s'est étalée sur une période de 5 ans et comprend à son tour 5 études annuelles qui sont OVG4.1 allant de Septembre 2008 à Septembre 2009, OVG4.2 de Septembre 2009 à Septembre 2010, OVG4.3 de Septembre 2010 à Septembre 2011, OVG4.4 de Septembre 2011 à Septembre 2012 et OVG4.5 de Septembre 2012 à Septembre 2013. Le temps imparti d'une année pour la rédaction du travail de fin d'étude ne nous a pas permis de traiter toutes les données de ces 5 ans d'enquête. C'est pourquoi dans cette étude, il a été traité les données issues des enquêtes OVG4.1, OVG4.3 et OVG4.5 afin d'observer s'il y a eu changement dans les espaces d'activités chaque fois après deux ans.

II.4 Echantillonnage

A priori, le nombre d'individus étudiés dans ce travail pour chaque année correspond exactement et respectivement à la population échantillonnée dans les enquêtes OVG4.1, OVG4.3 et OVG4.5. La technique d'échantillonnage utilisée durant cette enquête est présentée sur le document ou sur le site de l'OVG (service chargé d'étudier la mobilité en Flandre) (Goossens, 2013). Ainsi, pour chaque année, l'enquête OVG4 a porté sur un échantillon de 1600 personnes pour 4823 déplacements effectués (OVG4.1), 1600 personnes pour 4455 déplacements effectués (OVG4.3) et 1600 personnes pour 4511 déplacements effectués (OVG4.5). Les personnes n'ayant pas fourni des adresses des lieux d'activités ont été écartées pendant le géocodage et cet échantillon est passé à 1237 personnes pour 4236 déplacements effectués durant l'enquête OVG4.1, à 1143 personnes pour 4103 déplacements effectués pour l'OVG4.3 et à 1154 personnes pour 4235 déplacements effectués pour l'OVG4.5. Comme l'étude n'a porté que sur l'estimation des espaces d'activités des individus ayant déclaré avoir effectué au moins trois déplacements, cet échantillon de départ s'est réduit à 678 personnes pour l'OVG4.1, 656 personnes pour l'OVG4.3, 675 personnes pour l'OVG4.5. Pendant le traitement des données, le nombre des individus ayant déclaré avoir effectué au moins trois déplacements a baissé et l'échantillon définitif sur lequel l'étude a été menée est de 539 individus pour OVG4.1, de 496 individus pour OVG4.3 et de 553 individus pour OVG4.5. Cette baisse est due à la redondance des déplacements et aux doublons contenus dans certains parcours c'est-à-dire il a existé des personnes ayant déclaré avoir effectué au moins trois activités et pourtant il n'y a que deux activités accomplies, ce qui a conduit à leurs écartements.

II.5 Traitement et analyses des données

II.5.1 Traitement des données

En amont de géocodage et de l'estimation des aires d'activités à travers le prisme espace-temps, les données ont été scrupuleusement nettoyées: l'individu ayant donné des informations incomplètes ne permettant pas de géocoder ou l'individu n'ayant pas déclaré des informations utiles (par exemple, le nom de la rue, le code du lieu de destination, la ville, etc., où les déplacements ont eu lieu) permettant de géocoder a été, soit tout simplement supprimé de l'échantillon (à condition que les informations manquantes entravent le processus ou déforment les résultats) ou bien a vu ses quelques déplacements posant problème être supprimés ou corrigés. Les déplacements d'au moins de 90 minutes², équivalant à une distance de 135 kilomètres³ (“Article 11. Limitations de vitesse,” n.d.) sur la route, par rapport au déplacement précédent n’ont pas été pris en compte, parce que ceux-ci ont été considérés comme des déplacements excessifs ou ne faisant pas partie des déplacements ordinaires (outliers en anglais) et ont peut-être été accomplis une fois pendant l'étude. Bien que les temps de déplacements entre le lieu de travail et le lieu d'emploi sont restés extrêmement stables et en moyenne d'une heure à différentes époques et dans différentes régions du monde (Bretagnolle et al., 2008) et les préférences individuelles relatives aux choix modaux sont aussi restés relativement stables pour le temps et le coût (Cherchi and Cirillo, 2014), la durée que nous avons considérée (90 minutes) dans ce travail a essayé de tenir compte de temps de congestion c'est-à-dire nous avons augmenté trente minutes.

II.5.2. Géocodage

Le géocodage est une technique permettant d’associer à un point de l’espace ses coordonnées dans un système défini. Le procédé de géocodage vise généralement à faire correspondre à une adresse postale un couple de coordonnées (X, Y) (latitude et longitude) dans un système d’information géographique en deux dimensions (Bakshi, et al., 2004). Inversement, il s’agit aussi d’associer aux coordonnées géographiques une adresse postale. Ce procédé inverse est parfois appelé géocodage inversé. La technique de géocodage est liée à la notion d’interpolation linéaire, qui en soit ne donne pas exactement les coordonnées recherchées, mais cette technique assure un niveau d’imprécision acceptable suivant l’exhaustivité de l’adresse postale. Pour ce travail, une précision exacte des coordonnées géographiques n’est pas obligatoire, mais un maximum de précision est vivement souhaité.

Un géocodeur est un outil permettant de géocoder des adresses. Il se sert d’un référentiel de base. Des milliers de géocodeurs existent, qui sont soit incorporés dans les logiciels SIG, soit comme web app (application web). Beaucoup de géocodeurs utilisent comme référentiel de base GoogleMap, BingMap et YahooMap. Ces derniers se servent aussi des fournisseurs de base de données des référentiels de géocodage : TeleAtlas et NavTeq (wikipédia, géocodage).

² Selon l'US Census Bureau

³ Selon l'arrêté royal portant règlement général sur la police de la circulation routière et de l'usage de la voie publique en son article 11, la vitesse est limitée à 90 km/h en dehors des agglomérations sur sur les voies publiques divisées en quatre bandes de circulation ou plus dont deux au moins sont affectées à chaque sens de circulation et dont les sens de circulation sont séparés par des marques routières. Voir le lien <http://www.code-de-la-route.be/textes-legaux/sections/ar/code-de-la-route/170-art11-v15-170>, consulté le 8/8/2015.

Les coordonnées géographiques sont fournies généralement en degrés décimaux. Les informations sur la pertinence du positionnement trouvées des données géocodées dépendent d'un géocodeur à un autre. Les échelles aussi varient parfois suivant le géocodeur, par exemple pour un géocodeur évaluant la pertinence du positionnement sur une échelle de 8, la pertinence 1 signifie que seul le pays est localisé, 2 si la région est localisée, 3 si le département est localisé, 4 si la ville est localisée, 5 si le code postal est localisé, 6 si la rue est localisée, 7 si l'intersection est localisée, 8 si l'adresse complète est localisée. Quant aux données de l'enquête OVG4 utilisées pour cette étude, elles vont jusqu'à donner le nom de la rue et parfois le numéro de la rue, c'est pourquoi la pertinence du positionnement trouvée a été d'au moins de 6 dans la plupart des cas.

Dans ce travail, le géocodeur utilisé est le web appli libre Batch Géocodeur (Jmuraz, 2007). Ce géocodeur comprend quatre colonnes principales (adresse, code postal, ville, pays) et banni la présence des lignes vides et parfois des cellules vides, sinon une erreur sera signalée et le géocodage ne sera pas possible. C'est pourquoi un traitement préalable a été effectué avant le géocodage afin d'éviter des lignes vides et la personne ayant fourni des informations incomplètes a été radiée si ces erreurs devraient affecter l'ensemble des données recueillies sur elle ou bien les déplacements qui posent des problèmes ont été simplement écartés. Notons que les adresses sont géocodées au système WGS84, un système géodésique mondial, en longitude et latitude. Puis ces coordonnées géographiques ont été converties au système Lambert belge 1972 en ligne à partir de l'application web « Conversions de coordonnées en Belgique ». Le système Lambert belge exprime les coordonnées en unités de longueur, ce qui favorise le calcul des espaces d'activités. Quelques modèles des adresses géocodées respectivement de chacune des trois enquêtes sont présentées dans l'annexe 1. Le nombre de pages que ces adresses géocodées ont générées ne nous ont pas permis de les présenter toutes dans l'annexe.

Soulignons que la plus part des géocodeurs libres limitent le nombre d'adresses à géocoder à 250 par jour par machine ou par navigateur d'internet. Après l'opération de géocodage, il a existé parfois des adresses non géoréférencées où le géocodeur ne trouve pas des positions géographiques correspondant à ces adresses et celui-ci les réduit aux coordonnées de l'origine. Des adresses non reconnues par le géocodeur, qui sont dues aux fautes d'orthographe ont été corrigées en utilisant google earth. Des adresses non reconnues ayant persisté aux différents correcteurs ont été simplement écartées. Celles qui n'ont pas été reconnues parce que le nombre d'adresses à géocoder a été franchi ont été retournées dans le géocodeur afin qu'elles soient de nouveau géoréférencées.

Bien que les déplacements jugés non ordinaires aient été écartés au départ, il s'est observé après le géocodage l'apparition des déplacements extrêmes (outliers en anglais). Par exemple, certaines adresses ayant des informations incomplètes ont été localisées en Afrique du sud, en Indonésie, en Autriche, aux Etats-Unis, au Canada, etc. Une différence de près de 2° en latitudes ou en longitudes des coordonnées d'un point par rapport au suivant ou au précédent attirait notre attention. Dans ce cas, la formule des cosinus (voir équation (2)) en trigonométrie sphérique nous a permis d'estimer la distance (route orthodromique) à vol d'oiseau séparant ces deux points et de la convertir en une distance proche de la réalité (route). Gascon et al. (2009) indiquent qu'il se remarque lors des enquêtes que les personnes enquêtées ont de grandes difficultés à estimer de manière fiable la longueur de leurs déplacements. Pour les modes routiers, la distance de

l'itinéraire le plus court est en moyenne inférieure de 15 à 18 % à la distance déclarée (Sétra, 2011).

C'est pourquoi Gascon et al. (2009) proposent de multiplier les distances à vol d'oiseau par le coefficient standard 1,3 pour pouvoir ce rapprocher de la réalité sur la route. Normalement, ce coefficient varie d'un milieu à l'autre et aussi suivant le mode utilisé (Armoogum et al., 2010). Cornelis et al. (2012) ont évalué la vitesse moyenne en Belgique dans BEDAM, et ont trouvé une vitesse moyenne de 45 km/h pour les flamands, de 49 km/h pour les wallons et de 38 km/h pour les bruxellois. Le résumé détaillé des vitesses suivant le mode de déplacement est présenté dans le tableau 1. La vitesse de 90 km/h considérée du code de la route pour les véhicules, bien qu'exagéré, semble être raisonnable. Par conséquent, si nous considérons qu'un déplacement ordinaire peut durer jusqu'à 90 minutes pour une distance de 135 km, alors les déplacements mesurant de plus de 100 km ont été rejetés par la méthode utilisant l'orthodromie.

Dans l'équation (2), d_{AB} est la distance entre les points A et B, R est le rayon terrestre (R=6400 km), (L_A, l_A) et (L_B, l_B) les coordonnées géographiques c'est-à-dire la latitude et la longitude respectivement des points A et B (Samoey, 2010).

$$d_{AB} = R \times \arccos\{\sin L_A \sin L_B + \cos L_A \cos L_B \cos(l_A - l_B)\} \quad (2)$$

Tableau 1: durée et vitesse moyennes d'un déplacement suivant le mode du déplacement

	Vitesse moyenne
Voiture	46 km/h
Voiture	45 km/h
Taxi	34 km/h
À pied	5 km/h
Moto	37 km/h
Vélo	16 km/h
Train	64 km/h
Tram	18 km/h
Métro	23 km/h
Bus De Lijn	30 km/h
Bus STIB	18 km/h
Bus TEC	27 km/h
Autre	45 km/h

D'après: (Cornelis et al., 2012)

II.5.3. Estimation des espaces d'activités

Le traitement des données obtenues du géocodage a été effectué grâce au concours de quelques outils puissants d'analyse et de traitement des données : Excel et R⁴. L'estimation de l'aire d'espace (superficie) d'activités a été obtenue par le paquet (package) *aspace* (Bui et al., 2012) du logiciel R des calculs statistiques. Le paquet *aspace* est un ensemble de fonctions

⁴ R est un logiciel de calcul statistique et de présentation graphique. Il est disponible gratuitement sur le site <http://www.r-project.org/>

d'analyse, d'outils descriptifs et de visualisation des propriétés spatiales liées aux espaces d'activités décrits par des particuliers (individus) ou des ménages. Ses propriétés incluent l'aire, l'orientation et la forme de l'espace d'activités. Son utilisation réduit la complexité de triage des données nécessaires pour l'estimation de l'espace d'activités (Buliung et Remmel, 2008). Les potentialités de ce package contenu dans le logiciel R sont détaillées dans l'article de Buliung et Remmel (2008). Le package *aspace* permet d'estimer l'aire du prisme espace-temps d'activités à l'aide des courbes ou figures géométriques : le rectangle, le cercle et l'ellipse, toutes se rapportant au centre moyen non pondéré et le polygone convexe minimum.

Quant à la méthode MCP (minimum convex polygon) d'estimation du prisme espace-temps, elle n'a pas été utilisée dans ce travail pour l'évaluation des aires d'activités des hommes. Le rectangle est un polygone convexe mais rien ne justifie qu'il est le polygone convexe minimum des distributions des points d'activités choisis. La méthode MCP est plus utilisée en biologie pour déterminer le domaine vital des animaux (non humains). Il existe peu d'études la transposant comme méthode de mesure des aires d'activités chez l'homme (Buliung et Remmel, 2008). Les paquets (packages): *adehabitat*, *move*, *rgdal* et autres, du logiciel R d'analyse spatiale (du projet (AniMove, n.d.)) permettent d'estimer cette aire vitale de déplacement des animaux.

Avant d'intégrer les données géocodées dans le logiciel R, celles-ci ont été converties au système Lambert belge 1972, qui est exprimé en unités de longueur (UTM), et ensuite ces données ont été enregistrées dans Excel sous format csv. La longitude et la latitude sont pour les coordonnées géographiques ce qu'Easting (abscisse) et northing (ordonnée) sont pour les coordonnées en projection (UTM). Une fois importées les données enregistrées au format csv dans le logiciel, des codes uniques et spécifiques suivant l'année ont été attribués à chaque individu correspondant aux coordonnées en projection (UTM) c'est-à-dire le tableau contenant les coordonnées en projection des différentes distributions des points d'activités d'un individu a été affecté à chaque code dans le logiciel. Ainsi donc, le calcul de l'espace d'activités de chaque individu par les différentes méthodes devient aisé.

Rappelons que l'estimation des espaces d'activités a été effectuée uniquement pour des individus ayant effectué au moins trois activités afin de produire une estimation non biaisée de l'aire d'activités (Buliung et Remmel, 2008; Levine, 2013). Pour l'individu qui n'a effectué qu'un déplacement, la distance serait une mesure qui décrit mieux l'espace entre les deux points.

Notons que le SDE (ellipse) a permis de détecter et d'éliminer des doublons, par exemple un enquêté déclare avoir réalisé au moins trois activités, pourtant il n'y a qu'une ou deux activités contrairement aux deux autres approches. Si le SDE parvenait à évaluer les superficies réalisées pour des tels enquêtés, alors ces valeurs sont souvent zéros ou très faibles ne dépassant pas 1000 m². Et donc, les aires d'activités de moins de 1000 m² estimées par l'ellipse ont été écartées car ne satisfaisant pas au principal critère de sélection.

Exemple de la représentation graphique des points et courbes dans *aspace*: les 10 points se trouvant dans la Figure 9 sont des adresses géoréférencées des différents lieux d'activités issus des informations données par un individu durant l'enquête OVG4.1. Les différentes données calculées dans *aspace* permettant d'évaluer les aires de ces trois figures sont présentées dans l'annexe 2. Les aires délimitées par ces trois figures valent respectivement: 106 km² pour le rectangle; 190 km² pour le cercle et 90 km² pour l'ellipse.

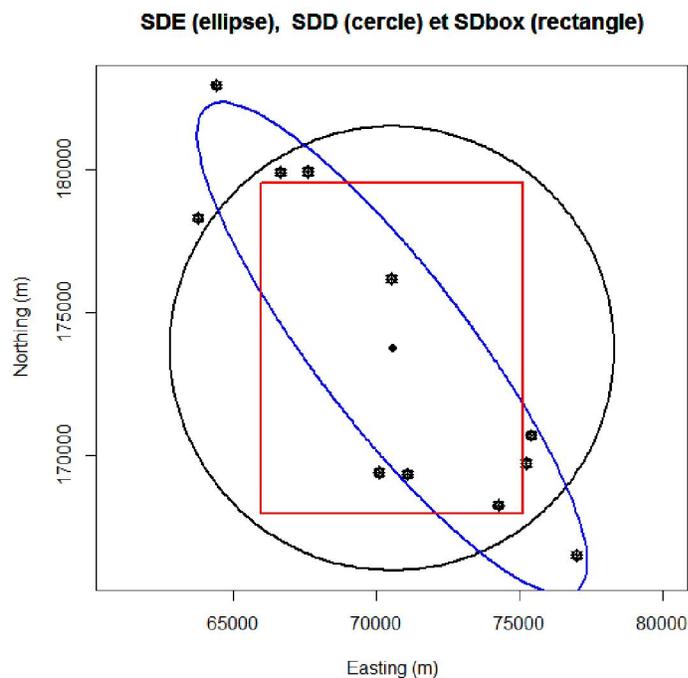


Figure 9: ellipse, cercle et rectangle délimitant l'espace d'activités d'un individu enquêté dans OVG4.1

Source: élaboration personnelle.

II.5.3. Analyse des données

Dans la section précédente, on a montré que trois figures géométriques planes ont été utilisées pour l'estimation des espaces d'activités pour l'ensemble des individus ayant effectué au moins trois activités. Cependant, l'analyse des espaces estimés d'activités s'est basée principalement sur la méthode SDE (Standard Distance Ellipse) qui, comme mentionnée au point (I.5) présente quelques avantages comparativement aux autres mesures. Parmi ces avantages, on retient la prise en compte de la direction d'orientation de la distribution des points et l'écartement des valeurs extrêmes (par rapport aux autres). De plus, en théorie de la localisation des activités économiques, les entreprises choisissent souvent les zones accessibles et se localisent le long ou près des infrastructures des transports (Aguilera-Belanger et al., 1999; Costes, 2008).

Les tableaux croisés dynamiques des tableurs (Excel, OpenOffice et LibreOffice) nous ont permis de regrouper les individus suivant des caractéristiques choisies afin de constituer une synthèse. A partir de là, il a été facile d'appliquer les statistiques descriptives (moyenne, médiane, écart type, minimum, maximum, etc.) et générer les différents graphiques en utilisant Excel ou R.

Les aires estimées issues des différentes analyses ont été d'abord exprimées en m^2 lors de calcul des espaces d'activités avec le logiciel R, puis arrondies au millionième pour que ces estimations soient plus exploitables et interprétables, et enfin ces aires ont été converties dans près que tous les cas en km^2 .

Quelques données jugées aberrantes (outliers) ou qui nous ont échappé dans les traitements précédents ont été retrouvées pendant l'analyse et le traitement des résultats, elles ont été corrigées ou bien elles n'ont pas été prises en compte pour l'analyse. Ces erreurs peuvent être dues au départ à la saisie des données.

Pour visualiser les différents points géocodés, deux outils ont été utilisés. Premièrement le package *aspace* incorporé dans le logiciel R a situé les différents points dans un repère orthogonal ayant pour axe des abscisses, la droite formée par des longitudes (Eastings) et pour axe des ordonnée, la droite formée par des latitudes (Northings). En second lieu, ces points (fichier en format shp) ont été importés dans le logiciel ArcGIS et combinés avec les fichiers (shp) de la carte de Belgique.

La même méthodologie de mesure des espaces d'activités a été appliquée pour l'ensemble des données de trois années sélectionnées. L'étude de stabilité des espaces d'activités liées aux différents déplacements a été faite principalement par comparaison des moyennes d'aire, des fréquences et des dispersions (Buliung & Roorda, 2006, Buliung et al., 2008; Susilo & Axhausen, 2014).

Et donc, les variables extraites (coordonnées) sont issues des adresses géocodées des lieux d'activités. Ensuite, ces adresses nous ont permis d'estimer les aires décrites par les différentes activités accomplies durant la journée. En fin, les variables sociodémographiques liées aux individus ont été appliquées pour l'étude de la variabilité des espaces d'activités sur les trois enquêtes.

Soulignons que comme il y a plusieurs variables sociodémographiques considérées, nous avons cherché à établir les relations entre ces différentes variables et les aires d'activités estimées afin de réduire les dimensions et les rendre homogènes. Ainsi donc, l'analyse en composantes principales et la régression linéaire ont été appliquées, mais les résultats ne nous ont pas apporté des informations utiles. Nous avons jugé utile de ne pas les présenter dans ce travail. Toutefois, ce calcul se retrouve dans l'annexe 4.

CHAPITRE III: RESULTATS ET ANALYSES

Ce chapitre présente les différents résultats et analyses des aires estimées liées aux activités journalières des individus. En premier lieu, une visualisation globale des différents points d'activités des individus habitant la Flandre est présentée pour chacune des années étudiées. En second lieu, les mesures des espaces d'activités décrits par des individus sont présentées et analysées pour les trois années étudiées selon quelques variables jugées pertinentes. Après avoir présenté le résultat s'en suit directement son analyse.

III.1. Visualisation des points d'activités

La visualisation des différents points d'activités dans un repère orthonormé ou une carte permet de situer ces activités, de s'imprégner de la dispersion et de la concentration des points. Cette visualisation est celle de tous les points géoréférencés sans tenir compte du nombre d'activités ou de déplacements effectués. Seulement les points d'activités situés à plus de 90 minutes c'est-à-dire à plus de 100 km par la distance orthodromique et les individus habitant la Flandre mais ayant réalisé toutes leurs activités dans une ville étrangère très loin de la Belgique n'ont pas été retenus pour cette visualisation.

La visualisation des différents points fréquentés enregistrés durant les enquêtes OVG4.1, OVG4.3 et OVG4.5 témoigne de la représentativité de l'échantillon. Quasiment tout le territoire de la Flandre a été côtoyé. Cette visualisation atteste aussi qu'il y a des places qui sont plus fréquentées que les autres. Les lieux les plus fréquentés peuvent a priori être considérées comme des pôles d'attraction liés aux activités économiques ou au travail.

