

MÉMOIRE DE RECHERCHE

Définir les villes européennes : Vers une méthode fonctionnelle unique

HAFFNER Maud

Master 2 Information Spatiale et Aménagement
Mention Géographie - Aménagement - Environnement

Université de Bourgogne Franche-Comté (UBFC)

2015 - 2016

Mots-clefs : Ville, Europe, définition, délimitation, interaction spatiale, aménagement du territoire.

Résumé : Pour comprendre et analyser la ville, il est nécessaire de la définir et de la délimiter. Face aux enjeux du développement durable, la ville fonctionnelle est devenue le terrain d'étude favoris du milieu institutionnel comme celui de la recherche. S'il existe un concensus européen autour de la définition morphologique de la ville, il n'existe pas, à l'heure actuelle, de définition fonctionnelle admise, qui soit applicable à l'ensemble des pays. Ce travail propose la mise en place d'une méthode de définition fonctionnelle unique à l'échelle européenne basée sur un modèle d'interaction spatiale. Trois critères vont ainsi être associés pour délimiter l'espace urbain : la continuité morphologique de la ville, les relations de mobilités centre -périphérie et l'attractivité des villes les unes par rapport aux autres.

Tuteur professionnel : Jean-Philippe ANTONI (Professeur à l'UBFC)

Tuteur universitaire : Thomas BUHLER (Maître de conférences à l'UBFC)

Jury 1 : François-Pierre TOURNEUX (Maître de conférences à l'UBFC)

Jury 2 : Hélène HOUOT (Maître de conférences à l'UBFC)

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes m'ayant permis de mener à bien ce travail :

Monsieur Jean-Philippe ANTONI, pour m'avoir encadré tout au long de cette étude, pour sa disponibilité, son intérêt, ses conseils et pour les opportunités qu'il m'a offert pendant ce stage.

Monsieur Thomas BUHLER, pour sa grande disponibilité, ses nombreuses relectures et ses conseils toujours très pertinents.

Le laboratoire Théma pour m'avoir permis de réaliser ce stage dans les meilleures conditions possibles.

Emilie, Christophe et Justin pour toute l'aide qu'il ont pu m'apporter au cours de ces quelques mois.

L'ensemble de mes collègues de bureau, qui avec leur bonne humeur quotidienne ont su me faire apprécier la ville de Dijon.

**

À mes parents, qui m'ont soutenu tout au long de mon parcours en géographie et sans qui je n'aurais pas pu réaliser ces études.

**

À toutes les personnes non citées qui m'ont apporté soutien et motivation ces 5 dernières années ...

Sommaire

Introduction	1
1 Les définitions et méthodes existantes	3
1.1 L'approche statistique du fait urbain en Europe	3
1.2 Les tentatives d'harmonisation	8
2 Méthodologie	15
2.1 Les modèles gravitaires comme traduction du concept de zone d'influence .	15
2.2 Définitions des éléments de l'environnement initial	19
2.3 Choix des paramètres du modèle	20
2.4 Aspects techniques	28
3 Résultats	41
3.1 Trois villes tests	41
3.2 Présentation des résultats	44
3.3 Comparaison des zones d'influences avec des périmètres existants	55
Conclusion	63
Table des illustrations	66
Liste des tableaux	67
Références	69
Annexes	71
Table des matières	75

Introduction

"Les campagnes commencent où finissent les villes... mais précisément, elles n'en finissent pas, les villes"(A. Gide, Paludes)

Qu'est ce que la ville ? Comment la définir ? Comment la délimiter ? Autant de questions qui restent en suspend aujourd'hui, véritables *"freins"* à une meilleure compréhension des phénomènes urbains. Pour autant, la définition de l'agglomération est une problématique ancienne, D. Pumain (2006) rappelle que la question se posait déjà dès 1900. C'est à cette date que Jean Bruhnes utilise pour la première fois le terme de *"géographie urbaine"*, champ de recherche qui place la ville comme objet d'étude principal. Pour autant, la difficulté restait encore grande de proposer une définition de la ville, *"objet spatial complexe et multidimensionnel"* (Lussault & Lévy, 2003). S'il est possible de retenir la définition suivante de la ville, *"agglomération importante dont le fonctionnement organique révèle un milieu géographique et social particulier, basé sur des économies d'agglomération permettant l'émergence de fonctions spécifiques et rares"* (Antoni, 2011), il est très difficile de la faire correspondre à une définition statistique unique et harmonisée. Cette difficulté se traduit aujourd'hui par une grande variabilité des définitions d'un pays à un autre, notamment au niveau européen.

Selon que l'intérêt est porté au cadre bâti, à l'architecture, à l'habitat, aux activités et aux fonctions urbaines, au statut politique ou encore au mode de vie des habitants, trois grands types de définitions se distinguent usuellement (Pumain, 2003). Pour certains pays, la ville se définit de manière juridique, les limites administratives ou politiques pouvant alors établir un périmètre de manière relativement aisée. D'autres pays se rattachent à une réalité physique, le cadre bâti est alors mis en avant au travers d'une définition morphologique. Enfin, d'autres privilégient des définitions économiques de la ville, qui se basent sur des critères fonctionnels de l'agglomération tels que les migrations pendulaires. De plus, à la complexité des points de vue sur la ville, s'ajoute la difficulté d'en délimiter les contours, qui sont devenus de plus en plus flous dans l'espace et dans le temps (Cattan, 1991). Si les villes ont connu un desserement depuis le 18^{ème} siècle avec l'apparition des faubourgs et des banlieues, c'est à partir des années 1970, avec le phénomène de périurbanisation que cette expansion s'est accélérée. L'élévation du niveau de vie, le développement généralisé des mobilités et de nouvelles pratiques ont contribué à redéfinir la notion de ville (Knafou & Duhamel, 2007). Ainsi, de nouvelles réflexions sur *"la fin de la ville"* ou la *"ville émergente"* se sont développées (Chalas & Dubois-Taine, 1996) et pour F. Choay (1999), *"l'urbain a remplacé la ville"*.

Cependant, le besoin de définir statistiquement la ville n'a jamais été aussi grand. En portant sur le devant de la scène le thème du développement durable (Rapport Brundtland, 1987), les instances internationales ont mis en exergue la ville et la société urbaine *"à la*

fois comme lieu d'identification des problèmes et comme laboratoire de nouvelles politiques" (Hertzog & Sierra, 2010). Concentrant une majorité de la population et des activités, l'urbain est le terrain d'étude favori du milieu institutionnel comme celui de la recherche. Pour répondre aux problématiques actuelles, le besoin d'analyses et de statistiques comparables apparaît, que ce soit à l'échelle nationale ou internationale. Ainsi, pour comprendre la ville, il est tout d'abord nécessaire de la définir et de la délimiter afin de pouvoir établir un solide socle de connaissances. Ceci constitue un élément préalable indispensable à toute vision prospective. Si une définition statistique unique est nécessaire, la ville doit également être appréhendée de manière globale, l'approche analytique et sectorielle longtemps utilisée montrant d'importantes limites face aux objectifs transversaux du développement durable. Ainsi, *"il ne s'agit plus d'étudier les villes morceau par morceau, ni thème par thème indépendamment des autres. Il s'agit au contraire de "traverser" ces ensembles de manière transversale, au sein d'un cadre conceptuel et d'une définition renouvelée de la ville"* (Antoni, 2011).

Si pour beaucoup, au regard des considérations géographiques, historiques et administratives, les villes sont des objets trop riches et trop divers pour qu'une seule définition, une conception puisse en rendre compte (Le Gléau, 1996), une harmonisation n'apparaît pas pour autant impossible. Les villes européennes présentent en effet certaines spécificités qui laissent entrevoir la possibilité d'établir une définition unique à cette échelle : *"les villes d'Europe se caractérisent par leur développement concentrique et par la grande lisibilité du paysage urbain, qui tient à une organisation particulière"* (Pumain et al, 1992).

Dans ce contexte, ce mémoire de recherche s'intéressera à **la mise en place d'une définition statistique unique et transversale de la ville en Europe**, pouvant répondre aux différentes problématiques soulevées par le concept de développement durable et ce, dans une perspective comparative. L'objectif est également de mettre en place une méthodologie facilement reproductible basée sur des logiciels et des données libres.

Pour conduire cette recherche, les définitions et méthodes existantes ainsi que les différentes tentatives d'harmonisation seront tout d'abord présentées et analysées. Dans un second temps, les choix méthodologiques, à la fois thématiques et techniques, effectués pour définir et délimiter les villes européennes seront explicités. La méthode sera ici testée sur 3 agglomérations présentant des caractéristiques variées (taille, statut administratif, implantation géographique, etc.) : Strasbourg, Besançon et Rome. Enfin dans un dernier temps, les résultats seront présentés et discutés au moyen d'une comparaison avec des périmètres existants.

Partie 1

Les définitions et méthodes existantes

L'objectif principal de ce chapitre est de revenir sur les différentes approches utilisées en Europe pour définir et délimiter la ville. Les avantages et inconvénients des différentes tentatives d'harmonisation déjà réalisées seront également présentés afin de pouvoir identifier les éléments méthodologiques pertinents dans une perspective comparative.

1.1 L'approche statistique du fait urbain en Europe

Si la ville se définissait et se délimitait relativement facilement jusqu'au 18^{ème} siècle, la croissance urbaine a entraînée la multiplication des mesures statistiques de l'urbain (Cattan & Rozenblat, 1991). Ces différents concepts reposent sur des critères statistiques différents, entraînant une difficile comparaison internationale des villes.

1.1.1 L'approche administrative

Pour plusieurs pays européens, la définition de la ville est basée sur le statut administratif ou législatif de la municipalité. Celles ci sont ainsi classées urbaines ou rurales à partir de leur rôle administratif, historique ou politique, d'un seuil de population municipale, ou d'une décision gouvernementale. Cette approche correspond à "un instrument utilisé par les Etats afin de structurer, organiser et contrôler leurs pays, mais permet également de faire apparaître la ville comme un espace pour l'interaction des acteurs locaux" (Schneidewind, 2006). Les limites de l'urbain coïncident alors avec les limites administratives nationales (Le Gléau & al, 1996).

Certains pays utilisent un seuil de population municipale. C'est le cas par exemple de l'Espagne ou encore de l'Italie, qui définissent comme villes toutes les municipalités de plus de 10 000 habitants. Dans d'autres pays européens, certaines municipalités sont qualifiées de ville au regard de leur statut administratif (capitale régionale par exemple) par décision gouvernementale. Ainsi, l'Irlande, la Pologne, le Danemark ou en encore l'Allemagne introduisent la notion d'urbain dans l'appellation de leurs unités administratives (Houillon & Thomsin, 2001). En Allemagne par exemple, les Länder peuvent octroyer le statut de ville à une municipalité au regard de différents critères (population, présence de fonctions

centrales, etc.). Juridiquement, trois catégories de villes sont ainsi distinguées : les "villes état" ou "Stadtländer", les "villes arrondissements" ou "Kreisfreie Städte" et les "villes" ou "Städte". En Pologne, le statut de ville est attribué par le Premier Ministre en fonction de la densité de la population et de la continuité de bâti, sans critères quantitatifs. Dans certains pays, des facteurs historiques sont également pris en compte dans la définition de la ville. C'est le cas par exemple au Royaume-Uni, où l'héritage historique est utilisé afin d'établir une hiérarchisation des centres urbains (Denham & White, 1998). Enfin, dans certains pays d'Europe, les agglomérations sont délimitées d'après une définition politique. Elles sont ainsi basées sur des projets politiques de développement et d'aménagement du territoire. Cela correspond en France, par exemple, à la métropole du "Grand Paris" ou encore au territoire de l'Eurométropole organisé autour de la commune de Strasbourg. Cette définition est souvent utilisée au niveau local ou régional car sa définition est très dépendante du cadre national (Eurolio, 2011).

L'ensemble de ces définitions de la ville utilisent les découpages administratifs propres à chaque pays. Il se pose alors un problème d'hétérogénéité des maillages territoriaux nationaux. En effet, les pays européens ne disposent pas tous du même nombre de niveaux d'administration territoriale et les termes utilisés pour les identifier ne recouvrent pas les mêmes réalités. La taille et la population des unités administratives de base (communes ou municipalités) diffèrent fortement selon le pays (Tableau 1). Ainsi, la France présente des communes de 17 km² en moyenne tandis que les "Kommuner" du Danemark sont en moyenne de 156 km². A cela s'ajoute une variance intermunicipale des tailles toujours très importante à l'intérieur même de chaque pays, en surface comme en population (Pumain, 1992).

Pays	Nom des unités locales	Nombre	Superficie moyenne (km ²)	Population moyenne (1000 habitants)
Allemagne	Gemeiden	14 742	24	5,5
Autriche	Gemeiden	2 353	36	3,4
Belgique	Communes	589	52	17,1
Danemark	Kommuner	276	156	18,7
Espagne	Municipios	8 077	62	4,8
Finlande	Kunnat	455	743	11,1
France	Communes	36 664	17	1,6
Grèce	Demoi/koinotites	5 921	22	1,7
Irlande	DEDs/wards	3 445	20	1,0
Italie	Comuni	8 100	37	7,0
Luxembourg	Communes	118	22	3,3
Pays-Bas	Gemeenten	672	61	22,6
Portugal	Freguesias	4 208	22	2,3
Royaume-Uni	Wards	11 095	22	5,2
Suède	Församling	2 545	161	3,5

TABLEAU 1 – Comparaison des unités locales (Source : Eurostat)

1.1.2 L'approche morphologique

Dans cette approche, l'urbain est caractérisé par une agglomération de population et par un seuil de distance entre les bâtiments qui définit la continuité spatiale et sépare une agglomération d'une autre. L'utilisation de cette méthode s'explique par la nécessité de

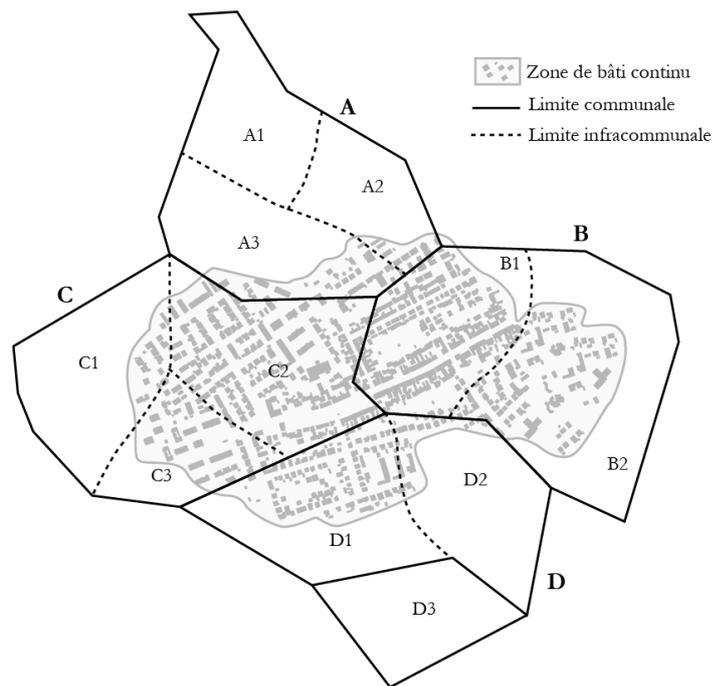
mesurer la progression spatiale de l'urbain (Le Gléau et al, 1996). Dans les pays européens la distance maximale entre le bâti est comprise entre 50 et 250 mètres. Cependant la plupart des pays appliquent un seuil de 200 mètres, recommandé par l'organisation des nations unies pour la définition des zones urbaines (Schneidewind, 2006). Néanmoins, selon les pays, les types de bâtiments utilisés pour la construction de la tâche urbaine ne sont pas les mêmes : la France par exemple ne tient pas compte des bâtiments industriels et commerciaux, alors que la Belgique les inclus (Le Gléau & al, 1996). Concernant le seuil de population, les valeurs diffèrent également largement : de 200 habitants en Belgique à 1000 pour l'Angleterre (Denham & White, 1998) (Tableau 2).

	Distance maximum entre les bâtiments	Seuil de population
France	200 m	aucun
Autriche	200 m	500 habitants
Belgique	non précisée	200 habitants
Danemark	200 m	200 habitants
Finlande	200 m	200 habitants
Suède	200 m	200 habitants
Grèce	200 m	aucun
Irlande	200 m	50 maisons occupées
Angleterre	50 m	1000 habitants
Pays de Galles	50 m	1000 habitants
Ecosse	50 m	500 habitants

TABLEAU 2 – Définition des tâches urbaines

Dans beaucoup de pays européens, une fois la zone de bâti continu définie, la délimitation de l'unité urbaine résulte d'un ajustement sur les limites administratives ou statistiques. Pour certains pays, l'ajustement se réalise sur le maillage municipal tandis que pour d'autres l'ajustement est effectué sur un maillage inframunicipal (Figure 1). En France par exemple, une commune appartient à une unité urbaine si au moins 50% de sa population appartient à une zone de bâti continu de plus de 2000 habitants¹.

1. D'après l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE)



Zone de bâti continu	Suède	Sans ajustement	Unité urbaine
	Danemark	Sans ajustement	Unité urbaine
	Luxembourg	Sans ajustement	Agglomération urbaine
B1 B2 C2 C3 D1	Belgique	Ajustement sur les quartiers	Agglomération morphologique
	Royaume-Uni	Ajustement sur les districts	Urban area
	Irlande	Ajustement sur les DEDs	Aggregated town
A B C D	Autriche	Ajustement sur les communes	Unité urbaine
	Grèce	Ajustement sur les communes	Unité urbaine
	Luxembourg	Ajustement sur les communes	Aire urbaine
B C	Belgique	Ajustement sur les communes	Agglomération opérationnelle
	France	Ajustement sur les communes	Unité urbaine

Sous réserve de conditions de taille (seuil de population)

FIGURE 1 – Définition des unités urbaines : à chaque pays sa méthode d'ajustement (D'après Le Gléau & al, 1996)

1.1.3 L'approche fonctionnelle

L'approche fonctionnelle souligne l'importance des relations fonctionnelles et permet ainsi d'intégrer les interactions entre l'agglomération morphologique et les espaces qui l'entourent. Elle est basée sur les échanges et les relations qui ont lieu entre les différents espaces d'une région urbaine :

- Le centre urbain ou "urban core" qui est définis comme le coeur de la région urbaine ;
- La première couronne ou "Inner ring" qui ceinture la centre urbain ;
- La deuxième couronne ou "outer ring" qui correspond aux limites de la région urbaine.

La définition fonctionnelle de la ville a pour objectif de délimiter la zone d'influence du centre urbain, au travers de la population de ce centre, de la densité d'emplois, de la part d'emplois dans certains secteurs, etc. (Schneidewind, 2006). Les définitions du centre urbain et des couronnes périphériques varient en fonction de critères nationaux. En Belgique par exemple, une aire urbaine est définie à partir d'une densité de population supérieure à 50

habitants par hectare, tandis qu'en Suisse elle est définie à partir de 10 000 habitants. En France, cette approche fonctionnelle est illustrée par le zonage en aire urbaine de l'INSEE.

Le zonage en aire urbaine en France (Source : Insee)

Une aire est composée d'un pôle et le plus souvent d'une couronne. Un pôle est une unité urbaine d'au moins 1 500 emplois. Sa couronne correspond aux communes ou unités urbaines, dont au moins 40 % de la population résidente ayant un emploi travaille dans le pôle ou dans les communes attirées par celui-ci selon un processus itératif. Une unité urbaine est une commune ou un ensemble de communes présentant une zone de bâti continu (pas de coupure de plus de 200 mètres entre deux constructions) qui compte au moins 2 000 habitants. Toute commune n'appartenant pas à une unité urbaine est considérée comme rurale. Les communes multipolarisées des grandes aires urbaines sont les communes situées hors des aires, dont au moins 40% de la population résidente ayant un emploi travaille dans plusieurs grandes aires urbaines, sans atteindre ce seuil avec une seule d'entre elles. Elles forment avec elles un ensemble d'un seul tenant, appelé espace des grandes aires urbaines. Les autres communes multipolarisées sont les communes situées hors de l'espace des grandes aires urbaines, dont au moins 40 % de la population résidente ayant un emploi travaille dans plusieurs aires quelle que soit leur taille. Les communes isolées hors influence des pôles sont les communes n'appartenant pas à une aire et non multipolarisées.

1.1.4 Atouts et inconvénients des différentes approches

L'approche administrative est la plus ancienne et la plus simple à mettre en place. Elle permet de mettre en avant le rôle de la ville dans la répartition territoriale du pouvoir politique (Carrière, 2005) et permet d'étudier la ville sous l'aspect de sa gestion (finances urbaines, équipements et organisation des pouvoirs dans la ville). La ville peut ainsi être assimilée à un "territoire de projet", les limites administratives permettant une interprétation simple et une appropriation forte de la part des différents acteurs de l'aménagement du territoire. Cependant, cette approche, figée dans le temps, ne traduit pas le fonctionnement réel d'une ville : les limites administratives sont loin de correspondre à la réalité physique ou fonctionnelle d'une agglomération. Le problème de l'hétérogénéité des maillages territoriaux à l'échelle européenne se pose également, cette définition de la ville ne semble donc pas adaptée à une comparaison internationale.

Les périmètres morphologiques ont l'avantage de correspondre à une réalité urbaine avec une délimitation précise. De plus, cette partie agglomérée des villes regroupe en Europe une grande part des activités, des fonctions et des emplois urbains (Rozenblat & Cicille, 2003). De ce fait l'approche morphologique offre un cadre statistique pertinent qui permet des comparaisons internationales (Carrière, 2005). Cependant, l'approche morphologique ne prend pas en compte les relations avec les espaces périurbains, hors le rayonnement et l'attractivité économique dépassent généralement la seule continuité de bâti. Si un seuil de 200 mètres semble admis dans les différents pays d'Europe, l'ajustement avec le maillage administratif soulève à nouveau les problématiques de l'approche administrative.

Enfin, l'approche fonctionnelle correspond à une réalité économique et semble ainsi traduire le fonctionnement réel de la ville. Cette méthodologie est néanmoins dépendante des

données collectées nationalement pas les différents offices statistiques, et n'offre donc pas des périmètres réellement harmonisés à l'échelle de l'Europe.

Le bilan de ces trois approches est synthétisé dans le tableau 3.

Définition des agglomérations	Avantages	Inconvénients
Approche administrative	Territoire de projet Interprétation simple Appropriation forte.	Ne traduit pas le fonctionnement d'une ville. Variabilité des maillages administratifs, périmètres non harmonisés à l'échelle européenne.
Approche morphologique	Regroupe une grande part des activités, fonctions et des emplois urbains (Datar, 2003). Réalité physique, facile à interpréter. Harmonisation simple à l'échelle européenne (seuil de 200 m admis).	Le rayonnement et l'attractivité économique dépassent généralement la continuité du bâti.
Approche fonctionnelle	Correspond à une réalité économique	Dépendante des données collectées nationalement, pas de périmètre réellement harmonisé à l'échelle européenne

TABLEAU 3 – Le bilan des différentes approches (D'après Eurolio, 2011)

1.2 Les tentatives d'harmonisation

1.2.1 Les premières tentatives d'harmonisation

L'une des première définition fonctionnelle de la ville a été créée en 1945 aux Etats-Unis par le bureau du budget (un de principal service du gouvernement américain). Les *"Standard Metropolitan Area"* (SMA) ou *"régions métropolitaines standards"* sont ainsi composées de deux espaces distincts :

- Une ville centre qui doit compter au moins 5000 habitants ;
- Une périphérie composée de *"counties"* ou comtés qui doivent avoir un *"caractère métropolitain"* et être *"économiquement et socialement intégrés à la ville centre"* (Bureau du budget, 1950).

Le caractère métropolitain est admis lorsque le comté présente moins de deux tiers d'emplois agricoles. Le critère d'intégration repose lui sur l'analyse des flux de navetteurs domicile/travail. La relation doit être à double sens : 25% des actifs travaillant dans les comtés doivent résider dans la ville centre et 15% des actifs travaillant dans la ville centre doivent résider dans un comté. Cette définition a eu du mal à se mettre en place avant le recensement de 1960, les données de migrations domicile/travail étaient alors trop imprécises car fondées sur des enquêtes locales et de qualité variable (Rosenwäike, 1970). Pour le recensement de 1960, le bureau du budget fait évoluer la définition des SMA qui deviennent des *"Standard Metropolitan Statistical Area"* (SMSA). La ville centre doit alors compter plus de 50 000 habitants. La périphérie est composée de comtés contigus qui ont au moins 150 personnes par mile carré, dont la proportion de population dépendant d'activités non agricoles est supérieure à 75% et dont au moins 15% de la population travaille dans la ville centre.

Ces deux premiers concepts de ville fonctionnelle ont servi de modèle, notamment à R.E Dickinson. En 1967, dans son ouvrage *"the city region in Western Europe"*, R.E Dickinson tente de dresser un état des régions urbaines en Europe. Pour réaliser une comparaison des

villes, il reprend le concept et les délimitations des SMSA américaines. Il définit ainsi trois niveaux emboîtés de l'urbain :

- La "*Metropolitan area*" qui correspond au centre urbain et qui doit compter au moins 50 000 habitants. Les municipalités contigües sont agrégées si au moins 2/3 des actifs ont une activité non agricole et que la densité de la population est au moins égale à la moitié de la densité de la municipalité centrale ;
- Les "*Urbanized regions*" qui correspondent aux municipalités dont la densité est supérieure à 500 habitants par mile carré ;
- Les "*Areas of city-access*" qui correspondent à la périphérie la plus éloignée. Elle est définie au moyen d'une procédure géométrique, un cercle de 20 miles de rayon est tracé autour des aires urbanisées de plus de 100 000 habitants. Cette distance correspondrait en moyenne à un déplacement quotidien de 1 heure.

Cette définition de la ville est alors originale, c'est l'une des premières fois que le concept d'accessibilité en temps est utilisé pour délimiter la ville.

La distance temps comme outil de l'analyse urbaine

La notion de distance temps a été utilisée pour la première fois par F. Galton (1881), qui a publié une carte représentant les différents temps de parcours en jours depuis Londres jusqu'aux différentes parties du monde. Par la suite, les propositions de délimitation de l'agglomération viennoise avancées par le géographe Hugo Hassinger (1910), qui sont assorties de cartes en isochrones, deviennent après-guerre une référence en la matière. L'agglomération tend alors à se définir par l'accessibilité de son centre en terme de distance-temps : précisément, la ville selon Hassinger est circonscrite par l'isochrone d'une heure, qui représente le temps que ses habitants acceptent de passer pour se rendre au centre-ville (considéré implicitement comme le lieu de concentration du travail) (Breutagnolle, 2005). En 1919, Gaston Bonnier réalise deux séries de cartes de l'agglomération parisienne, dont une série de densités de population et une série de cartes en isolignes qui sont publiées dans *La Vie urbaine*.

À la fin des années 1960, les SMSA sont remises en cause de part leur caractère trop étiré. En 1968, Berry propose la création des "*Daily Urban Systems*" (DUS), qui tendent à étendre les limites de la ville afin d'y intégrer tous les espaces susceptibles d'engendrer des flux de navetteurs. Les deux méthodes (SMSA et DUS) présentent de nombreuses similarités : elles dépendent toutes deux de l'analyse des flux quotidiens et de critères autour de l'emploi. Pour P. Hall et D. Hay (1980), la différence majeure entre les deux définitions repose sur le fait que les DUS ne se basent plus uniquement sur une construction centre / banlieue mais intègrent un espace plus complexe : "*the difference is that the older SMSA concept is more firmly based on the traditional concept of core and surrounding suburban ring ; the DUS are based on a more complex notion of closure within a space-economy where increasingly a core- ring distinction is seen as meaningless*" (Hall & Hay, 1980).

Les années 60 voient également apparaître en Grande-Bretagne les concepts de "*Standard Metropolitan Labour Areas*" (SMLA) et de "*Metropolitan Economic Labour Areas*" (MELA)(Figure 2). Une MELA est constituée de 3 espaces différents :

- Un centre urbain qui est composé de plusieurs "*local authorities*" qui ont une densité supérieure à 1235 emplois par km² ;
- Une première périphérie qui est composée de plusieurs localités contigües qui envoient au moins 15% de leur population active travailler dans la ville centre ;

1.2. LES TENTATIVES D'HARMONISATION

- Une périphérie extérieure qui regroupe les localités qui envoient plus d'actifs dans un centre que dans n'importe quel autre centre.

Un centre urbain et une première périphérie qui comptent plus de 70 000 habitants sont alors des SMLA.



FIGURE 2 – Les Standard Metropolitan Labour Areas et les Metropolitan Economic Labour Areas en Grande-Bretagne (Source : P. Hall et D. Hay (1980))

En 1980, Hall et Hay abandonnent la distinction entre la première périphérie et la périphérie extérieur. Les aires urbaines deviennent des "*Metropolitan Regions*" qui sont constituées d'un centre et d'une périphérie globale, mais qui sont construites avec les mêmes critères que les MELA. Ils proposent cependant de prendre en compte l'espace rural en définissant des "*Non Metropolitan Regions*", qui correspondent aux régions dont la population n'est polarisée par aucun centre. Cette définition reste cependant difficile à mettre en oeuvre, certains pays ne mesurant alors pas le nombre d'emplois au lieu de travail pour la plus petite subdivision administrative, soit ne disposant pas de données pour les navettes domicile-travail (Cattan & Rozenblat, 1991). En 1982, dans le cadre du programme CURB (Costs of urban growth), L. van den Berg, R. Drewett, L.H Klassen, A. Rossi et C.H.T Vijverberg définissent les "*Functional Urban Region*" (FUR). Les FUR sont identiques aux SMLA, seul le seuil minimal de population est modifié, il passe à 200 000 habitants.

En parallèle de ces différentes approches fonctionnelles, l'Organisation des Nations Unies (ONU) a recommandée l'utilisation d'une définition morphologique de la ville. La définition de la zone urbaine doit s'aligner sur celle de la "*localité*". La localité est en effet : "*une agglomération de population, c'est à dire un regroupement de population vivant dans des constructions voisines les unes des autres dont aucune n'est distante de plus de 200 mètres de la plus proche, ou bien formant une zone bâtie compacte dotée d'une voirie nettement identifiable*" (Nations Unies, 1978). Si cette notion n'a pas été adoptée tout de suite

par l'ensemble des pays Européens, le seuil de 200 mètres est aujourd'hui admis dans la définition morphologique de la ville.

1.2.2 Les tentatives plus récentes

En 2004, les "*Larger urban zone*" (LUZ) ou "*Functional urban area*" (FUA) sont créées dans le cadre de l'Audit Urbain Européen. Ce programme, financé par la commission européenne a pour objectif de constituer une information fiable et comparable pour différentes zones urbaines européennes. Les LUZ sont pensées et conçues comme étant le reflet fonctionnel de la ville (Eurostat, 2012). Deux espaces sont distingués : un centre urbain et une zone de navettage. La définition du centre urbain est basée sur quatre étapes principales (Figure 3) :

- Dans la première étape, les données carroyées de population (1 km²) sont utilisées afin de définir les zones urbanisées. Ces données, disponibles pour toute l'Europe, proviennent de Corine Land Cover (Agence Européenne de l'Environnement). L'ensemble des cellules présentant plus de 1500 habitants par kilomètre carré sont sélectionnées.
- Toutes les cellules contigües sont ensuite ajoutées. Seuls les centres de plus de 50 000 habitants sont conservés.
- Les municipalités dont au moins 50% de la population vit dans le centre urbain sont désignées comme faisant partie de la ville.
- Dans un dernier temps, les limites du centre urbain sont adaptées aux limites politiques.

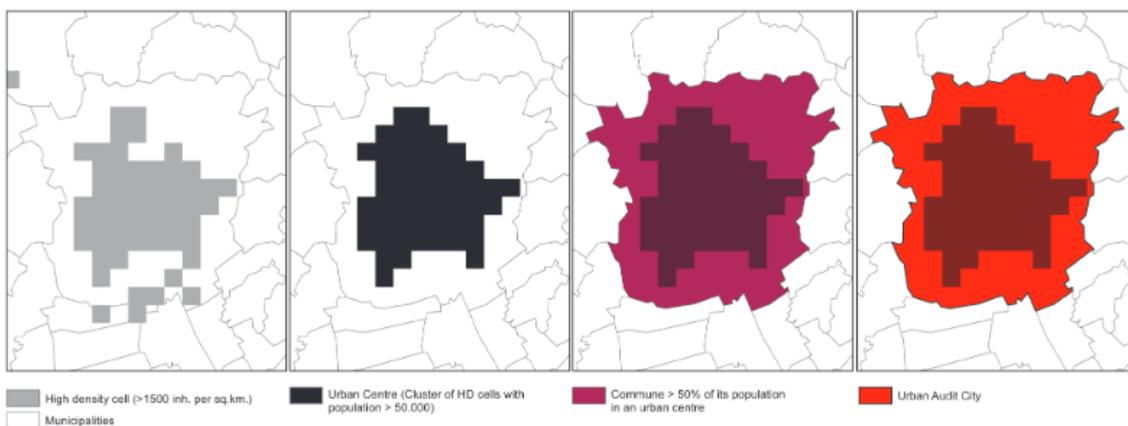


FIGURE 3 – Les quatre étapes de construction d'un centre urbain (Source : Eurostat, 2012)

Une fois le centre urbain défini, une zone de navettage est ensuite délimitée (Figure 4). Toutes les municipalités avec au moins 15% des personnes actives travaillant dans le centre urbain sont sélectionnées. Les communes non contigües sont ensuite éliminées tandis que les communes enclavées sont ajoutées.

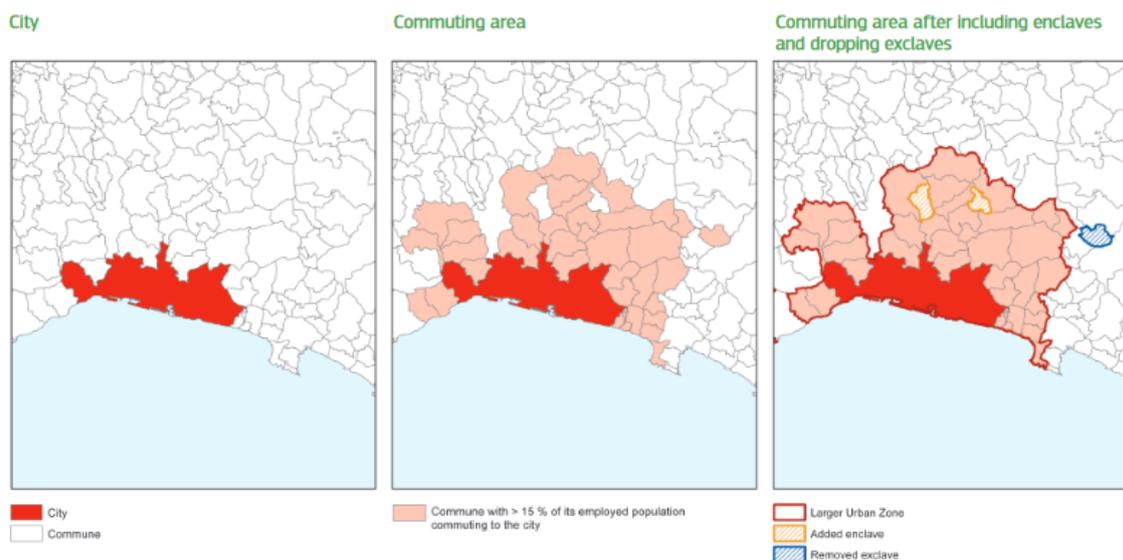
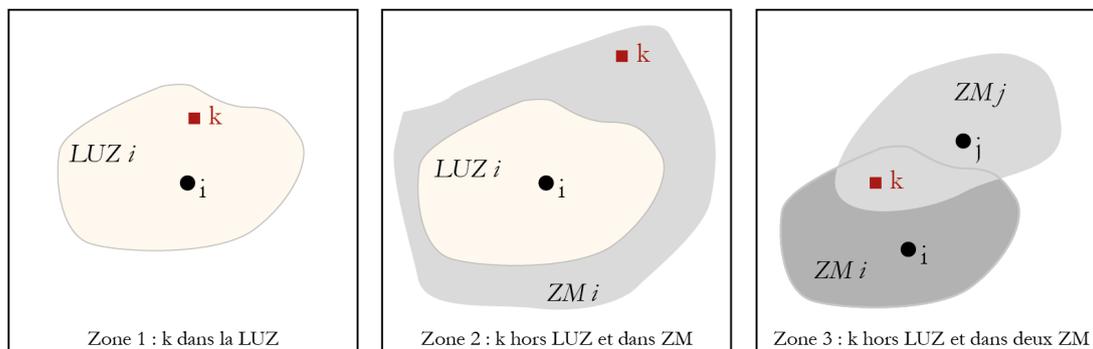


FIGURE 4 – La délimitation de la zone de navettage (Source : Eurostat, 2012)

Les LUZ ou FUA vont servir de base à la mise en place de deux autres définitions de l'agglomération : les "Push" et les "Zones Métropolitaines". Les LUZ offrent en effet l'avantage "d'avoir un annuaire de villes ou le questionnement à propos de la ville centre dans les zones densément peuplées à été fait" (Eurolio, 2011). Le concept "d'horizon stratégique urbain potentiel" ou Potential Urban Strategic Horizon (PUSH) en anglais est avancé en 2002 au cours du programme ESPON (European territorial observation network) ou ORATE en français (Observatoire en réseau de l'aménagement du territoire européen)². Les Push sont élaborés à partir des villes centre des LUZ, qui se voient attribuer une zone d'accessibilité à 45 minutes en voiture individuelle (Chéry, 2010). Il s'agit donc d'un "espace de mouvements pendulaires potentiels, dans une logique fonctionnelle" (Gloersen, 2005). Si cette définition introduit la notion d'accessibilité, elle conserve un seuil fixe de 45 minutes, quelle que soit la taille du centre urbain alors que la portée de la ville est dépendante de la taille du pôle urbain (Comin, 2009). Dans la même optique, en 2011, l'observatoire européen des données localisées de l'innovation (EUROLIO) a mis en place une méthode de définition des agglomération appelée "Zone Métropolitaine". Cette définition se base sur un temps d'accessibilité en voiture individuelle d'une heure à partir de la ville majeure de la LUZ (quelle que soit la taille de cette ville). Si le critère de taille de la ville n'intervient pas dans la définition de la zone métropolitaine, il intervient dans la méthodologie de construction d'indicateur à l'échelle de ces zones métropolitaines.

2. D'après <http://www.espon.public.lu/fr/espon2014-2020/index.html>

La construction d'indicateurs à l'échelle de la zone métropolitaine selon la méthode Eurolio (Source : Eurolio, 2011)



Si l'on cherche à déterminer un indicateur consolidé au niveau de l'agglomération, par exemple le nombre de brevet B_i , la difficulté est de déterminer le poids à accorder au nombre de brevets de la ville k situé dans l'agglomération. Trois comptages différents peuvent être effectués en fonction des trois zones ci dessus.

Zone 1 : Si la ville k appartient à la LUZ alors l'intégralité des brevets de la ville k est comptabilisée pour l'agglomération i .

Zone 2 : Si la ville k appartient à la ZM mais pas à la LUZ alors une partie des brevets de la ville k est comptabilisée pour l'agglomération de i . Cette part des brevets est dégressive avec la distance temps qui séparent k de i .

Zone 3 : Si la ville k appartient à l'agglomération avec chevauchement entre une ou plusieurs autres agglomérations mais pas à la LUZ alors une partie des brevets de la ville k est comptabilisée pour l'agglomération i mais aussi pour les autres agglomérations. Cette part des brevets est dégressive avec la distance temps mais dépend aussi du poids relatif de i par rapport à j si deux agglomérations i et j se chevauchent.

1.2.3 Bilan des différentes tentatives d'harmonisation

La plupart des tentatives d'harmonisation dans une perspective comparative ont jusqu'à très récemment repris le concept américain des SMA et des SMSA. N. Cattan et C. Rozenblat (1991) soulignent deux limites importantes à ces définitions. Elles considèrent tout d'abord qu'il est délicat de transférer une notion et des méthodes de mesures du continent américain vers l'Europe, "*les formes d'urbanisation américaines ne sont pas identiques à celles de l'Europe*". La faible comparabilité des régions urbaines identifiées en Europe est également présentée. Concernant les approches plus récentes, les LUZ ou FUA présentent plusieurs avantages dans le cadre d'une comparaison internationale : elles ne reposent pas sur des critères historiques, juridiques ou administratifs mais sont purement basées sur des critères fonctionnels (population, densité, etc.). Cependant, la définition de la ville reste basée sur des seuils choisis arbitrairement, souvent remis en question. L'adaptation de la ville aux maillages administratifs et politiques pose également problème, ces éléments étant dépendant de critères nationaux et locaux. L'intégration de la notion d'accessibilité

routière dans les définitions des PUSH et des zones métropolitaines permet de prendre en compte le réseau routier, très bon indicateur de la géographie d'une agglomération en Europe (Baptiste, 2003). Cependant elles restent construites à partir des LUZ, avec un seuil d'accessibilité fixe (45 ou 60 minutes) et ne prennent pas en compte le poids des villes dans l'établissement de leur périmètre.

Toutefois, quelque soit la définition de la ville retenue, deux critères majeurs sont retenus : **la continuité morphologique de la ville et les relations de mobilités vers le centre**. Il apparaît pertinent de conserver ces deux éléments lors de l'élaboration d'une nouvelle définition de l'agglomération. Si ces deux éléments doivent être pris en compte, **le poids de la ville centre relativement au poids des autres villes à proximité** doit également être intégré à la définition. Critère absent de toutes les tentatives d'harmonisations précédemment évoquées, il permet de tenir compte de l'attractivité de la ville pour définir un périmètre pertinent. **Cette approche méthodologique associant ces 3 critères n'existe pas à l'échelle européenne.**

Partie 2

Méthodologie

L'objectif de cette partie est de **présenter la méthodologie développée dans ce mémoire pour obtenir des périmètres d'agglomérations** tenant compte à la fois de la continuité urbaine, des relations de mobilités vers le centre mais également de l'attractivité de la ville centre par rapport aux villes voisines. La méthodologie mise en place doit offrir un cadre strict, applicable à l'ensemble des territoires européens et doit également être facilement reproductible.

2.1 Les modèles gravitaires comme traduction du concept de zone d'influence

2.1.1 Principes

Le modèle de gravité a été formulé par analogie avec la loi de la gravitation universelle de Newton : deux corps s'attirent en raison directe de leur masse et en raison inverse de la distance qui les sépare. Ainsi, selon ce modèle, le nombre F_{ij} d'interactions entre deux zones géographiques i et j est proportionnel au produit des masses M_i et M_j et inversement proportionnel à la distance qui les sépare D_{ij} :

$$F_{ij} = \frac{kM_i * M_j}{D_{ij}^a}$$

Où :

k = constante de proportionnalité

a = Difficulté de franchissement de la distance

Là où le modèle de Newton établit des valeurs fixes pour ces deux paramètres, avec une constante gravitationnelle k d'une part et le carré de la distance d'autre part, les utilisateurs du modèle gravitaire en sciences sociales vont estimer des valeurs qui changent d'une application à une autre. Ainsi les grandeurs que vont représenter dans le modèle les masses et la distance sont très variables selon les applications (Pumain & St Julien, 2010). Le choix de la masse et de la distance peuvent également varier selon les applications. Les masses représentent une estimation de ce qui "*explique*" trivialement la capacité d'émission ou

2.1. LES MODÈLES GRAVITAIRES COMME TRADUCTION DU CONCEPT DE ZONE D'INFLUENCE

d'attraction d'un lieu pour les flux. La distance peut être une distance à vol d'oiseau en kilomètres, une unité monétaire ou encore un temps d'accès en minutes.

Le modèle de gravité constitue sans doute la plus fidèle traduction (sur le plan méthodologique) du concept de zone d'influence (Polèse & Bailly, 1979). Il intervient dans l'explication de presque toutes les structures spatiales ou les processus spatiaux, Pumain et St Julien (2010) le qualifie de "*modèle de base de la géographie*". Deux types d'utilisation sont possibles : l'une comme modèle de flux (gravitationnel) entre chaque paire d'unités localisées, pour en mesurer l'intensité d'interaction, l'autre comme modèle de potentiel, orienté dans le sens de la mesure d'une accessibilité généralisée de chaque point dans l'espace par rapport à tout l'espace environnant (Camagni, 1996).

2.1.2 Le modèle de Reilly

L'intérêt du modèle gravitaire pour l'estimation de l'aire d'attraction et donc de la clientèle potentielle, des établissements de commerces et de services, a été signalé dans les années 1900 par l'économiste W. Reilly (Camagni, 1996). Le modèle de Reilly est basé sur quatre hypothèses principales :

- Les consommateurs fréquentent en général l'établissement dont ils sont le plus proches ;
- Leur demande faiblit au fur et à mesure que l'on s'éloigne du centre ;
- L'attraction d'un centre est proportionnelle à son importance ;
- Et inversement proportionnel au carré de la distance qui le sépare du consommateur :

$$A_{ij} = \frac{P_i}{D_{ij}^2}$$

Où :

A_{ij} = Attraction du centre i sur le lieu j

P_j = Poids du centre i

d_{ij} = distance entre i et j

Il en résulte que l'aire d'attraction d'un centre dessine un cône hyperbolique, qui en projection sur une carte se représente par des cercles concentriques d'intensité décroissante autour du centre. Le modèle de Reilly permet non seulement de décrire la forme générale de l'aire d'attraction autour d'un centre mais aussi de calculer comment une clientèle donnée peut se répartir entre plusieurs centres d'inégale importance. Le modèle permet en effet de prévoir où se situe la limite de l'influence entre deux centres (Pumain & St Julien, 2010). La formule de ce point d'équilibre x est la suivante :

$$d_{xj} = \frac{d_{ij}}{1+(P_i/P_j)^{1/2}}$$

Où :

d_{ij} = distance entre i et j

d_{xj} = distance entre x (point d'équilibre) et j

P_j = masse du centre j

P_i = masse du centre i

2.1. LES MODÈLES GRAVITAIRES COMME TRADUCTION DU CONCEPT DE ZONE D'INFLUENCE

Ce modèle permet d'obtenir une limite fixe d'influence entre deux centres, hors les limites observées ne sont pas des frontières linéaires et rigides : il s'agit plutôt d'une zone floue où les échanges se font tantôt en faveur d'un centre tantôt en faveur de son ou ses voisins (Pumain & St Julien, 2010). Il suppose également une isotropie de l'espace, l'absence de barrières naturelles, un comportement invariable des consommateurs, ce qui n'est pas forcément le cas.