III.1.1. Enquêtes OVG4.1 (2008-2009)

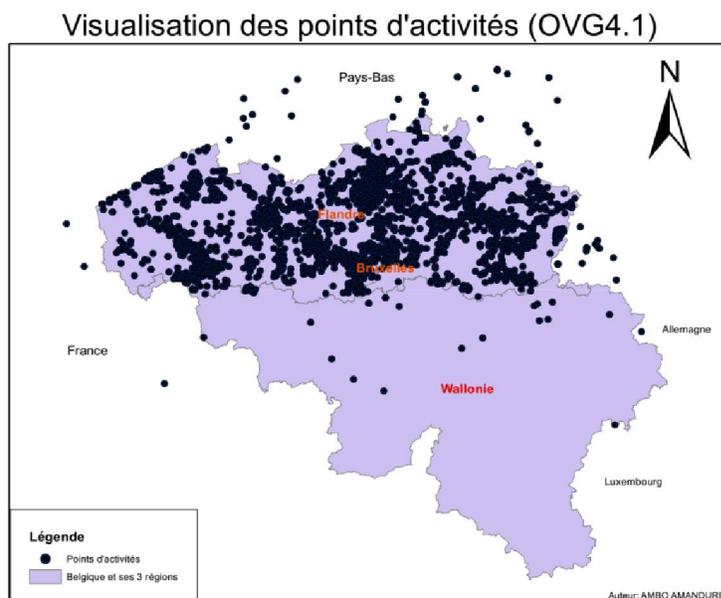


Figure10: visualisation des différents points d'activités lors de l'enquête OVG4.1

Source: élaboration personnelle

III.1.2. Enquêtes OVG4.3 (2010-2011)

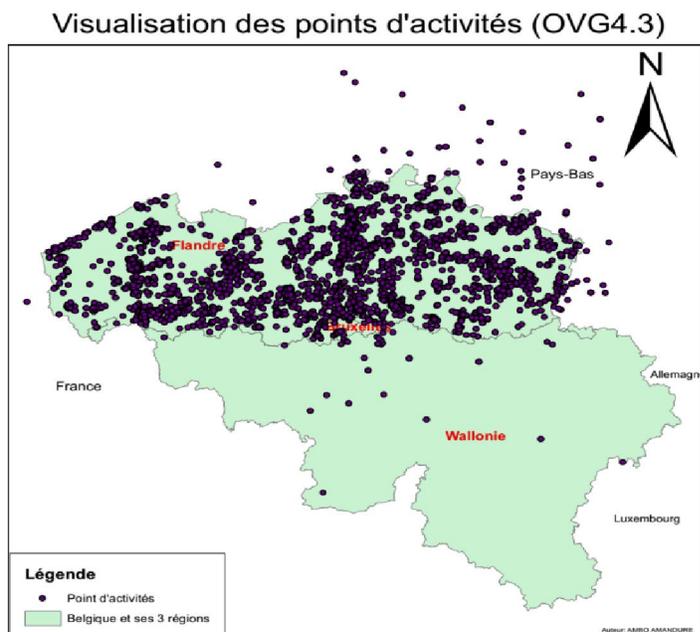


Figure11: visualisation des différents points d'activités lors de l'enquête OVG4.3

Source: élaboration personnelle

III.1.3. Enquêtes OVG4.5 (2012-2013)

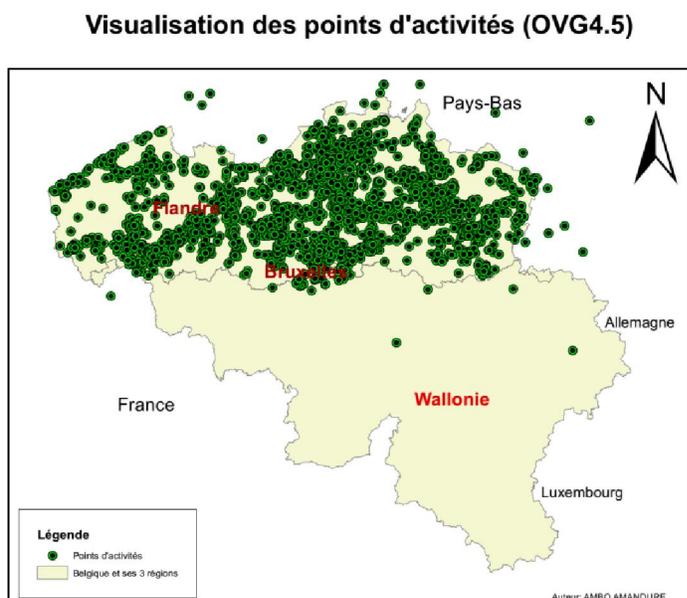


Figure12: visualisation des différents points d'activités lors de l'enquête OVG4.5.

Source: élaboration personnelle

Conclusions

La visualisation des différents points d'activités des habitants de la Flandre recueillis durant les enquêtes OVG4.1, OVG4.3 et OVG4.5 et présentés dans les Figures 10, 11 et 12 indiquent qu'il y a peu d'activités dans les déplacements quotidiens ordinaires des habitants de la Flandre qui se déroulent chez leurs voisins directs. Les villes constituent les principaux lieux de regroupement des activités, et l'espace se situant entre Bruxelles, Anvers, Louvain et Gand concentre aussi beaucoup d'activités. Les points d'activités sont dispersés et couvrent la quasi-totalité du territoire flamand. Certes, cet étalement des activités peut avoir des conséquences sur la mobilité et l'espace qu'un individu doit réaliser journallement. La partie qui suit, tente d'évaluer cet espace décrit par l'habitant de la Flandre (Belgique) lors de l'accomplissement de ses diverses activités journalières.

III.2. Etude des aires d'activités liées au comportement de mobilité

Dans la partie précédente, il a été question de visualiser les différents points d'activités effectuées par des personnes demeurant en Flandre. Dans cette partie, les espaces d'activités journalières attachées au comportement de mobilité des individus sont évalués et analysés suivant des spécificités choisies, comme par exemple le statut professionnel, le revenu, la zone d'habitation, etc. Dans la suite de cette partie, les mots «espace et aire» seront presque confondus et utilisés pour signifier la mesure de l'espace d'activités. Rappelons que ces aires estimées d'activités correspondent aux enquêtes de mobilité OVG4.1, OVG4.3 et OVG4.5. Ces aires ont été calculées pour des personnes ayant effectué au moins trois activités dans des lieux différents. Une comparaison des principaux résultats de ces trois enquêtes est aussi menée afin d'établir s'il y a eu stabilité dans les espaces d'activités ou dans les distributions de fréquences ou stabilité dans les tendances de certaines variables (âge, sexe, etc.) de comportement de mobilité durant les cinq ans d'études.

III.2.1. Statistiques descriptives

Les statistiques descriptives présentées (Tableau 2) se rapportent aux aires d'activités des individus ayant accompli au moins trois activités ($n \in \mathbb{N} \setminus \{0,1,2\}$, avec n le nombre d'activités ou de lieux) journalières pour chacune de trois enquêtes. Dans cette partie, l'évaluation des aires d'activités est basée sur trois approches utilisant les surfaces délimitées par les figures géométriques : rectangle, cercle et ellipse. Le nombre des individus ayant réalisé des parcours pareils est de 539 pour l'OVG4.1, de 496 pour l'OVG4.3 et de 553 pour l'OVG4.5. Ces tailles de l'échantillon ont une marge d'erreur de plus ou moins 3,5 % par rapport à la taille des enquêtes mais elle est plus importante lorsqu'on considère toute la population de la Flandre.

L'analyse de corrélation linéaire entre les trois approches indique qu'il y a une forte corrélation linéaire entre les valeurs estimées par le rectangle et le cercle ($r=0,85$, $r^2=0,72$) ceci qui est tout à fait normal car leurs calculs dérivent de l'écart type, mais une faible corrélation linéaire entre le rectangle et l'ellipse ($r=0,66$, $r^2=0,43$) et entre les valeurs issues de l'ellipse et du cercle ($r=0,59$, $r^2=0,35$).

Tableau 2: valeurs des paramètres statistiques issues des aires approximées par les différentes figures géométriques

<i>Paramètres statistiques</i>	<i>Aire d'activités limitée par un rectangle (km²)</i>			<i>Aire d'activités limitée par un cercle (km²)</i>			<i>Aire d'activités limitée par une ellipse (km²)</i>		
	OVG4.1	OVG4.2	OVG4.3	OVG4.1	OVG4.2	OVG4.3	OVG4.1	OVG4.2	OVG4.3
Moyenne	366	221	212	1318	803	933	306	145	181
Médiane	36	25	30	129	89	97	26	23	25
1 ^{er} Quartile	6	5	6	21	17	20	6	5	6
3 ^e Quartile	359	119	142	1174	484	503	160	88	92
Ecart type	716	542	564	2602	1825	2938	862	502	630
Minimum	0,037	0,023	0,060	0,186	0,081	0,210	0,008	0,002	0,013
Maximum	4081	4191	5460	22044	15682	38807	8366	7375	8413
Nombre d'échantillons	539	496	553	539	496	553	539	496	553

La lecture du résumé statistique (Tableau 2) des données sur les espaces individuels d'activités de déplacements renseigne que la moyenne des aires, c'est-à-dire la valeur de la variable (dans ce cas, l'aire de la figure géométrique) qui, répartie uniformément sur l'ensemble des unités observées, conserve l'effet (somme, produit, ...) total de la variable (Levy M.L., 1979), n'est pas restée stable dans les trois enquêtes. Une baisse remarquable s'observe dans les deux dernières enquêtes OVG4.3 et OVG4.5 pour chacune des trois approches utilisées. L'aire moyenne d'activités n'a cessé de diminuer par la méthode utilisant le rectangle et par contre dans les deux autres approches, on remarque une augmentation de l'aire moyenne dans la troisième enquête par rapport à la deuxième. Notons que les raisons de cette baisse nous sont étrangères. Peut-on dire que la baisse subie en observant la moyenne est due aux séquelles de la crise économique de 2008 ? Il est difficile de répondre à cette question à ce stade et la réponse nécessite une étude poussée. Et alors, peut-on dire que les habitants de la Flandre effectuent de moins à moins des longs déplacements? La réponse à cette question est présentée dans les paragraphes qui suivent.

En revanche, en observant la variation de la médiane, il se remarque qu'il n'y a pas un grand écart séparant les trois médianes dans les trois approches, d'ailleurs elles sont presque les mêmes pour l'ellipse. Ces valeurs moyennes se situent autour de 30 km^2 pour l'approche utilisant le rectangle, de 25 km^2 pour l'ellipse et autour de 100 km^2 pour le cercle. Les valeurs du rapport de la moyenne sur la médiane oscillent entre 6 et 12 dans chacune des approches utilisées. De même, il y a presque stabilité dans les premiers quartiles, la différence varie suivant l'ampleur de l'approche. Le premier quartile tourne autour de 5 km^2 suivant le rectangle et l'ellipse et il tourne autour de 20 km^2 pour le cercle, mais toujours avec une valeur élevée pour l'enquête OVG4.1. Ces deux paramètres montrent déjà qu'une majorité des habitants de la Flandre décrivent des espaces d'activités de petite superficie, mais l'aire moyenne décrit toujours un espace de grande superficie. Cette affirmation est corroborée par les valeurs de l'écart type, de l'écart interquartile et de l'étendue. En effet, les valeurs des écarts types dans les trois approches pour les trois enquêtes sont élevées et supérieures à la moyenne et donc les données sont dispersées et s'écartent de la valeur moyenne. De même les valeurs des étendues sont élevées ainsi que celles des écarts interquartiles c'est-à-dire la valeur de l'étendue séparant les 25% des données inférieures et les 25% des données supérieures. Les données utilisées pour ce calcul, c'est-à-dire les aires d'activités estimées pour chacun des individus ayant accompli au moins trois activités sont présentées dans l'annexe 3.

Dans la suite, les résultats et les analyses sur les espaces d'activités seront présentés uniquement pour l'approche utilisant l'ellipse afin de rendre les analyses plus cohérentes. Principalement pour les avantages que cette approche présente et qui ont été évoqués au point (I.5).

III.2.2. Distribution des fréquences des aires d'activités suivant les trois enquêtes

La distribution des aires estimées dans des intervalles d'amplitudes non égales des individus ayant réalisé n activités ($n \in \mathbb{N} \setminus \{0,1,2\}$), en considérant uniquement l'approche SDE (ellipse), atteste que pas mal d'habitants de la Flandre décrivent des parcours de petite superficie (Tableau 3). Ainsi, les parcours ayant une superficie de moins de 5 km^2 représentent 24% de l'ensemble des données sur les aires estimées dans OVG4.1, 26% dans OVG4.3 et 23% dans OVG4.5. Les

valeurs des médianes (voir Tableau 2) sont belles et bien confirmées dans cette distribution des fréquences. Plus de 70% des espaces d'activités valent moins de 100 km². Les individus dont les parcours décrivent des grandes superficies ne représentent que le tiers de la population de la Flandre, c'est-à-dire des aires supérieures à 100 km². Et près de 90% des espaces ont une superficie de moins de 600 km².

L'intervalle correspondant à la classe modale est celui qui comprend aussi la classe médiane dans deux enquêtes, c'est-à-dire les aires d'activités qui sont beaucoup décrites se situent entre 5 km² et 25 km² et sont effectuées par plus d'un quart de la population. Il sied de souligner que ces intervalles sont des intervalles semi-ouverts à droite et semi-fermés à gauche, c'est-à-dire la borne supérieure de l'intervalle n'est pas élément de l'intervalle.

La différence qui s'est manifestée entre les moyennes des trois enquêtes évaluées suivant les trois approches semble s'observer dans le Tableau 3. Notons que la moyenne est naturellement influencée par les valeurs extrêmes de la distribution d'une série des données. En effet, la première enquête comprend plus d'espaces d'activités qui ont une mesure d'au moins 500 km² (bien que l'OVG4.5 ait le plus grand maximum), soit une différence de 7% par rapport à l'OVG4.1 et 6% par rapport à l'OVG4.5. En outre, la divergence se situe entre 25 km² et 100 km² comptant 20% des données de l'OVG4.1, mais 25% des données de l'OVG4.3 et 27% des données de l'OVG4.5. Ce qui montre qu'il y a eu diminution des espaces de plus grande superficie et augmentation des espaces moyens d'activités. Ainsi donc, pas mal d'habitants de la Flandre décrivent de plus en plus des petites superficies que des grandes⁵. Une réduction d'un tiers des aires mesurant 500 km² et plus de l'enquête OVG4.1 donne une aire moyenne d'activités de 150 km² qui n'est pas loin de l'OVG4.3. De même, si l'on applique une réduction d'un quart sur les aires mesurant 500 km² de l'OVG4.1, l'aire moyenne d'activités est de 190 km², ce qui n'est pas loin de l'aire moyenne de l'OVG4.5.

Tableau 3: distribution de fréquence des aires d'activités (ellipse) suivant les trois enquêtes

Intervalles	Fréquences		
	OVG4.1	OVG4.3	OVG4.5
< 5 km ²	24%	26%	23%
Entre 5 km ² et 25 km ²	26%	26%	26%
Entre 25 km ² et 50 km ²	10%	14%	14%
Entre 50 km ² et 100 km ²	10%	11%	13%
Entre 100 km ² et 500 km ²	17%	17%	17%
500 km ² et plus	13%	6%	7%
Base	539	496	553

III.2.3. Distribution des fréquences des distances suivant les trois enquêtes

La distance calculée ici est celle correspondant à la distance orthodromique (vol d'oiseau) entre deux activités consécutives. Les déplacements de plus 100 km ont été écartés et supposés étant des déplacements extrêmes. Ils représentent donc 2% de déplacements dans les enquêtes

⁵ La région Bruxelles-Capitale a une superficie de près de 160 km².

OVG4.1 et OVG4.3 et 1% dans OVG4.5. Ainsi donc, les distances moyennes dans les trois enquêtes se présentent comme suit: 11 km pour l'OVG4.1; 10 km pour l'OVG4.3 et 9 km pour l'OVG4.5. Il y a donc diminution des distances depuis la première enquête OVG4. Ce qui explique pourquoi la première enquête a une aire moyenne plus élevée. Ces aires moyennes correspondent en appliquant le coefficient de conversion d'une distance orthodromique à la distance déclarée par l'enquêté, nous obtenons une distance de 14,3 km pour l'OVG4.1; 13 km pour l'OVG4.3 et 11,7 km pour l'OVG4.5. A noter que ce coefficient de conversion varie d'un milieu et d'un mode à l'autre et ces distances sont calculées uniquement pour des individus ayant réalisé au moins trois activités. Ces aires moyennes ne sont pas quand même très différentes de l'aire moyenne trouvée par Cornelis et al. (2012) dans BELDAM pour la Flandre qui est de 12,2 km, ils n'ont pas exclu les personnes ayant réalisé moins de trois activités.

Observons en présent la distribution des fréquences des distances suivant les trois enquêtes dans des intervalles (Tableau 4). Il s'observe que près de 60% des déplacements mesurent moins de 5 km et la fréquence de ces déplacements semble rester stable. Il y a eu un grand changement dans les fréquences des distances mesurant entre 5 km et 15 km, c'est-à-dire une augmentation remarquable par dans les deux dernières enquêtes que nous analysons. Alors que l'enquête OVG4.1 contient un nombre important des déplacements mesurant entre 25 km et 100 km, de 3% de plus que ceux de la troisième enquête et 5% de plus que ceux de la cinquième enquête. Ce qui est un argument mais pas suffisant pour expliquer la valeur élevée de la moyenne de la première enquête.

Y a-t-il une relation entre la distance totale effectuée déclarée par l'enquêté et l'espace d'activités estimé? L'analyse de la corrélation linéaire entre les deux variables a donné un coefficient très faible équivalent à $r=0,32$ pour l'OVG4.1, $r=0,19$ pour l'OVG4.3 et $r=0,22$ pour l'OVG4.5. On peut affirmer que la droite de régression linéaire n'est pas une bonne fonction permettant d'établir la correspondance entre la distance totale effectuée et l'aire d'activité réalisée.

Tableau 4: distribution des fréquences des distances suivant les enquêtes

Intervalles	Fréquences		
	OVG4.1	OVG4.3	OVG4.5
< 1 km	24%	23%	23%
Entre 1 km et 5 km	37%	36%	38%
Entre 5 km et 15 km	19%	23%	25%
Entre 15 km et 25 km	6%	7%	5%
Entre 25 km et 50 km	7%	6%	5%
Entre 50 km et 100 km	7%	5%	4%
Base	539	496	553

III.2.4. Espaces d'activités suivant le nombre d'activités réalisées

Le nombre de déplacements journaliers réalisés par un individu a-t-il un impact sur son espace d'activités? Cette section tente de répondre à cette question. Pour cela, déterminons d'abord la part que représente chaque type (ici le nombre) d'activités dans l'ensemble des

activités. Rappelons encore une fois que les individus considérés sont ceux-là ayant effectué au moins trois activités ($n \in \mathbb{N} \setminus \{0,1,2\}$) durant une journée. Dans la suite, les mots «parcours ou chaîne de déplacements » seront employés pour désigner un ensemble de déplacements successifs effectués par les individus dans le but de consolider leurs activités (Roorda et al., 2008, cité par Valiquette, 2010) durant la journée, depuis l'origine (départ) jusqu'à la fin des activités (domicile ou autres). A chaque parcours ou chaîne de déplacement évoqué est associé un et un seul individu et à chaque déplacement correspond une activité. Afin de simplifier le langage, un parcours ou chaîne de déplacement ayant n activités pourra tout simplement être appelé parcours ou chaîne de type n .

Le Tableau 5 présente les fréquences d'activités suivant le nombre d'activités et les trois enquêtes. Il s'observe que les parcours de type 4 ($n=4$ activités) est le plus utilisé des chaînes de déplacements dans les trois enquêtes, c'est-à-dire le groupe des chaînes de déplacement comptant quatre activités est celui qui est le plus utilisé par les habitants de la Flandre et représente plus d'un quart de ceux-ci dans les trois enquêtes. En regroupant les parcours de type n ($n \in \mathbb{N} \setminus \{0,1,2\}$) dans des classes d'intervalles d'amplitude 2 (Figure 13), on constate que pour $n \geq 3$, les parcours de type 3 et 4 ($n = 3$ et $n = 4$) représentent plus de la moitié des chaînes de déplacements dans la première enquête et plus d'un tiers dans les deux autres enquêtes. La part de chaque groupe de parcours décroît suivant que le nombre d'activités croît. Ainsi, près de 30% des parcours sont réalisés par des parcours comptant $n = 5$ et $n = 6$ activités, 20% pour $n = 7$ et $n = 8$ (excepté dans la première enquête), autour de 6% pour $n = 9$ et $n = 10$ et très faible pour n allant de à 14 activités. Et 80% des parcours réalisés sont des types de parcours comptant moins de huit activités et représentent les types des parcours les plus utilisés par les flamands.

Tableau 5: fréquences d'activités suivant le nombre d'activités et les trois enquêtes

Activités	Fréquences		
	OVG4.1	OVG4.3	OVG4.5
3	22%	10%	11%
4	34%	26%	27%
5	15%	15%	17%
6	14%	16%	16%
7	6%	12%	9%
8	3%	8%	10%
9	3%	4%	3%
10	3%	4%	4%
11	1%	3%	2%
12	0%	2%	1%
13	0%	1%	0%
14	0%	0%	1%

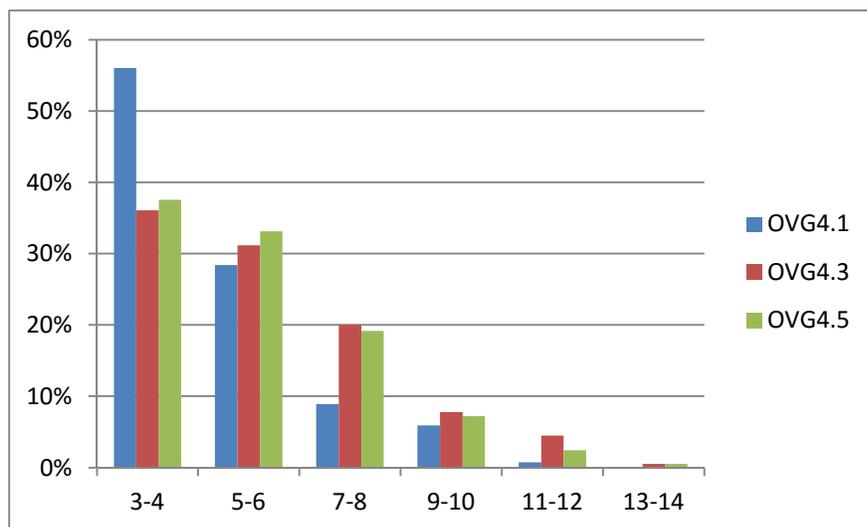


Figure 13: part de parcours suivant le nombre d'activités par classe d'intervalle d'amplitude 2

Etablissons en présent quelques statistiques descriptives relatives à chaque type de parcours suivant le nombre d'activités journalières accomplies. A priori, aucune relation à ce stade ne nous permet d'explicitier la variation irrégulière des moyennes (Tableau 6). Par ailleurs, en analysant la corrélation entre le nombre et l'aire d'activités réalisée par chaque individu, on remarque que les coefficients de corrélation linéaire dans les trois enquêtes sont quasi nuls: $r = -0.05$ pour OVG4.1, $r = 0.05$ pour OVG4.3 et $r = 0.02$ pour OVG4.5. Et donc, aucune relation linéaire n'existe entre les deux variables.