Le modèle de Reilly **ne permet pas de calculer un potentiel d'attraction** d'un point de l'espace vers un ou plusieurs autres points, il permet bien de **mesurer l'intensité d'interaction** entre un point de l'espace et un centre (sans tenir compte des autres centres de l'espace). Dans la figure 5 par exemple, sont représentés deux centres inégaux ($A > B$), leur aire d'influence et trois points i , j et h . Le modèle de Reilly permet de savoir que l'intensité des interactions entre j et A est plus importante que l'intensité des interactions entre i et A . De même, l'intensité d'interaction entre i et B est plus importante que l'intensité d'interaction entre h et B . Cependant il ne permet pas de savoir si i , situé dans les deux aires d'attraction, est attiré plus fortement vers A ou vers B . Ainsi, en prenant l'exemple des mobilités domicile-travail, on ne peut connaître la part de la population allant travailler vers A et celle allant travailler vers B .

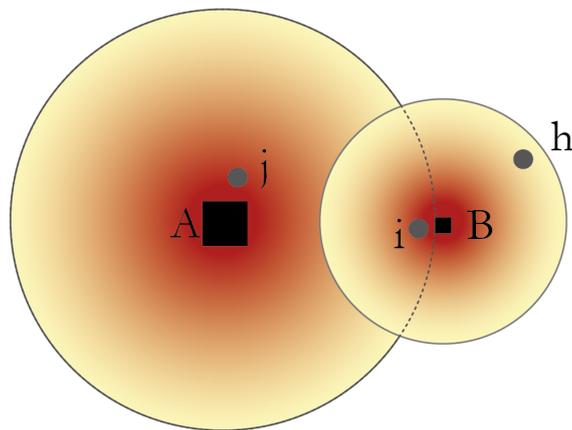


FIGURE 5 – Exemple d'application du modèle de Reilly

Ce modèle n'apparaît donc pas pertinent dans la méthodologie développée ici, l'objectif étant de prendre en compte le poids de la ville centre par rapport aux autres villes à proximité, afin d'établir un potentiel d'attractivité pour chaque point de l'espace vers les différents centres.

2.1.3 Le modèle de Huff

Huff propose de substituer au modèle de Reilly une définition probabiliste des aires d'influences. Le postulat principal du modèle est le suivant : l'attraction d'un centre dépend de sa taille, de la distance à parcourir pour y accéder, du nombre de centres présents dans la zone géographique donnée et de leurs tailles respectives (Pumain & St Julien, 2010). La formule utilisée est la suivante :

$$P_{ij} = \frac{kW_i \times D_{ij}^{-\alpha}}{\sum_{i=1}^n (kW_i \times D_{ij}^{-\alpha})}$$

2.1. LES MODÈLES GRAVITAIRES COMME TRADUCTION DU CONCEPT DE ZONE D'INFLUENCE

Où :

P_{ij} = la probabilité selon laquelle une commune j risque de dépendre du centre i .

W_i = mesure de l'attractivité de chaque centre i .

D_{ij} = distance entre le centre i et le point j

k = Constante de proportionnalité

α = Difficulté de franchissement de la distance

Dans l'exemple ci dessous (Figure 6), le paramètre k sera fixé a 1 tandis que la distance sera élevée au carré (paramètres utilisés de manière classique lors de l'utilisation des modèles gravitaires). Le centre A présente une attractivité de 10 et le centre B une attractivité de 5. La distance entre A et i est de 5 tandis que celle entre B et i est de 1.

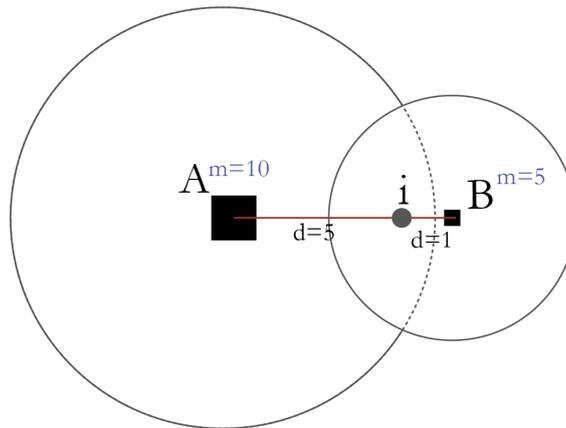


FIGURE 6 – Exemple d'application du modèle de Huff

Il est alors possible de calculer la potentiel d'attractibilité du point i vers le centre A (P_{Ai}) et vers le centre B (P_{Bi}).

$$P_{Ai} = \frac{10 \times 5^{-2}}{(10 \times 5^{-2}) + (5 \times 1^{-2})} \qquad P_{Bi} = \frac{5 \times 1^{-2}}{(5 \times 1^{-2}) + (10 \times 5^{-2})}$$

$$P_{Ai} = 0.07$$

$$P_{Bi} = 0.93$$

Si l'on reprend l'exemple des mobilités domicile-travail, 93 % de la population de i ira potentiellement travailler vers le centre B tandis que 7% de la population ira au centre A.

Le modèle de Huff permet de prendre en compte la distance mais également le poids de la ville centre par rapport aux poids des autres villes à proximité. Il permet ainsi de savoir pour tous point de l'espace quels sont le ou les centres qui les influencent. A partir de ces valeurs d'attractibilité, il est possible de délimiter les zones d'influences des centres. Pour cela deux solutions sont possibles :

- En utilisant le potentiel maximal de chaque point. La superposition des aires d'influences est alors impossible, et tous les points de l'espace appartiennent à une de ces aires (pas de zones multipolarisées ou non polarisées). L'utilisation du maximum est simple à mettre en oeuvre.

- A partir d'un certain seuil. L'utilisation d'un seuil autorise la superposition des aires d'influence, et certains espaces peuvent être non polarisés. Il est toutefois difficile de déterminer de manière optimale un seuil valable sur l'ensemble de l'Europe.

Le modèle de Huff convient donc à la méthodologie développée dans cette étude. Cependant plusieurs questions restent en suspens :

- Sur quel périmètre initial le modèle de Huff va il être appliqué ?
- A l'intérieur de ce périmètre, comment définir et délimiter le centre urbain de la ville étudiée ainsi que celui des autres villes potentiellement attractives ?
- Quel est le type de distance le plus adapté ? Quelle fonction mathématique appliquer à cette distance (coefficient a) ?
- Quel est le critère pouvant représenter l'attractivité des centres urbains ? Quelle fonction mathématique appliquer à cette masse (coefficient k) ?

2.2 Définitions des éléments de l'environnement initial

2.2.1 Établissement du périmètre initial

Le modèle de Huff permet de définir la zone d'influence d'un centre urbain en prenant en compte l'influence des centres qui sont à proximité. Cependant, le terme de "*proximité*" reste flou : faut-il prendre en compte l'influence de tous les centres urbains d'Europe ? Celle des centres urbains dans un rayon donné autour de la ville étudiée ? La solution idéale serait la première exposée, l'application de la méthode sur un périmètre aussi large permettrait d'acquiescer la certitude qu'aucun des centres urbains pouvant exercer une influence sur les espaces entourant la ville étudiée n'est oublié. Pour autant, les temps de calculs nécessaires à l'application de la méthode sont exponentiellement proportionnels au nombre de centres intégrés : il apparaît alors plus judicieux de définir un rayon limité. La zone d'influence créée par le modèle de Huff est une zone fonctionnelle qui reflète les relations centre - périphérie. Il est donc possible de définir ce rayon au regard des temps de déplacement moyen entre le lieu de résidence et le lieu d'emploi, temps extrêmement stables à l'échelle de l'Europe dans le temps, en moyenne de 1 heure (Zahavi 1974, Papon & Madre 2003, Crozet & al 2004, Bretagnolle 2005, Bretagnolle & Robic 2005). Un rayon de 100 km, correspondant globalement à une distance temps maximale de 1 heure, sera ici utilisé autour de la ville étudiée.

2.2.2 Définition et délimitation des centres urbains

Le périmètre d'étude ayant été établi, il est maintenant nécessaire de définir quels sont les centres urbains de cet espace. Pour cela, la définition morphologique de la ville a été utilisée. Les données européennes d'occupation du sol CORINE Land Cover (CLC) ont permis de définir les espaces bâtis. L'information produite dans cette base est homogène à l'échelle européenne et strictement comparable pour tous les pays. La surface de la plus petite unité cartographiée (seuil de description) est de 25 hectares, ce qui est suffisamment précis pour cette étude. Les codes CLC 111, 112, 121, 122, 123 et 124 ont été sélectionnés :

- 111 Tissu urbain continu : Espaces structurés par des bâtiments. Les bâtiments, la voirie et les surfaces artificiellement recouvertes occupent la quasi-totalité du sol. Plus de 80 % de la surface est imperméable. La végétation non linéaire et le sol nu sont exceptionnels.

- 112 Tissu urbain discontinu : Espaces structurés par des bâtiments. Les bâtiments, la voirie et les surfaces artificiellement recouvertes coexistent avec des surfaces végétalisées et du sol nu, qui occupent de manière discontinue des surfaces non négligeables. Entre 30 et 80 % de la surface est imperméable.
- 121 Zones industrielles ou commerciales et installations publiques : Zones bâties et recouvertes artificiellement (zones cimentées, goudronnées, asphaltées ou stabilisées : terre battue, par exemple). Ces zones peuvent comprendre aussi de la végétation ou d'autres surfaces non imperméabilisées. Elles servent à une utilisation industrielle ou commerciale, ou bien à des équipements de service public.
- 122 Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés : Autoroutes, voies ferrées, y compris les surfaces annexes (gares, quais, remblais, végétation de moins de 100 m de large). Largeur minimale prise en compte : 100 m.
- 123 Zones portuaires : infrastructures des zones portuaires, y compris les quais, les chantiers navals et les ports de plaisance.
- 124 Aéroports : Infrastructures des aéroports : pistes, bâtiments et surfaces associées. Tous les équipements au sol qui servent au transport aérien.

Les polygones contigus ont tout d'abord été agrégés afin de former des tâches urbaines, puis les tâches distantes de moins de 200 mètres ont été agrégées (méthode de dilatation-érosion). Un seuil minimal de population vivant dans ces tâches doit également être défini. A l'échelle européenne, les études menées dans le cadre de l'ORATE, sur les "*Small or medium-sized town*" (Smesto, 2008), invitent à utiliser un seuil de 10 000 habitants. **Ici, les centres urbains correspondent donc à des tâches urbaines d'au moins 10 000 habitants.**

Une autre solution aurait pu être mobilisée pour définir les tâches urbaines, en agrégeant les bâtiments distants de moins de 200 mètres. Cette solution permet de définir très précisément les tâches urbaines mais nécessite d'importantes données en entrée et des temps de calculs très longs. Ici, un tel niveau de précision n'étant pas nécessaire, cette méthode n'a pas été appliquée.

2.3 Choix des paramètres du modèle

2.3.1 La distance

2.3.1.1 Le choix de la distance réseau

Le choix du type de distance utilisée dans le modèle de Huff s'effectue selon les applications : "*elle peut être donnée en kilomètres, en minutes, en unités monétaires, elle peut être établie à vol d'oiseau ou déterminée par des possibilités concrètes de connexion entre les lieux offertes au tel ou tel réseau*" (Pumain & St Julien, 2010). Ici, le choix a été fait d'utiliser une distance réseau calculée en temps. Les temps d'accès sont en effet de bien meilleurs descripteurs spatiaux de l'agglomération que la distance kilométrique (Enault, 2003). Le choix a également été fait de traiter uniquement de l'accessibilité routière. La question de l'accessibilité en transports en commun ou en modes doux peut être intéressante à prendre en compte, mais le réseau routier reflète bien la réalité du phénomène métropolitain (Eurolio, 2011). Le réseau routier est également un très bon indicateur de la géographie d'une agglomération en Europe, les temps de parcours étant liés à l'attractivité urbaine (Baptiste, 2003). L'accessibilité routière permet ainsi d'avoir une approche fonctionnelle de la ville, modélisant bien les relations existantes entre l'urbain et le périurbain.

L'accessibilité, décrite comme étant " *la plus ou moins grande facilité avec laquelle un lieu peut être atteint à partir d'un ou de plusieurs autres lieux*" (Cybergéo), dépendra de plusieurs éléments dans le cas de l'utilisation des réseaux routiers (Di Salvo, 2006) :

- De la structure du réseau (sinuosité et configuration des voies) ;
- De la qualité des infrastructures, appréhendée par leurs caractéristiques techniques (nombre et largeur des voies, aménagement des côtés, existence d'un séparateur central de chaussées, etc.) ;
- Des réglementations en vigueur ;
- Des caractéristiques techniques du véhicule utilisé ;
- Et de la congestion qui perturbe le fonctionnement du système et fait ainsi varier la qualité du service selon les jours de l'année et les heures de la journée.

Ici, les caractéristiques techniques du véhicule et la sinuosité ne seront pas pris en compte pour l'établissement des temps de parcours. La sinuosité est en effet difficile à calculer et peut être considérée implicitement au travers du type de route et des caractéristiques techniques.

La mise en place d'un calcul d'accessibilité réseau nécessite de connaître le ou les points de départ, le ou les points d'arrivée et de disposer d'un réseau routier hiérarchisé.

2.3.1.2 L'établissement des points de départ et d'arrivée

Les temps de parcours calculés doivent représenter les relations centre-périphérie. Les points d'arrivée sont donc les centroïdes des centres urbains définis précédemment. Il est plus difficile de définir les points de départ. Trois solutions sont possibles : en utilisant les centroïdes des unités administratives de base, ceux des tâches urbaines ou en créant une grille et en utilisant les centroïdes des cellules.

La solution la plus simple et la plus rapide à mettre en oeuvre est l'utilisation des centroïdes de l'unité administrative la plus fine (les communes en France par exemple). Cette méthode ramène cependant, dans le cadre de la mise en place d'une méthodologie européenne, au problème de l'hétérogénéité des maillages administratifs (Cf partie 1.1.1). Plus le maillage administratif sera fin, plus les zones d'influences obtenues seront précises. Ainsi, à configuration identique mais à maillages différents, les zones d'influence ne seront pas identiques (Figure 7).

Une seconde solution serait d'utiliser le centroïde des tâches de bâti continu. Cela permet de ne plus être contraint par le maillage administratif et de ne s'intéresser qu'aux espaces peuplés. Il est nécessaire d'éliminer les tâches bâties les plus petites (fermes, hameaux, ..) afin d'alléger les temps de calculs. Cette méthode ne permet cependant pas de délimiter des zones d'influences continues (Figure 8).

Si l'on souhaite des zones d'influences continues, il est alors nécessaire de se raccrocher au maillage administratif ou de recourir aux méthodes d'interpolation. Cette méthode est la plus précise au niveau du calcul des temps d'accessibilité réseau. En effet, lors de la mise en place d'un calcul d'accessibilité à l'aide d'un SIG, les points de départ ne sont pas forcément sur le réseau routier. Une étape de rattachement au réseau est nécessaire, avec le réseau le plus proche (distance euclidienne). Ici, la distance sera minimale, la tâche urbaine étant construite à partir des bâtiments et donc à proximité immédiate du réseau routier. Cette distance peut au contraire être très importante dans le cas de l'utilisation du centroïde des communes (Figure 9).

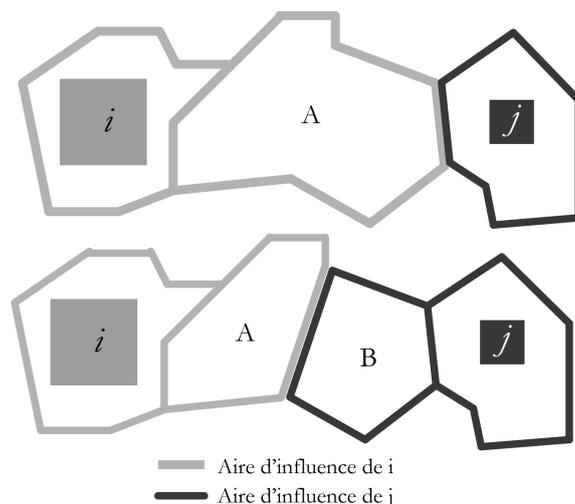


FIGURE 7 – Les centroïdes des municipalités comme points de départ

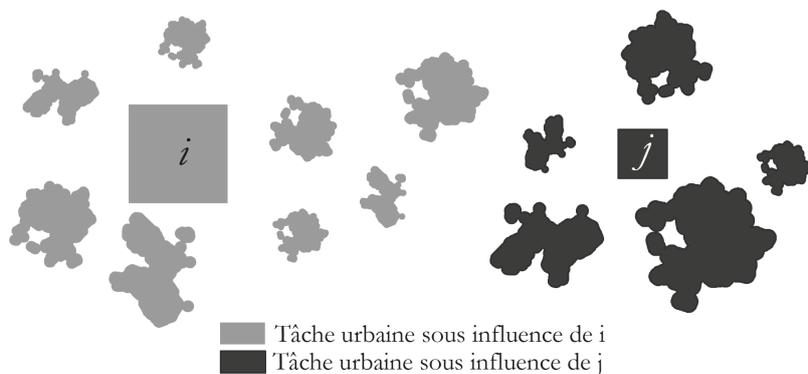


FIGURE 8 – Les centroïdes des tâches urbaines comme points de départ

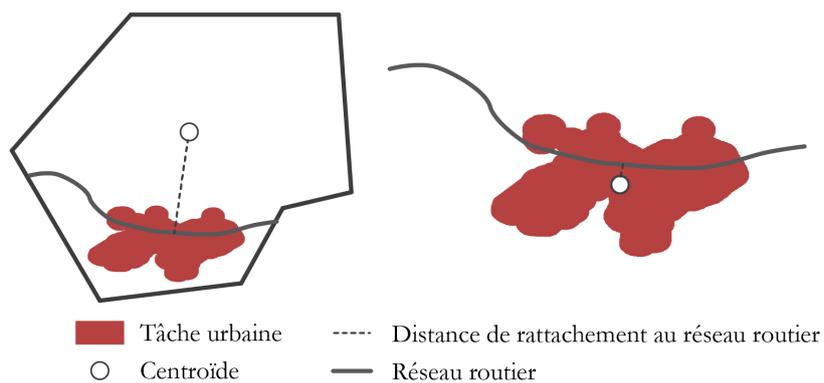


FIGURE 9 – La distance de rattachement

Enfin, la dernière solution consiste à créer une grille et à utiliser le centroïde des cellules comme points de départ pour effectuer le calcul d'accessibilité. Cette méthode offre une échelle systématique de calcul mais est difficile à mettre en oeuvre. Le choix de la taille des cellules est en effet une problématique récurrente depuis près d'un siècle en géographie. La méthode ne s'intéresse pas uniquement aux espaces bâti, des cellules sont générées

automatiquement pour tous les espaces. Plus la résolution est fine, plus les temps de calculs sont longs, il est donc nécessaire de trouver un compromis entre la précision et les temps de calculs. Enfin, la distance de rattachement des centroïdes des cellules peut être très importante pour un grand nombre de cellules (notamment les cellules forestières ou agricoles).

Au vu des avantages et contraintes des différentes solutions, les centroïdes des tâches urbaines ont ici été sélectionnés comme points de départ pour les calculs d'accessibilité. Cette solution est en effet un bon compromis entre précision et facilité de mise en oeuvre.

2.3.1.3 La construction d'un réseau routier hiérarchisé

La méthodologie mise en place intègre la création d'un réseau routier hiérarchisé pour le calcul des temps de parcours. La base de données utilisée¹ contient un grand nombre de types de tronçons, dont certains ne sont pas praticables en automobile (Tableau 4). Seuls les tronçons utilisables en automobile ont ici été conservés.

Valeur	Description	Valeur	Description
Motorway	Autoroute	Pedestrian	Rue piétonne
Trunk	Voie rapide ou voie express	Track	Chemin carrossable sans revêtement
Primary	Route de liaison nationale ou régionale	Bus guideway	Voie réservée au bus guidés
Secondary	Route de liaison départementale	Raceway	Piste de circuit automobile
Tertiary	Route de liaison communale	Footway	Voie réservée aux piétons
Unclassified	Voie de desserte locale	Bridleway	Chemin pour cavaliers
Residential	Route de desserte résidentielle	Steps	Escaliers
Service	Route d'accès à un bâtiment unique	Path	Chemin non carrossable
Motorway link	Bretelle d'accès ou de sortie d'une autoroute	Cycleway	Piste cyclable
Trunk link	Voie d'accès à une voie rapide ou voie express	Lane	Bande cyclable
Primary link	Voie d'accès à une route "primary"		
Secondary link	Voie d'accès à une route "secondary"		
Tertiary link	Voie d'accès à une route "tertiary"		
Living street	Zone piétonne, zone de rencontre		
Road	Classification inconnue		

Tronçons non utilisables en automobile

Tronçons utilisables en automobile

TABLEAU 4 – Les tronçons d'Openstreetmap

Il faut ensuite définir pour les tronçons restant une vitesse maximale. La base de donnée Openstreetmap dispose d'un champ "VitesseMax", mais qui pour la majorité des tronçons n'est pas renseigné. Cette vitesse est utilisée pour les tronçons renseignés, pour les autres, la vitesse maximale correspond à la vitesse maximale réglementaire française. En effet, les vitesses réglementaires françaises sont quasiment identiques aux vitesses réglementaires des autres pays européens (Tableau 5).

Ainsi une reclassification des routes d'Openstreetmap par type et par localisation (en agglomération ou hors agglomération) est effectuée et une vitesse maximale est attribuée à chaque classe. Les 6 niveaux routiers sont les suivants : les autoroutes hors agglomération, les voies express hors agglomération, les autres routes hors agglomération, les routes en agglomération hors zone résidentielle et les routes en agglomération en zone résidentielle (Tableau 6).

1. Base de données européenne Openstreetmap

2.3. CHOIX DES PARAMÈTRES DU MODÈLE

	<i>En agglomération</i>		<i>Hors agglomération</i>	
	Hors zone résidentielle	Zone résidentielle	Routes	Voie express / Autoroutes
Allemagne	40	6	100	120 (ou aucune)
Autriche	50	-	100	130
Belgique	50	20	90	90/120
Danemark	50	-	80	130
Espagne	50	-	90	120
France	50	20	90	110/130
Luxembourg	50	-	90	110/130
Pays-Bas	50	15	80	130
Pologne	50	20	90	120/140
Royaume-Uni	48	-	96	112

TABLEAU 5 – Les vitesses règlementaires dans quelques pays européens (Source : wikipedia)

	Classe	Vitesse maximale
c1	Autoroute hors agglomération <i>Motorway</i>	130
c2	Voie express hors agglomération <i>Trunk</i>	110
c3	Autres routes hors agglomération <i>Primary, secondary, tertiary, unclassified, service, road</i>	90
c4	Voie d'insertion hors agglomération <i>Motorway link, Trunk link, Primary link, Secondary link, Tertiary link</i>	70
c5	Routes en agglomération hors zone résidentielle <i>Primary, secondary, tertiary, unclassified, service, road, trunk, motorway</i>	50
c6	Routes en agglomération en zone résidentielle <i>Residential, Living street</i>	20

TABLEAU 6 – Reclassification et attribution des vitesses maximales

Afin de prendre en compte les conditions de circulation, la classification par niveaux de service LOS (Level Of Service), développée dans le *Highway Capacity Manual* à partir de critères de taux d'occupation ou de débit sera utilisée. Sept niveaux de service existent (Appert & Chapelon, 2003) :

- LOS A : les conditions de circulation sont idéales, les usagers tendent à rouler à la vitesse optimale sans gêne réciproque ;
- LOS B : la circulation est fluide. Les dépassements peuvent toutefois être délicats, la vitesse observée est proche de celle autorisée ;
- LOS C : la circulation est plus chargée, les manoeuvres deviennent difficiles. La vitesse commence à s'abaisser ;
- LOS D : la circulation devient plus dense, les changements de voies sont très difficiles et occasionnent une importante baisse de vitesse ;
- LOS E : La circulation est fortement ralentie, l'écoulement devient capacitif. Les conditions de circulation sont très instables, un incident même mineur conduit au LOS F ;
- LOS F et G : La capacité de la voie est insuffisante, des phénomènes de retenue se forment. La circulation est alors ralentie voire stationnaire. L'écoulement n'est plus continu.

À chaque LOS et pour chaque classe de route correspond un coefficient de réduction de vitesse, défini comme le rapport de la vitesse réelle de circulation recherchée sur la vitesse libre. Ainsi pour chaque tronçon, la vitesse réelle est obtenue en multipliant ce coefficient par la vitesse maximale affectée précédemment (Tableau 7).

LOS	Circulation	C1 C2	C3 C4	C5 C6
LOS A	Très fluide	0.86	0.92	0.9
LOS B	Fluide	0.81	0.83	0.7
LOS C	Chargée	0.77	0.75	0.5
LOS D	Dense	0.66	0.67	0.4
LOS E	Très dense	0.43	0.54	0.3
LOS F	Saturé	0.33	0.33	0.24
LOS G	Sursaturé	0.21	0.21	0.15

TABLEAU 7 – De la vitesse maximale à la vitesse réelle : attribution d'un coefficient de réduction (D'après Appert & Chapelon, 2003)

Précédemment, il a été montré que l'accessibilité routière permet d'avoir une approche fonctionnelle de la ville, en modélisant les relations existantes entre le centre et la périphérie, majoritairement liées aux mobilités domicile-travail. Le LOS choisis doit donc refléter les conditions de circulations routières telles qu'elle sont vécues par les navetteurs quotidiennement. Les LOS A, F et G ont été éliminés, représentant des situations "extrêmes". Afin de départager les autres LOS (B, C, D et E), l'accessibilité routière calculée avec chaque LOS doit être comparée à une accessibilité routière "réelle". Les temps de parcours produits par Google Map ont ici été utilisés comme temps de parcours "réels". A partir d'un échantillon de 40 points répartis de manière homogènes sur un territoire d'étude test (Strasbourg), les temps de parcours à 8h du matin entre ces points et la ville centre ont été relevés manuellement (Tableau 8).

n°	Temps (en minutes)				
	Google maps	LOS B	LOS C	LOS D	LOS E
1	14	8	10	12	17
2	17	16	21	25	33
3	33	25	30	36	51
4	35	26	31	37	51
5	35	27	32	38	54
6	35	25	29	35	47
7	41	37	46	55	72
8	42	40	49	58	74
9	45	37	42	50	70
10	47	37	44	51	67

TABLEAU 8 – Exemples de temps de parcours "réels" et temps de parcours calculés pour 10 points de la zone d'étude

La comparaison des temps "réels" et des temps calculés est ensuite effectuée via des régressions linéaires. La régression linéaire est une méthode statistique qui permet de chercher une éventuelle relation fonctionnelle linéaire qui existerait entre deux variables quantitatives. Cette relation est modélisée par une équation et l'analyse de corrélation permet d'évaluer la qualité (Tableau 9).

Ici, le LOS B est apparu le plus pertinent. Cette comparaison temps de parcours réels et temps de parcours calculés a ensuite été effectuée sur deux autres villes (Besançon

	R ²
LOS B	0.951
LOS C	0.942
LOS D	0.941
LOS E	0.946

TABLEAU 9 – Le choix du LOS par comparaison des coefficients de détermination

et Rome), le LOS B y est également apparu le plus adapté.

2.3.1.4 Le choix du paramètre α

Le nombre d'interaction décroît toujours plus vite que linéairement avec la distance, cependant aucun accord n'est établi quant à la forme mathématique qui en donne le meilleur ajustement (Pumain & St Julien, 2010). Il peut s'agir de fonctions puissances négatives, de fonctions exponentielles, d'une combinaison des deux, de fonctions logarithmiques ou encore d'autres formes. Le choix d'une de ces fonctions mathématiques dépend autant "*de références théoriques que de considérations pratiques, qui rendent certaines formes plus ou moins adaptée au problème traité*" (Pumain & St Julien, 2010). Eurolio (2011), propose la pondération suivante de la distance réseau (pour le calcul d'indicateurs) (Figure 10). Trois seuils sont ainsi marqués : 20, 40 et 60 minutes.

Si la commune est située à une distance temps de ...	Pondération
< 20 minutes	1
]20 ; 25]	0.95
]25 ; 30]	0.90
]30 ; 35]	0.85
]35 ; 40]	0.80
]40 ; 45]	0.75 ²
]45 ; 50]	0.70 ²
]50 ; 55]	0.65 ²
]55 ; 60]	0.60 ²
> 60 minutes	0

TABLEAU 10 – Les différentes pondérations de la distance utilisées pour le calcul d'indicateurs (D'après Eurolio, 2011)

La pondération diminue ainsi fortement après 40 minutes. Pour déterminer ce seuil, les temps de trajets domicile-travail ont été pris en compte : ils sont de 36 minutes (heures creuses) et de 43 minutes (heures pleines) en France (Insee, 2007). En Europe, le temps moyen des déplacements domicile-travail est de 38 minutes (Tandberg, 2006).

Ici, une fonction exponentielle sera utilisée, permettant de mettre en avant ces différents seuils de distance :

$$Y = \text{Exp}(\text{Dist} \times b)$$

2.3. CHOIX DES PARAMÈTRES DU MODÈLE

Où :

b = coefficient de pente

Le coefficient b, représentant l'inclinaison de la pente, a été choisit après plusieurs tests (Figure 10).

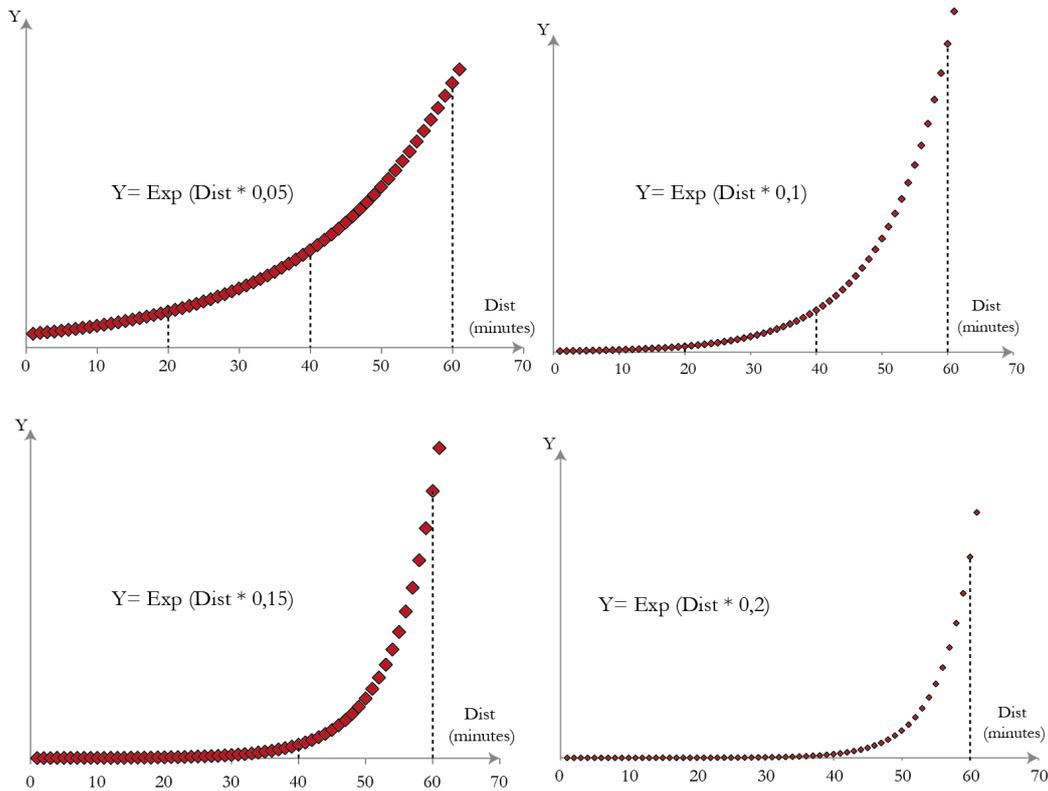


FIGURE 10 – Choix du coefficient b

Le coefficient $b = 0.1$ a été ainsi sélectionné. La fonction reste quasiment stable entre 0 et 20 minutes, elle augmente entre 20 et 40 minutes puis très fortement au delà.

Le paramètre a, c'est à dire la difficulté de franchissement de la distance, est ainsi défini de la manière suivante dans le modèle de Huff :

$$P_{ij} = \frac{kW_i \times \text{Exp}(-D_{ij} \times 0.1)}{\sum_{i=1}^n (kW_i \times \text{Exp}(-D_{ij} \times 0.1))}$$

Où :

P_{ij} = la probabilité selon laquelle une commune j risque de dépendre du centre i.

W_i = mesure de l'attractivité de chaque centre i.

D_{ij} = distance entre le centre i et le point j

k = Constante de proportionnalité

2.3.2 L'attractivité des centres urbains

Si le modèle de Huff intègre la distance, il prend également en compte l'attractivité respective des différents centres urbains.

2.3.2.1 La population, reflet de l'attractivité des villes

Plusieurs critères peuvent permettre de refléter l'attractivité d'une ville. La taille d'une ville tout d'abord est un critère très souvent utilisé, le nombre d'habitants traduisant en général un ensemble de propriétés que la ville peut réunir et de services qu'elle peut offrir (Eurolio, 2011). Ainsi pour D. Pumain, *"il existe clairement une hiérarchie urbaine dont les caractéristiques premières tiennent aux différences de taille de population"* (Pumain & Saint-Julien, 1976). Le statut administratif ou politique peut être également pris en compte, le statut de préfecture ou de capitale régionale pouvant conférer à une ville une attractivité plus grande. La diversité et le nombre de commerces et services, ou encore le nombre d'emplois pourraient aussi être retenu comme éléments reflétant l'attractivité. Cependant, la taille de la ville reste le critère le plus simple à mettre en oeuvre dans un contexte européen.

2.3.2.2 Le choix du paramètre k

Afin de définir ce paramètre, il est nécessaire de mettre en avant la relation qui existe entre la taille et l'attractivité des villes. Très peu d'études portent sur le choix de ce paramètre, et il ressort qu'il est difficile d'établir la forme de la fonction qui relie attractivité et population d'une ville. Ici deux solutions seront testées. Le coefficient k sera tout d'abord fixé à 1 sur le modèle de la méthode développée par Eurolio (2011). Le nombre d'habitant sera donc directement utilisé pour représenter l'attractivité de la ville. Dans un second temps, les différents pôles de la zone d'étude seront classés en cinq catégories :

- Petites villes : entre 10 000 à 50 000 habitants en Europe ;
- Villes moyennes : entre 50 000 et 100 000 habitants ;
- Grandes villes : entre 100 000 et 200 000 habitants ;
- Très grandes villes : entre 200 000 et 500 000 habitants ;
- Les villes de plus de 500 000 habitants.

Ces seuils de villes ont été définis au regard de l'étude sur les villes intermédiaires (Smesto, 2008) et en fonction de la figure 11, qui montre la relation existant entre la population et la présence de services.

À chaque catégorie, une valeur d'attractivité est affectée en utilisant le seuil minimal d'habitants de la classe. Ainsi, une ville moyenne sera 5 fois plus attractive qu'une petite ville, tandis qu'une très grande ville sera 20 fois plus attractive. Cette méthode pose l'hypothèse que l'attractivité d'une ville de 10 000 habitants est la même que celle d'une ville de 20 000 ou encore 30 000 habitants.

2.4 Aspects techniques

Cette partie est consacrée aux aspects techniques nécessaires à la mise en place d'une méthodologie facilement reproductible et basée sur des solutions libres (outils et données). La ville de Strasbourg sera ici utilisée comme ville test.

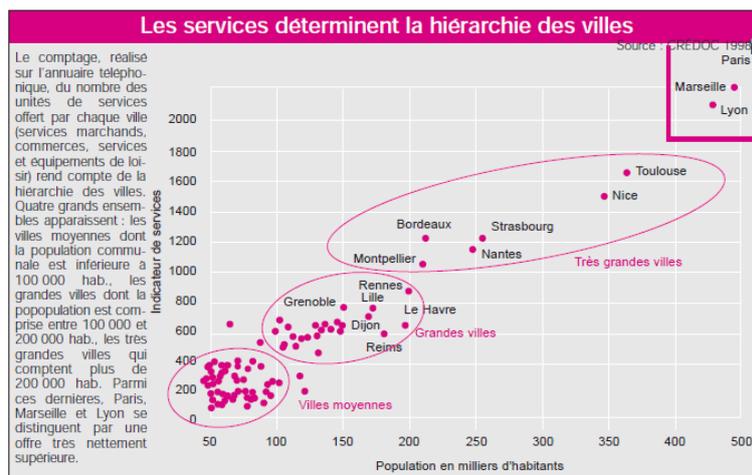


FIGURE 11 – Le choix des seuils de population

2.4.1 Outils et données

2.4.1.1 Postgis

PostGis est une extension libre du SGBD (système de gestion de base de données) PostgreSQL qui active la manipulation d'informations géographiques sous forme de géométries. Une base de données spatiale permet le stockage et la manipulation des objets spatiaux dans une base de données. PostGis fournit un ensemble complet de fonctions pour analyser les composants géométriques, déterminer les relations spatiales et manipuler les objets géographiques. Cinq catégories de fonctions spatiales existent :

- Les fonctions de conversions
- Les fonctions de gestion
- Les fonctions de récupération
- Les fonctions de comparaison
- Et les fonctions de construction.

Postgis permet d'exécuter des requêtes complexes spécifiques et est très performant sur des grands jeux de données. PostGis utilise le langage SQL (Structured Query Language) qui est un langage spécifiquement destiné à la manipulation des bases de données au sein d'un SGBD. Ici, le choix a été fait de recourir à une base de données spatiale au vu des importants jeux de données utilisés et de la facile mise en oeuvre des calculs d'accessibilité.

2.4.1.2 Les données en entrée

Openstreetmap est une base de données géographiques libre du monde. Il est possible de télécharger les données par continent, par pays ou par régions au format osm.pbf ou shapefile sur le site <http://download.geofabrik.de/index.html>. Dans cette étude, le réseau routier de openstreetmap a été utilisé pour effectuer les calculs d'accessibilité.

Corine Land cover (CLC) est une base de données européenne d'occupation du sol, pilotée par l'agence de l'environnement. Cette base découpe le territoire européen en polygones de 25 hectares, ayant chacun un code de la nomenclature (231 pour les prairies par exemple). La base est à une échelle de 1/100 000^e et n'est donc pas adaptée à une utilisation à un niveau géographique trop fin. Les données au niveau européen sont téléchargeables sur le

site de l'agence européenne de l'environnement. Les tâches urbaines ont ici été construites à partir de cette base.

Les différentes frontières administratives et découpages territoriaux sont disponibles pour tous les pays dans la base de données du Global Administrative Areas (GADM)².

Enfin, les données de population sont disponibles sur les différents offices statistiques nationaux. Les données de l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee) ont été utilisée pour la France³, de l'Office fédéral de la statistique (OFS) pour la Suisse⁴, de l'office de la statistique "*Statistisches Bundesamt*" (Destatis) pour l'Allemagne⁵ et de l'"*Istituto Nazionale di Statistica*" (ISTAT) pour l'Italie⁶. Les données de population ont été nécessaires afin de pouvoir calculer la population des différentes tâches urbaines.

2.4.2 Préparation des données

Chaque étape nécessaire à la mise en place de la méthode sera explicitée par une chaîne de traitement reprenant les actions techniques principales puis par le script SQL correspondant. La totalité du script SQL est également disponible en annexe.

2.4.2.1 Etablissement du périmètre initial

Dans un premier temps, l'ensemble des données (réseau OSM, Occupation du sol CLC et municipalités) sont sélectionnées uniquement à l'intérieur du périmètre d'étude initial (cercle de 100 km autour de la commune de Strasbourg) (Figure 12). La structure des tables est ici présentée, certains champs pouvant être appelés par la suite.

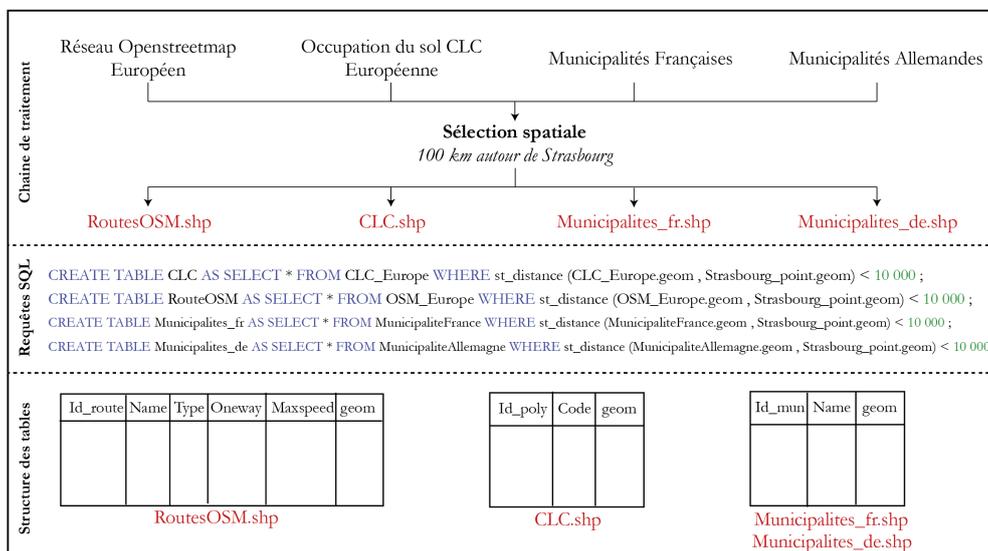


FIGURE 12 – Sélection spatiale initiale

2. <http://www.gadm.org/country>
3. <http://www.insee.fr/fr/bases-de-donnees/>
4. <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index.html>
5. <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online>
6. <http://www.istat.it/>

2.4.2.2 Construction des tâches urbaines

Dans un second temps, il est nécessaire de construire les tâches urbaines, dont les centroïdes seront les points de départ et d'arrivée pour le calcul d'accessibilité. Pour cela, la méthode de dilatation-érosion est utilisée, avec tout d'abord l'application d'une zone tampon de 100 mètres puis d'une zone tampon de - 90 mètres (Figure 13).

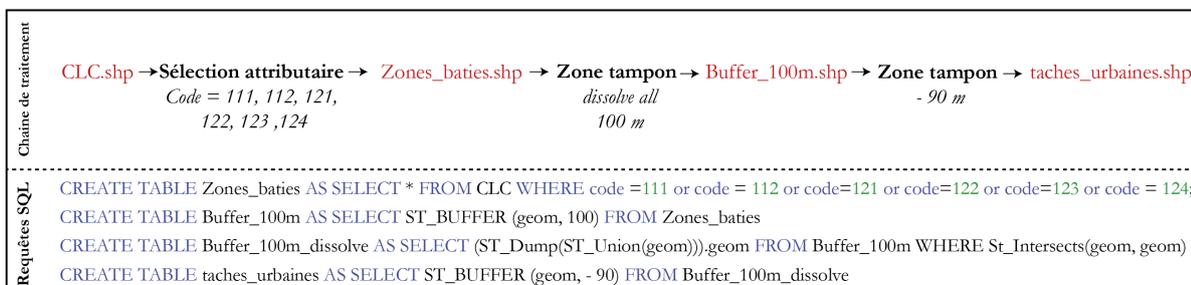


FIGURE 13 – Construction des tâches urbaines

Les tâches urbaines construites, leur population communale est ventilée dans les différentes tâches de la commune en fonction de leur surface (Figure 14). Le périmètre d'étude autour de Strasbourg compte ainsi 2159 tâches urbaines (Figure 15).