Tableau 6: statistiques descriptives de l'espace d'activités suivant le nombre d'activités

Groupe d'activités	Aires moyennes (km ²)		
	OVG4.1	OVG4.3	OVG4.5
3-4	337	80	147
5-6	262	271	246
7-8	249	84	179
9-10	339	187	184
11 à 14	92	272	36
Base	539	496	553

Dans les parties qui suivent, nous essayons d'estimer les aires moyennes d'activités suivant quelques variables sociodémographiques et socioéconomiques jugées utiles c'est-à-dire les variables qui ont donné des aires que nous pouvons interpréter.

III.2.5. Espace d'activités suivant le genre

En observant les données établies sur l'aire moyenne d'activités suivant le genre telles que présentées dans le Tableau 7, on remarque que les hommes et les femmes ont respectivement des aires moyennes d'activités très différentes: les hommes enregistrent une aire moyenne d'activités largement supérieure à la moyenne de celle des femmes et parfois à la moyenne de l'ensemble des individus. Ceci peut se justifier d'après le rapport BELDAM (2010) que les femmes parcourent des distances moins importantes que les hommes, elles travaillent près de chez elles et elles se déplacent pour des motifs proches (Cornelis, et al., 2012). Plusieurs études ont déjà montré que les femmes ont une part faible dans les déplacements par rapport aux hommes (Cornelis et al., 2012; Crane, 2007; Hanson, 2010; Rosenbloom, 2006; Sang et al., 2010). Primerano et al., (2007) ont montré que les femmes effectuent plus des chaînes simples de déplacement que les hommes. Par contre, ce constat ne s'observe pas nettement surtout aux effectifs qui sont presque égaux (50-50) dans les deux dernières enquêtes avec un avantage pour les hommes mais l'effectif des femmes est largement supérieur à celui des hommes dans la première enquête.

Tableau 7: espace moyen d'activités suivant le genre

Genre	Aires moyennes d'activités (km ²)			Bases		
	OVG4.1	OVG4.3	OVG4.5	OVG4.1	OVG4.3	OVG4.5
Féminin	149	101	151	293	241	275
Masculin	195	187	211	246	255	278

III.2.6. Espace moyen d'activités suivant l'âge

Etre jeune ou vieux a un impact sur l'espace d'activités. En effet, d'après les données issues des trois enquêtes, la variation de l'espace moyen d'activités suivant l'âge montre que les jeunes de moins de 20 ans et les personnes âgées de plus de 55 ans ont un espace d'activités réduit comparé aux deux autres tranches d'âge. Les aires moyennes d'activités suivant les différentes tranches d'âges ne sont pas les mêmes pour les trois enquêtes. La tranche d'âge comprenant le maximum d'espace d'activités mesuré pour les différentes chaînes de déplacements varie d'une enquête à l'autre: elle est de 21 et 35 ans pour l'OVG4.1, de 36 à 55 ans pour les autres enquêtes. Ceci montre que les individus ayant un âge compris entre 21 et 55 ans sont ceux qui décrivent dans la plupart de cas des grands espaces d'activités.

Tableau 8: espace moyen d'activités suivant l'âge

Tranches d'âge	Aires moyennes d'activités (km ²)			Bases		
	OVG4.1	OVG4.3	OVG4.5	OVG4.1	OVG4.3	OVG4.5
6-20 ans	200	55	164	84	89	89
21-35 ans	468	153	174	107	96	117
36-55 ans	324	207	196	213	183	196
55 ans et plus	217	113	179	135	128	151

III.2.7. Espace moyen d'activités suivant le revenu

L'aire moyenne d'activités analysée suivant le revenu mensuel dans chacune des trois enquêtes (Tableau 9) montre que le niveau de revenu mensuel d'un individu a un impact significatif sur l'espace d'activités, mais les mesures de ces espaces moyens d'activités ne sont pas restées constantes dans les trois enquêtes et leur variation est irrégulière. Ainsi, l'aire moyenne d'activités augmente suivant que le revenu mensuel augmente. Les individus de bas revenu mensuel (0-750 euro/mois) décrivent des parcours ayant des aires moyennes d'activités faibles par rapport à ceux ayant un bon revenu mensuel. Plusieurs enquêtes de mobilité et des études sur la mobilité ont aussi établi que le revenu est un facteur déterminant dans la mobilité et au taux de motorisation du ménage (Benlahrech et al., 2001; Cornelis et al., 2012; Olvera et al., 1999; Paulo, 2006; Primerano et al., 2007). Par ailleurs, les individus ayant un revenu supérieur à 2000 euros par mois réalisent des déplacements dans un espace moyen égal ou supérieur à la moyenne de l'ensemble des individus. Il y a lieu de noter que ce sont des individus ayant un revenu mensuel compris entre 751 et 2000 euros par mois qui réalisent plus de la moitié des chaînes de déplacements comptant au moins trois activités journalières.

Tableau 9: aire moyenne d'activités suivant le revenu

Tranches de revenu	Aires moyennes d'activités (km ²)			Bases		
	OVG4.1	OVG4.3	OVG4.5	OVG4.1	OVG4.3	OVG4.5
0 - 750 euros/mois	184	63	81	138	50	47
751 - 2.000 euros/mois	300	141	123	310	267	324
2.001 - 3.000 euros/mois	595	328	235	53	67	58
Plus de 3.000 euros/mois	765	366	501	17	10	24

III.2.8. Espace moyen d'activités suivant le taux de motorisation et de bicyclette

Le taux de motorisation évoqué ici correspond au taux de motorisation du ménage auquel appartient l'individu ayant réalisé le parcours. A chaque parcours est associé un seul et unique individu et à chaque individu correspond un seul et unique ménage. L'aire moyenne d'activités des individus correspondant au taux de motorisation de son ménage (Tableau 10), montre que l'espace moyen d'activités décrit par un ménage ayant zéro voiture est beaucoup faible que ceux décrits par des ménages ayant au moins une voiture. Il en va de là que la possession de voiture est un facteur qui contribue à l'augmentation de l'espace d'activités. L'étude BELDAM (2010) a aussi établi que la distance parcourue dépend aussi du taux de motorisation du ménage, c'est-à-dire les ménages qui ne possèdent pas de voiture réalisent moins de distance moyenne comparativement à ceux qui possèdent de voiture (Cornelis et al., 2012). De même, Primerano et al., (2007) ont mis en relation le nombre de voitures dans un ménage et les chaînes de déplacements et ont démontré que les ménages ne possédant pas de voiture effectuent le moins de chaînage d'activités. Le taux de possession de voiture dans les ménages est beaucoup plus important, 95% des individus qui réalisent des chaînes de déplacements comptant au moins trois activités appartiennent dans un ménage motorisé. L'aire moyenne d'activités des individus ne possédant pas de voiture tourne autour de 40 km, il y a eu une légère stabilité. Par contre, la variation des aires d'activités des individus possédant au moins une voiture n'est pas restée stable et a suivi la tendance de la moyenne de l'ensemble des individus.

Tableau 10: aire moyenne d'activités suivant le taux de motorisation

Taux de motorisation	Aires moyennes d'activités (km ²)			Bases		
	OVG4.1	OVG4.3	OVG4.5	OVG4.1	OVG4.3	OVG4.5
0 voiture	39	36	42	23	16	23
1 voiture ou plus	318	149	187	516	480	530

Y a-t-il une différence entre les individus (ménages) ne possédant pas de bicyclette et ceux possédant au moins une bicyclette ? La réponse à la question présentée dans le Tableau 11, est contrastée. Deux enquêtes donnent un léger avantage aux individus appartenant dans des ménages qui ne possèdent pas de bicyclette, par contre une enquête donne largement avantage aux individus qui possèdent au moins une bicyclette dans leur ménage. En termes de taux de possession de bicyclette, plus de 90% des habitants de la Flandre effectuant au moins trois activités par chaîne de déplacements possèdent au moins une bicyclette.

Tableau 11: aire moyenne d'activités suivant le nombre de bicyclette

Taux de bicyclette	Aires moyennes d'activités (km ²)			Bases		
	OVG4.1	OVG4.3	OVG4.5	OVG4.1	OVG4.3	OVG4.5
0 bicyclette	313	199	72	36	21	30
1 bicyclette ou plus	306	143	188	503	475	523

III.2.9. Espace moyen d'activités suivant la détention du permis de conduire

Le fait de posséder un permis de conduire agrandi l'espace moyen d'activités contrairement aux individus qui n'en possèdent pas (Tableau 12). Près de 80% des chaînes de déplacements comptant au moins trois activités sont effectuées par des individus ayant un permis de conduire. D'où avoir un permis de conduire permet d'effectuer plus de déplacements et de décrire un grand espace d'activités. Cependant, la variation de l'espace moyen d'activités suivant la détention d'un permis de conduire n'est pas restée stable.

Tableau 12: aire moyenne d'activités suivant la détention d'un permis de conduire

Permis de conduire	Aires moyennes d'activités (km ²)			Bases		
	OVG4.1	OVG4.3	OVG4.5	OVG4.1	OVG4.3	OVG4.5
Sans permis	273	74	145	83	67	76
Avec permis	324	168	195	425	391	432

III.2.10. Espace moyen d'activités suivant la fréquentation des transports en commun

L'aire moyenne d'activités suivant la fréquentation du transport en commun (bus, tram et métro) montre que les individus se servant journalièrement ou hebdomadairement du transport en commun décrivent moins d'espace d'activités et se retrouvent au bas du classement par rapport aux autres types de fréquentation (Figure 14). Ainsi donc, l'aire d'activités augmente suivant que

le niveau de fréquentation diminue. Les individus n'utilisant pas les transports en commun ou les fréquentant rarement (mensuellement ou annuellement) décrivent des grands espaces d'activités. Les individus se déclarant prendre rarement ou jamais les transports en commun représentent plus de 95% des individus réalisant au moins trois activités différentes par jour, ce qui n'a pas une bonne augure pour la réduction des effets de l'automobile sur l'environnement vu qu'ils réalisent une aire moyenne d'activités (très) supérieure à la moyenne des individus prenant tous les jours les transports en commun. Nul n'ignore aujourd'hui que le secteur de transport et de l'automobile sont des sources importantes de la pollution de l'air et de l'atmosphère (Badami, 2005; Chan and Yao, 2008; Colvile et al., 2001, 2001; Lu and Fang, 2014; Mothé et al., 2014; Sancini et al., 2012; Sethi, 2013; Vallero, 2007). Il serait bon que l'autorité compétente envisage d'inverser la tendance c'est-à-dire de réduire l'espace d'activités et le nombre de ceux qui ne fréquentent jamais ou rarement les transports en commun, et surtout encourager, augmenter le nombre et l'espace d'activités des personnes prenant chaque jour le transport en commun pour que l'impact sur l'environnement soit réduit.

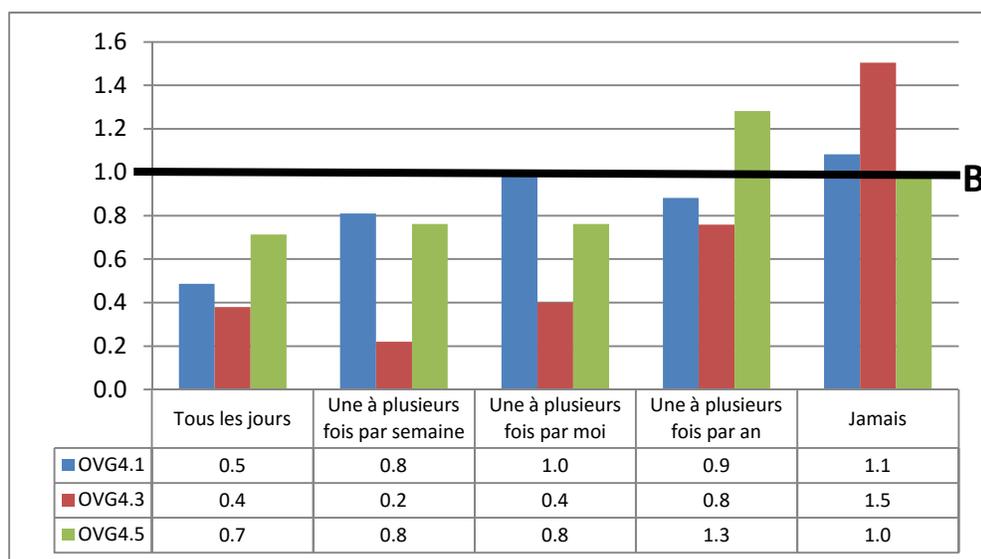


Figure 14: aire moyenne d'activités suivant la fréquentation du transport en commun (base 1= aire moyenne de l'ensemble des individus réalisant au moins trois activités journalièrement)

III.2.11. Espace moyen d'activités suivant l'utilisation de la voiture et du train

On distingue deux types d'utilisation de la voiture: comme conducteur et comme passager. D'abord l'utilisation de la voiture comme conducteur est analysée, puis vient celle comme passager et en fin est analysée l'utilisation du train.

a) Voiture comme conducteur

Les trois enquêtes montrent que l'utilisation de la voiture tous les jours comme conducteur accroît largement l'aire moyenne d'activités comparativement aux autres fréquences d'utilisation

(souvent, rarement et jamais la voiture comme conducteur) et cet espace d'activités réalisé est supérieur à la moyenne de l'ensemble des individus (Figure 15). Il se remarque que les aires moyennes d'activités selon les fréquences d'utilisation ne sont pas stables dans les trois enquêtes. Cette liberté qu'offre la voiture permet à l'homme d'atteindre beaucoup de lieux qui ne sont pas desservis par le transport en commun et de parcourir ainsi un grand espace.

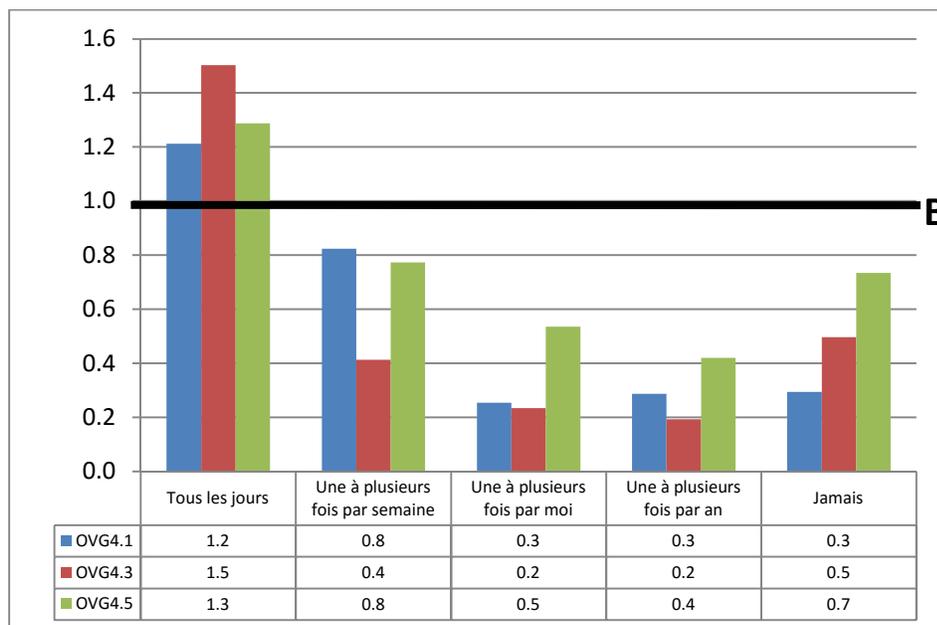


Figure 15: aire moyenne d'activités suivant l'utilisation de la voiture (conducteur) (base 1= aire moyenne de l'ensemble des individus réalisant au moins trois activités journallement)

b) Voiture comme passager

La variation des aires d'activités suivant la fréquence d'utilisation de la voiture comme passager n'est pas la même dans les trois enquêtes et est contrastée. La fréquence d'utilisation de la voiture comme passager ne semble pas impacter suffisamment l'espace d'activité en observant la figure 16. Les individus utilisant hebdomadairement la voiture comme passager réalisent dans les trois enquêtes moins d'aires d'activités, tandis que ceux qui utilisent tous les jours ou rarement (mensuellement ou annuellement) ou jamais, décrivent des espaces d'activités non négligeables et supérieurs à la moyenne de l'ensemble des individus dans au moins deux enquêtes.

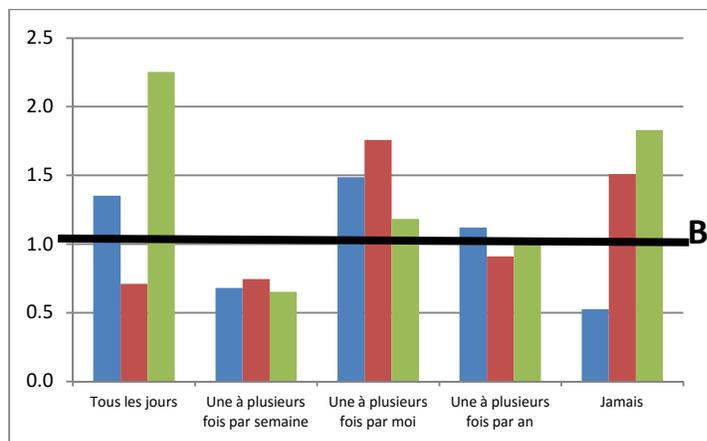


Figure 16: aire moyenne d'activités suivant l'utilisation de la voiture (passager) (base 1= aire moyenne de l'ensemble des individus réalisant au moins trois activités journallement)

c) Utilisation du train

L'évaluation des aires moyennes d'activités suivant la fréquence d'utilisation du train par des individus pour accomplir une de leurs activités, montre que les aires moyennes des individus recourant chaque jour au train suivant les trois enquêtes sont (largement) supérieures aux aires des individus qui ne l'utilisent pas ou se servent rarement ou souvent du train (Figure 17). C'est possible puis que la Belgique est un pays ayant un réseau dense et émaillé des voies ferrées, les trains sont souvent utilisés pour parcourir les grandes distances et d'ailleurs selon BELDAM (2010) la distance moyenne des déplacements effectuée par train dépassent 40 km et représente près du triple de celle effectuée par une voiture (Cornelis, et al., 2012). Il sied de noter que les aires d'activités suivant les fréquences d'utilisation du train ne sont pas égales (stables) dans les trois enquêtes mais leur variation semble être la même.

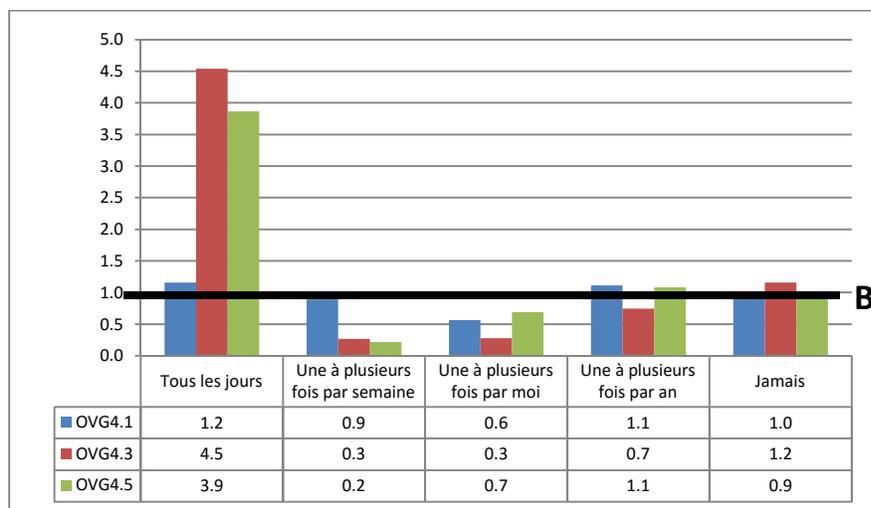


Figure 17: aire moyenne d'activités suivant l'utilisation du train (base 1= aire moyenne de l'ensemble des individus réalisant au moins trois activités journallement)

III.2.12. Espace moyen d'activités suivant le niveau d'étude

L'observation des aires d'activités suivant le niveau d'étude dans les trois enquêtes (Tableau 13) indique d'une manière générale que celui-ci est un élément contribuant à l'augmentation des espaces moyens. Les deux premières enquêtes présentent une similitude de variation des espaces suivant le niveau sélectionné contrairement à la troisième qui ne présente pas la même variation. Dans les cas, avoir un niveau supérieur ou universitaire permet de décrire un grand espace d'activités. Bien que la troisième enquête soit contrastée, on peut affirmer que terminer l'école secondaire permet aussi de décrire un grand espace d'activités. N'avoir pas étudié ou avoir un niveau primaire minimise l'espace d'activités. Ne pas avoir terminé le secondaire permet de décrire un espace d'activités non négligeable, et c'est peut-être grâce à la connaissance minimum acquise par ces derniers au secondaire et à l'expérience, qui leurs permettent d'avoir du travail et ainsi décrire un espace aussi remarquable. Par ailleurs, près de sept parcours sur dix sont réalisés par des individus ayant terminé les études secondaires, et les études supérieures ou universitaires. Et donc, avoir au minimum un niveau secondaire permet de réaliser des grands espaces d'activités et plus de chaînes de déplacements comptant au moins trois activités.

Tableau 13: espace moyen d'activités suivant le niveau d'étude

Niveau d'étude	Aires moyennes d'activités (km ²)			Bases		
	OVG4.1	OVG4.3	OVG4.5	OVG4.1	OVG4.3	OVG4.5
Ecole primaire ou aucun	104	48	136	90	89	103
Secondaire (inachevé)	306	79	111	69	73	67
Secondaire (terminé)	349	233	98	184	172	180
Supérieur ou universitaire	367	137	282	192	158	202

III.2.13. Espace moyen d'activités suivant les zones d'habitation

Afin de bien analyser et faire ressortir des éléments utiles, les zones d'habitation telles que définies initialement dans l'enquête OVG4 sont regroupées en trois principales zones: la première est l'«habitat urbain» comprenant la municipalité centrale métropolitaine, la municipalité régionale urbaine et la petite zone urbaine du niveau provincial; la deuxième zone appelée «habitat périurbain» englobe la zone flamande autour de Bruxelles, la zone métropolitaine suburbaine, la zone suburbaine régionale et la structure supportant la petite zone; la dernière appelée «autre habitat» comprend les zones extérieures considérées comme la zone rurale et migratoire.

On peut retenir de l'estimation de l'aire d'activités suivant les zones d'habitation que le fait d'habiter dans une zone déterminée est un élément qui contribue à influencer l'aire moyenne d'activités. Ainsi, d'après la Figure 18, les habitants urbains décrivent moins d'espace d'activités comparativement à ceux qui habitent les zones périurbaines et rurales. Les ruraux ou les habitants de la zone migratoire ont un espace d'activités beaucoup plus grand que ceux qui habitent les zones périurbaines. D'après Savenberg et Hecke (2002), les zones de migrations alternantes et les zones périurbaines sont devenues des zones d'accueil plus importantes que l'agglomération proprement dite. C'est de là que pas mal de monde vont au travail et réalisent par conséquent, d'après Cornelis et al. (2012) de longues distances, et donc des grands espaces

d'activités. Deux tiers de la population de la Flandre accomplissant au moins trois activités journalièrement résident dans les zones périurbaines et rurales. Aguilera-Belanger et al. (1999) donne une explication à cela que « *les villes se développent sur des périphéries de plus en plus lointaines, qui accueillent aussi bien de nouveaux habitants, en quête d'une meilleure qualité de vie, que des activités à la recherche d'espaces plus vastes et moins onéreux* ».

L'habitat urbain a une aire moyenne inférieure à la moyenne de l'ensemble, ceci peut se justifier par la proximité des lieux du travail ou d'activités pour lesquels ses habitants se ravitaillent des besoins nécessaires.

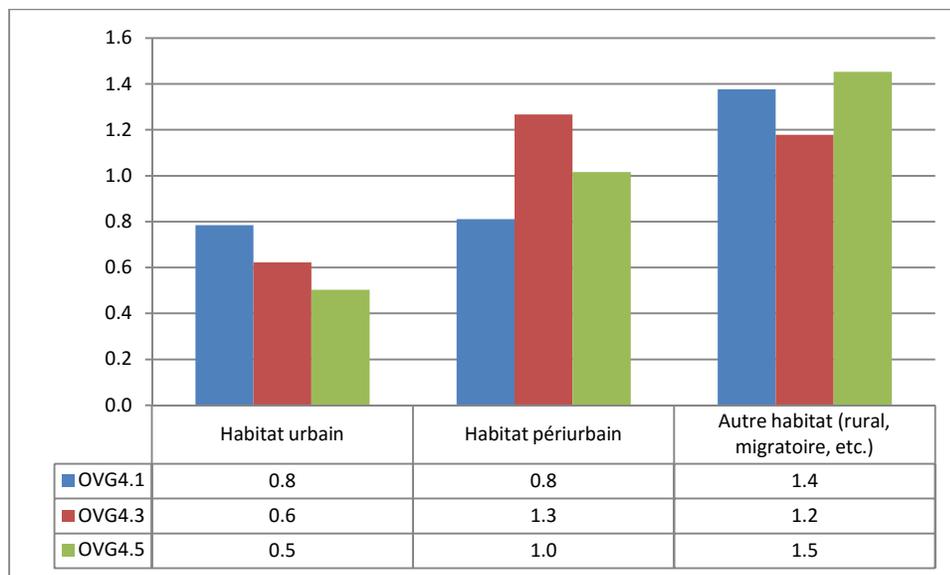


Figure 18: aire moyenne d'activités suivant la zone d'habitation (base 1= aire moyenne de l'ensemble des individus réalisant au moins trois activités journalièrement)

III.2.14. Espace moyen d'activités suivant les jours ouvrables et le weekend

La détermination de l'aire moyenne d'activités suivant les jours ouvrables (lundi, mardi, mercredi, jeudi et vendredi) et le weekend (samedi et dimanche) telle que présentée dans le tableau 14, indique que l'aire moyenne d'activités réalisée en semaines est strictement supérieure à l'aire moyenne du weekend. En observant les aires moyennes de trois enquêtes, il se remarque d'une manière générale que les aires moyennes ne sont pas restées constantes, mais particulièrement, une stabilité semble se dégager dans les deux dernières enquêtes durant le weekend. De plus, les trois quarts des chaînes de déplacements hebdomadaires comptant au moins trois activités ($n \in \mathbb{N} \setminus \{0,1,2\}$) sont enregistrés pendant les jours ouvrables (en semaine).

Tableau 14: aire moyenne d'activités suivant le jour de la semaine

Jours de la semaine	Aires moyennes d'activités (km ²)			Base		
	OVG4.1	OVG4.3	OVG4.5	OVG4.1	OVG4.3	OVG4.5
En semaine	310	150	199	407	378	413
Week-end	293	129	130	132	118	140

III.2.15. Espace moyen d'activités suivant le statut professionnel

En observant le Tableau 15 relatif à l'estimation de l'aire moyenne en fonction du statut professionnel groupé en travailleur, étudiant et ni travailleur ni étudiant, on aperçoit que le fait qu'un individu travaille a un effet sur son espace moyen d'activités. En effet, être travailleur permet de réaliser des parcours de grande superficie comparativement à celles des étudiants et des individus n'étant ni travailleurs ni étudiants. Le statut étudiant permet de réaliser une aire moyenne d'activités inférieure aux deux autres statuts évoqués. Il convient de souligner que les travailleurs que nous avons considérés et regroupés dans ce travail sont ceux classés dans l'enquête OVG4 comme étant des travailleurs en col bleu et blanc, les indépendants et les hommes et les femmes de ménage. Le statut ni travailleur ni étudiant comprend les chômeurs, les retraités, les invalides, les inaptes et les non actifs.

Tableau 15: aire moyenne d'activités suivant le statut professionnel

Statut professionnel	Aires moyennes d'activités (km ²)			Base		
	OVG4.1	OVG4.3	OVG4.5	OVG4.1	OVG4.3	OVG4.5
Travailleur	197	358	195	290	337	324
Étudiant	50	198	116	100	95	99
Ni travailleur, ni étudiant	94	243	124	105	106	126

III.2.16. Distribution de temps total moyen de parcours suivant l'intervalle des aires d'activités

L'analyse de corrélation linéaire entre les durées totales des déplacements déclarées par l'individu et les aires délimitées par les différentes chaînes de déplacements a donné un coefficient de corrélation linéaire de $r=0,4$ pour l'enquête OVG4.3 et de $r=0,2$ pour les deux autres enquêtes. Certes ce coefficient est faible mais pas négligeable, et exprime aussi à travers son signe positif que le temps de parcours augmente suivant que l'espace d'activités est grand. La relation entre la durée totale et l'espace d'activités décrit par les différents déplacements du chaînage d'activités n'est pas une relation linéaire.

Cependant, la répartition de la durée totale moyenne de parcours suivant l'intervalle des aires d'activités pour les trois enquêtes indique que plus l'aire d'activités augmente et plus le temps consacré à la parcourir augmente aussi (Tableau 16). A noter que le temps total considéré ici est celui que l'individu a estimé avoir réalisé pendant ses déplacements. Ce temps ne comprend pas le temps de transit de la fin d'un déplacement vers un autre. La durée totale par intervalle n'est pas restée stable dans les trois enquêtes mais cette instabilité n'est pas tellement remarquable.

Tableau 16: distribution de durée totale moyenne de parcours suivant l'intervalle des aires d'activités

Intervalles	Durée moyenne		
	OVG4.1	OVG4.3	OVG4.5
< 5 km ²	57 min	54 min	62 min
Entre 5 km ² et 25 km ²	66 min	77 min	81 min
Entre 25 km ² et 50 km ²	93 min	88 min	87 min
Entre 50 km ² et 100 km ²	111 min	94 min	109 min
Entre 100 km ² et 500 km ²	122 min	128 min	122 min
500 km ² et plus	126 min	180 min	134 min

CONCLUSION GENERALE

1. Contributions

L'étude de la variabilité des espaces d'activités à travers le prisme espace-temps nous a permis de trouver des résultats captivants et inédits, et de confirmer certains résultats déjà découverts dans les précédentes enquêtes et analyses sur la mobilité. Elle n'est pas la première à étudier les déplacements en Belgique. Quelques études poussées ont été menées sur l'analyse de la mobilité quotidienne et sur des chaînes de déplacements (Asperges et al., 2007; Cornelis et al., 2012; Lebrun et al., 2014), mais rien sur l'estimation des espaces décrits par ces chaînes de déplacements. Cette recherche a eu comme objectif principal d'étudier les espaces géographiques d'activités accomplies journalièrement par les habitants de la Belgique en se limitant principalement aux habitants de la région flamande. Les données ont été tirées de la quatrième enquête sur la mobilité OVG4 (Onderzoek Verplaatsingsgedrag, en néerlandais) en Flandre couvrant une période de 5 ans à raison d'une enquête par an. Les résultats ont porté sur les données de la première année (OVG4.1), de la troisième année (OVG4.3) et de la dernière année (OVG4.5). Un traitement rigoureux et fastidieux des données a été appliqué avant et après le géocodage et aussi après le calcul des espaces d'activités. La méthodologie mise en œuvre pour estimer l'espace d'activités, inspirée principalement des travaux Buliung et Remmel (2008) pourra aider des chercheurs épris de l'analyse du comportement de mobilité à étudier les espaces réalisés par les différentes chaînes de déplacements durant l'accomplissement des activités.

Le géocodage des adresses où a eu lieu les différentes activités nous a permis de visualiser les différents points d'activités, d'observer les tendances de comportements de mobilité des habitants de la Flandre, c'est-à-dire les principaux lieux fréquentés et aussi d'évaluer les espaces d'activités liés aux chaînes de déplacements. Il résulte donc des visualisations des points d'activités qu'il y a eu peu d'activités quotidiennes ordinaires effectuées par des habitants de la Flandre dans les pays voisins et des moins chez leurs voisins directs du Sud. L'étude de la variabilité des espaces d'activités durant les trois enquêtes (OVG4.1, OVG4.3 et OVG4.5) a montré que l'espace d'activités n'est pas resté stable. L'aire moyenne d'activités estimée pour l'ensemble des individus par trois méthodes (rectangle, cercle et ellipse) est réduite dans les deux dernières enquêtes analysées comparativement à la première.

L'analyse descriptive des données sur les aires estimées d'activités en considérant le premier quartile et la médiane a révélé qu'une grande partie de la population habitant la Flandre décrit à partir de leurs déplacements journaliers des espaces d'activités de petite superficie. Il a été trouvé qu'un individu sur quatre réalise au plus 6 km² et un sur deux réalise au maximum 25 km². Cette proportion est faible pour des grandes superficies. Ce résultat indique que pas mal d'individus fréquentent des lieux d'activités qui sont proches. Ce facteur interpelle l'autorité compétente qui doit en tenir compte lors de l'aménagement du territoire, de l'affectation du sol et des activités économiques afin d'accroître le nombre des personnes réalisant des petits espaces d'activités et réduire l'impact environnemental.

L'étude a cherché à comprendre la contribution des types de chaînes de déplacements dans l'ensemble des chaînes comptant au moins trois activités. Les chaînes ont été groupées suivant le

nombre d'activités ou de déplacements réalisés. Il a ressorti de cette analyse que le groupe de chaînes de déplacements comptant quatre déplacements est le plus représenté (mode). Au moins un flamand sur trois accomplit journalièrement 3 ou 4 activités. La quote-part que représente chaque groupe de chaînes de déplacements diminue suivant que le nombre d'activités augmente, excepté pour le groupe comptant trois activités. Par ailleurs, l'analyse du temps concentré à accomplir toutes les activités d'une chaîne de déplacements a enseigné que le temps total nécessaire pour accomplir les différentes activités d'une chaîne de déplacements augmente suivant la grandeur de l'espace d'activités.

Dans le but d'étudier la variabilité des espaces d'activités, les aires de quelques variables sociodémographiques et socioéconomiques jugées utiles ont été analysées. Les résultats trouvés dans ce travail corroborent ce qu'ont pu trouver d'autres études sur les comportements de mobilité. La variable sexe a montré que les hommes décrivent une aire moyenne d'activités supérieure à celle des femmes, par contre il n'y a pas des grands écarts entre les femmes et les hommes quant au nombre de chaînes de déplacement réalisé quotidiennement. Ceci confirme la différence de mobilité dans le genre relevée dans plusieurs études (Cornelis et al., 2012; Crane, 2007; Hanson, 2010; Rosenbloom, 2006; Sang et al., 2010).

Les variables comme le taux de motorisation ou de bicyclette et le revenu du ménage ont été aussi analysées. La possession d'au moins une voiture ou d'une bicyclette dans le ménage accroît l'espace moyen d'activités contrairement aux ménages qui n'en possèdent pas. De même, les individus détenant un permis de conduire décrivent plus d'espace d'activités que ceux qui n'en possèdent pas. Comme la possession de voiture est aussi corrélée avec le niveau de revenu, il a été établi dans ce travail que l'espace d'activités s'accroît suivant que le niveau de revenu mensuel augmente, c'est-à-dire que les activités accomplies par les riches occupent des grandes superficies.

Une attention particulière a été portée sur la fréquence d'utilisation de la voiture, des transports en commun (bus, tram, métro) et le train. L'analyse de l'espace d'activités liée à ces variables a démontré que la fréquence d'utilisation des transports en commun, du train (traité séparément des transports en commun) et de la voiture a un impact important sur l'occupation de l'espace. En effet, les individus utilisant journalièrement le train ou la voiture décrivent des grands espaces comparativement à ceux qui n'utilisent jamais ou rarement ce mode de transport. En revanche, la fréquentation journalière du transport en commun permet de décrire moins d'espaces d'activités comparés aux individus qui l'utilisent rarement ou jamais. Ceci est d'autant plus désavantageux pour l'environnement. Il est plus que nécessaire que cette tendance soit inversée, c'est-à-dire que la moyenne d'aire d'activités soit plus élevée pour ceux qui fréquentent journalièrement les transports en commun que ceux qui ne fréquentent pas ou fréquentent rarement. De même quant à l'utilisation de la voiture, l'espace d'activités des utilisateurs quotidiens devrait être réduit dans le but d'avoir moins d'impact sur l'environnement. Pour cela, une bonne politique intégrant plusieurs décideurs s'avère utile.

D'autres variables ont aussi un impact remarquable sur l'espace d'activités comme l'âge, le niveau d'études, le statut professionnel, les zones d'habitation et les jours de la semaine. L'espace d'activités varie en fonction de l'âge. Il est d'abord croissant dans les jeunes âges jusqu'à près de cinquante ans et en suite diminue dans la vieillesse. Le niveau d'études influe aussi sur l'espace d'activités. C'est surtout les individus qui ont terminé au minimum les études secondaires décrivent plus d'espace d'activités. Comme il existe une corrélation entre l'emploi et le niveau

d'études, les personnes qui travaillent réalisent plus d'espace d'activités que les étudiants et les personnes qui ne travaillent pas et n'étudient pas. C'est autant pour les personnes habitant les zones périurbaines ou rurales qui décrivent plus d'espaces d'activités que des citadins. Et c'est pendant la semaine que l'espace moyen d'activités est le plus élevé contrairement au weekend, qui enregistre aussi moins le nombre de chaînes de déplacements comptant au moins trois activités.

2. Limitations et perspectives

Plusieurs variables ont été choisies dans ce travail pour l'étude de la variabilité des espaces d'activités, mais leur nombre n'est pas exhaustif. Ce n'est que le commencement, le go-ahead de la maîtrise de la connaissance d'espace d'activités des personnes en Belgique. Diverses analyses, suivant des disciplines, peuvent encore être tirées des données que nous avons extraites. La grande différence constatée dans l'espace moyen d'activités de la première enquête par rapport aux deux autres n'a pas pu être expliquée bien qu'une ébauche de justification a été donnée.

Initialement l'étude portait sur toutes les cinq années de la quatrième enquête sur la mobilité en Flandre (OVG4), mais faute de temps, l'étude n'a pas pu être menée sur deux années d'enquête qui sont la deuxième enquête (OVG4.2) couvrant la période allant de septembre 2009 à septembre 2010 et la quatrième enquête (OVG4.4) allant de septembre 2011 à septembre 2012. L'étude de deux années manquantes pourrait permettre d'observer une bonne variation des espaces d'activités annuellement dans la région flamande. La Belgique compte trois régions, afin de connaître la variabilité complète des espaces d'activités pour tout le pays, des études similaires peuvent être menées sur la Région wallonne et la Région Bruxelles-Capitale.

L'étude de l'espace d'activités sur une journée semble être très limitée pour faire ressortir le vrai espace d'activités d'un individu. Une observation sur plusieurs jours voire plusieurs semaines pourrait permettre de comprendre la dynamique de l'espace d'activités des belges et surtout des individus qui réalisent journalièrement deux activités. L'étude de la variabilité des espaces d'activités a été menée en utilisant principalement la méthode SDE (ellipse), des études similaires peuvent être encore menées suivant d'autres approches que nous n'avons pas pu utiliser. La méthode MCP (minimum convex polygon) utilisée en écologie peut être transposée comme évoquée par Buliung et Rimmel (2008) pour étudier encore l'espace d'activités des humains.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aguilera-Belanger, A., Bloy, D., Buisson, M.-A., Cusset, J.-M., Mignot, D., 1999. Localisation des activités et mobilité.
- Alvarez-Galvez, J., Nyerges, T., Couclelis, H., McMaster, R.B., 2014. The Sage handbook of GIS and society. *Int. Sociol.* 29, 473 – 475.
- AniMove, n.d. Software AniMove: animal movement and remote sensing for conservation [www document]. AniMove. URL <http://animove.org/software-and-data/software/> (accessed 8.13.15).
- Armoogum, J., Madre, J.-L., Gascon, M.-O., François, D., 2010. Les enquêtes nationales et locales sur la mobilité : sources et méthodes.
- Article 11. Limitations de vitesse [www document], n.d. URL <http://www.code-de-la-route.be/textes-legaux/sections/ar/code-de-la-route/170-art11-v15-170> (accessed 8.8.15).
- Asperges, T., Cornelis, E., Steenbergen, T., others, 2007. Déterminants des choix modaux dans les chaînes de déplacements. Résumé Plan Appui Sci. À Une Polit. Dév. Durable PADD II Partie 1.
- Bachi, R., 1963. Standard distance measures and related methods for spatial analysis. *Pap. Reg. Sci. Assoc.* 10, 83–132.
- Badami, M., 2005. Transport and Urban Air Pollution in India. *Environ. Manage.* 36, 195 – 204.
- Bakshi, R., Knoblock, C. A. & Thakkar, S., 2004. Exploiting Online Sources to Accurately Geocode Addresses, University of Southern California, Information Science Institute: <http://www.isi.edu/info-agents/papers/bakshi04-acmgis.pdf>.
- Bavoux, J., 2010. Initiation à l'analyse spatiale - | Armand Colin [www document]. URL <http://www.armand-colin.com/initiation-lanalyse-spatiale-9782200248239> (accessed 8.6.15).
- Beckmann, M.J., Golob, T.F., Zahavi, Y., 1983. Travel probability fields and urban spatial structure: 2. Empirical tests. *Environ. Plan. A* 15, 727 – 738.
- Benlahrech, N., Le Ruyet, A., Livebardon, C., Dejeammes, M., Centre d'études sur les réseaux, les transports, 2001. La mobilité des personnes âgées : analyse des enquêtes ménages déplacements [www document]. url <http://lara.inist.fr/handle/2332/1091> (accessed 8.10.15).
- Ben-ur, Z., Aviv, I., Mahershak, B., 1991. Facteurs influençant le déplacement. *Clinic/Odontologia* 3, 183–187.
- Biancamano, G.B., Hurtubise, J., 2011. Les formes d'habitat et la planification des densités résidentielles. Document de référence.
- Bretagnolle, A., Giraud, T., Mathian, H., 2008. La mesure de l'urbanisation aux Etats-Unis, des premiers comptoirs coloniaux aux Metropolitan Areas (1790-2000). *Cybergeo Eur. J. Geogr.*

- Bui, R., Buliung, R.N., Rempel, T.K., 2012. A collection of functions for estimating centrographic statistics and computational geometries for spatial point patterns. Package “aspace.” (accessed 4.13.15)
- Buliung, R.N., Kanaroglou, P.S., 2006a. Urban Form and Household Activity-Travel Behavior. *Growth Change* 37, 172–199.
- Buliung, R.N., Kanaroglou, P.S., 2006b. A GIS toolkit for exploring geographies of household activity/travel behavior. *J. Transp. Geogr.* 14, 35 – 51.
- Buliung, R.N., Rempel, T.K., 2008. Open source, spatial analysis, and activity-travel behaviour research: capabilities of the aspace package. *J. Geogr. Syst.* 10, 191–216.
- Buliung, R. & Roorda, M., 2006. Spatial variety in weekly, weekday-to-weekend, and day-to-day patterns of activity-travel behaviour: initial results from the Toronto Travel-Activity Panel Survey. Proceedings of the 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, DC, January, s.n.
- Buliung, R.N., Roorda, M.J., Rempel, T.K., 2008. Exploring spatial variety in patterns of activity-travel behaviour: initial results from the Toronto Travel-Activity Panel Survey (TTAPS). *Transportation* 35, 697–722.
- Burnett, P., Hanson, S., 1982. The analysis of travel as an example of complex human behavior in spatially-constrained situations: Definition and measurement issues. *Transp. Res. Part Gen.* 16, 87 – 102.
- Burt, W.H., 1943. Territoriality and Home Range Concepts as Applied to Mammals. *J. Mammal.* 24, 346–352.
- Caloz, R., Collet, C., 2011. *Analyse spatiale de l’information géographique*. PPUR Presses polytechniques.
- Chan, C.K., Yao, X., 2008. Air pollution in mega cities in China. *Atmos. Environ.* 42, 1 – 42.
- Cherchi, E., Cirillo, C., 2014. Understanding variability, habit and the effect of long period activity plan in modal choices: a day to day, week to week analysis on panel data. *Transportation* 41, 1245 – 1262.
- Colville, R., Hutchinson, E., Mindell, J., Warren, R., 2001. The transport sector as a source of air pollution. *Atmos. Environ.* 35, 1537 – 1565.
- Cools, M., 2009. Inter-and intraday variability of Flemish travel behavior.
- Cornelis, E., Hubert, M., Huynen, P., Lebrun, K., Patriarche, G., De Witte, A., Creemers, L., Declercq, K., Janssens, D., Castaigne, M., Hollaert, L., Walle, F., 2012. *La mobilité en Belgique en 2010: résultats de l’enquête BELDAM*. SPF Mobilité & Transports.
- Costes, N., 2008. *Choix de localisation des entreprises, intervention publique et efficacité urbaine: Une analyse théorique et empirique de la réglementation des choix de localisation des activités de bureau en Île-de-France (phdthesis)*. Université Panthéon-Sorbonne - Paris I.
- Crane, R., 2007. Is there a quiet revolution in women’s travel? Revisiting the gender gap in commuting. *J. Am. Plann. Assoc.* 73, 298–316.