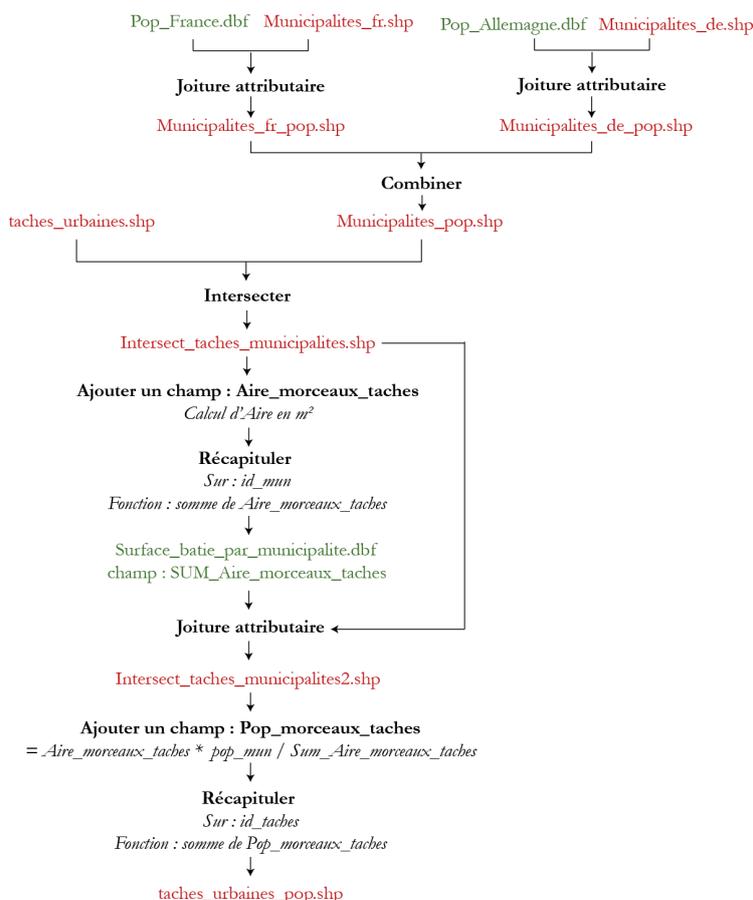


FIGURE 14 – Attribution de la population aux tâches urbaines

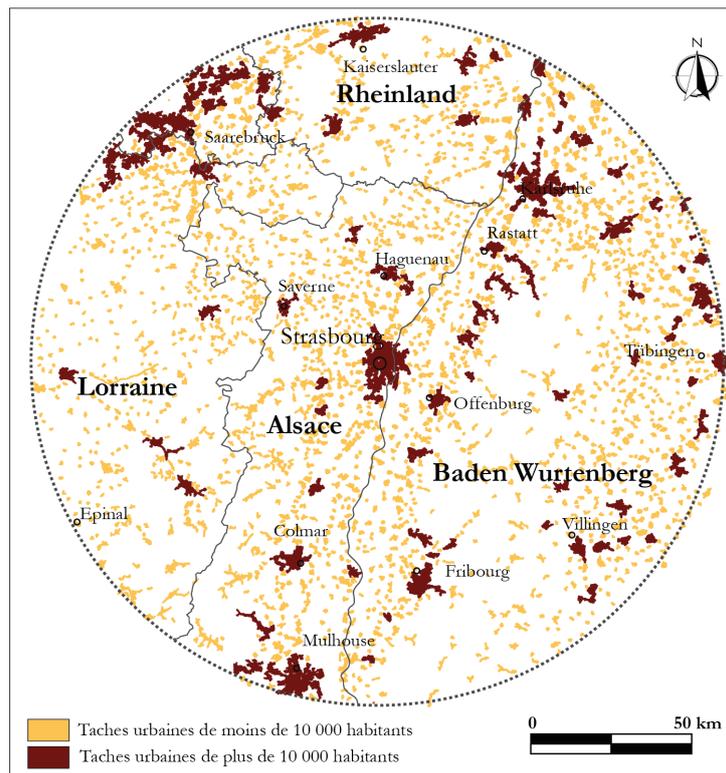


FIGURE 15 – Les tâches urbaines autour de Strasbourg

Les centroïdes des tâches seront utilisés comme points de départ pour les calculs d’accessibilités. Les centroïdes des tâches de plus de 10 000 habitants correspondent aux centres urbains principaux, c’est à dire aux points d’arrivés (Figure 16).

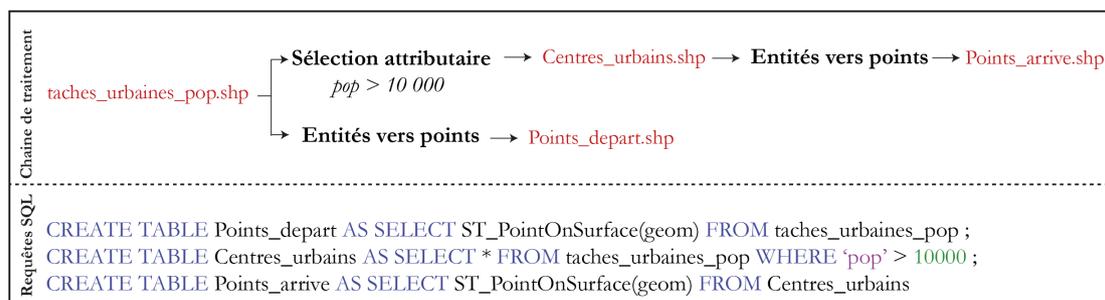


FIGURE 16 – Création des points de départ et des points d’arrivé pour le calcul d’accessibilité

2.4.2.3 Construction d’un réseau routier hiérarchisé

À partir du réseau de Openstreetmap découpé au niveau du périmètre initial, les tronçons praticables en voiture vont être sélectionnés (le choix a été fait de calculer une accessibilité routière, cf partie 2.3.1) (Figure 17). Le périmètre d’étude compte ainsi 344 379 tronçons routiers.

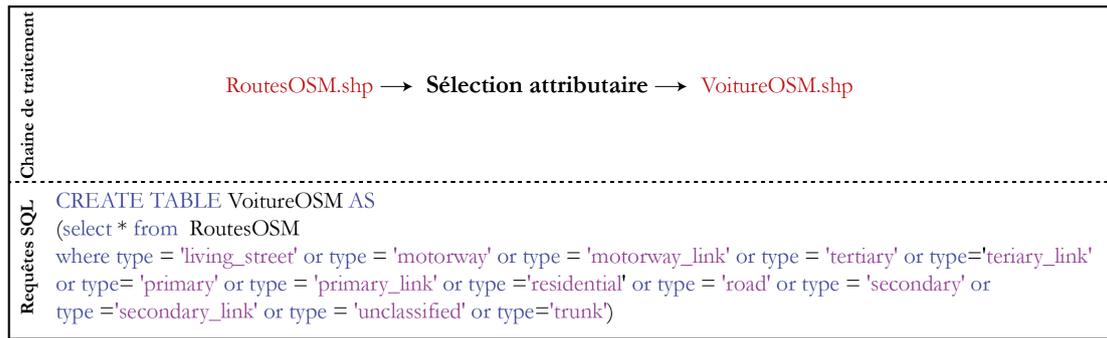


FIGURE 17 – La sélection des tronçons praticables en voiture

Un problème de topologie se pose alors : certains tronçons ne sont pas connectés aux autres. Lors de la projection des points de départ et d'arrivé sur le réseau par la suite, certains points seront "*isolés*" et les temps de parcours ne pourront être calculés (Figure 18).

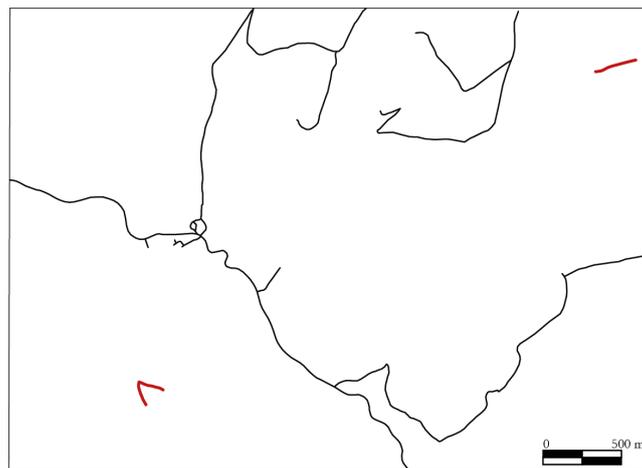


FIGURE 18 – Problème topologique : la connectivité des tronçons

Il est donc nécessaire d'éliminer les tronçons non connectés au reste du réseau. Pour cela, une zone tampon de 1cm (tolérance de rattachement entre les différents tronçons lors du calcul d'accessibilité) va être appliquée sur l'ensemble du réseau. Les tronçons routiers présents dans la plus grande des zones tampons vont être conservés, les autres tronçons sont éliminés (Figure 19). Le réseau routier final compte alors 343 238 tronçons. Les tronçons principaux sont représentés dans la figure 20.

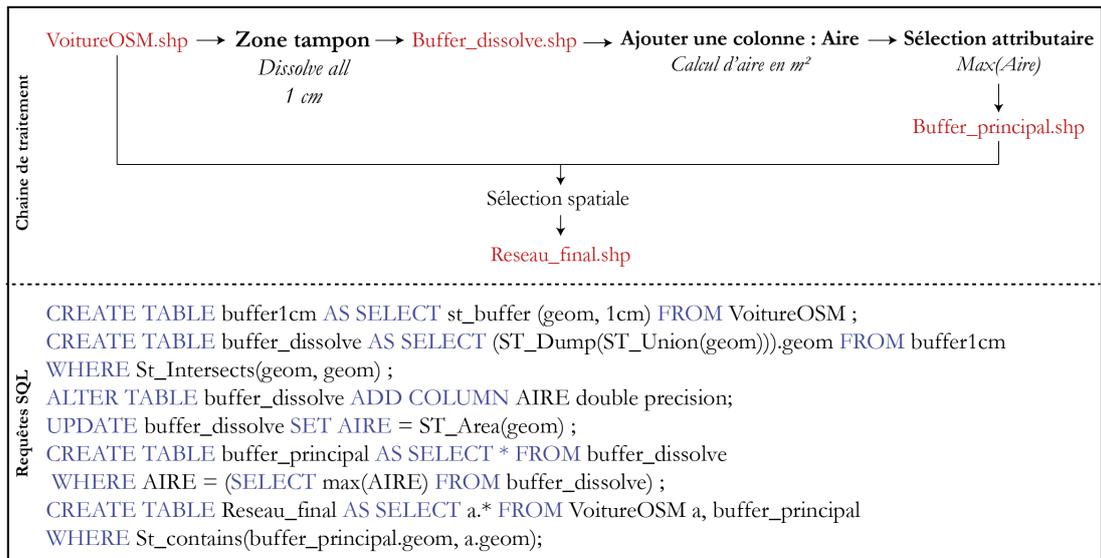


FIGURE 19 – Élimination des tronçons non connectés au reste du réseau routier

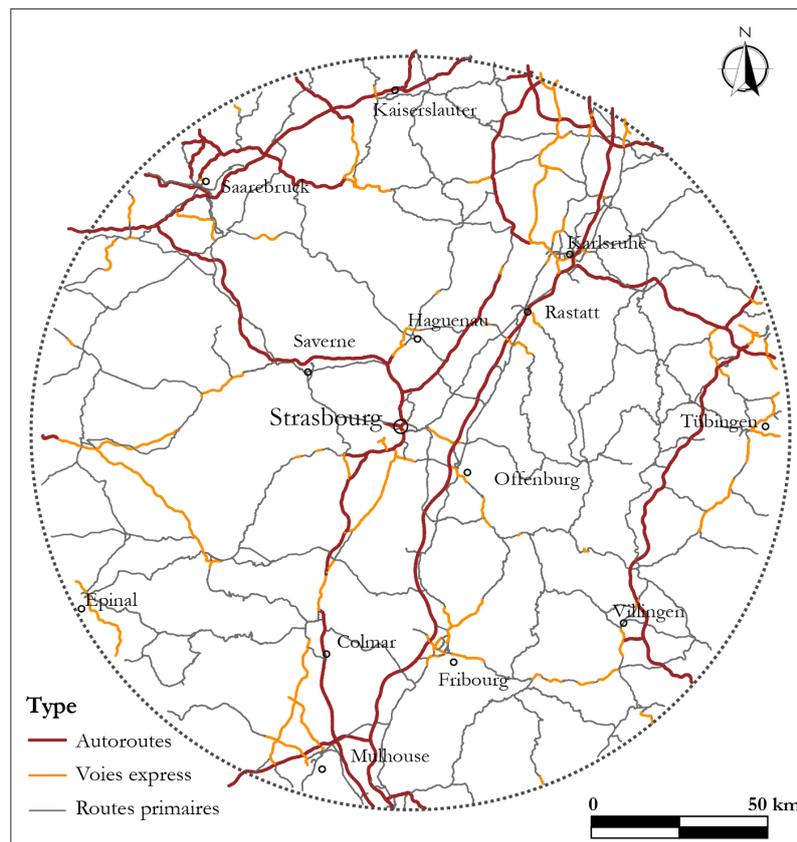


FIGURE 20 – Les tronçons routiers principaux dans le périmètre de Strasbourg

Afin de pouvoir appliquer des vitesses aux tronçons routiers, il est nécessaires de savoir si ces tronçons sont situés en agglomération ou non (Figure 21). A l'aide d'une sélection spatiale, les tronçons situés dans les tâches urbaines sont codés 1 tandis que les autres sont

codés 0.

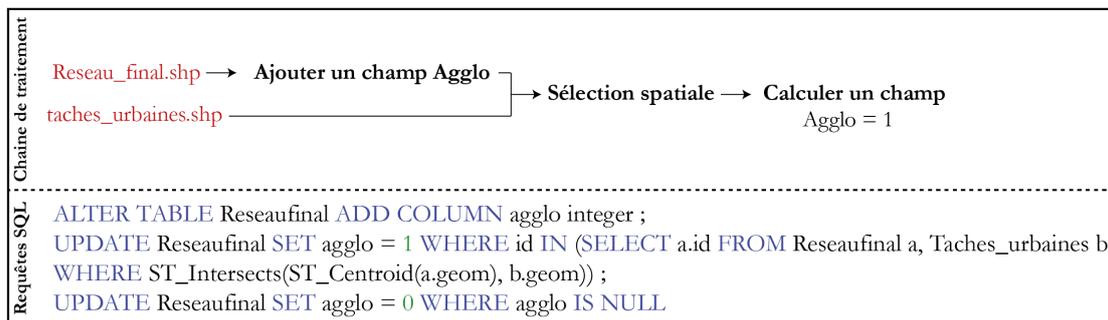


FIGURE 21 – Identification des tronçons en agglomération

Il est maintenant possible d’affecter la vitesse règlementaire de chaque tronçon en fonction de la vitesse maximale déjà renseignée dans la base de donnée openstreetmap (champ maxspeed) , de son type et de sa présence en agglomération ou non (Figure 22). Afin d’obtenir des temps de parcours plus réalistes, il est nécessaire d’affecter un coefficient de réduction aux vitesses règlementaires précédemment affectée. Une sélection attributaire permet d’attribuer trois coefficients différents en fonction du type de tronçon et de sa localisation (en agglomération ou non) (Figure 23).

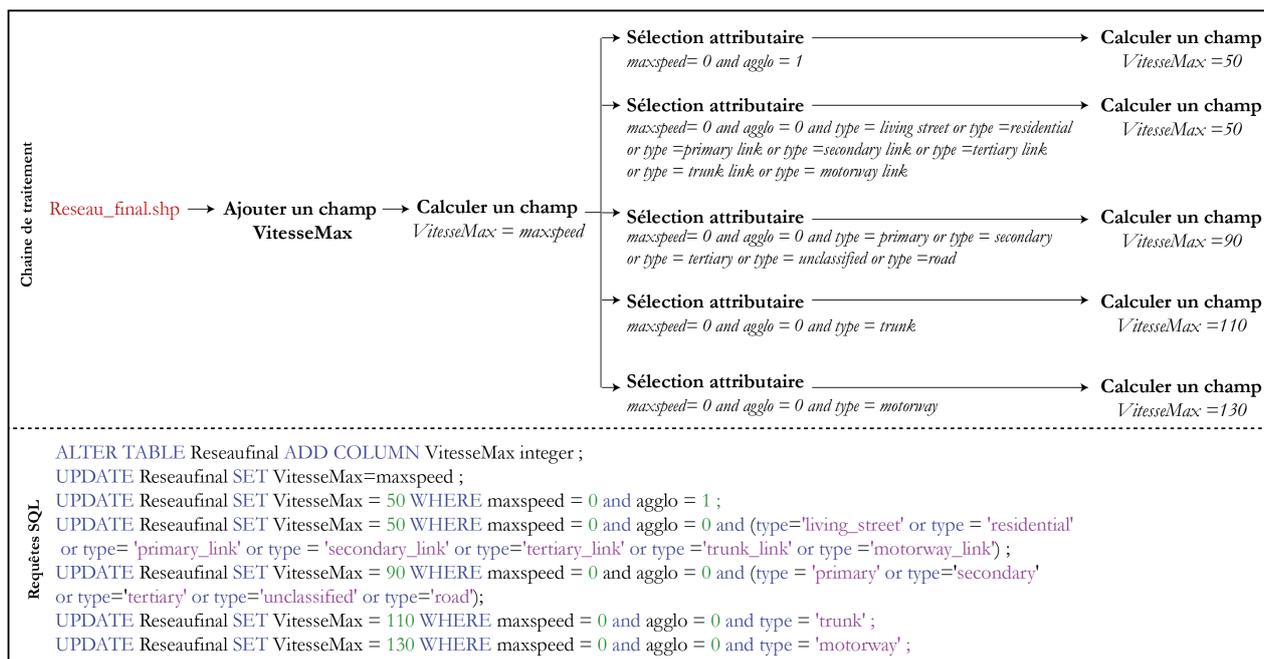


FIGURE 22 – Attribution des vitesses maximales

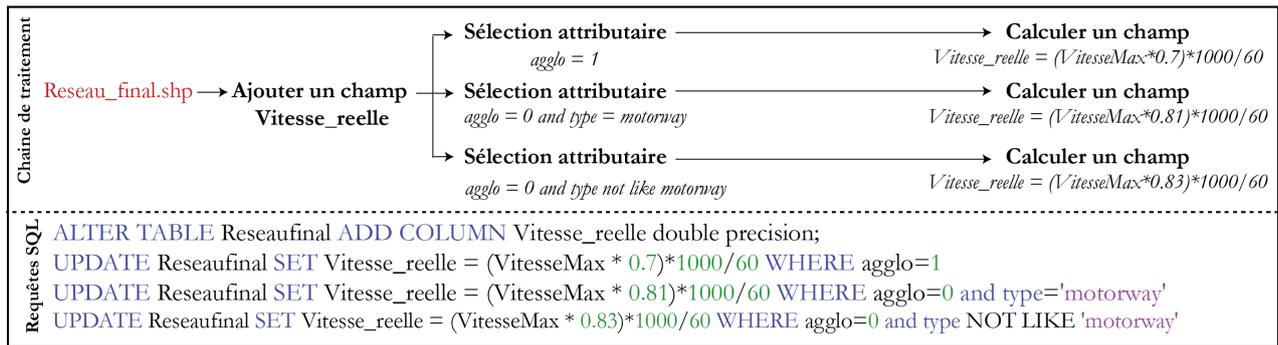


FIGURE 23 – Calcul des vitesses réelles

La vitesse réelle étant calculée, il est possible de calculer le temps de parcours pour chaque tronçon en fonction de sa longueur (Figure 24).

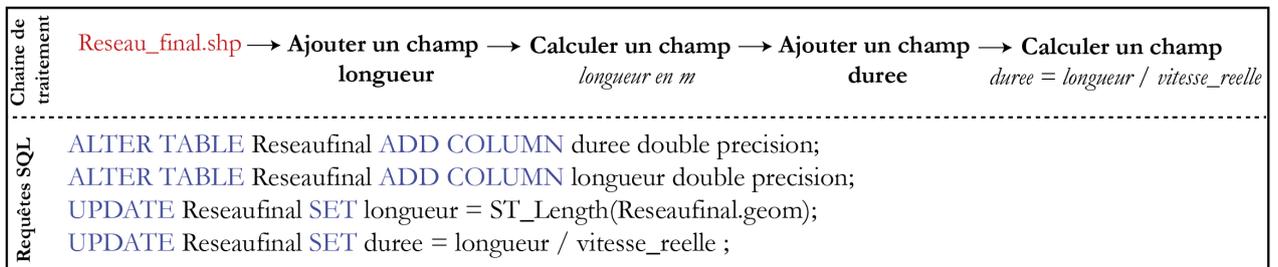


FIGURE 24 – Calcul des temps de parcours par tronçon

Le réseau est prêt à être utilisé dans un calcul d'accessibilité, cependant les points de départ et d'arrivé doivent encore être projetés sur ce réseau (Figure 25).

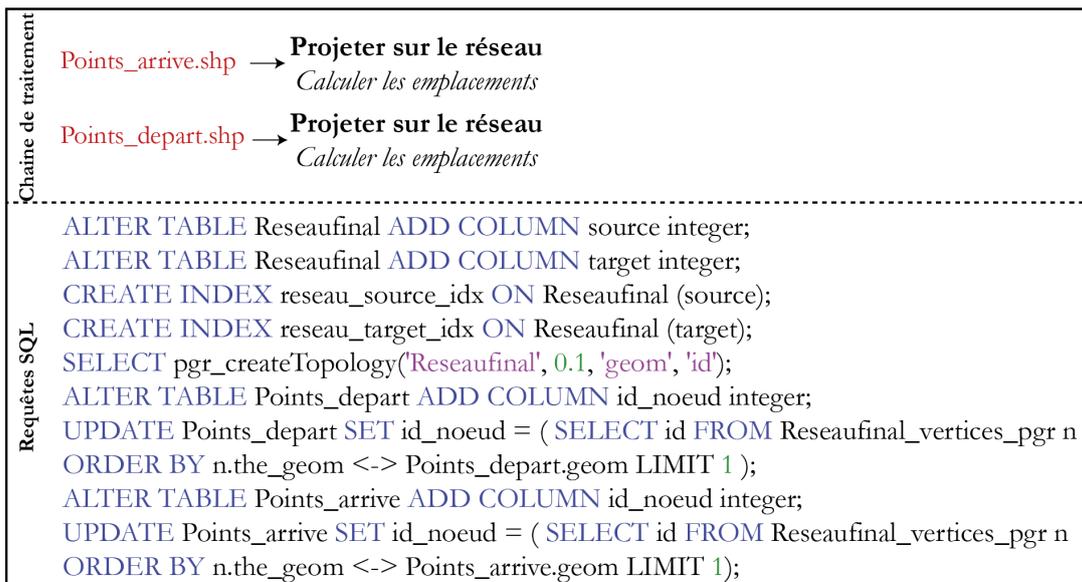


FIGURE 25 – Projection des points de départ et d'arrivé sur le réseau routier

2.4.3 Application du modèle de Huff

2.4.3.1 Calcul des temps de parcours

Le réseau routier est prêt pour le calcul d'accessibilité, les points de départ et d'arrivée projetés sur ce réseau, il est donc possible de calculer les temps de parcours. Pour cela, il est possible d'utiliser l'extension de Postgis "*pgRouting*", qui permet de faire des analyses de réseaux. PgRouting propose notamment de calculer les plus courts chemins en utilisant l'algorithme de Dijkstra. Cette fonction autorise à avoir des nœuds de destination multiple et va ainsi calculer les routes pour toutes les destinations depuis le nœud source (Figure 26).

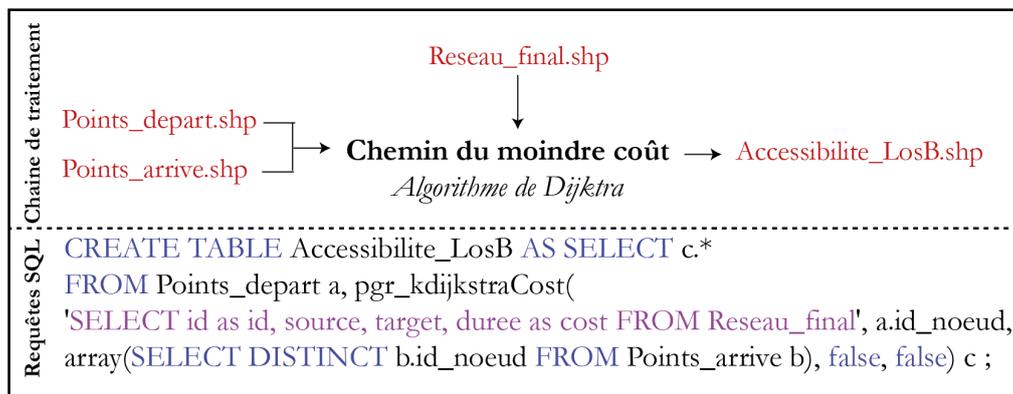


FIGURE 26 – Calcul des temps de parcours

La fonction "*pgr_kdijkstraCost*" fournit un fichier qui contient uniquement trois colonnes : `id_depart` (identifiants des points de départ), `id_arrive` (identifiants des points d'arrivée) et `cost` (temps de parcours en minutes). Il est donc nécessaire de joindre la population des centres urbains, renseignée dans le fichier des points de départ (la population est nécessaire pour le calcul du potentiel) (Figure 27).

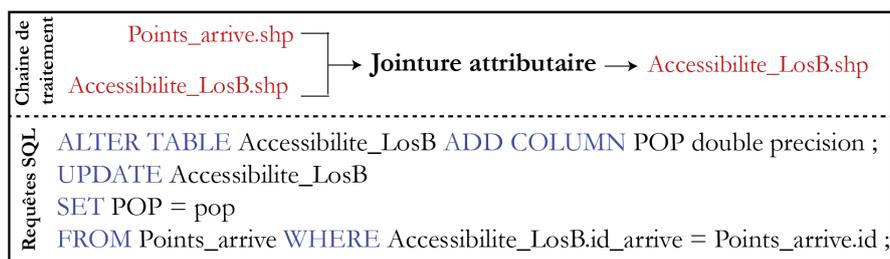


FIGURE 27 – Rattachement de la population

2.4.3.2 Calcul du potentiel

Les temps de parcours ayant été calculé, il est maintenant possible de calculer le potentiel d'attraction des centres urbains sur les autres taches en utilisant le modèle de Huff. Dans un premier temps, l'exponentielle de la distance est calculé avec un coefficient de pente de 0.1. La distance correspond ici au champ "*cost*", distance réseau en minutes.

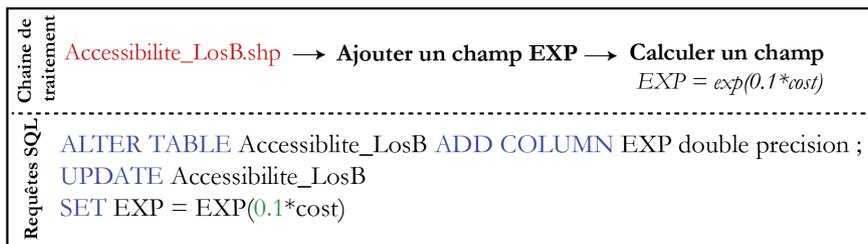


FIGURE 28 – Calcul de l'exponentielle de la distance

L'exponentielle de la distance ayant été calculé, il est maintenant possible de calculer la partie supérieure de la formule permettant de calculer le potentiel : $kW_i \times \exp(-D_{ij} \times 0.1)$. Précédemment, le choix a été fait de tester deux solutions pour la paramètre k (voir partie 2.3.2). La première solution consiste à utiliser directement le nombre d'habitant pour représenter la masse de la ville avec un coefficient $k = 1$ (Figure 29).

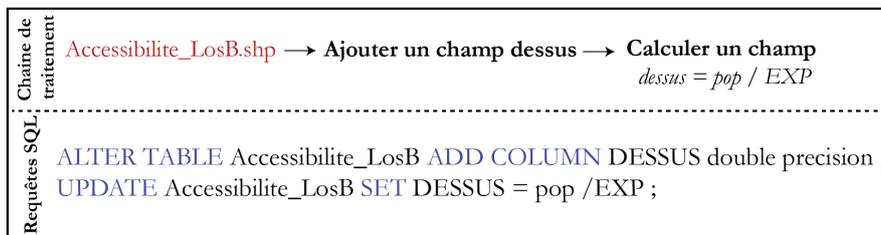


FIGURE 29 – Calcul du dessus de l'équation - solution 1

La seconde solution consiste à classer les différents pôles en 5 groupes et à affecter une valeur d'attractivité à chaque catégorie (Figure 30).

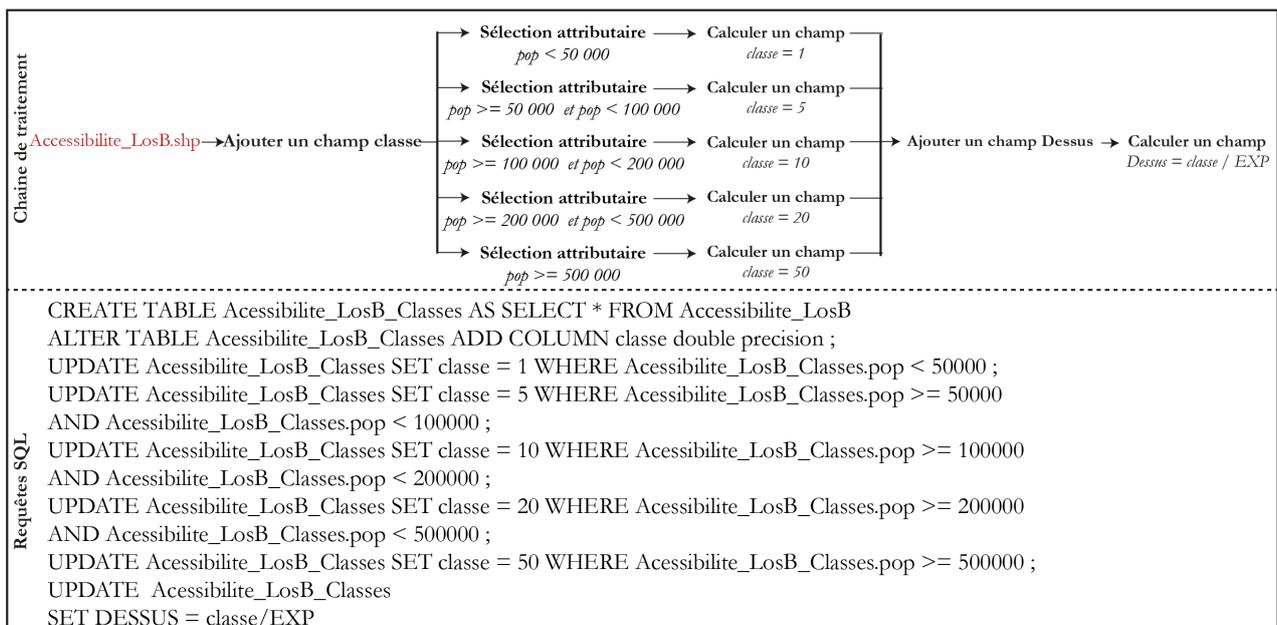


FIGURE 30 – Calcul du dessus de l'équation - solution 2

2.4. ASPECTS TECHNIQUES

Une fois la parti supérieure calculée, il est possible de calculer la partie inférieure puis le potentiel final (Figures 31 et 32).

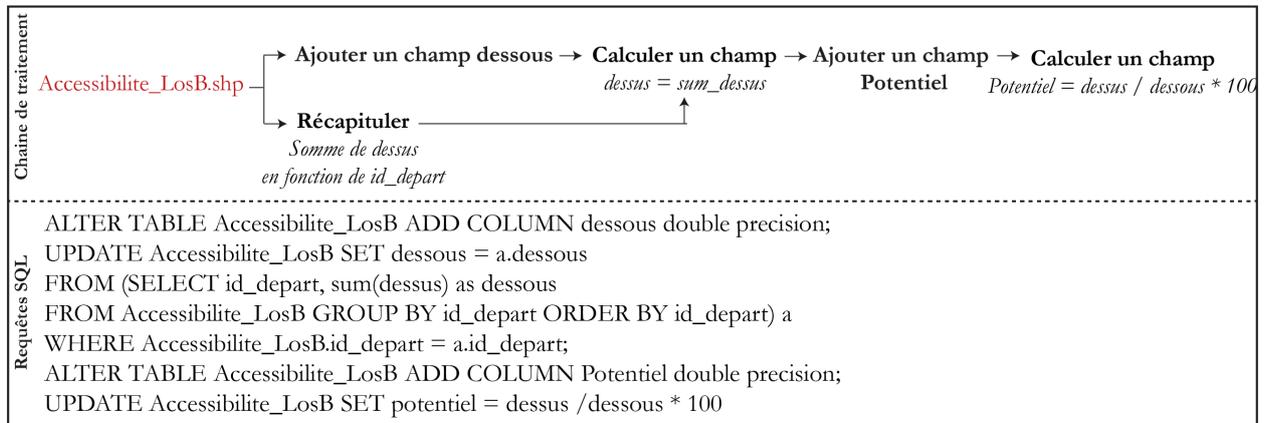


FIGURE 31 – Calcul du potentiel - solution 1

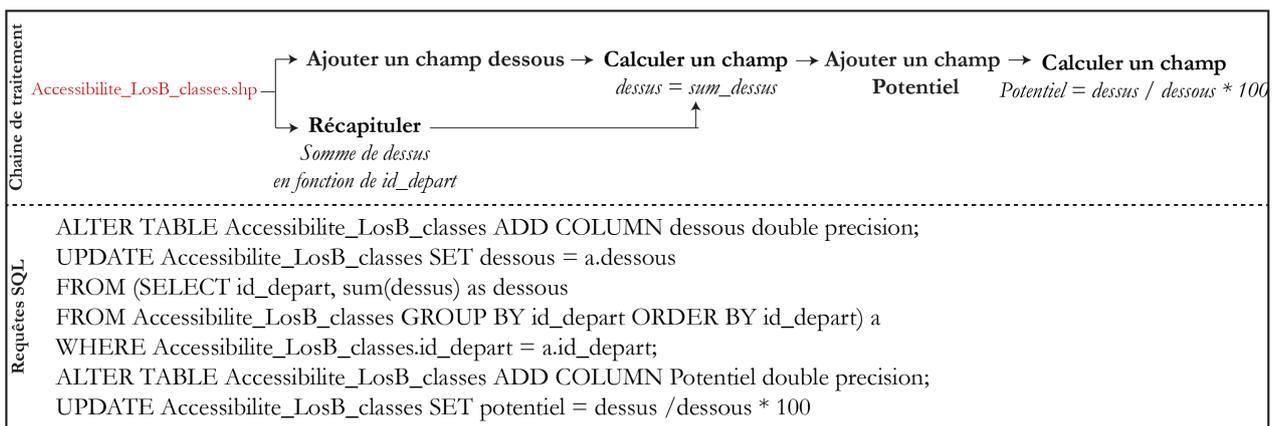


FIGURE 32 – Calcul du potentiel - solution 2

Partie 3

Résultats

L'objectif de cette partie est de **présenter les résultats obtenus sur trois villes tests grâce à la méthodologie développée précédemment**. Afin de mieux comprendre et visualiser les périmètres d'agglomérations établis, ils seront comparés à des périmètres existants, à la fois fonctionnels et politiques.

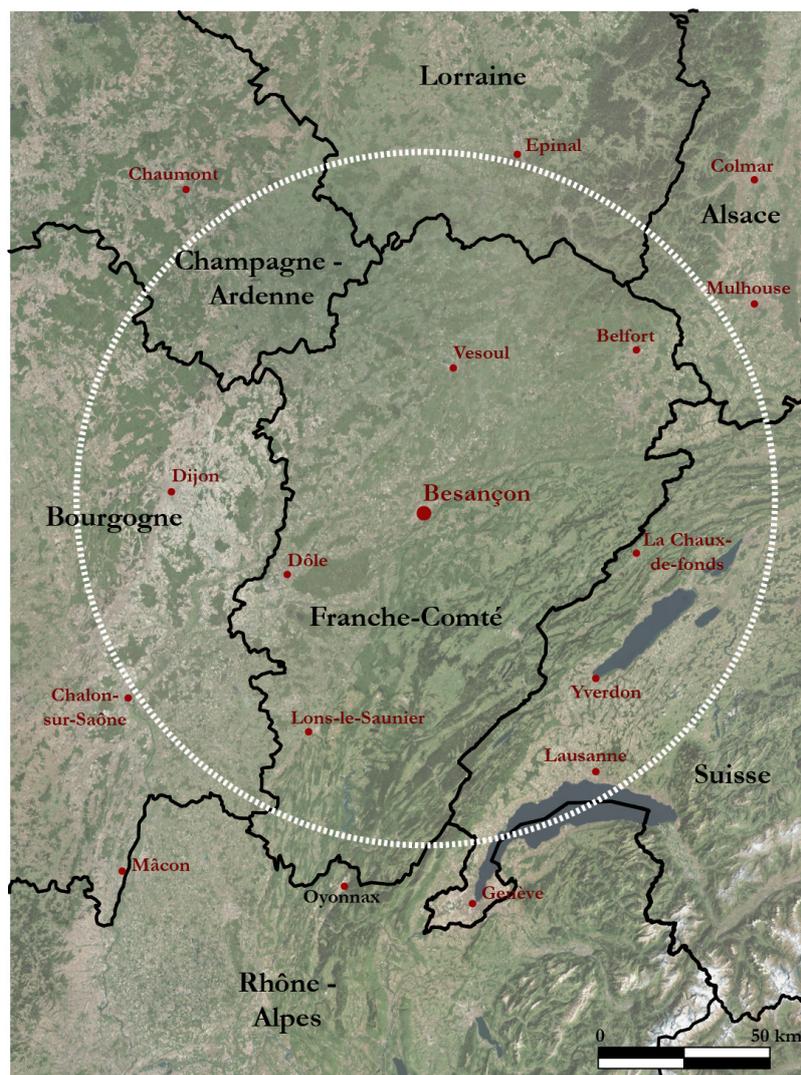
3.1 Trois villes tests

Afin de tester la méthodologie présentée précédemment, trois villes européennes aux caractéristiques variées ont été sélectionnées :

- Besançon, préfecture du département du Doubs en France ;
- Strasbourg, capitale régionale et ville transfrontalière ;
- et Rome, ville portuaire et capitale de l'Italie.

3.1.1 Besançon

Besançon est une commune de la région Bourgogne Franche-Comté située à l'est de la France. Préfecture du département du Doubs, ancienne capitale régionale de la Franche-Comté, Besançon compte 116 952 habitants en 2013 tandis que son unité urbaine en compte près de 130 000 et son aire urbaine 245 000. C'est ainsi la plus grande ville du Doubs et la seconde plus grande ville de la région derrière Dijon. La ville se situe sur l'axe structurant européen "*Rhin-Rhône*", et fait ainsi partie de la métropole Rhin-Rhône. La ville s'inscrit également dans un site géographique naturel remarquable, un important méandre du Doubs, et présente un relief assez marqué avec 7 collines (culminant entre 360 et 500 mètres d'altitude). Le périmètre de travail initial (cercle de rayon 100 km autour de Besançon) englobe des villes comme Dijon, Vesoul, Dôle, Lons-le-Saunier ou encore Lausanne. Il s'étend ainsi sur 2 régions françaises, l'Alsace-Champagne-Ardenne-Lorraine (ACAL) et la Bourgogne Franche-Comté mais comprend également une partie du territoire Suisse. (Figure 33).



Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community

FIGURE 33 – Le périmètre d'étude autour de Besançon

3.1.2 Strasbourg

Strasbourg est une commune de la région ACAL située au nord-est de la France. Préfecture du département du Bas-Rhin et chef lieu de la région, Strasbourg compte 276 000 habitants en 2013, tandis que son unité urbaine en compte 408 000 et son aire urbaine près de 770 000. Strasbourg est ainsi la plus grande ville du Grand Est. Tout comme Besançon, la ville se situe sur l'axe structurant européen "*Rhin-Rhône*" et les différentes institutions européennes et internationales, avec notamment le Conseil de l'Europe, font de cette ville une véritable "*capitale européenne*". Strasbourg se démarque également par sa localisation, c'est en effet une ville frontière avec l'Allemagne et son unité urbaine (Strasbourg-Kehl) est transfrontalière. Le périmètre de travail initial est ainsi transfrontalier : il englobe des villes comme Saarebruck, Karlsruhe, Epinal, Mulhouse ou encore Fribourg. Il s'étend ainsi sur 2 pays, la France et l'Allemagne et sur plusieurs régions, l'ACAL, Le baden Wurtemberg, le Rheinland et le Saarland. Cet espace compte également de nombreuses centres urbains de plus de 10 000 habitants telles que Haguenau, Saverne, Colmar, Rastatt ou encore

Offenburg (Figure 34).

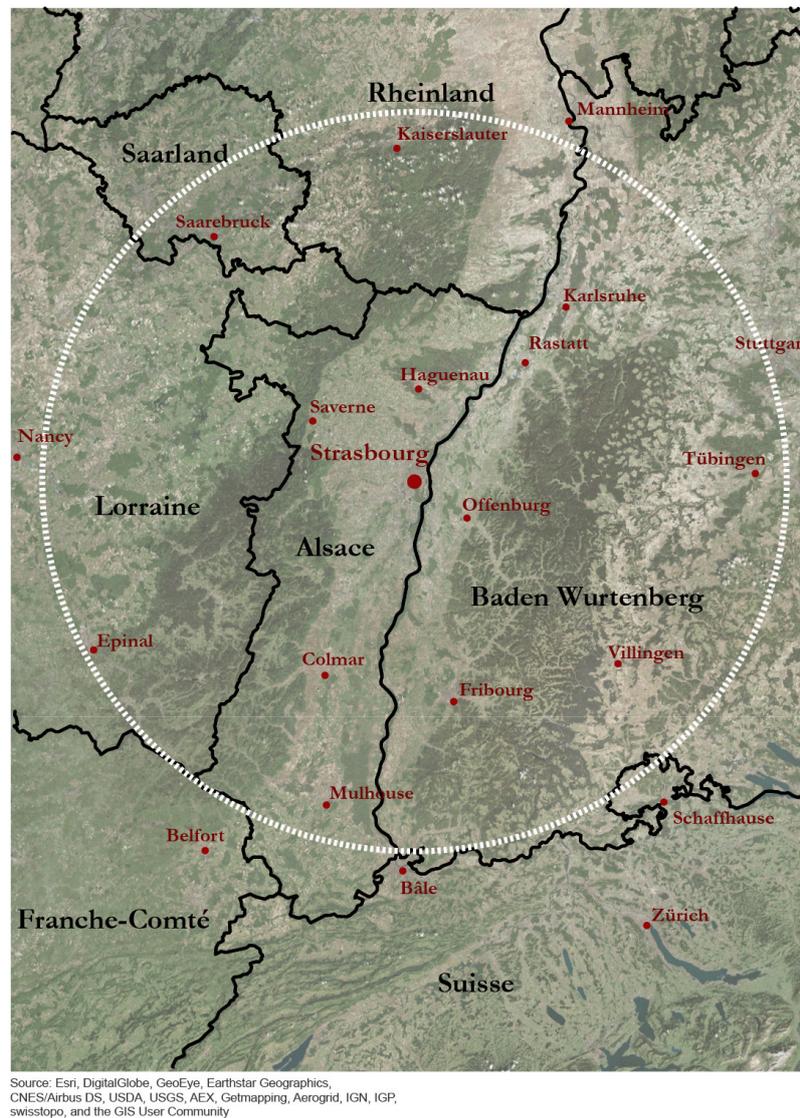


FIGURE 34 – Le périmètre d'étude autour de Strasbourg

3.1.3 Rome

Rome, capitale de l'Italie, est située au centre-ouest de la péninsule italienne, sur les cotes de la mer Tyrrhénienne. En 2014 Rome compte 2 869 461 habitants (l'unité urbaine et la municipalité de Rome sont identiques) et son aire urbaine près de 4 321 244 habitants. C'est ainsi la commune la plus peuplée (et la plus grande) d'Italie. Rome est une ville portuaire, qui présente également un relief assez marqué avec la présence de plusieurs collines. Ville globale, Rome possède une économie dynamique et est très tournée vers le tourisme (3^{ème} destinations touristiques d'Europe). Le périmètre d'étude comprend les villes de Viterbo, Latina, l'Aquila ou encore Terni. Il s'étend sur plusieurs provinces, Latium, Ombrie et Abruzzes (Figure 35).



FIGURE 35 – Le périmètre d'étude autour de Rome

3.2 Présentation des résultats

Les résultats obtenus vont être présentés, c'est à dire un potentiel d'attraction du centre urbain pour chaque tache urbaine du périmètre d'étude initialement établis. Pour chacun des trois pôles, deux résultats sont disponibles selon la masse du pôle choisie (nombre d'habitant brut ou classes en fonction du nombre d'habitants).

3.2.1 Le potentiel d'attraction de Besançon, Strasbourg et Rome

3.2.1.1 Le potentiel d'attraction de Besançon

Dans le cas de Besançon, les potentiels calculés dans le cas 1 ou le cas 2 sont pratiquement identiques, les deux méthodes semblent donc adaptées ici. Le potentiel décroît de manière

3.2. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

quasi-radioconcentrique autour de Besançon. Les tâches urbaines présentant un potentiel supérieur à 20% forment une zone entièrement comprise en Franche-Comté (trois tâches en Champagne-Ardenne), qui longe la frontière avec la Bourgogne et la Champagne-Ardenne (Figure 36).