- Cuyala, S., 2014. Analyse spatio-temporelle d'un mouvement scientifique. L'exemple de la géographie théorique et quantitative européenne francophone. Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.
- Dias, D., Langumier, J., Demange, D., 2008. Mutabilité du périurbain : Le modèle pavillonnaire face aux crises énergétique et environnementale. *Ann. Rech. Urbaine* 183 p.
- Dubus, N., Voiron-Canicio, C., Emsellem, K., Cicille, P., Loubier, J., Bley, D., 2015. Géogouvernance: l'espace comme médiateur et l'analyse spatiale comme vecteur de communication entre chercheurs et acteurs Geo-governance: space is a mediator and spatial analysis is a communication medium between researchers and actors.
- Duthilleul, J.-M., Cité de l'architecture et du patrimoine (Paris, F., 2012. *Circuler: quand nos mouvements façonnent les villes*. Alternatives, Paris.
- Esri, 2010. Standard Distance (Spatial Statistics) (accessed 7.6.15)
- Eurostat, 2014. Evolution de la population - Bilan démographique et taux bruts au niveau régional (NUTS 3).
- Furfey, P.H., 1927. A Note on Lefever's "Standard Deviation Ellipse." *Am. J. Sociol.* 33, 94–98.
- Gascon, M.-O., Quetelard, B., Patiès, C., Valgalier, J.-L., others, 2009. Calcul a posteriori des distances dans les enquêtes ménages déplacements.
- Godard, X., Averous, B., Currat, C., Matalon, B., Orfeuil, J., 1980. Recherche sur la mobilité des personnes en zone urbaine: exploitation de l'enquête de Dijon-tome 4: analyse de la mobilité comme traduction des pratiques d'activité. *Rapp. Rech. NO* 38.
- Golob, T.F., 2003. Structural equation modeling for travel behavior research. *Transp. Res. Part B Methodol., Transportation Research Part B: Methodological* 37, 1 – 25.
- Goodwin, P.B., Kitamura, R., Meurs, H., 1990. Some principles of dynamic analysis of travel behaviour. In: Jones P.M. (Ed.), *New Development in Dynamic and Activity-Based Approaches to Travel Study*, Gower Publishing, Aldershot, England (1990), pp. 56–72.
- Goossens, W., 2013. *Mobiel Vlaanderen - Onderzoek Verplaatsingsgedrag Vlaanderen* [www document]. url <http://www.mobielvlaanderen.be/ovg/> (accessed 8.13.15).
- Hägerstrand, T., 1970. What About People in Regional Science? *Pap. Reg. Sci.* 24, 7–24.
- Hanson, S., 2010. Gender and mobility: new approaches for informing sustainability. *Gend. Place Cult.* 17, 5–23.
- Horton, F., Reynolds, D., 1971. Effects of urban spatial structure on individual behavior. *Econ Geogr* 47, 36–48.
- Hubert, M., Lebrun, K., Huynen, P. & Dobruszkes, F., 2013. Note de synthèse BSI. La mobilité quotidienne à Bruxelles : défis, outils et chantiers prioritaires. *In: Brussels Studies*, Issue Numéro 71, 18 Septembre 2013,
- Isnard, H., 1985. Espace et temps en géographie. *Méditerranée* 55, 13–19.

- Joly, I., Masson, S., Petiot, R., 2006. Les déterminants de la demande en transports collectifs urbains: comparaison internationale et analyse économétrique. Cah. Sci. Transp. pp–91.
- Jones, P.M., 1977. New approaches to understanding travel behavior: the human activity approach. Oxford University.
- Jmuraz, 2007. Batch Géocodeur - géocodage google map en français gratuit [www document]. url <http://www.batchgeocodeur.mapjnz.com/> (accessed 8.13.15).
- Kaufmann, V., 2011. Rethinking the City: Urban Dynamics and Motility. EPFL Press.
- Kaufmann, V., 1997. Sociologie de la mobilité urbaine: la question du report modal. université de Genève.
- Larousse, n.d. géographie spatiale ou analyse spatiale [WWW Document]. Larousse Encycl. URL http://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/g%C3%A9ographie_spatiale/186090 (accessed 8.11.15).
- Läuter, H., 1988. Silverman, B. W.: Density Estimation for Statistics and Data Analysis. Chapman & Hall, London – New York 1986, 175 pp., £12.—. Biom. J. 30, 876–877.
- LEBRUN, K., HUBERT, M., HUYNEN, P., Patriarche, 2014. Les pratiques de déplacement à Bruxelles: analyses approfondies.
- Lefever, D.W., 1926. Measuring Geographic Concentration by Means of the Standard Deviational Ellipse. Am. J. Sociol. 32, 88–94.
- Levine, N., 2006. Crime Mapping and the Crimestat Program. Geogr. Anal. 38, 41–56.
- Levine, N., 2013. CrimeStat IV: A Spatial Statistics Program for the Analysis of Crime Incident Locations (version 4.0). s.l.:Ned Levine & Associates, Houston, TX, and the National Institute of Justice, Washington, DC. <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/grants/242960-242995.pdf>.
- Levy, M., 1979. Comprendre les statistiques. Paris: Édition du Seuil.
- Li, T., Nyerges, T., Couclelis, H., McMaster, R., 2012. The SAGE handbook of GIS and society. Geogr. Res. 50, 436 – 437.
- Lu, Y., Fang, T.B., 2014. Examining Personal Air Pollution Exposure, Intake, and Health Danger Zone Using Time Geography and 3D Geovisualization. ISPRS Int. J. Geo-Inf. 4, 32–46.
- Mahieu, A., 2009. Tous égaux devant la mobilité ? Présentation des facteurs influençant la mobilité quotidienne, s.l.: IEV. <http://www.iev.be/getattachment/31962cd8-f52f-462a-8628-235576dc3388/Tous-egaux-devant-la-mobilite----Presentation-des-.aspx>. (accessed 7.18.15)
- Martel Poliquin, É., 2012. Mieux comprendre les déterminants du choix modal (masters). École Polytechnique de Montréal.
- Miller, H., Bridwell, S., 2009. A Field-Based Theory for Time Geography. Ann. Assoc. Am. Geogr. 99, 49–75.
- Miller, H.J., 2005. A Measurement Theory for Time Geography. Geogr. Anal. 37, 17–45.

- Mothé, G.A., Sthel, M.S., Castro, M.P.P. de, Toledo, R., Stumbo, A., Gomes, M., Esquef, I., Vargas, H., 2014. Air Pollution in the Brazilian Road Transport and Its Environmental and Social Consequences. *J. Environ. Prot.* 5, 1466 – 1476.
- Olvera, L.D., Plat, D., Pochet, P., 1999. Mobilité quotidienne des citoyens à faibles ressources. Les enseignements de Ouagadougou. *Rev. Tiers Monde* 829–848.
- Paulo, C., 2006. L'impact du revenu sur les mobilités : une mesure à différentes échelles spatiales et temporelles. *ASRDLF Dév. Local Compét. Attractivité Territ. - XLII^e Colloq. ASRDLF – XII^e Colloq. GRERBAM 4 - 6 Sept. 2006 Sfax Tunis.* 20 p.
- Powell, R.A., Mitchell, M.S., 2012. What is a home range? *J. Mammal.* 93, 948–958.
- Primerano, F., Taylor, M.A.P., Pitaksringkarn, L., Tisato, P., 2007. Defining and understanding trip chaining behaviour. *Transportation* 35, 55–72.
- Prud'homme, R., 1999. Les coûts de la congestion dans la région parisienne. *Revue d'Economie Politique*, 109(4), pp. 425-441.
- Prud'homme, R. & Ming, Y. S., 2000. Le coût économique de la congestion du périphérique parisien : une approche désagrégée. *les Cahiers Scientifiques du Transport*, Issue 37, pp. 59-73.
- Pumain, D., Saint-Julien, T., Mathian, H., 2010. L'analyse spatiale. Localisations dans l'espace. A. Colin, Paris.
- Roorda, M.J., Miller, E.J., Nurul Habib, K.M., 2008. Validation of TASHA: A 24-h activity scheduling microsimulation model. *Transp. Res. Part Policy Pract., Transportation Research Part A: Policy and Practice* 42, 360 – 375.
- Roorda, M.J., Ruiz, T., 2008. Long- and short-term dynamics in activity scheduling: A structural equations approach. *Transp. Res. Part Policy Pract., Transportation Research Part A: Policy and Practice* 42, 545 – 562.
- Rosenbloom, S., 2006. Understanding Women's and Men's Travel Patterns: The Research Challenge, in: *Transportation Research Board Conference Proceedings. Presented at the Conference on Research on Women's Issues in Transportation.*
- Samoey, M., 2010. La trigonométrie sphérique [www document]. Url http://www.astro-carl.com/imprimer.php3?id_article=436 (accessed 8.13.15).
- Sancini, A., Tomei, F., Tomei, G., Caciari, T., Di Giorgio, V., André, J.-C., Palermo, P., Andreozzi, G., Nardone, N., Schifano, M.P., Fiaschetti, M., Cetica, C., Ciarrocca, M., 2012. Urban pollution. *G. Ital. Med. Lav. Ergon.* 34, 187 – 196.
- Sanders, L., 2001. Modèles en analyse spatiale: introduction 17–29.
- Sang, S., O'Kelly, M., Kwan, M.-P., 2010. Examining commuting patterns: results from a journey-to-work model disaggregated by gender and occupation. *Urban Stud.*
- Savenberg, S., Hecke, E. Van, 2002. Suburbanisation, et développement durable. *Espace Popul. Sociétés* 20, 25–36.

- Schönfelder, S., Axhausen, K.W., 2002. Measuring the size and structure of human activity spaces - the longitudinal perspective.
- Schönfelder, S., Axhausen, K.W., 2002. Measuring the size and structure of human activity spaces - the longitudinal perspective.
- Sethi, R., 2013. Air pollution: Sources, prevention and health effects.
- Sétra, 2011. Estimation des circulations à partir de l'Enquête Nationale Transports. fiche N°5.
- Simma, A., Axhausen, K.W., 2001. Successive days, related travel behaviour? doi:10.3929/ethz-a-004232972
- S Schönfelder, K.A., 2004. Structure and innovation of human activity spaces.
- Silverman, B., 2002. Density estimation for statistics and data analysis. s.l.:School of Mathematics University of Bath, UK. <https://ned.ipac.caltech.edu/level5/March02/Silverman/paper.pdf> (accessed 8.10.15).
- Simma, A. & Axhausen, K. W., 2001. Successive days, related travel behaviour? Working Paper 62, Institute of Transportation, Traffic, Highway- and Railway-Engineering (IVT), Swiss Federal Institute of Technology (ETHZ), Zurich..
- Statistics Belgium, 2015. Structure de la population (accessed 7.4.15).
- Susilo, Y.O., Kitamura, R., 2005. Analysis of day-to-day variability in an individual's action space: Exploration of 6-week mobidrive travel diary data. *Transp. Res. Rec.* 124 – 133.
- Valiquette, F., 2010. Typologie des chaînes de déplacements et modélisation descriptive des systèmes d'activités des personnes (masters). École Polytechnique de Montréal.
- Vallero, D.A., 2007. Fundamentals of Air Pollution.
- Vandeschrick, C., 1999. La moyenne : concept unique ou multiple ?
- Vanhulsel, M., Beckx, C., Janssens, D., Vanhoof, K., Wets, G., 2011. Measuring dissimilarity of geographically dispersed space-time paths. *Transportation* 38, 65–79.
- Vleugels, I. et al., 2005. Déterminants des choix modaux dans les chaînes de déplacements. Partie 1: Modes de production et de consommation durables, s.l.: PADD II. http://www.belspo.be/belspo/organisation/publ/pub_ostc/cptrans/rappcp42sum_fr.pdf.
- Wilson, C., 2008. Activity patterns in space and time: calculating representative Hagerstrand trajectories. *Transportation* 35, 485–499.

ANNEXES

ANNEXE 1: Modèles de quelques adresses géocodées

1. OVG 4.1

persid	verid	Address	DPOST CODE	Lat	Lng	Accuracy	NbAdr Returned	Error/Address	Code
1010101	1	DESGUINLEI	2018	51.1948884	4.4005366	6	1	Desguinlei, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010101	2	BRUGSTRAAT	2300	51.3257909	4.9282248	6	1	Brugstraat, 2300 Turnhout, Belgique	200
1010101	3	NIEUWE KAAI	2300	51.3260858	4.9304703	6	1	Nieuwe Kaai, 2300 Turnhout, Belgique	200
1010101	4	BRUGSTRAAT	2300	51.3257909	4.9282248	6	1	Brugstraat, 2300 Turnhout, Belgique	200
1010101	5	BREDERODESTRAAT	2018	51.2029140	4.3933808	6	1	Brederodestraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010101	6	GIJZELAARSSTRAAT	2000	51.2063834	4.3885972	6	1	Gijzelaarsstraat, 2000 Antwerpen, Belgique	200
1010101	7	OUDEKERKSTRAAT	2018	51.1996700	4.3966500	6	1	Oudekerkstraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010101	8	BREDERODESTRAAT	2018	51.2029140	4.3933808	6	1	Brederodestraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010101	9	OUDEKERKSTRAAT	2018	51.1996700	4.3966500	6	1	Oudekerkstraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010102	1	MEIR	2000	51.2181003	4.4088175	6	1	Meir, 2000 Antwerpen, Belgique	200
1010102	2	BALLAARSTRAAT	2018	51.2034034	4.4027340	6	1	Ballaarstraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010102	3	MUSEUMSTRAAT	2000	51.2102120	4.3912687	6	1	Museumstraat, 2000 Antwerpen, Belgique	200
1010102	4	BALLAARSTRAAT	2018	51.2034034	4.4027340	6	1	Ballaarstraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010106	1	LAMORINIERESTRAAT	2018	51.2043216	4.4212298	6	2	Lamoriniestraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010106	2	Belgiëlei	2018	51.2056589	4.4180728	6	1	Belgiëlei, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010106	3	LAMORINIERESTRAAT	2018	51.2043216	4.4212298	6	2	Lamoriniestraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010106	4	Belgiëlei	2018	51.2056589	4.4180728	6	1	Belgiëlei, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010106	5	LAMORINIERESTRAAT	2018	51.2043216	4.4212298	6	2	Lamoriniestraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010106	6	Belgiëlei	2018	51.2056589	4.4180728	6	1	Belgiëlei, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010109	1	PROVINCIESTRAAT	2018	51.2129267	4.4260673	6	9	Provinciestraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010109	2	PLANTIN EN MORETUSLEI	2018	51.2096563	4.4291305	6	1	Plantin en Moretuslei, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010109	3	ITALIELEI	2060	51.2232187	4.4161845	6	1	Italiëlei, 2060 Antwerpen, Belgique	200
1010109	4	PLANTIN EN MORETUSLEI	2018	51.2096563	4.4291305	6	1	Plantin en Moretuslei, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010110	1	MECHELSESTEENWEG	2018	51.2048305	4.4107420	6	13	Mechelsesteenweg, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010110	2	SINT-JOZEFSTRAAT	2018	51.2069744	4.4119735	6	1	Sint-Jozefstraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010110	3	WAALSE KAAI	2000	51.2198771	4.4011356	4	2	2000 Anvers, Belgique	200
1010110	4	SINT-JOZEFSTRAAT	2018	51.2069744	4.4119735	6	1	Sint-Jozefstraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010111	1	JACOB JACOBSSTRAAT	2018	51.2111875	4.4193536	6	1	Jacob Jacobsstraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010111	2	MERCATORSTRAAT	2018	51.2079583	4.4240349	6	1	Mercatorstraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010111	3	ISABELLALAI	2018	51.2048143	4.4168176	6	1	Isabellalei, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010111	4	MERCATORSTRAAT	2018	51.2079583	4.4240349	6	1	Mercatorstraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010111	5	MERCATORSTRAAT	2018	51.2079583	4.4240349	6	1	Mercatorstraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010111	6	MERCATORSTRAAT	2018	51.2079583	4.4240349	6	1	Mercatorstraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010113	1	BOLLAARSTRAAT	2500	51.1408123	4.5544637	6	1	Bollaarstraat, 2500 Lier, Belgique	200
1010113	2	TRAMSTRAAT	9052	51.0082500	3.7079900	6	1	Tramstraat, 9052 Gent, Belgique	200
1010113	3	SINT-JOZEFSTRAAT	2018	51.2069744	4.4119735	6	1	Sint-Jozefstraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200

1010201	1	JAN MOORKENSSTRAAT	2600	51.1878638	4.4316998	6	1	Jan Moorkensstraat, 2600 Antwerpen, Belgique	200
1010201	2	LAPPERSBRUG	2600	51.1865400	4.4308500	6	1	Lappersbrug, 2600 Antwerpen, Belgique	200
1010201	3	JAN MOORKENSSTRAAT	2600	51.1878638	4.4316998	6	1	Jan Moorkensstraat, 2600 Antwerpen, Belgique	200
1010201	4	LAPPERSBRUG	2600	51.1865400	4.4308500	6	1	Lappersbrug, 2600 Antwerpen, Belgique	200
1010202	1	OLV STRAAT	2600	51.1944465	4.4169498	6	1	Onze-Lieve-Vrouwstraat, 2600 Antwerpen, Belgique	200
1010202	2	LAURIERSTRAAT	2600	51.1972459	4.4268384	6	1	Laurierstraat, 2600 Antwerpen, Belgique	200
1010202	3	DE VILLEGASTRAAT	2600	51.1957776	4.4242946	6	2	De Villegasstraat, 2600 Antwerpen, Belgique	200
1010202	4	LAURIERSTRAAT	2600	51.1972459	4.4268384	6	1	Laurierstraat, 2600 Antwerpen, Belgique	200
1010202	5	APOLLOSTRAAT	2140	51.1993926	4.4461113	6	23	Apollostraat, 2140 Antwerpen, Belgique	200
1010202	6	STATIESTRAAT	2600	51.1603322	4.6687450	6	30	Statiestraat, 2560 Nijlen, Belgique	200

2. OVG4.3

persid	verid	DSTREET	DPOST CODE	Lat	Lng	Accuracy	NbAdr Returned	Error/Address	Code
1010103	1	EIKENSTRAAT	2840	51.1092621	4.4080258	6	1	Eikenstraat, 2840 Rumst, Belgique	200
1010103	2	KAPELLESTRAAT	2630	51.1292779	4.3903485	6	1	Kapellestraat, 2630 Aartselaar, Belgique	200
1010104	1	EDUARD ARSENSTRAAT	2640	51.1703229	4.4444604	6	1	Eduard Arsenstraat, 2640 Mortsel, Belgique	200
1010104	2	KONTICHSESTEENWEG	2630	51.1445068	4.3914389	6	1	Kontichsesteenweg, 2630 Aartselaar, Belgique	200
1010106	1	CARILLOLEI	2630	51.1322318	4.38457	6	1	Carillolei, 2630 Aartselaar, Belgique	200
1010106	2	HUYSMANSLAAN	2000	51.9136225	4.3907656	6	18	Huysmansstraat, 3117 Schiedam, Pays-Bas	200
1010106	3	MIDDELHEIMLEI	2610	51.18831	4.38862	6	2	Jan de Vos Lei, 2020 Antwerpen, Belgique	200
1010106	4	FLORALIENLAAN	2000	51.1832979	4.4231007	6	3	Floralienlaan, Antwerpen, Belgique	200
1010106	5	NACHTEGAALLAAN	2630	51.1312646	4.3849392	6	1	Nachtegaallaan, 2630 Aartselaar, Belgique	200
1010106	6	DELLA FAILLELAAN	2630	51.1334451	4.3841666	6	1	Della Faillelaan, 2630 Aartselaar, Belgique	200
1010106	7	NACHTEGAALLAAN	2630	51.1312646	4.3849392	6	1	Nachtegaallaan, 2630 Aartselaar, Belgique	200
1010107	1	BUERSTEDELEI	2630	51.1400712	4.3753773	6	1	Buerstedelei, 2630 Aartselaar, Belgique	200
1010107	2	DE SMEDTLAAN	2630	51.1374651	4.3884374	6	1	Gustaaf De Smetlaan, 2630 Aartselaar, Belgique	200
1010107	3	BUERSTEDELEI	2630	51.1400712	4.3753773	6	1	Buerstedelei, 2630 Aartselaar, Belgique	200
1010108	1	MECHELSESTEENWEG	2018	51.2048305	4.410742	6	13	Mechelsesteenweg, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010108	2	HALFSTRAAT	2630	51.11642	4.3766738	6	1	Halfstraat, 2630, Belgique	200
1010108	3	DELLA FAILLELAAN	2630	51.1334451	4.3841666	6	1	Della Faillelaan, 2630 Aartselaar, Belgique	200
1010108	4	HALFSTRAAT	2630	51.11642	4.3766738	6	1	Halfstraat, 2630, Belgique	200
1010109	1	LAAR	2630	51.1339118	4.387417	6	1	Laar, 2630 Aartselaar, Belgique	200
1010109	2	FRITS VAN DEN BERGHELAAN	2630	51.1371063	4.387979	6	1	Frits van Den Berghelaan, 2630 Aartselaar, Belgique	200
1010109	3	BELGI?PLEIN	1020	50.89932	4.33851	6	1	Place de Belgique, 1020 Bruxelles, Belgique	200
1010109	4	FRITS VAN DEN BERGHELAAN	2630	51.1371063	4.387979	6	1	Frits van Den Berghelaan, 2630 Aartselaar, Belgique	200
1010111	1	KAPELLESTRAAT	2630	51.1292779	4.3903485	6	1	Kapellestraat, 2630 Aartselaar, Belgique	200
1010111	2	HOEVELEI	2630	51.1375182	4.3834002	6	1	Hoevelei, 2630 Aartselaar, Belgique	200
1010113	1	HELENBOSLAAN	2630	51.1379142	4.3846198	6	1	Helenboslaan, 2630 Aartselaar, Belgique	200
1010113	2	HENDRIK DE BRAEKELEERLAAN	2630	51.1397522	4.3824856	6	1	Hendrik de Braekeleerlaan, 2630 Aartselaar, Belgique	200
1010113	3	EIKENSTRAAT	2840	51.1092621	4.4080258	6	1	Eikenstraat, 2840 Rumst, Belgique	200