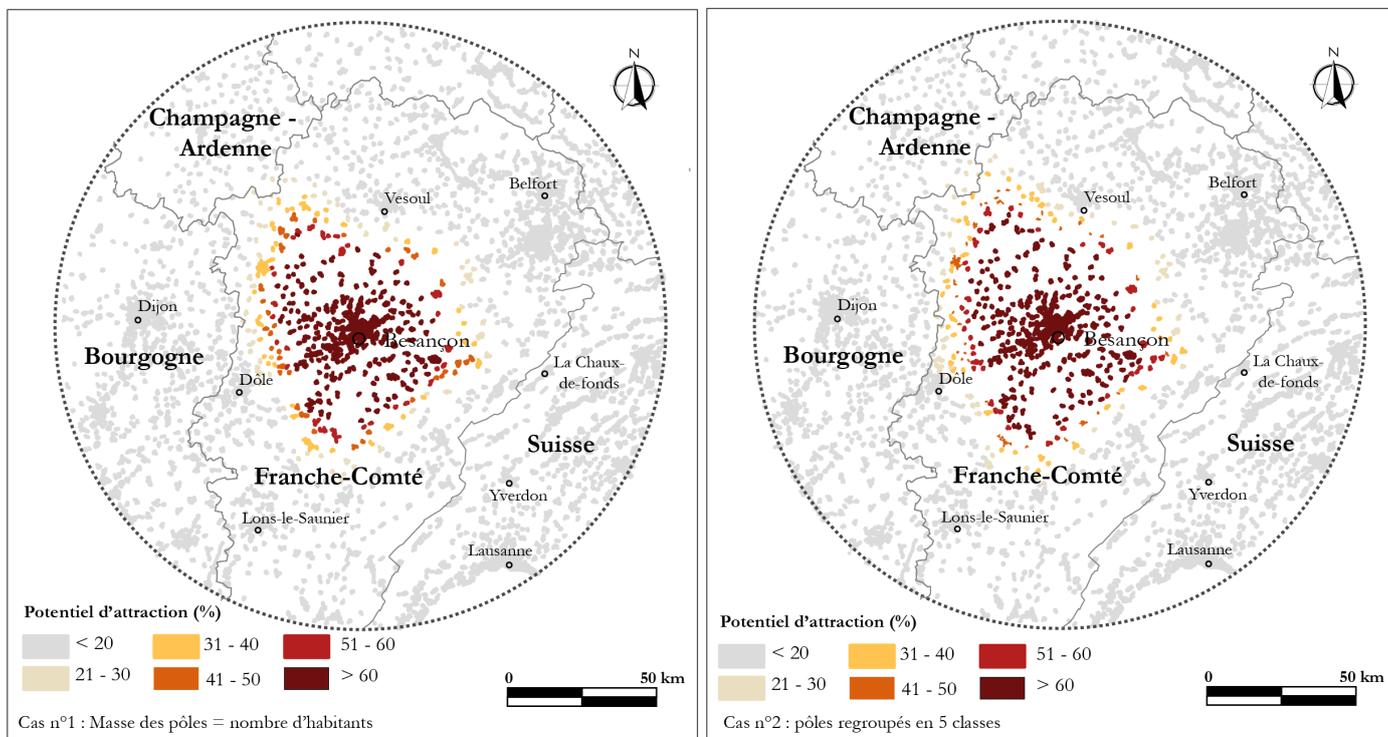


FIGURE 36 – Le potentiel d’attraction de Besançon sur les tâches urbaines dans la périmètre établis

Dans le cas 1, 217 tâches urbaines présentent un potentiel supérieur à 50%, comptabilisant 126 000 habitants. Parmi ces tâches, les communes de Valdahon, Saint-Vit, Rioz, Marnay, Ornans ou encore Roulans sont présentes. 37 tâches urbaines affichent un potentiel compris entre 40 et 50% comptabilisant 15 000 habitants, et 45 tâches présentent un potentiel compris entre 30 et 40% (30 000 habitants). Les communes de Nods, Gray, Levier ou encore Arbois font parties de ces tâches. Enfin, 64 tâches urbaines ont un potentiel compris entre 20 et 30%, représentant 20 000 habitants. Parmi elles, se trouvent les communes de Clerval ou encore Champlitte (Figure 37).

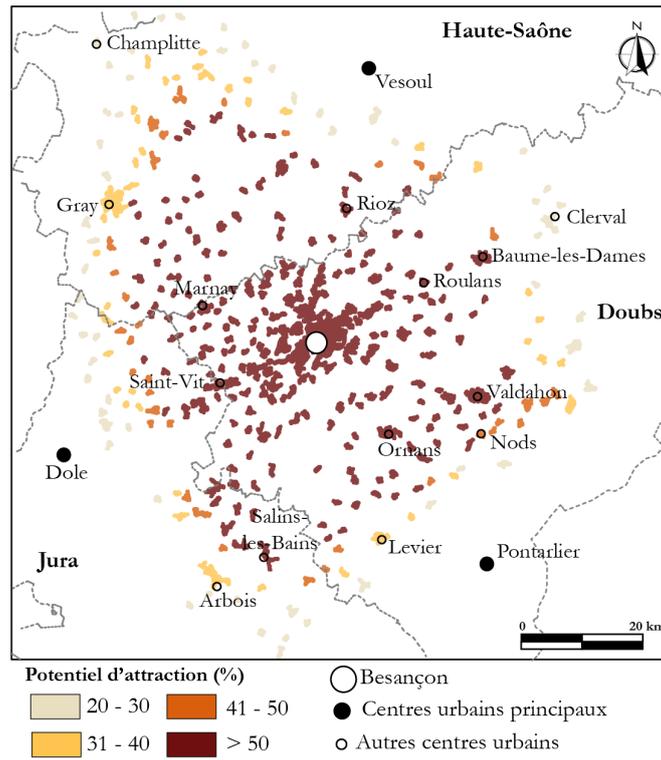


FIGURE 37 – Zoom - potentiel d'attraction de Besançon

Si la configuration est globalement radio-concentrique, un étirement des forts potentiel est visible au Nord-Ouest et au Sud-Ouest de Besançon. L'absence de pôle polarisants au Nord-Ouest et au Sud-Ouest, la structure du réseau routier et le relief jurassien expliquent cet étirement. La présence d'un nombre important de tâches avec un potentiel de plus de 60% s'explique par le fait qu'il y a peu de centres urbains de plus de 10 000 habitants autour de Besançon et qu'ils sont très espacés : il y a ainsi peu de tâches multipolarisées. Il est possible de représenter schématiquement cette configuration spatiale (Figure 38).

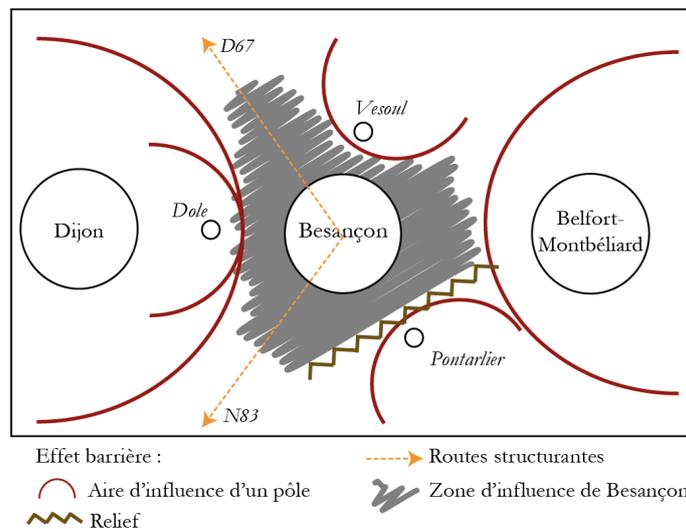


FIGURE 38 – Représentation schématique de la zone d'influence de Besançon

3.2.1.2 Le potentiel d'attraction de Strasbourg

Pour Strasbourg tout comme pour Besançon, les potentiels calculés dans le cas 1 ou le cas 2 sont pratiquement identiques et les deux méthodes semblent également adaptées. Le potentiel décroît également de manière quasi-radioconcentrique autour de Strasbourg, mais des différences Est-Ouest apparaissent. En effet, le potentiel décroît beaucoup plus lentement et sur une plus grande distance à l'Ouest, tandis qu'à l'est il diminue très rapidement. La zone formée par les tâches urbaines présentant un potentiel de plus de 20% s'étend principalement en Alsace, mais également en Allemagne et légèrement en Lorraine (Figure 39).

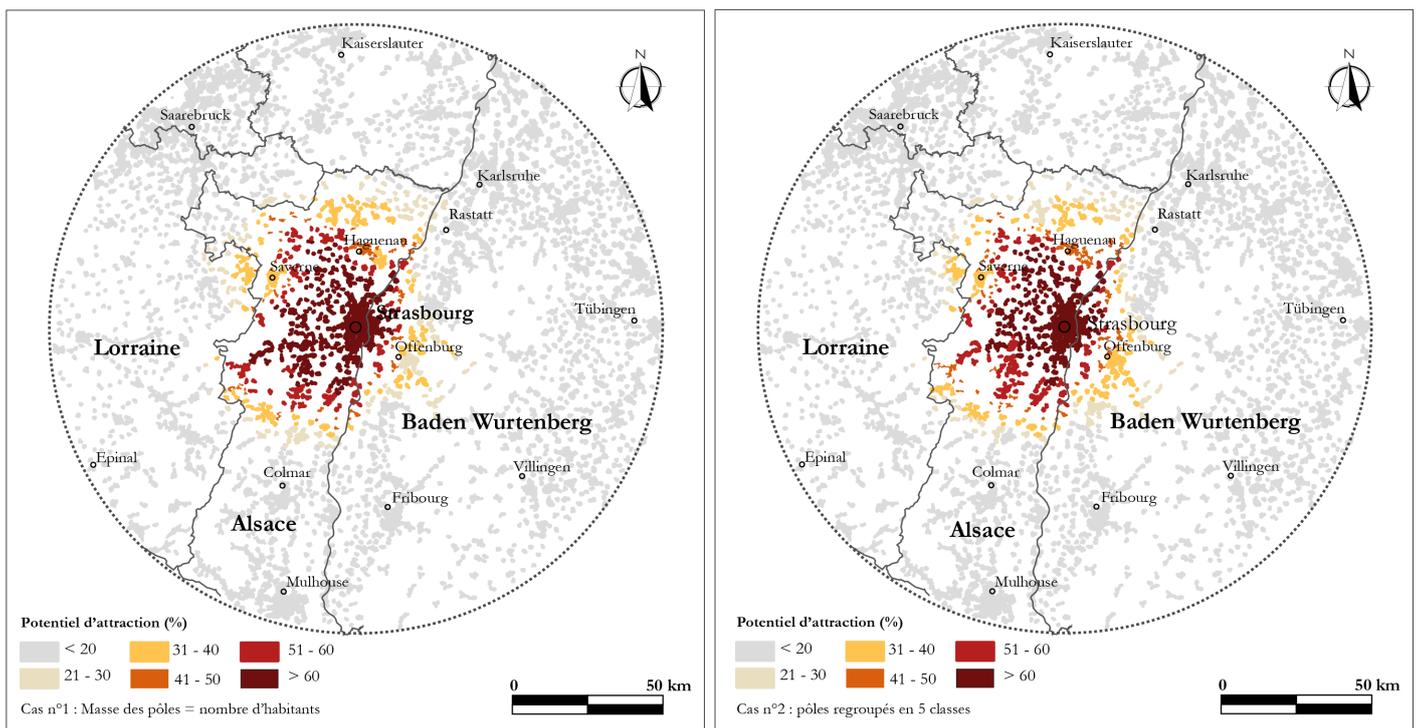


FIGURE 39 – Le potentiel d'attraction de Strasbourg sur les tâches urbaines dans la périmètre établis

Dans le cas 1, 233 tâches urbaines présentent un potentiel supérieur à 50%, comptabilisant 833 000 habitants. Parmi ces tâches, les communes de Molsheim, Obernai, Brumath, ou encore Erstein sont présentes. 51 tâches urbaines affichent un potentiel compris entre 40 et 50% comptabilisant 104 000 habitants et 105 tâches urbaines ont un potentiel compris entre 30 et 40% (181 000 habitants). Les communes de Saverne, Reichshoffen ou encore Bischwiller sont présentes parmi ces tâches. Enfin, 117 tâches urbaines ont un potentiel compris entre 20 et 30%, représentant 210 000 habitants. Parmi elles, se trouvent les communes de Offenburg, Sélestat, Friesenheim ou encore Oberkirch (Figure 40).

L'opposition entre l'Est et l'Ouest s'explique principalement par l'effet barrière de la frontière France-Allemagne avec le Rhin et des passages limités au niveau des ponts mais également par la présence de nombreux pôles allemands le long de la frontière. Le relief Vosgiens et l'absence d'axes de communications majeurs explique le resserrement qui est visible entre Sarrebourg et Schirmeck. La présence rapprochée de très nombreux centres urbains (avec une population supérieure à 10 000 habitants) explique le nombre important

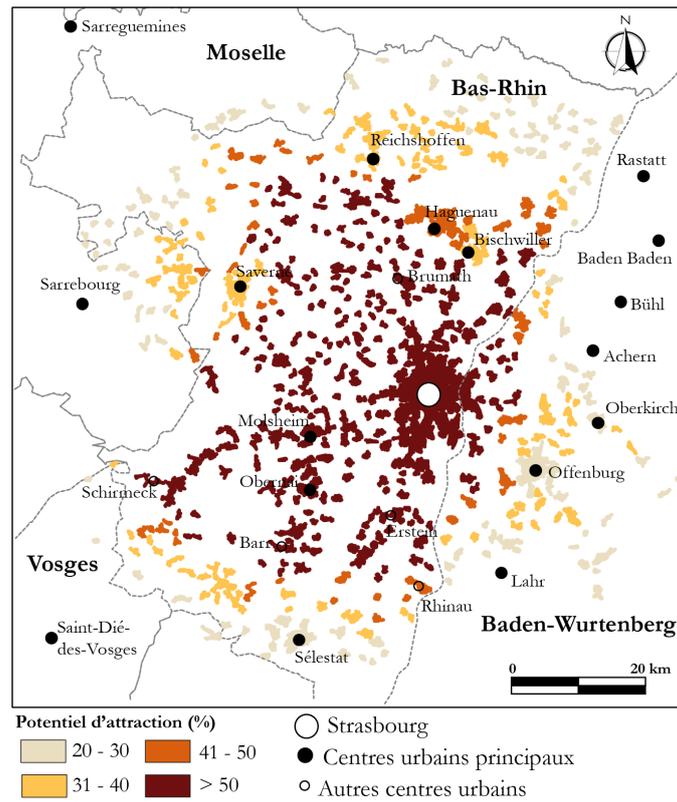


FIGURE 40 – Zoom - potentiel d'attraction de Strasbourg

de tâches avec un potentiel faible (<40%) : ces tâches sont multipolarisées. Il est possible de représenter schématiquement cette configuration spatiale (Figure 41).

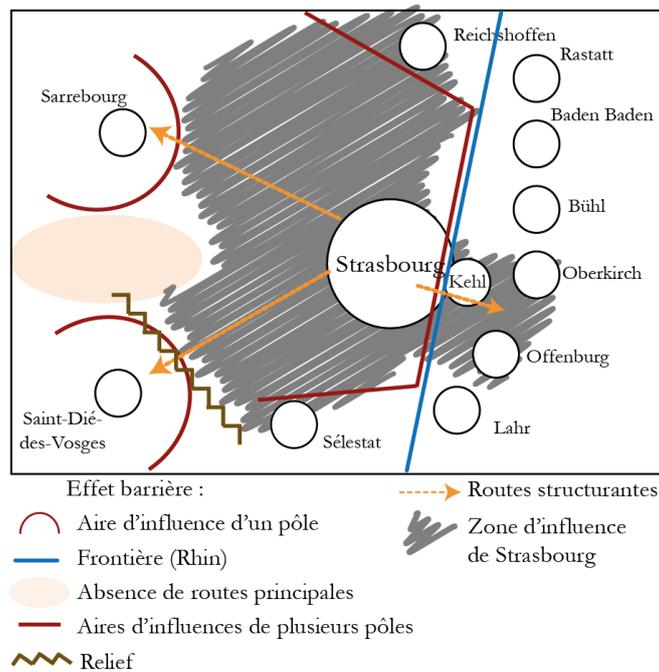


FIGURE 41 – Représentation schématique de la zone d'influence de Strasbourg

3.2.1.3 Le potentiel d'attraction de Rome

Pour la ville de Rome, les potentiels calculés dans le cas 1 et dans le cas 2 sont très différents. Dans le cas 1, le potentiel décroît de manière quasi-radioconcentrique autour de Rome, avec une décroissance très rapide au Sud-Ouest (barrière du littoral). La zone formée par les taches urbaines présentant un potentiel supérieur à 20% s'étend au nord jusqu'aux frontières de la province de Rome. Dans le cas 2, le potentiel décroît très rapidement autour de Rome, la zone formée par les tâches urbaines avec un potentiel supérieur à 20% est beaucoup plus restreinte que dans le premier cas. Cette différence est due à l'écart très important entre la population de Rome (la tâches urbaines de Rome regroupe près de 2 millions d'habitants) et la population des autres pôles (inférieure à 250 000 habitants) : Rome est 4 fois plus peuplée que le second plus grand pôle urbain. La classification réalisée réduit cet écart. Ainsi la population de Rome est ramenée à 500 000 habitants tandis que celle du second plus grand pôle est ramenée à 200 000 : Rome est 2.5 fois plus peuplée que ce second pôle. La réduction importante de l'attractivité de Rome entraîne donc une diminution de son aire d'influence (Figure 42). **Ici, une limite d'utilisation apparaît avec la méthode par classification du nombre d'habitants. Si elle paraît adaptée pour des territoires ne présentant pas un pôle "exceptionnel" de par sa taille, elle semble moins réaliste pour des territoires présentant des villes comme Rome.** La classification pourrait être adaptée, les seuils modifiés, mais la justification de ces seuils reste un problème tout comme l'approximation induite par la réalisation de classes. **Le nombre d'habitants brut semble donc plus adapté pour cette méthode de définition de la ville européenne.** Par la suite, seuls les résultats obtenus pour le cas 1 (nombre d'habitants) seront présentés et analysés.

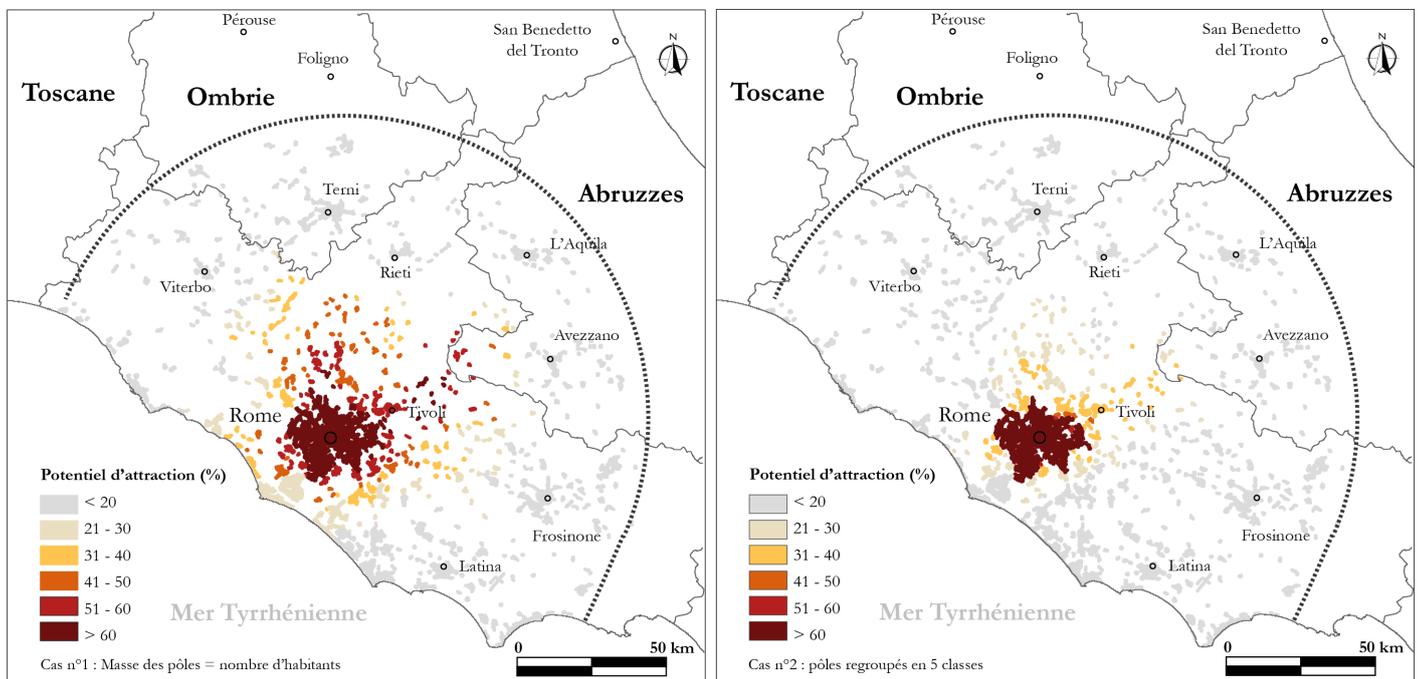


FIGURE 42 – Le potentiel d'attraction de Rome sur les tâches urbaines dans la périmètre établis

Dans le cas 1, 95 tâches urbaines présentent un potentiel supérieure à 50%, comptabilisant 2 500 000 habitants. Parmi ces tâches, les communes de Tivoli, Fiano Romano, Carsoli ou

3.2. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

encore Marino sont présentes. 62 tâches affichent un potentiel compris entre 40 et 50% avec une population totale de 23 000 habitants. Les communes de Formello ou encore Palombara Sabina sont présentes parmi ces tâches. 61 tâches affichent un potentiel compris entre 30 et 40% avec une population totale de 360 000 habitants. Parmi ces tâches, les communes de Fiumicino ou encore Albano Laziale sont présentes. Enfin, 72 tâches urbaines ont un potentiel compris entre 20 et 30%, représentant 650 000 habitants. Parmi elles, se trouvent les communes de Ladispoli, Pomezia ou encore Borgorose (Figure 43).

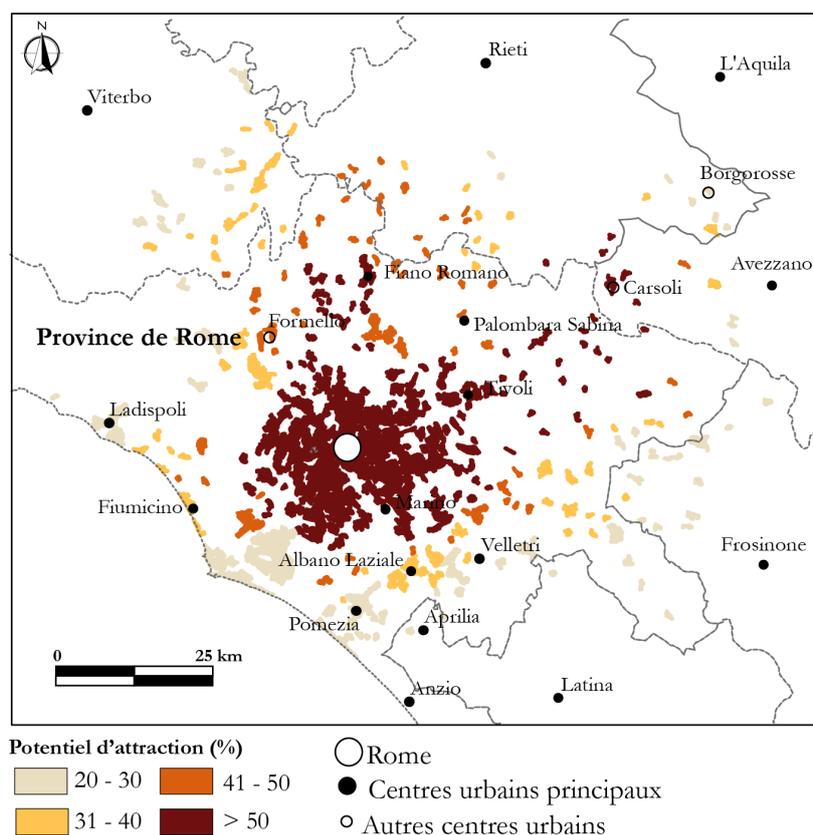


FIGURE 43 – Zoom - potentiel d'attraction de Rome

La configuration de la zone produite par les tâches présentant un potentiel supérieur à 20% s'explique tout d'abord par la présence du littoral mais également par un relief très marqué au Nord-Est de la ville de Rome. Il est possible de représenter schématiquement cette configuration spatiale (figure 44).