1010113	4	HENDRIK DE BRAEKELEERLAAN	2630	51.1397522	4.3824856	6	1	Hendrik de Braekeleerlaan, 2630 Aartselaar, Belgique	200
1010114	1	KATTEBROEK	2650	50.8633969	4.2802636	9	3	Kattebroek, 1082 St-Agatha-Berchem, Belgique	200
1010114	2	HOEVELEI	2630	51.1375182	4.3834002	6	1	Hoevelei, 2630 Aartselaar, Belgique	200
1010202	1	Luchthavenlei	2100	51.185639	4.4548107	6	1	Luchthavenlei, 2100 Antwerpen, Belgique	200
1010202	2	Hopland	2000	51.2167286	4.4114091	6	1	Hopland, 2000 Antwerpen, Belgique	200
1010205	1	Stoomstraat	2018	51.2124132	4.4221656	6	1	Stoomstraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010205	2	Terliststraat	2018	51.2124143	4.4192105	6	1	Terliststraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010206	1	Amerikalei	2018	51.2061529	4.3950185	6	1	Amerikalei, 2000 Antwerpen, Belgique	200
1010206	2	Balansstraat	2018	51.20199	4.3933636	6	1	Balansstraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010206	3	Balansstraat	2018	51.20199	4.3933636	6	1	Balansstraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010208	1	centrum	2150	51.014948	5.3606702	9	28	Centrum-Zuid, Centrum-Zuid 2150, 3530 Heusden-Zolder, Belgique	200
1010208	2	Tweelingenstraat	2018	51.2078865	4.4349321	6	1	Tweelingenstraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010211	1	Dambruggestraat	2060	51.2241979	4.4217675	6	1	Dambruggestraat, 2060 Antwerpen, Belgique	200
1010211	2	Belegstraat	2018	51.2049994	4.3953376	6	1	Belegstraat, 2018 Antwerpen, Belgique	200
1010301	1	KLOOSTERSTRAAT	2660	51.1758421	4.3570444	6	1	Kloosterstraat, 2660 Antwerpen, Belgique	200
1010301	2	JULES MORETUSLEI	2610	51.1723691	4.3905319	6	1	Jules Moretuslei, 2610 Antwerpen, Belgique	200
1010302	1	P, Bauwenslaan	2610	51.1781088	4.3801212	6	3	Pastoor Bauwenslaan, 2610 Antwerpen, Belgique	200
1010302	2	M, Willemsplein	2610	51.1803183	4.375295	6	2	Michel Willemsplein, 2610 Antwerpen, Belgique	200
1010302	3	Bredabaan	2930	51.3039656	4.5040048	6	1	Bredabaan, 2930, Belgique	200
1010302	4	Bredabaan	2930	51.3039656	4.5040048	6	1	Bredabaan, 2930, Belgique	200
1010302	5	Lange Gasthuisstraat	2000	51.2149966	4.4051233	6	1	Lange Gasthuisstraat, 2000 Antwerpen, Belgique	200
1010302	6	JULES MORETUSLEI	2610	51.1723691	4.3905319	6	1	Jules Moretuslei, 2610 Antwerpen, Belgique	200

3. OVG 4.5

persid	verid	DSTREET	DPOST CODE	Lat	Lng	Accuracy	Nb Adr Returned	Error/Address	Code
1010101	1	HOVENIERSSTRAAT	2018	51.215797	4.418691	6	1	Hoveniersstraat, 2018 Antwerpen, Belgium	200
1010101	2	BELGIELEI	2018	51.205659	4.418073	6	1	Belgiëlei, 2018 Antwerpen, Belgium	200
1010102	1	Lindendreef 1	2020	51.182143	4.419837	8	1	Lindendreef 1, 2020 Antwerpen, Belgium	200
1010102	2	BREDERODESTRAAT	2018	51.202914	4.393381	6	1	Brederodestraat, 2018 Antwerpen, Belgium	200
1010105	1	BRIALMONTLEI	2018	51.209669	4.420566	6	1	Brialmontlei, 2018 Antwerpen, Belgium	200
1010105	2	STATIESTRAAT	2600	51.160332	4.668745	6	30	Statiestraat, 2560 Nijlen, Belgium	200
1010105	3	SINT-VINCENTIUSSTRAAT	2018	51.205486	4.413612	6	1	Sint-Vincentiusstraat, 2018 Antwerpen, Belgium	200
1010106	1	LAMORINIERESTRAAT	2018	51.204322	4.421230	6	2	Lamorinierestraat, 2018 Antwerpen, Belgium	200
1010106	2	LANGE LEEMSTRAAT	2018	51.206133	4.417109	6	2	Lange Leemstraat, 2018 Antwerpen, Belgium	200
1010107	1	LANGE PASTOORSTRAAT	2600	51.194009	4.418616	6	1	Lange Pastoorstraat, 2600 Antwerpen, Belgium	200
1010107	2	NOORDERLAAN	2030	51.269023	4.376114	6	20	Noorderlaan, 2030 Antwerpen, Belgium	200
1010107	3	GEESTENSPOOR	2180	51.281769	4.423756	6	1	Geestenspoor, 2180 Antwerpen, Belgium	200
1010107	4	NOORDERLAAN	2030	51.269023	4.376114	6	20	Noorderlaan, 2030 Antwerpen, Belgium	200
1010107	5	LANGE PASTOORSTRAAT	2600	51.194009	4.418616	6	1	Lange Pastoorstraat, 2600 Antwerpen, Belgium	200

1010107	6	MOONSSTRAAT	2018	51.201396	4.397189	6	1	Moonsstraat, 2018 Antwerpen, Belgium	200
1010108	1	DORP WEST 8	2070	51.219159	4.325672	8	1	Dorp West 8, 2070 Zwijndrecht, Belgium	200
1010108	2	LANGE STEENSTRAAT	9000	51.058836	3.721470	6	1	Lange Steenstraat, 9000 Gent, Belgium	200
1010108	3	DORP WEST 8	2070	51.219159	4.325672	8	1	Dorp West 8, 2070 Zwijndrecht, Belgium	200
1010108	4	HARMONIESTRAAT 10	2018	51.203563	4.409370	8	1	Harmoniestraat 10, 2018 Antwerpen, Belgium	200
1010110	1	KASTEELPLEINSTRAAT	2000	51.210358	4.401790	6	1	Kasteelpleinstraat, 2000 Antwerpen, Belgium	200
1010110	2	KERKELEI	2610	51.168089	4.398040	6	1	Kerkelei, 2610 Antwerpen, Belgium	200
1010113	1	MARKGRAVELEI	2018	51.198076	4.403638	6	1	Markgravelei, 2018 Antwerpen, Belgium	200
1010113	2	KAREL OOMSSTRAAT	2018	51.195151	4.409063	6	1	Karel Oomsstraat, 2018 Antwerpen, Belgium	200
1010203	1	NIEUWE BAAN	9120	51.220656	4.194189	6	1	Nieuwe Baan, 9120 Beveren, Belgium	200
1010203	2	PIERENBERGSTRAAT	2020	51.188091	4.380320	6	1	Pierenbergstraat, 2020 Antwerpen, Belgium	200
1010205	1	DIKSMUIDELAAN	2600	51.196569	4.442974	6	2	Diksmuidelaan, 2600 Antwerpen, Belgium	200
1010205	2	MECHELSESTEENWEG	2540	51.154340	4.462210	6	13	Mechelsesteenweg, 2540 Hove, Belgium	200
1010205	3	DIKSMUIDELAAN	2600	51.196569	4.442974	6	2	Diksmuidelaan, 2600 Antwerpen, Belgium	200
1010205	4	KRUISHOFSTRAAT	2020	51.183691	4.393609	6	2	Kruishofstraat, 2020 Antwerpen, Belgium	200
1010207	1	FRANKRIJKLEI	2000	51.215002	4.412632	6	1	Frankrijklei, 2000 Antwerpen, Belgium	200
1010207	2	PIET VERHAERTSTRAAT	2020	51.192760	4.378699	6	1	Piet Verhaertstraat, 2020 Antwerpen, Belgium	200
1010208	1	ARTHUR GOEMAERELEI	2020	51.196659	4.401204	6	1	Arthur Goemaerelei, 2018 Antwerpen, Belgium	200
1010208	2	LIMBURGSTRAAT 64	2020	51.188745	4.384172	8	1	Limburgstraat 64, 2020 Antwerpen, Belgium	200
1010211	1	BOOMSESTEENWEG	2630	51.133078	4.377050	6	3	Boomse Steenweg, 2630 Aartselaar, Belgium	200
1010211	2	Zwijndrechtsestraat 151	2070	51.206526	4.340077	8	1	Zwijndrechtsestraat 151, 2070 Zwijndrecht, Belgium	200
1010211	3	JULIUS DE GEYTERSTRAAT	2020	51.182699	4.381159	6	2	Julius de Geyterstraat, Antwerpen, Belgium	200
1010212	1	MAURITS SABBELAAN	2020	51.189382	4.372664	6	4	Maurits Sabbelaan, 2020 Antwerpen, Belgium	200
1010212	2	SCHIJFWERPERSSTRAAT	2020	51.183316	4.384736	6	1	Schijfwerperstraat, 2020 Antwerpen, Belgium	200
1010301	1	KIOSKPLAATS	2660	51.175574	4.350346	6	1	Kioskplaats, 2660 Antwerpen, Belgium	200
1010301	2	ZWAANTJESLEI	2660	51.270712	4.462310	6	2	Zwaantjeslei, 2930 Brasschaat, Belgium	200
1010301	3	RIDDERVELD	2610	51.177136	4.374389	6	1	Ridderveld, 2610 Antwerpen, Belgium	200
1010305	1	SINGEL	2640	51.165229	4.450482	6	1	Singel, 2640 Mortsel, Belgium	200
1010305	2	INDUSTRIEWEG	2320	51.389281	4.735828	6	4	Industrieweg, 2320 Hoogstraten, Belgium	200
1010305	3	PASTOOR DE CONINCKLAAN	2610	51.180006	4.393918	6	1	Pastoor de Conincklaan, 2610 Antwerpen, Belgium	200
1010306	1	Lombardsijdestraat	8620	51.150909	2.721970	6	1	Lombardsijdestraat, 8620 Nieuwpoort, Belgium	200
1010306	2	BRUGSESTEENWEG	8620	51.127860	2.796520	6	10	Brugsesteenweg, 8620 Nieuwpoort, Belgium	200
1010307	1	EGIED SEGERSLAAN	2610	51.176992	4.376453	6	1	Egied Segerslaan, 2610 Antwerpen, Belgium	200
1010307	2	BOOMSESTEENWEG	2020	51.182369	4.389870	6	4	Boomsesteenweg, 2020 Antwerpen, Belgium	200
1010307	3	KERKPLEIN	2275	50.964846	4.946597	9	4	kerkplein, Dreef, 3270 Scherpenheuvel-Zichem, Belgium	200

ANNEXE 2: Exemple des résultats dans *aspace* des différentes mesures d'espace d'activités d'un individu de l'enquête OVG4.1. L'aire estimée est entourée en rouge

1. Rectangle

```
> calc_box(id=1, filename="BOXb.txt", centre.xy=NULL, calccentre=TRUE, weighted=FALSE, weights=NULL, points=b514)
  id calccentre weighted CENTRE.x CENTRE.y   SD.x   SD.y Box.area NW.coord.1
1  1         TRUE   FALSE   70550 173750.8 4579.467 5782.725 105927121 65970.53
  NW.coord.2 NE.coord.1 NE.coord.2 SW.coord.1 SW.coord.2 SE.coord.1 SE.coord.2
1 179533.5 75129.47 179533.5 65970.53 167968.1 75129.47 167968.1
> |
```

2. Cercle

```
> calc_sdd(id=1, filename="SDDb.txt", centre.xy=NULL, calccentre=TRUE, weighted=FALSE, weights=NULL, points=b514)
$Id
[1] 1

$calccentre
[1] TRUE

$weighted
[1] FALSE

$CENTRE.x
[1] 70550

$CENTRE.y
[1] 173750.8

$$SDD.radius
[1] 7775.416

$SDD.area
[1] 189931557

> |
```

3. Ellipse

```
> calc_sde(id=1, filename="SDDb.txt", centre.xy=NULL, calccentre=TRUE, weighted=FALSE, weights=NULL, points=b514)
$Id
[1] 1

$CALCCENTRE
[1] TRUE

$weighted
[1] FALSE

$CENTRE.x
[1] 70550

$CENTRE.y
[1] 173750.8

$$Sigma.x
[1] 2684.381

$$Sigma.y
[1] 10663.41

$Major
[1] "SigmaY"

$Minor
[1] "SigmaX"

$Theta
[1] 142.5397

$Eccentricity
[1] 0.9677955

$Area.sde
[1] 89927002

$TanTheta
[1] -0.7662261

$$sinTheta
[1] 0.6082113
```

ANNEXES 3:

Aire d'activités par individu.

Légende:

Id: identifiant individu;

nbre dplmt: nombre de déplacements;

Rect: aire estimée par le rectangle;

Cercle: aire estimée par le cercle;

Ellipse: aire estimée par l'ellipse.

1. OVG4.1

Id	nbre dplmt	Rect (km²)	Cercle (km²)	Ellipse (km²)
b1	9	523.087	1421.250	57.347
b2	4	1.594	4.088	3.624
b4	4	1.227	3.273	0.012
b5	4	1.124	3.397	0.677
b6	6	0.199	0.391	0.380
b7	3	1417.689	7131.416	2108.798
b9	6	45.597	197.885	18.417
b10	5	82.088	285.646	58.262
b11	4	1735.646	9368.634	4086.509
b13	7	0.649	1.253	0.644
b15	3	1582.499	10378.635	3027.225
b16	6	1761.199	3616.985	2895.003
b17	5	1.745	3.908	2.003
b19	6	2.546	6.189	4.184
b20	6	317.775	645.358	332.441
b21	10	4.925	8.852	7.999
b22	6	33.725	73.190	21.270
b23	5	5.206	35.821	8.740
b24	10	1.392	3.591	1.308
b25	3	29.469	94.507	4.104
b26	5	3.975	8.682	5.992
b27	3	1274.903	1125.241	239.725
b28	3	854.480	5039.719	1951.011
b31	7	16.535	38.957	8.089
b32	7	807.478	2371.147	364.085
b33	3	6.493	21.862	13.999
b34	6	0.896	13.199	1.630
b35	4	0.683	2.084	1.604
b36	5	199.476	953.407	90.607
b37	3	1.777	8.046	3.563
b38	7	537.220	2405.242	939.135
b39	4	179.060	442.214	11.308
b40	4	122.227	375.195	9.147
b41	5	8.384	26.271	17.507
b42	4	385.390	2617.790	16.899
b43	5	8.909	25.533	18.355
b44	4	37.963	96.196	59.959
b45	5	392.061	22044.464	272.484
b47	4	12.110	40.949	3.658
b50	4	10.123	71.670	21.474
b51	4	792.309	3088.997	1579.725
b52	5	92.209	1161.589	78.787
b53	4	2223.862	5511.124	805.468
b54	12	54.432	106.262	86.447
b55	6	30.255	185.327	16.817
b56	4	10.082	27.522	4.486
b64	4	44.897	270.364	49.765
b58	7	2355.828	5610.759	4392.052
b59	6	11.899	159.628	5.746
b61	4	4.601	13.350	10.619
b62	3	10.378	81.799	22.320
b64	3	1817.457	6021.849	501.550
b65	5	3185.978	7221.468	12.803
b66	3	585.642	1878.115	82.873
b67	4	11.230	70.247	15.651
b68	3	34.424	108.726	68.491
b69	7	238.630	494.943	70.393
b71	7	0.288	0.928	0.496
b72	5	2.448	58.797	5.128
b73	4	4.828	84.610	6.416
b74	5	2.934	6.609	5.835
b75	3	0.204	0.915	0.425
b76	4	23.541	140.341	27.580
b77	6	86.056	178.294	145.823
b78	4	4.351	51.427	5.452
b79	4	2.289	5.444	0.391
b80	3	14.644	56.183	45.672
b81	4	6.932	21.277	13.972
b82	7	161.883	315.990	201.884
b84	4	4081.317	12760.654	545.292
b85	6	7.341	16.156	9.242
b86	4	112.505	395.857	115.988
b87	5	1679.227	5477.666	3113.056
b88	4	448.263	2871.353	76.920
b89	5	98.428	222.130	202.446
b90	3	11.768	37.841	13.293
b91	4	14.622	35.349	10.110
b92	4	257.980	1585.690	369.188

b93	9	436.115	987.120	430.803
b94	5	13.465	42.877	3.014
b95	5	11.567	39.066	12.735
b96	7	25.532	58.428	42.243
b98	10	382.597	2844.793	379.322
b100	4	13.490	66.676	0.517
b102	3	8.559	83.961	0.731
b103	5	37.084	123.300	76.944
b105	3	15.472	58.795	24.033
b106	5	144.762	367.192	242.133
b107	3	0.205	0.967	0.531
b108	8	63.123	126.891	81.367
b109	5	260.630	545.920	409.824
b110	4	4.493	11.982	3.627
b111	9	68.409	142.094	101.853
b112	7	497.181	966.457	826.524
b113	3	36.491	383.850	26.670
b115	3	8.153	30.268	24.320
b117	3	15.138	95.697	1.192
b118	8	30.872	67.619	27.897
b120	4	4.744	23.351	5.041
b122	4	35.010	107.573	35.426
b124	4	511.490	1276.814	48.957
b125	6	2.042	5.913	2.138
b126	5	0.625	4.244	1.304
b127	6	1629.992	4646.041	1583.057
b128	4	1092.713	4200.507	22.202
b129	6	211.350	434.495	269.037
b130	7	0.186	0.354	0.193
b131	5	34.413	72.562	10.561
b133	5	29.449	330.192	50.356
b134	7	506.300	959.773	214.107
b135	4	12.848	40.874	1.776
b137	3	40.833	825.352	59.744
b138	6	41.712	289.536	36.210
b139	4	3.891	10.468	2.180
b140	4	1.055	6.800	1.944
b141	6	10.869	21.543	20.628
b142	6	1727.088	4062.552	1402.435
b143	4	1.004	2.541	2.265
b144	10	0.334	1.293	0.035
b145	6	168.377	593.543	59.981
b146	8	67.948	283.959	61.004
b147	10	0.618	1.174	0.580
b148	3	3544.443	11493.166	6050.632
b149	4	72.153	271.043	10.251
b150	6	85.935	263.715	1.401
b152	5	12.406	26.228	2.841
b154	4	0.320	0.860	0.087
b156	4	1643.699	4559.339	1455.468
b158	4	1320.931	3550.204	3024.975
b159	4	1432.464	4048.820	140.532
b160	5	73.913	1937.897	83.545
b162	3	146.064	715.638	41.660
b163	7	8.924	17.403	16.010
b164	4	11.481	37.415	26.976
b167	5	813.370	1792.825	1484.687
b168	4	1217.679	3387.333	597.592
b169	7	431.314	1251.624	428.035
b170	3	61.756	251.110	108.630
b172	5	604.706	7692.170	848.270
b173	6	118.599	268.175	24.053
b176	5	18.781	69.118	15.389
b178	11	8.664	37.114	11.721
b180	3	21.008	79.723	48.855
b181	4	215.912	552.300	38.423
b182	6	0.584	1.705	0.772
b183	4	3.670	8.996	8.648
b184	9	3.379	6.253	6.044
b185	4	2314.949	6949.823	20.597
b186	3	106.347	736.438	332.734
b187	4	27.608	124.338	30.619
b189	7	23.746	50.836	10.453
b190	4	893.122	8397.168	262.455
b191	4	10.834	27.212	9.908
b193	6	2.826	5.565	5.485
b194	6	33.806	93.410	7.927
b195	5	113.362	286.264	20.251
b196	3	4.932	16.369	8.169
b197	8	0.488	0.903	0.853
b198	6	23.084	51.891	40.755
b199	5	32.579	284.360	42.146
b200	3	10.370	32.584	7.399
b202	3	2356.871	7658.062	5348.725
b203	5	3.799	15.386	7.790
b204	3	56.588	183.425	151.673
b205	4	0.077	1.820	0.163
b206	4	785.696	2109.760	48.180
b207	4	6.667	37.714	11.597
b208	7	78.221	147.547	37.753
b209	4	1.745	5.827	2.041
b210	6	1541.418	3617.500	315.825
b211	9	532.289	1283.417	168.443
b212	4	1306.128	3519.235	2788.557
b213	5	43.920	95.372	33.370
b214	5	10.854	54.761	5.047
b215	5	2086.342	7309.267	93.338
b216	4	19.678	47.511	15.108
b217	4	0.998	4.451	2.035
b218	4	1762.391	5560.292	755.483
b219	3	64.873	247.813	110.005
b220	3	0.485	1.943	0.636
b221	6	202.837	515.765	203.550
b222	4	74.722	368.583	175.778
b223	4	19.730	113.192	6.457

b224	7	19.088	45.344	23.831
b225	4	23.436	183.948	10.860
b226	4	198.171	825.084	175.062
b227	5	90.026	582.197	84.550
b228	4	1.695	4.003	1.709
b229	4	2.770	23.353	2.197
b230	6	770.689	1687.354	179.796
b231	4	0.087	0.473	0.094
b233	10	0.370	0.662	0.484
b234	6	29.827	59.124	53.635
b235	6	169.529	480.802	192.730
b236	4	543.806	1656.737	1254.488
b237	4	1542.566	3733.466	38.128
b238	10	4.772	9.844	6.774
b239	3	1.398	4.399	4.305
b240	4	2.784	9.113	0.480
b242	4	0.303	2.365	0.613
b243	4	1893.269	5190.781	40.405
b244	7	165.406	1160.702	303.543
b246	5	7.310	15.641	14.854
b247	3	1.381	10.563	0.684
b248	7	1246.194	7468.831	265.271
b249	3	1721.861	13058.490	2792.012
b250	10	623.501	2106.271	964.900
b252	6	263.518	547.120	93.184
b253	6	607.027	4431.549	120.100
b255	4	358.882	1495.601	105.021
b256	9	104.587	289.124	34.567
b257	5	2.510	5.296	5.151
b258	3	30.611	97.089	11.658
b259	4	100.328	297.606	39.066
b260	4	5.685	28.312	10.627
b262	4	1319.141	6791.119	272.272
b263	6	200.458	514.038	26.991
b264	5	101.188	252.219	126.887
b267	5	7.892	53.710	4.135
b268	4	1070.377	2648.487	2306.196
b269	6	61.122	159.510	110.859
b270	7	961.797	3811.938	374.926
b271	5	0.501	8.935	1.016
b272	6	0.863	2.392	1.195

b355	4	70.491	248.662	82.659
b357	4	12.906	90.878	0.282
b358	4	11.244	39.814	9.314
b360	4	44.741	176.898	78.682
b361	4	33.588	89.902	23.960
b362	5	2210.833	8674.504	747.628
b363	10	2750.589	6366.701	3030.094
b365	4	32.847	100.727	52.751
b366	10	7.051	13.758	7.047
b367	5	236.680	543.082	337.573
b369	5	60.264	126.267	8.489
b370	4	3.758	50.315	0.434
b371	3	1218.879	4237.533	1181.373
b372	4	0.287	1.411	0.345
b374	4	20.033	47.449	47.199
b375	4	124.823	659.089	59.535
b376	4	1.321	5.602	0.856
b377	3	0.725	2.452	1.014
b378	5	513.306	1876.991	44.600
b380	6	1.229	2.732	1.384
b381	3	0.341	2.276	0.832
b382	6	358.342	4836.191	349.474
b383	4	670.670	2820.560	124.056
b384	4	3468.382	8944.329	213.314
b386	4	3626.687	9976.349	8366.371
b387	3	0.433	3.564	0.702
b388	6	197.546	845.534	115.576
b677	3	0.236	1.116	0.360
b390	3	464.227	2033.538	724.988
b391	8	119.367	286.079	147.983
b392	4	118.317	278.780	23.865
b393	7	1.383	2.698	2.560
b394	4	1908.918	4642.870	3657.490
b395	9	23.039	42.509	17.794
b397	4	476.342	9071.878	721.259
b398	4	186.601	447.800	50.481
b399	5	99.341	413.107	194.851
b400	5	17.579	41.899	12.198
b401	3	40.564	206.750	66.066
b402	5	48.992	142.619	72.099
b403	6	11.749	35.696	22.943
b404	4	377.065	962.975	23.688
b405	3	1.389	5.417	3.150
b406	4	54.833	157.276	35.725
b407	3	1.643	6.599	4.940
b408	4	3.878	9.278	5.659
b409	6	113.336	223.709	161.466
b410	4	87.552	218.611	92.354
b412	6	57.385	128.666	44.798
b414	7	1.737	3.293	3.186
b415	9	1.829	3.330	2.967
b416	6	57.185	295.560	75.916
b417	4	13.227	43.443	16.892
b419	3	1.915	6.915	6.015
b420	4	6.097	16.238	5.607
b421	7	12.695	26.458	23.506
b422	5	138.467	359.224	43.824
b424	7	1.309	2.481	2.350
b425	3	19.567	63.300	11.245
b426	6	41.606	94.022	73.896
b427	8	1165.743	4835.731	974.423
b428	3	3354.070	10558.317	215.414
b429	4	10.058	82.051	6.800
b430	3	4.105	39.722	4.832
b431	5	6.223	32.746	7.063
b432	3	197.286	749.831	575.167
b433	5	2081.223	5226.104	3781.582
b434	3	0.903	13.765	2.361
b435	4	26.768	138.334	58.450
b436	4	154.466	408.336	193.498
b437	3	47.912	288.667	73.200
b438	4	435.862	2588.946	644.103
b439	6	10.746	28.408	8.547
b440	7	2.150	5.121	4.034
b442	9	208.563	412.625	369.375
b443	3	0.279	1.038	0.585
b444	3	66.993	597.902	166.283
b445	3	2.416	13.286	7.468
b446	3	1599.663	6905.220	3680.266
b447	6	467.595	1571.142	918.054
b449	9	4.268	8.193	7.658
b450	5	2925.634	10835.041	6052.005
b451	4	902.105	2622.120	666.645
b453	4	2197.238	8303.236	2065.843
b454	6	32.087	70.076	13.442
b455	10	533.085	953.726	941.646
b458	6	66.240	165.516	30.465
b459	4	35.808	197.406	84.363
b461	7	151.743	393.713	7.891
b462	3	280.133	1094.684	658.657
b463	6	426.394	841.139	480.673
b464	3	474.797	1701.611	803.647
b465	3	4.149	13.168	12.688
b466	7	46.423	143.370	49.923
b467	4	3.615	8.747	3.913
b468	4	0.413	1.297	0.747
b470	3	2.838	14.137	5.588
b471	4	7.848	34.264	8.476
b473	3	7.102	24.173	19.092
b474	4	1807.089	7469.451	630.144
b476	3	5.808	20.875	2.653
b477	4	142.222	366.769	78.293
b478	6	615.733	1607.135	858.503
b479	3	0.228	0.776	0.714
b480	4	48.401	224.604	49.710

b481	5	11.324	25.998	2.559
b482	3	1542.929	4876.338	295.811
b483	4	10.639	32.472	4.069
b485	5	248.656	573.566	79.606
b486	4	15.319	125.086	17.915
b487	5	365.808	1332.063	40.100
b489	6	4.855	27.594	8.286
b490	3	15.562	148.798	8.798
b491	4	0.078	0.186	0.021
b492	3	18.373	58.092	44.154
b494	4	15.063	39.523	26.442
b497	4	153.485	438.904	11.043
b498	3	7.800	24.939	17.861
b499	5	0.704	1.474	0.866
b500	8	2344.820	4478.847	309.243
b501	4	1.169	5.997	2.424
b502	3	2056.904	6470.176	542.939
b504	5	19.050	83.361	24.762
b507	3	4.033	15.501	10.233
b509	4	446.359	1063.286	61.976
b510	8	153.752	285.340	188.852
b511	3	40.758	128.921	128.020
b512	8	877.077	1701.271	600.983
b513	4	7.633	18.054	10.874
b514	11	105.927	189.932	89.927
b515	3	3952.240	12429.765	5888.225
b516	3	6.035	28.832	2.028
b517	6	0.622	1.439	0.275
b518	3	15.611	81.644	24.533
b519	4	25.093	60.685	34.777
b520	4	294.614	744.614	635.520
b521	5	144.173	442.210	45.929
b522	9	9.407	21.730	14.562
b523	3	3.306	16.352	0.214
b524	5	7.191	15.414	12.097
b525	6	50.043	123.505	30.580
b526	4	21.298	58.389	41.741
b527	4	15.094	45.170	8.865
b528	4	1.161	4.711	0.200
b529	8	0.097	0.765	0.089
b530	4	10.867	79.210	6.885
b531	5	6.145	14.112	12.823
b532	10	2.644	5.315	2.610
b534	4	0.465	1.280	0.442
b536	4	1.384	3.264	2.931
b537	6	13.432	62.386	21.734
b538	3	2.049	8.281	4.111
b540	6	11.508	23.230	22.588
b541	3	79.906	267.635	67.730
b542	3	36.716	123.051	15.185
b544	5	2469.783	5212.482	2610.720
b547	3	1924.781	7067.833	388.561
b549	5	78.548	210.858	13.699
b550	3	21.959	219.139	48.533
b551	3	2508.099	7904.119	658.217
b554	4	135.402	441.052	147.985
b556	4	20.868	49.962	22.644
b557	3	747.198	4259.593	2269.248
b558	6	48.644	117.932	77.566
b560	7	10.780	23.412	17.546
b562	4	635.446	2488.611	134.488
b563	3	3.017	12.887	7.241
b565	4	84.040	381.889	133.867
b567	3	461.905	1455.397	441.612
b568	9	294.031	738.985	410.700
b569	3	27.535	137.605	70.755
b570	4	155.104	1686.871	13.560
b571	3	7.681	28.241	23.966
b572	5	109.717	369.318	207.838
b573	4	43.034	141.965	76.682
b575	5	0.468	1.730	0.595
b576	8	129.602	656.454	232.670
b577	5	1161.669	2495.469	520.167
b578	6	11.502	25.018	3.251
b580	6	4.672	12.141	0.939
b581	9	2020.700	3834.432	2690.777
b582	3	105.303	338.601	92.102
b583	4	8.618	22.071	20.240
b584	3	12.983	42.540	39.399
b586	3	1.179	4.419	1.109
b587	4	442.400	1137.296	214.866
b590	3	1807.016	6183.788	203.859
b591	4	6.867	91.817	16.123
b592	5	450.897	6917.669	493.183
b596	3	7.554	87.893	23.631
b597	3	6.155	24.976	19.263
b598	10	19.275	34.186	12.403
b599	6	0.628	3.859	0.346
b600	4	405.045	1015.127	386.572
b602	7	5.004	9.614	9.361
b603	5	0.822	4.234	1.675
b605	4	0.831	1.965	0.167
b606	4	10.592	45.712	0.247
b607	7	633.506	1197.938	501.566
b608	3	453.254	2699.586	18.684
b610	6	1470.384	4452.154	52.300
b611	3	2121.769	7133.704	2696.658
b612	5	33.401	163.012	68.392
b613	4	0.697	1.740	0.177
b614	4	2256.955	8204.852	19.318
b615	4	0.582	2.108	1.267
b616	3	357.067	1239.812	1079.735
b617	7	374.483	2268.105	49.124
b618	5	0.816	1.734	1.705
b619	3	1.254	4.786	2.133

b620	5	0.271	0.619	0.430
b622	4	1034.773	2664.573	52.143
b623	7	53.622	102.366	13.252
b624	11	1283.940	2243.552	181.637
b625	4	500.939	1187.244	89.577
b626	3	70.374	240.314	41.964
b627	6	565.585	1112.878	176.449
b628	4	74.942	185.266	49.568
b629	5	3418.850	7197.424	1411.663
b630	4	386.391	3171.561	186.089
b631	4	119.537	1387.219	124.434
b632	3	0.864	2.886	2.347
b633	3	0.447	1.640	0.458
b634	3	10.482	36.193	28.217
b636	4	439.430	2986.681	339.780
b638	5	14.008	102.126	22.746
b639	4	223.801	895.345	527.283
b640	6	1488.015	3314.915	528.110
b641	6	268.673	844.893	42.976
b642	5	10.898	22.907	5.271
b643	4	913.241	2488.326	131.972
b645	4	41.927	188.733	4.

c73	3	5.131	29.713	15.440
c75	5	0.843	7.867	1.605
c76	4	21.251	279.513	35.805
c77	4	0.922	2.529	1.732
c79	6	34.932	89.723	58.551
c80	3	72.981	278.921	41.106
c81	5	5.066	14.286	8.988
c82	6	7.114	28.954	8.811
c83	4	2.034	33.122	0.042
c84	4	514.066	1217.157	251.413
c85	4	238.510	562.196	547.070
c86	4	60.242	183.491	19.555
c87	3	0.387	2.096	1.214
c88	7	949.432	1795.217	423.222
c89	6	18.116	125.217	32.660
c90	7	136.476	330.163	221.970
c92	4	547.447	2176.977	1101.162
c93	4	0.252	1.357	0.539
c94	6	1325.189	5306.693	328.798
c95	3	2.064	13.606	5.834
c96	6	0.113	0.222	0.218
c97	7	1696.854	5050.649	210.024
c98	8	2.912	9.237	5.303
c99	3	56.110	324.352	91.148
c100	7	12.390	36.774	5.775
c101	8	19.753	46.468	35.883
c102	6	312.778	4055.656	330.534
c105	9	1236.300	2241.566	868.644
c110	4	77.140	182.041	180.308
c111	4	28.676	75.292	13.373
c112	7	2.213	5.419	2.481
c113	7	2.778	31.500	5.213
c115	3	109.894	365.235	104.121
c117	6	537.565	6744.765	1038.675
c118	4	5.123	12.103	11.332
c119	5	73.664	313.874	152.859
c120	4	2206.632	6005.068	363.073
c121	6	651.230	1577.508	18.017
c122	3	2.993	11.489	5.563
c123	4	10.242	25.975	21.536
c125	9	19.272	35.436	32.063
c126	4	513.669	6520.325	1097.418
c128	11	245.403	2141.621	379.182
c129	7	4.855	14.794	8.017
c131	5	143.889	857.556	194.482
c136	13	50.119	92.613	82.147
c137	3	277.424	945.576	178.093
c138	3	14.022	48.329	26.534
c139	4	7.373	18.482	3.283
c140	4	9.673	30.486	5.733
c141	4	165.460	4023.504	96.635
c143	4	0.035	0.099	0.037
c144	3	43.057	141.036	1.058
c145	3	6.120	23.276	7.615
c146	4	7.342	17.305	17.297
c147	4	3.139	23.489	7.396
c148	6	94.732	4445.794	172.634
c149	4	17.233	41.465	4.896
c150	4	1.125	2.979	1.578
c153	4	2.724	6.609	1.894
c154	8	2519.713	7455.924	53.049
c155	3	576.703	2291.170	52.906
c156	6	399.030	935.590	33.062
c157	4	13.259	33.861	31.240
c158	6	1423.440	6646.896	2502.051
c159	6	60.036	178.823	117.788
c161	7	19.258	37.938	12.001
c163	5	800.085	2317.402	465.468
c164	8	1.139	2.422	2.059
c165	3	172.474	735.522	65.241
c166	4	80.204	220.517	67.314
c168	5	4.813	11.051	9.107
c169	7	200.797	624.800	377.725
c170	5	36.832	282.354	30.965
c171	6	1.919	3.928	1.954
c172	7	5.196	17.518	3.817
c173	4	1.970	9.795	3.142
c174	6	21.717	69.555	21.907
c175	5	8.483	20.067	10.021
c176	6	2.319	11.044	4.490
c178	11	28.582	49.892	32.888
c179	5	13.883	78.680	9.641
c181	6	12.254	24.061	20.740
c182	4	71.782	221.282	104.914
c184	4	46.288	275.617	96.297
c185	6	18.400	615.753	21.438
c186	6	68.601	225.477	97.779
c187	5	2664.631	7494.160	3690.423
c188	8	23.813	53.541	20.229
c189	4	54.056	245.988	22.961
c192	6	80.611	172.393	158.112
c195	4	889.619	2401.516	39.776
c196	5	11.253	25.764	4.255
c197	5	548.560	1247.524	1083.903
c198	3	112.123	1455.073	251.801
c199	6	200.427	401.215	289.695
c200	3	884.761	2975.851	83.234
c201	4	170.064	408.280	69.861
c202	3	4.726	15.370	6.456
c204	4	941.693	2221.830	170.648
c207	8	41.654	128.175	54.798
c208	3	4.183	13.243	11.485
c209	7	4.105	7.789	6.209
c211	3	1.135	3.580	2.587
c212	4	542.901	1792.217	381.262

c213	5	7.419	18.149	13.651
c215	6	13.882	58.963	22.641
c216	3	384.123	1211.536	184.287
c217	6	28.916	105.259	53.615
c218	4	2222.663	5237.088	584.537
c220	7	0.270	0.523	0.363
c221	3	13.497	60.580	7.177
c222	5	2.688	9.657	5.495
c223	4	1.489	8.512	1.038
c224	4	0.511	1.727	0.912
c225	3	4.302	20.495	10.714
c227	10	280.483	499.313	46.346
c228	3	12.223	68.317	2.987
c229	4	1.288	3.279	3.033
c230	7	23.504	51.853	10.687
c231	4	26.417	180.869	38.422
c232	7	1511.984	4349.363	96.585
c233	3	3.308	49.212	4.072
c234	6	10.676	22.596	16.757
c236	4	7.064	19.967	9.817
c237	4	242.692	581.504	50.008
c239	11	106.127	193.934	158.972
c240	4	86.929	234.600	102.224
c241	4	139.462	1772.290	231.906
c242	4	593.807	1655.316	109.436
c243	7	51.378	169.110	27.422
c244	7	37.144	70.380	60.699
c245	4	7.080	17.263	3.846
c246	3	0.887	4.484	0.240
c247	4	36.064	88.647	7.496
c248	3	15.590	56.752	39.729
c250	3	43.143	166.274	89.437
c251	7	64.929	145.273	32.099
c253	6	10.536	20.691	15.925
c254	3	2.030	7.358	1.871
c256	5	45.380	166.524	49.613
c257	5	23.649	54.380	46.200
c259	6	1.890	26.428	1.912
c260	3	21.842	162.625	18.082
c261	4	66.675	172.017	128.411
c262	9	54.117	105.641	22.470
c263	3	2.032	6.458	0.308
c264	3	0.024	0.081	0.002
c265	6	13.695	33.383	23.628
c266	12	7.142	12.564	12.316
c267	4	28.046	66.186	65.905
c268	4	0.650	1.557	0.826
c271	4	36.484	96.759	44.882
c272	5	48.442	135.928	79.082
c273	4	13.548	63.973	7.845
c274	7	626.383	1230.498	164.055
c275	4	79.344	553.247	19.172
c276	5	5.626	21.574	10.134
c277	4	19.856	46.791	38.663
c278	4	1079.370	6250.847	541.497
c279	8	71.404	245.009	52.701
c280	4	21.267	63.393	49.802
c281	10	100.399	224.064	124.916
c283	4	0.119	0.300	0.278
c289	10	2.128	7.720	3.433
c290	5	18.548	74.118	38.773
c291	5	0.068	1.410	0.040
c292	9	42.022	79.800	51.967
c293	6	29.889	101.920	41.525
c294	7	0.796	3.275	1.017
c297	4	1038.467	4298.353	348.236
c298	4	527.558	9751.247	1243.025
c301	3	423.566	1687.788	5.569
c302	4	36.362	91.591	66.452
c305	7	11.964	26.224	20.684
c306	4	161.564	942.370	198.395
c307	4	0.964	2.392	1.791
c308	4	10.780	29.179	24.876
c309	10	6.281	33.496	2.482
c310	3	4.854	18.577	2.855
c311	4	294.722	1540.719	0.299
c314	3	6.692	21.154	13.108
c315	5	82.014	1086.788	155.966
c316	3	11.264	91.975	5.456
c318	4	0.234	1.195	0.538
c319	6	19.370	39.987	37.999
c320	4	0.102	0.364	0.239
c321	9	63.948	163.189	78.241
c322	10	45.118	88.995	39.473
c325	7	172.517	327.917	7.757
c326	3	45.262	154.995	52.635
c327	5	0.990	2.074	0.341
c328	3	1.596	5.692	1.994
c331	4	690.652	3256.221	307.569
c332	4	429.404	1404.003	152.621
c333	4	2.473	5.933	3.484
c335	3	361.082	5262.046	32.425
c336	3	73.466	244.721	111.541
c339	5	12.142	25.434	18.274
c340	4	4.829	234.664	10.929
c341	6	25.196	77.941	46.292
c342	4	27.901	219.472	13.225
c343	4	0.499	2.034	0.113
c345	5	0.023	0.661	0.017
c347	9	15.547	27.955	7.170
c348	4	25.370	69.964	5.442
c349	4	123.666	615.513	53.427
c350	4	2393.665	6218.074	908.254
c351	7	28.333	83.828	49.420
c352	5	72.398	353.288	133.922

c353	5	169.738	711.354	104.636
c355	4	110.744	277.914	143.411
c356	5	8.685	18.290	14.029
c357	3	141.648	449.606	10.826
c358	5	10.927	22.913	9.044
c359	3	342.008	1100.402	181.561
c360	5	39.206	88.221	52.042
c361	6	63.134	126.279	115.854
c362	4	0.071	0.184	0.124
c365	12	18.925	33.124	32.552
c366	4	2266.411	10022.136	22.224
c367	9	45.974	92.287	30.574
c368	6	195.457	421.255	246.534
c369	3	402.845	1730.624	88.375
c370	5	0.197	0.434	0.400
c372	7	8.794	16.580	2.063
c373	4	0.331	6.880	0.762
c377	6	26.944	194.542	36.766
c378	4	0.926	2.211	1.132
c380	3	20.761	67.745	11.607
c381	3	1.198	4.735	1.401
c382	5	424.053	888.696	28.732
c383	8	13.984	27.345	24.211
c384	6	8.038	27.841	11.006
c386	4	3.88		

c486	4	20.493	56.177	24.506
c487	4	5.820	15.969	7.584
c488	4	1.631	4.883	2.567
c489	3	11.774	68.750	27.630
c490	4	21.473	74.099	13.672
c491	3	14.046	61.936	44.086
c492	5	30.617	189.626	19.706
c493	7	3.381	14.122	1.090
c494	4	55.573	159.786	33.035
c495	3	119.786	456.636	127.958
c496	6	19.223	38.320	36.109
c499	4	1.756	7.704	1.676
c500	4	41.375	103.417	16.022
c502	5	0.661	1.502	0.230
c503	4	0.131	0.314	0.283
c504	6	87.835	891.987	84.490
c505	4	24.675	130.506	22.904
c508	5	51.311	110.287	62.989
c511	4	255.004	636.695	220.129
c512	8	3.786	7.377	6.587
c513	4	51.455	213.670	77.244
c514	3	4.088	16.640	12.542
c516	5	15.136	31.751	4.212
c519	8	1451.012	2781.344	88.247
c520	6	54.000	106.253	86.208
c521	7	5.412	12.276	1.664
c522	11	23.790	41.889	34.846
c523	3	2.920	11.331	3.077
c524	4	0.807	4.586	1.898
c526	5	913.095	1932.449	969.657
c527	4	248.462	670.989	314.626
c528	9	1345.928	2510.007	496.236
c529	4	1251.327	3037.939	38.905
c530	9	34.819	64.357	49.037
c531	7	205.619	903.846	194.114
c532	4	0.484	3.151	0.767
c533	5	220.296	1429.668	455.464
c535	7	42.632	167.703	46.862
c536	3	54.489	188.846	70.906
c537	4	43.011	111.076	29.933
c538	12	3.286	8.032	3.320
c539	5	66.801	148.368	11.331
c541	3	425.244	1578.596	521.656
c542	4	110.608	554.178	255.905
c543	6	56.606	115.769	19.901
c544	5	2.473	5.570	2.810
c545	3	0.935	3.274	2.574
c546	6	5.591	15.946	10.922
c547	7	19.009	122.035	32.252
c548	12	1239.826	2399.479	2115.868
c550	4	3.642	102.251	7.423
c551	4	5.987	35.974	13.242
c552	3	125.473	399.324	103.941
c553	5	86.296	289.948	100.455
c554	5	2317.014	5693.025	3268.800
c555	8	7.729	26.997	6.612
c556	3	31.446	408.765	31.882
c557	5	52.356	139.781	10.941
c558	7	50.999	602.618	94.577
c559	7	96.234	1629.927	94.008
c560	5	4.379	12.062	7.250
c561	4	59.304	140.275	41.704
c562	5	9.803	20.670	19.272
c563	4	1020.297	4207.336	315.235
c564	4	1.690	6.357	2.519
c565	4	53.798	138.945	32.164
c566	3	13.134	61.398	10.395
c567	3	0.867	3.548	2.642
c568	4	82.332	318.323	0.392
c569	3	4.841	16.879	6.377
c571	6	0.142	0.288	0.259
c573	3	103.851	614.890	48.352
c574	6	14.023	28.964	6.052
c575	6	17.019	44.226	26.357
c576	5	49.084	108.564	102.800
c577	3	2.177	9.173	2.786
c578	7	1352.828	3930.784	131.159
c579	3	9.264	36.422	11.318
c580	5	220.178	787.785	125.061
c581	6	18.842	93.920	33.786
c582	3	31.821	100.784	20.320
c583	10	304.598	635.811	435.308
c584	6	5.046	9.936	9.730
c585	6	505.596	1260.343	624.855
c587	6	132.637	389.764	149.340
c588	7	343.442	657.882	493.516
c589	4	155.125	365.556	173.111
c590	8	8.967	38.837	16.401
c591	4	6.635	8.581	4.961
c594	4	295.647	938.227	9.680
c595	4	77.055	190.007	2.105
c597	6	5.241	19.706	0.317
c600	4	1.162	3.281	1.711
c601	4	72.251	223.756	37.364
c603	3	379.211	4286.983	134.738
c604	4	63.206	173.119	29.969
c608	5	3233.348	8079.089	787.775
c609	3	83.375	288.658	124.087
c610	9	796.146	3048.709	808.149
c613	5	6.584	14.136	0.661
c615	4	110.968	307.000	243.615
c616	5	0.380	1.832	0.166
c620	3	2.337	7.819	3.073
c621	4	35.021	368.793	19.654
c622	4	55.565	332.560	60.533

c625	6	23.342	61.370	42.555
c627	4	9.556	40.640	4.118
c628	5	1931.106	6689.769	3938.314
c629	4	5.132	22.629	12.059
c630	8	123.430	247.793	93.010
c634	6	2.316	4.877	3.989
c635	4	22.329	53.037	5.155
c637	5	32.524	68.159	29.883
c639	4	19.288	65.123	31.738
c640	6	1839.384	3727.807	1167.354
c643	4	24.788	58.407	52.597
c644	5	2.047	5.533	0.253
c645	3	19.486	262.827	33.478
c647	4	277.273	658.382	483.865
c648	7	7.651	26.877	5.775
c649	3	1.270	4.314	2.347
c650	5	6.532	15.926	9.341
c651	10	22.760	220.920	40.165
c652	4	12.972	55.494	30.007
c653	4	55.557	140.828	127.226
c654	3	106.667	529.638	212.329

3. OVG 4.5

Id	nbre dplmt	Rect. (km ²)	Cercle (km ²)	Ellipse (km ²)
a1	3	122.835	707.022	38.960
a2	6	28.812	96.557	51.315
a4	4	18.178	42.956	40.304
a5	3	26.376	124.906	60.270
a6	3	99.799	337.396	59.660
a7	3	712.756	2248.658	476.755
a8	6	836.945	1924.870	1473.262
a9	4	134.049	605.055	25.656
a10	6	1684.634	5573.173	2023.278
a11	4	6.955	51.778	2.814
a12	4	68.103	192.451	48.135
a13	7	3.132	5.919	4.050
a14	5	120.267	256.896	45.693
a16	5	45.388	98.744	45.954
a17	6	1633.411	5609.242	340.130
a18	12	1.893	4.952	3.224
a19	3	251.517	2681.763	625.148
a20	5	1478.596	9458.999	735.534
a21	5	591.253	2090.059	353.364
a23	4	24.986	67.269	7.721
a24	6	75.894	173.118	7.442
a25	4	2.680	6.721	0.850
a26	4	75.957	282.577	33.757
a27	6	10.998	58.874	20.714
a28	3	0.171	0.922	0.232
a30	6	2.527	5.552	4.282
a31	4	0.703	1.738	1.065
a32	4	106.397	551.233	249.153
a33	4	26.385	63.259	10.463
a34	8	0.130	0.308	0.238
a35	5	602.518	1862.241	1011.428
a36	3	32.651	118.858	11.804
a37	4	71.438	190.116	8.418
a38	5	24.850	77.867	47.642
a39	5	307.685	3362.463	341.549
a40	6	9.180	33.778	15.676
a41	6	12.477	28.628	23.833
a42	4	0.114	1.336	0.097
a43	9	166.233	995.698	273.702
a44	4	1267.577	3614.920	2971.855
a45	8	15.371	28.782	26.215
a46	6	6.208	26.143	10.189
a47	4	3.456	68.000	5.433
a48	3	31.304	215.802	53.338
a49	4	488.368	1214.887	357.677
a50	4	830.639	2562.706	34.287
a51	4	110.869	262.377	42.310
a52	4	510.309	1282.005	21.596
a53	3	0.886	3.629	1.244
a54	6	36.389	96.528	43.412
a56	4	13.841	98.092	18.819
a57	5	41.578	109.371	83.215
a58	3	686.790	6496.672	6.494
a59	3	26.783	312.627	73.651
a60	7	799.322	3615.741	321.365
a61	5	25.376	192.129	34.559
a62	11	50.591	88.342	72.006
a63	6	150.879	297.301	296.231
a64	4	16.798	52.762	2.240
a65	4	13.995	32.974	5.878
a66	5	5.030	11.315	8.300
a68	5	92.666	199.272	43.857
a69	4	284.747	914.420	31.309
a70	3	937.488	3392.762	9.307
a72	3	16.014	53.063	39.847
a73	6	75.745	157.737	135.988
a75	7	1548.662	2919.242	929.685
a76	6	16.192	84.541	25.304
a77	3	25.608	205.400	50.569
a78	4	68.860	219.671	40.215
a79	7	63.149	123.555	109.342

a80	6	6.709	13.196	10.587
a82	6	47.568	93.499	57.539
a83	4	49.739	117.252	2.698
a84	8	3.535	6.569	6.361
a85	5	300.480	6223.001	404.516
a86	4	3.390	20.047	5.005
a87	5	3.546	7.653	6.531
a88	4	79.585	189.097	155.037
a89	4	0.671	1.585	1.204
a90	4	47.344	185.738	71.423
a91	9	746.852	2564.943	218.872
a92	5	70.473	148.575	9.653
a93	6	827.006	1966.913	42.618
a95	5	45.458	112.865	14.731
a96	4	300.883	1482.909	558.904
a97	6	1.645	3.321	2.749
a98	4	638.850	1570.779	1.297
a99	7	51.035	105.980	54.780
a100	4	44.344	122.472	18.734
a101	4	2.937	12.223	0.273
a103	3	15.071	49.958	47.242
a104	5	471.164	2735.209	865.282
a106	6	5.145	10.554	7.393
a107	5	432.558	1041.977	319.527
a108	4	382.529	4152.597	79.108
a111	4	362.857	1327.142	543.010
a112	5	126.213	331.121	214.959
a113	4	28.588	68.597	42.359
a116	5	222.174	547.106	453.714
a117	4	55.709	224.695	102.639
a118	7	2.271	4.533	2.606
a119	6	431.850	939.227	833.282
a120	3	3.000	11.420	1.247
a121	5	9.529	25.903	16.842
a122				

a207	4	1.897	4.490	0.103
a208	3	408.097	1672.149	103.650
a209	5	40.150	86.957	68.245
a210	4	71.179	174.602	142.891
a211	4	96.128	251.820	20.184
a212	6	7.556	16.040	14.425
a213	6	63.331	130.764	116.758
a214	6	382.164	772.106	233.114
a215	11	4.070	10.163	4.111
a216	6	5.216	17.224	2.470
a217	4	3.722	18.644	8.735
a218	4	7.132	18.073	16.166
a220	5	77.741	167.891	73.777
a221	7	170.324	404.825	156.829
a222	4	37.191	95.508	59.288
a224	3	9.156	85.232	24.562
a226	4	25.538	60.865	4.668
a227	3	248.632	1429.851	170.245
a228	4	1.458	3.600	1.498
a230	4	39.227	149.460	73.636
a231	4	2.970	7.002	3.875
a232	5	40.798	108.830	65.203
a233	5	5.470	74.805	8.713
a234	3	5.013	39.874	4.904
a235	3	14.582	50.097	10.792
a237	7	105.634	1725.766	137.653
a239	4	997.362	7154.567	335.523
a240	9	13.365	24.898	7.382
a241	4	1651.612	8155.204	3826.504
a242	3	5.747	18.175	13.875
a243	3	51.400	741.125	66.151
a244	6	44.658	133.647	44.306
a245	3	54.715	221.535	1935.227
a246	6	3674.221	10662.228	1725.717
a249	4	61.507	151.132	136.573
a252	3	320.140	1140.949	221.062
a254	3	0.999	3.165	1.540
a256	3	135.525	511.571	365.460
a257	5	41.789	91.924	69.616
a258	4	14.380	73.451	22.709
a259	5	41.789	91.924	69.616
a260	7	172.720	336.119	217.050
a261	8	56.308	116.606	87.873
a262	4	1313.699	3212.126	2148.002
a263	4	278.285	1222.105	238.116
a264	5	142.182	359.766	122.128
a265	4	39.402	117.795	60.169
a266	3	0.365	3.256	0.960
a267	6	5097.606	28721.847	5069.288
a269	4	17.171	104.837	38.126
a270	6	67.246	147.514	93.491
a271	3	20.836	124.718	54.642
a272	6	27.031	53.211	14.358
a273	10	33.838	65.265	55.056
a274	3	4.773	21.474	14.656
a275	4	33.442	85.649	8.778
a276	8	723.953	4710.180	388.496
a277	3	280.310	1345.534	305.187
a278	5	24.344	51.315	21.467
a279	5	11.638	30.161	24.234
a280	3	303.394	955.123	323.618
a281	4	333.171	806.651	65.368
a282	4	1.050	4.188	1.082
a285	5	745.727	5162.508	739.106
a286	6	10.434	21.015	7.286
a287	8	50.964	93.503	62.939
a288	5	107.398	242.513	58.290
a289	4	204.568	498.302	87.313
a290	8	5.563	10.285	4.884
a291	4	2.173	5.742	3.120
a292	3	75.341	414.119	22.923
a293	4	15.076	71.823	19.487
a294	3	43.663	204.230	71.644
a296	8	3906.190	17225.225	2407.739
a301	4	267.578	852.382	610.952
a302	5	2.676	15.091	1.394
a303	4	11.333	39.563	26.082
a304	4	11.445	30.449	18.847
a305	3	363.644	1148.609	30.601
a306	3	9.923	46.035	1.514
a307	4	262.641	703.035	94.963
a308	4	13.023	955.014	11.030
a309	5	71.210	150.691	38.593
a310	4	13.503	32.218	6.185
a311	3	0.266	1.355	0.784
a312	10	15.293	27.164	24.789
a315	5	13.540	30.830	5.466
a316	7	6.892	13.049	6.003
a319	3	1.436	4.753	0.144
a320	5	1.290	3.852	0.027
a321	6	6.698	13.223	0.596
a322	6	6.001	11.810	1.683
a323	3	34.668	112.111	75.236
a327	8	6.085	11.204	7.161
a330	4	112.991	805.598	200.855
a331	4	160.898	5339.565	35.253
a332	5	11.135	28.276	23.315
a333	3	28.521	173.370	79.201
a337	4	16.969	68.621	27.988
a338	4	38.876	107.060	80.235
a341	5	2.154	7.165	4.373
a342	4	4.514	13.498	3.543
a343	5	165.984	4860.266	343.287
a344	5	5.352	14.473	6.508
a345	4	174.801	442.713	410.660

a350	3	230.043	4693.254	81.727
a351	3	3.575	11.954	2.793
a352	5	4.310	9.043	3.585
a353	4	1.585	4.654	1.913
a358	4	20.402	57.961	4.350
a359	4	0.541	1.483	0.547
a360	4	350.085	1293.617	246.316
a361	8	8.399	15.631	9.402
a362	4	3.165	7.925	2.310
a363	6	3.025	5.974	5.877
a364	3	282.945	1902.802	585.494
a365	3	1.563	5.092	4.243
a366	5	5.582	13.933	2.989
a367	5	57.034	119.671	49.934
a368	4	4.023	11.931	5.042
a369	5	0.060	0.210	0.123
a370	6	1.985	4.003	2.469
a371	5	118.875	249.859	35.855
a372	3	0.836	4.333	1.179
a376	7	205.166	391.792	250.243
a377	4	99.091	235.881	40.389
a378	11	23.786	75.758	40.191
a379	8	33.582	177.627	24.897
a380	3	47.988	156.741	9.144
a381	4	2.159	5.513	0.251
a382	6	74.424	343.247	104.373
a383	3	34.650	132.050	92.211
a384	8	198.007	684.428	53.396
a385	4	416.247	2256.484	513.778
a387	3	910.929	4103.760	2132.865
a388	6	652.899	2239.479	226.975
a389	5	5460.450	38806.721	8413.351
a391	7	11.660	55.828	17.982
a392	3	4064.293	14801.315	724.201
a394	7	20.812	65.658	34.118
a395	7	59.050	128.295	105.277
a396	5	18.811	49.065	0.932
a397	4	9.737	33.719	15.739
a398	10	73.042	218.420	129.075
a399	3	213.136	859.227	90.092
a400	4	2.153	5.350	0.982
a403	4	113.989	211.233	267.221
a404	6	32.882	182.092	40.504
a405	5	4.284	11.350	8.742
a406	7	126.150	247.259	36.400
a407	3	0.480	2.364	1.387
a408	3	17.801	60.893	55.744
a409	3	3646.122	12660.430	3075.773
a410	7	4.266	9.245	4.903
a411	4	40.855	164.250	54.727
a412	5	87.952	195.796	156.917
a413	4	38.850	100.315	6.697
a414	7	82.970	582.573	126.728
a415	5	0.221	0.776	0.348
a416	4	44.388	190.640	39.841
a417	4	86.846	233.337	55.394
a418	9	13.258	26.240	14.608
a419	3	57.020	398.148	124.773
a420	4	39.859	132.656	0.842
a423	7	168.541	676.755	178.849
a426	4	9.594	84.851	14.053
a427	6	1.767	4.142	3.470
a428	7	7.135	14.010	13.340
a429	3	0.483	1.519	0.089
a430	8	1.912	10.968	2.841
a433	4	19.624	97.510	31.684
a434	3	4.303	16.417	9.157
a435	4	0.683	1.693	0.800
a436	6	19.025	45.569	14.997
a439	7	157.953	328.204	245.401
a440	7	8.612	22.120	6.973
a441	9	215.108	503.186	305.867
a442	5	158.406	384.187	307.163
a443	6	56.704	169.655	11.277
a444	7	585.272	1369.013	108.629
a445	4	87.723	209.041	12.059
a446	11	27.546	49.097	15.440
a447	5	32.925	83.957	17.941
a453	8	2602.469	13832.782	4248.894
a455	7	10.178	24.841	9.188
a456	3	75.438	246.610	37.725
a457	6	11.603	38.057	21.085
a458	5	12.105	32.163	15.073
a459	8	137.192	283.553	251.171
a460	4	65.432	414.726	132.131
a461	10	1194.647	2460.353	1871.587
a462	10	26.845	73.611	47.091
a463	3	20.511	72.388	5.327
a464	4	182.323	429.705	199.365
a465	4	102.279	255.474	18.602
a466	3	315.096	1864.124	78.072
a467	8	5.343	9.806	8.706
a468	3	14.975	51.660	4.079
a469	3	370.654	7787.448	70.802
a472	4	443.604	1531.405	111.434
a473	5	0.912	1.921	1.421
a474	4	0.778	2.003	1.109
a475	4	806.281	2245.579	65.486
a476	3	13.130	56.227	17.987
a477	6	8.438	26.017	14.339
a478	6	996.403	3154.087	34.226
a479	4	31.618	74.703	19.785
a480	3	93.088	519.944	48.073
a481	4	14.078	33.553	19.915
a482	10	74.136	291.553	118.106

a485	8	362.851	822.616	221.629
a486	4	30.116	71.007	39.732
a487	7	15.987	72.363	16.692
a488	3	10.491	33.364	15.662
a491	3	544.030	2920.311	73.916
a492	4	327.730	843.650	98.434
a493	4	680.237	1624.703	879.527
a494	4	41.485	97.805	27.603
a495	5	108.415	375.473	197.648
a496	3	156.736	664.543	63.968
a497	6	0.709	1.563	1.079
a498	12	35.368	61.119	46.812
a499	4	24.239	57.143	52.007
a500	4	1.952	12.080	2.988
a501	4	6.445	15.191	1.571
a502	4	484.806	2925.827	571.845
a503	4	90.459	216.186	199.750
a504	4	183.559	544.871	78.224
a505	9	188.927	455.173	223.149
a506	6	2.091	4.954	0.794
a507	4	2.121	7.778	4.937
a508	4	33.837	107.033	7.718
a509	4	10.693	28.788	25.071
a				

a607	3	0.822	5.906	2.405
a608	4	27.285	135.884	0.023
a609	9	2227.760	4712.972	324.725
a610	3	140.807	463.305	373.326
a611	4	1.406	3.325	3.185
a612	6	1.585	3.201	1.073
a613	3	183.840	1133.591	107.226
a614	4	47.641	138.515	23.009
a615	4	18.332	137.919	42.430
a616	5	1.546	3.320	2.105
a617	4	0.578	21.300	0.769
a618	5	0.776	2.363	0.892
a619	4	0.670	2.718	0.676
a620	4	6.314	14.899	12.405
a621	9	3.701	80.282	5.531
a622	7	88.279	1032.966	29.162
a623	4	0.864	11.161	2.026
a626	4	205.802	496.895	4.388
a627	4	6.617	36.730	5.691
a628	5	221.459	630.191	101.444
a629	3	7.746	24.456	23.833
a630	4	1049.499	3050.925	971.375
a631	4	1687.311	7827.330	40.057
a632	7	9.802	21.663	12.176
a633	6	721.093	1494.140	1208.323
a634	4	74.680	671.646	31.443
a635	10	41.907	138.953	74.037
a636	4	196.114	462.193	417.039
a637	4	105.691	270.233	216.060
a638	3	162.819	518.367	341.059
a639	6	21.777	48.738	42.305
a640	4	71.431	391.299	150.907
a641	4	1430.573	7904.505	385.866
a642	4	174.829	491.503	63.870
a644	3	8.080	26.074	24.692
a645	3	18.122	57.050	9.448
a646	6	77.429	268.922	143.633
a647	4	41.509	153.491	29.111
a649	3	1465.328	11671.732	63.896
a650	3	1.779	5.588	3.824
a652	10	6.291	11.204	11.064
a653	8	0.581	1.138	1.064
a654	4	306.610	8472.435	597.125
a655	8	73.893	186.356	52.412
a656	8	11.075	28.044	18.974
a657	3	1712.476	5880.701	1086.578
a658	7	1.213	2.733	1.148
a659	4	1.992	11.024	2.969
a660	8	7.815	20.474	5.993
a661	4	12.757	56.458	27.771
a662	5	18.700	42.832	10.363
a663	6	3243.054	6720.119	5921.422
a664	4	1581.058	3951.582	116.988
a665	4	24.485	85.688	31.794
a666	3	0.442	1.635	1.328
a667	4	104.866	247.103	35.710
a668	5	17.277	43.272	8.669
a669	5	41.123	135.414	45.351
a670	4	85.888	202.637	65.585
a671	5	470.043	2316.968	440.642
a672	5	393.726	1147.708	462.361
a673	5	2.393	12.298	4.663

ANNEXE 4: ANNALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES

Qualité de représentation

	Initial	Extraction
automen	1.000	.834
velomen	1.000	.878
auto_men	1.000	.924
velo_men	1.000	.824
revenueMen	1.000	.642
TailleMen	1.000	.877
Homme	1.000	.627
Permis	1.000	.684
Diplome	1.000	.655
VoitCond	1.000	.763
VoitPass	1.000	.557
Train	1.000	.535
Velo	1.000	.545
MTB	1.000	.564
RevenuNet	1.000	.602
Age	1.000	.724
HabitUrb	1.000	.920
HabitPeri	1.000	.979
HabitRural	1.000	.969
Semaine	1.000	.220
StatutEtud	1.000	.636
StatutTvl	1.000	.904
StatutAutr	1.000	.917
TempsDepl	1.000	.593
SurfEllipse	1.000	.539

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.

Variance totale expliquée

Composante	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus		
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés
1	4.459	17.837	17.837	4.459	17.837	17.837
2	2.800	11.201	29.038	2.800	11.201	29.038
3	1.934	7.736	36.774	1.934	7.736	36.774
4	1.829	7.314	44.088	1.829	7.314	44.088
5	1.577	6.307	50.395	1.577	6.307	50.395
6	1.496	5.985	56.380	1.496	5.985	56.380
7	1.423	5.692	62.072	1.423	5.692	62.072
8	1.301	5.204	67.276	1.301	5.204	67.276
9	1.093	4.370	71.646	1.093	4.370	71.646
10	.991	3.964	75.610			
11	.978	3.913	79.523			
12	.800	3.200	82.723			
13	.714	2.857	85.580			
14	.628	2.512	88.092			
15	.562	2.247	90.339			
16	.526	2.106	92.445			
17	.479	1.915	94.360			
18	.450	1.801	96.161			
19	.345	1.378	97.539			
20	.290	1.158	98.697			
21	.178	.710	99.407			
22	.087	.350	99.757			
23	.061	.243	100.000			
24	3.11E-016	1.24E-015	100.000			
25	1.45E-018	5.79E-018	100.000			

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.

Matrice des composantes composantes extraites

	Composante								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
automen	.568	-.068	-.330	.178	-.270	.323	.202	.170	.347
velomen	.542	-.427	.192	.570	-.083	-.179	.013	-.028	-.005
auto_men	.138	.453	-.117	-.023	-.319	.568	.506	.073	.001
velo_men	.303	-.044	.418	.571	-.136	.062	.338	-.093	-.291
revenueMen	.660	-.273	-.036	.135	.019	.063	-.109	.051	.305
TailleMen	.484	-.568	-.189	.165	.018	-.295	-.282	.079	.289
Homme	.189	.330	.131	.123	.234	-.404	.179	.446	.031
Permis	.473	.590	.021	.026	-.187	-.093	-.163	-.187	.076
Diplome	.650	.009	.206	-.203	-.015	.150	-.233	-.227	.143
VoitCond	.628	.536	-.136	.020	-.190	-.082	-.077	-.099	.057
VoitPass	-.138	-.500	-.039	-.043	-.171	.438	-.025	-.247	.038
Train	.116	-.191	.515	-.111	.155	.339	-.083	-.235	.079
Velo	.088	-.158	.467	.412	-.038	-.065	.189	-.127	-.260
MTB	-.261	-.238	.419	-.106	.344	.270	-.201	-.074	.126
RevenuNet	.626	.289	.244	-.084	.221	-.043	.009	.052	.075
Age	-.438	.545	.180	.300	.027	-.055	-.116	-.164	.261
HabitUrb	-.173	-.175	.468	-.456	-.225	-.286	.434	.089	.322
HabitPeri	.089	.123	.138	.139	-.345	.287	-.643	.456	-.308
HabitRural	.090	.064	-.575	.322	.518	.030	.135	-.482	-.046
Semaine	-.069	-.020	-.221	-.112	.037	-.083	-.092	-.013	-.369
StatutEtud	-.110	-.565	-.277	.101	.070	.109	.215	.393	-.024
StatutTvl	.755	-.071	.022	-.457	.021	-.096	.065	-.148	-.291
StatutAutr	-.732	.267	.073	.431	-.046	.060	-.140	.015	.305
TempsDepl	.238	.190	.180	.046	.587	.218	.050	.266	.004
SurfEllipse	.260	.182	.010	-.026	.486	.328	.046	.301	.008

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.