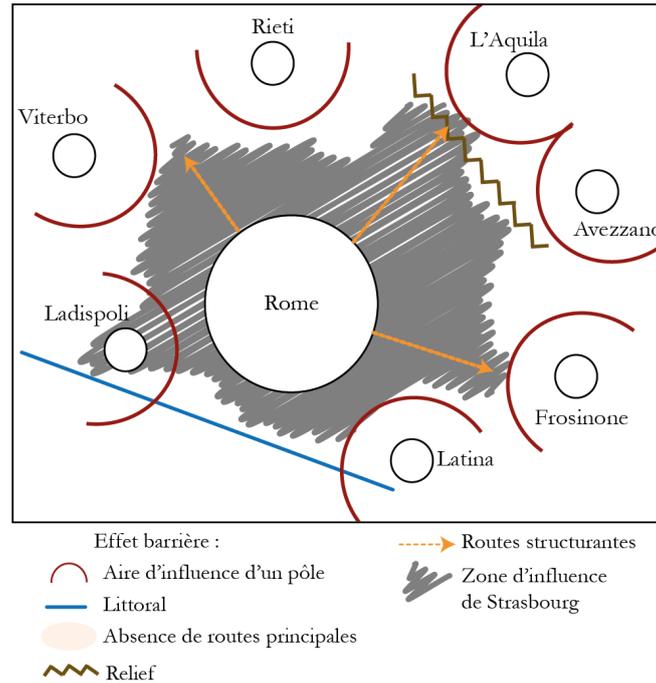


FIGURE 44 – Représentation schématique de la zone d'influence de Rome

3.2.2 Les zones d'influences de Besançon, Strasbourg et Rome

Les résultats correspondent à un potentiel calculé pour chaque tâche urbaine du périmètre initialement définis. Cependant, afin de permettre une meilleure visualisation, il est possible de définir des zones d'influences continues à partir des tâches. Pour cela, le choix a été fait d'utiliser une méthode d'interpolation, la pondération inverse à la distance ou "*Inverse distance weighting*" (IDW). Cette méthode permet de déterminer les valeurs de cellule via la combinaison pondérée de manière linéaire d'un ensemble de points d'échantillonnage. La pondération est une fonction d'inverse de la distance. La surface qui est interpolée doit être celle d'une variable dépendante de l'emplacement (Documentation de Qgis). Ici, les points d'échantillonnage correspondent aux centroïdes des tâches urbaines et la variable interpolée est le potentiel, qui dépend bien de l'emplacement. Après plusieurs tests, les paramètres suivants ont été définies :

- Taille de cellule : 500 mètres ;
- Puissance : 2 ;
- Paramètre du rayon de recherche : 10 points.

D'autres méthodes d'interpolation ont été testées (Krigage, Voisin naturel, Spline) produisant des zones d'influences quasi-similaires à celle obtenues avec l'IDW. Les interpolations ont été réalisées à l'aide d'un système d'information géographique (SIG) libre, Qgis.

Pour une même ville, il est possible de délimiter plusieurs zones d'influence du pôle, en fonction du seuil choisi. Ici, le choix a été fait de ne pas représenter les espaces présentant un potentiel inférieur à 20%, étant considérés comme ne faisant pas partie de l'aire d'influence du pôle. Ce seuil a été définis au regard des trois histogrammes de fréquences des potentiels des tâches urbaines, qui présentent une forte rupture après 20% (Figures 45).

3.2. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

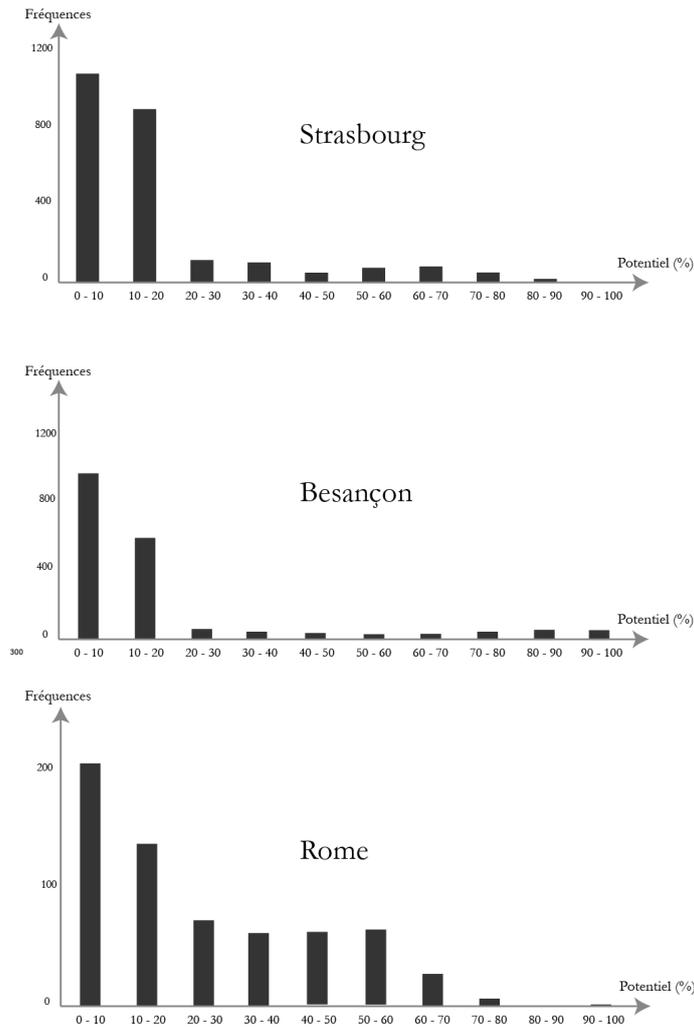


FIGURE 45 – Les histogrammes de distribution des potentiels calculés pour les trois villes

3 autres seuils sont également testés : 30, 40 et 50%. Ainsi 4 zones d'influences ont été formées (figures 46, 47, 48) :

- Zone 1 : potentiel supérieur à 50% ;
- Zone 2 : potentiel supérieur à 40% ;
- Zone 3 : potentiel supérieur à 30% ;
- Zone 4 : potentiel supérieur à 20%.

Dans les figure suivantes, la zone 2 en orange, comprend la zone 1, elle s'étend depuis Besançon. La zone 2 ne correspond pas uniquement au liseré orange. Il en est de même pour les zone 3 et 4.

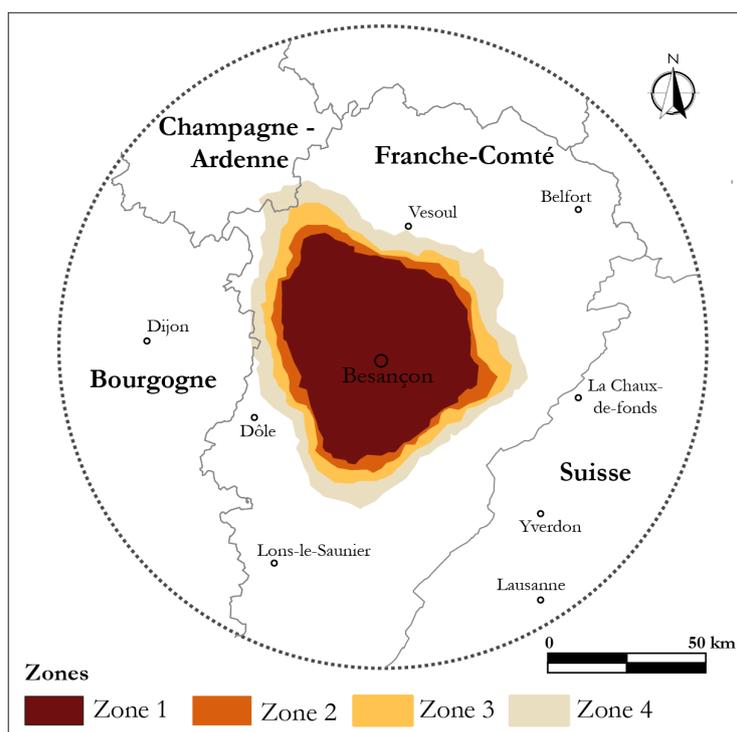


FIGURE 46 – Les zones d’influence de Besançon selon le seuil choisis

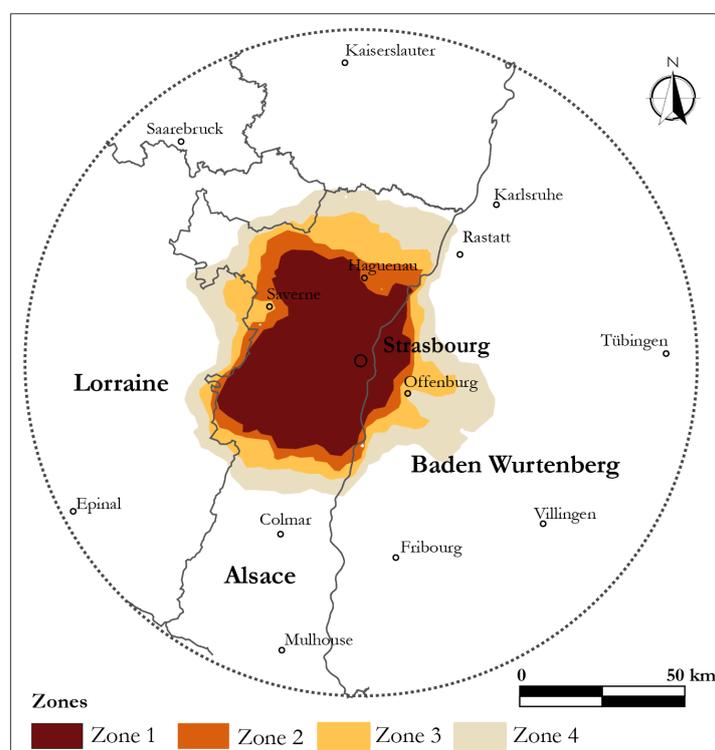


FIGURE 47 – Les zones d’influence de Strasbourg selon le seuil choisis

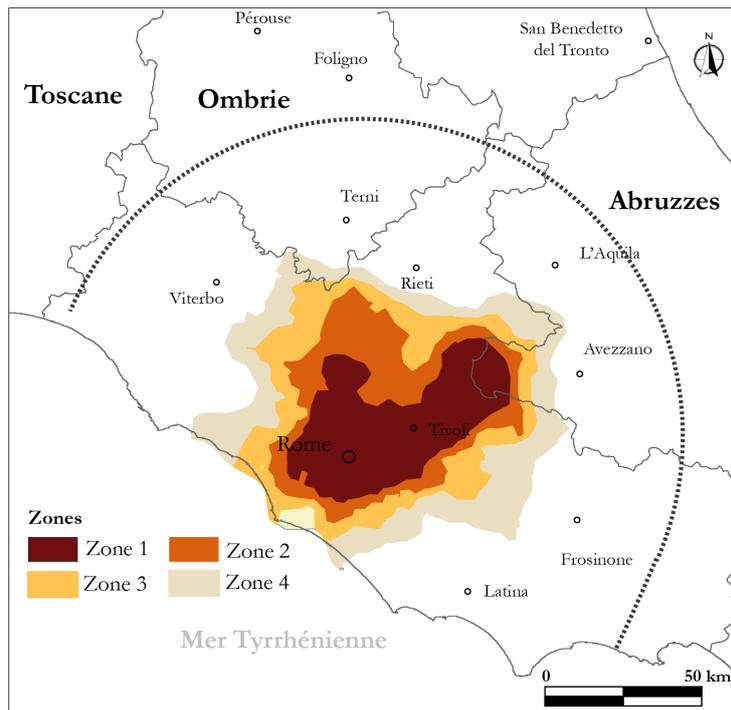


FIGURE 48 – Les zones d’influence de Rome selon le seuil choisis

Un seuil unique pour définir la zone d’influence du centre urbain est difficile à choisir et à justifier : ici un seuil minimal de 20% a été choisis mais thématiquement, un seuil à 30, 40 ou 50% pourrait être plus pertinent. À partir de quand peut on dire qu’une tâche urbaine fait partie de l’aire d’influence du pôle ? Où place-t-on la limite exacte ? L’hypothèse peut être faite qu’il n’y a pas de réelle différence entre les zones, et que le choix du seuil n’influe par réellement sur les caractéristiques de la zone produite. Pour pouvoir tester cette hypothèse, plusieurs indicateurs ont été calculés afin de comparer les zones entre elles (Tableaux 11, 12, 13).

Pour Besançon, les 4 zones présentent des écarts quelque soit l’indicateur. La surface de la zone 1 est ainsi 1.8 fois plus petite que celle de la zone et elle présente 62 000 habitants en moins. La surface bâtie et le nombre de tâches urbaines de la zone 1 sont également très inférieures à celles de la zone 4.

	Surface (km ²)	Population	Nombre de tâches urbaines	Surface bâties (km ²)
Zone 1	3 111	278 000	217	180
Zone 2	3 770	292 000	253	198
Zone 3	4602	321 000	298	225
Zone 4	5678	340 000	354	249

TABEAU 11 – Comparaison des 4 zones pour Besançon

3.3. COMPARAISON DES ZONES D'INFLUENCES AVEC DES PÉRIMÈTRES EXISTANTS

Concernant Strasbourg, les 4 zones présentent des écarts plus importants encore que pour besançon. Ainsi, la surface de la zone 1 est 2.5 fois plus petite que celle de la zone 4 et elle présente 494 000 habitants en moins. La surface bâtie et le nombre de tâches urbaines de la zone 1 sont près de 2 fois inférieures à celles de la zone 4.

	Surface (km ²)	Population	Nombre de tâches urbaines	Surface bâties (km ²)
Zone 1	2350	833 000	232	307
Zone 2	3142	957 000	285	375
Zone 3	4336	1 113 000	387	462
Zone 4	5954	1 327 000	506	565

TABLEAU 12 – Comparaison des 4 zones pour Strasbourg

Enfin, c'est pour la ville de Rome que les écarts sont les plus importants entre les différentes zones. Ainsi, la surface de la zone 1 est près de 4 fois inférieure à celle de la zone 4 et elle présente 1 895 000 habitants en moins. La surface bâtie et le nombre de tâches urbaines de la zone 1 sont également très inférieures à celle de la zone 4 (94 tâches urbaines dans la zone 1 contre 286 dans la zone 4).

	Surface (km ²)	Population	Nombre de tâches urbaines	Surface bâties (km ²)
Zone 1	2007	1 955 000	94	375
Zone 2	3619	2 870 000	155	424
Zone 3	5342	3 510 000	219	532
Zone 4	7341	3 850 000	286	612

TABLEAU 13 – Comparaison des 4 zones pour Rome

Dans les trois cas, les 4 zones présentes d'importantes différences, que ce soit en terme de surface, de population en encore de surface bâtie. Plus le centre urbain étudié est peuplé, plus cet écart inter-zones va augmenter. Devant la difficulté à définir un seuil unique pour délimiter l'aire d'influence du centre urbain, le choix a été fait de conserver la plus grande zone (Zone 4) correspondant aux potentiels supérieurs à 20% et de diviser cette zone en deux couronnes :

- Une première couronne avec des seuils supérieurs à 50%
- Une seconde couronne avec des seuils inférieurs à 50% et supérieurs à 20%.

Le choix du seuil pourrait également être fixé de manière arbitraire par l'utilisateur en fonction de la thématique étudié. Une étude plus approfondie sur la question de ce seuil pourrait être réalisée en parallèle de ce mémoire.

3.3 Comparaison des zones d'influences avec des périmètres existants

Pour chaque ville test, la zone d'influence du pole va être comparée à des périmètres existants afin de permettre un meilleure compréhension et interprétation du périmètre obtenu. Dans un premier temps, pour chaque ville test, la zone d'influence va être comparée

3.3. COMPARAISON DES ZONES D'INFLUENCES AVEC DES PÉRIMÈTRES EXISTANTS

à des périmètres fonctionnels existants. Une comparaison visuelle sera tout d'abord réalisée, mettant en parallèle les formes respectives des différentes zones. Une comparaison via des indicateurs sera ensuite établie, permettant de comparer les caractéristiques globales de ces espaces. Dans un second temps, la zone d'influence construite ici sera mise en parallèle avec des périmètres politiques.

3.3.1 Comparaison avec des périmètres fonctionnels

La zone d'influence de chaque centre urbain va être comparée à des périmètres fonctionnels existants.

3.3.1.1 Besançon

Plusieurs périmètres fonctionnels existants peuvent être utilisés comme éléments de comparaison :

- Des périmètres nationaux : aire urbaine, zone d'emploi et bassin de vie ;
- Un périmètre européen : FUA (ou LUZ), présenté dans la partie 1.2.2.

Une aire urbaine est définie par l'Insee comme étant *"un ensemble de communes, d'un seul tenant et sans enclave, constitué par un pôle urbain et par des communes rurales ou unités urbaines (couronne périurbaine) dont au moins 40 % de la population résidente ayant un emploi travaille dans le pôle ou dans des communes attirées par celui-ci"*.

Une zone d'emploi est définie par l'Insee comme étant *" un espace géographique à l'intérieur duquel la plupart des actifs résident et travaillent, et dans lequel les établissements peuvent trouver l'essentiel de la main d'œuvre nécessaire pour occuper les emplois offerts."* Leur construction est faite à partir des données de flux de déplacements domicile-travail collectées lors des recensements de la population.

Un bassin de vie est défini par l'Insee comme étant *"le plus petit territoire sur lequel les habitants ont accès aux équipements et services les plus courants "*. Un bassin de vie est composé d'un pôle de services (présence d'au moins 16 des 31 équipements intermédiaires), et d'une zone d'influence. Cette zone est délimitée en regroupant les communes les plus proches (en distance temps) grâce à la méthode ANABEL développée par l'Insee¹.

La figure 49, présente la comparaison de la zone d'influence de Besançon avec des périmètres fonctionnels existants. De manière générale, une différence majeure apparaît entre les zones construites et les périmètres existants en terme d'orientation : l'aire urbaine, la zone d'emploi et la FUA ont des formes qui sont orientés Sud-Ouest / Nord-Est tandis que les zones construites s'étirent selon un axe Sud-Est / Nord-Ouest.

1. <http://www.insee.fr/fr/ppp/sommaire/imet129-annexe.pdf>

3.3. COMPARAISON DES ZONES D'INFLUENCES AVEC DES PÉRIMÈTRES EXISTANTS

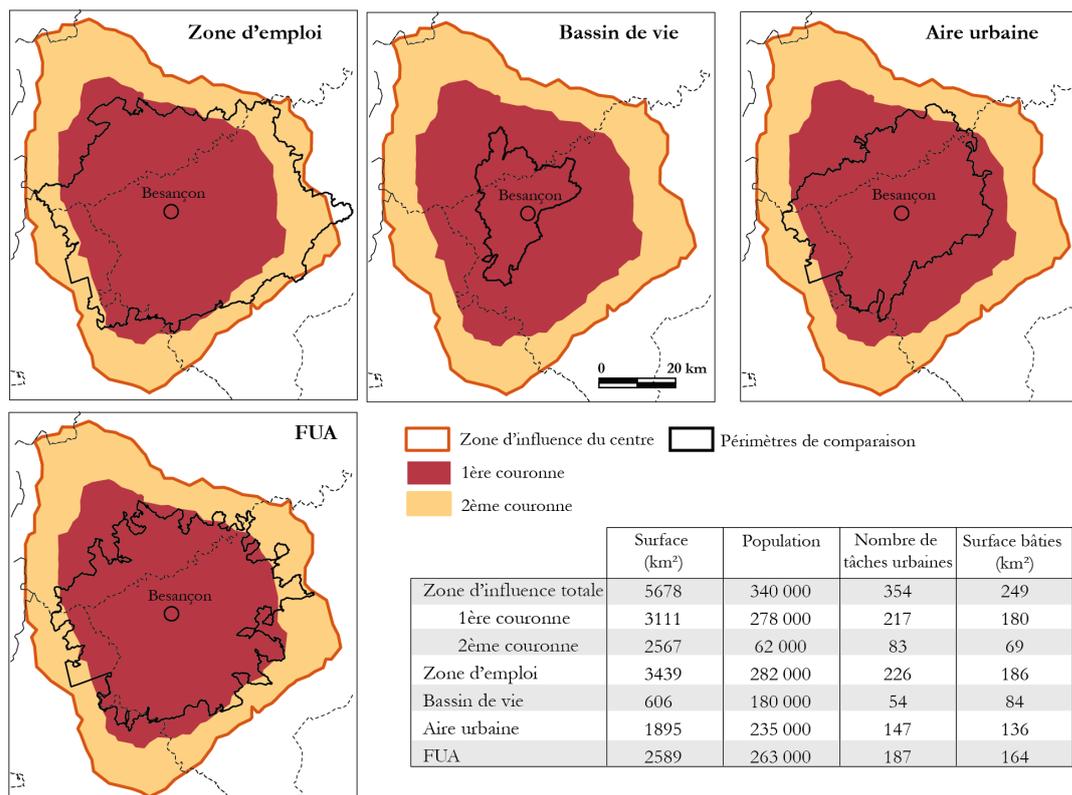


FIGURE 49 – Comparaison de la zone d'influence de Besançon avec des périmètres fonctionnels existants

La zone d'emploi est quasiment entièrement comprise dans la zone du pôle (un petit espace au sud-est est en dehors). La zone d'influence s'étend ainsi plus amplement au Nord et plus légèrement au Sud. Concernant les différents indicateurs, la zone d'influence présente une surface de 5678 km² contre seulement 3439 pour la zone d'emploi. La population de la zone construite ici est également plus importante (58 000 habitants en plus) tout comme la superficie de surface bâties (63 km² en plus). Le périmètre de la zone d'emploi est le périmètre qui se rapproche le plus de celui de la zone d'influence (comparativement aux autres périmètres fonctionnels testés ici).

Le bassin est un périmètre fonctionnel beaucoup plus restreint que la zone construite (606 km² contre 5678) et est intégralement compris à l'intérieur de sa première couronne. La population de la zone construite est ainsi presque 2 fois supérieure à celle du bassin de vie et la superficie de surface bâtie est 3 fois supérieure. Le périmètre du bassin de vie est ici le périmètre le plus éloigné de celui de la zone construite.

Le périmètre de l'aire urbaine s'inscrit entièrement dans la zone construite. Il présente une surface 3 fois plus petites (1895 km² contre 5678), une population et une surface bâtie également très largement inférieures.

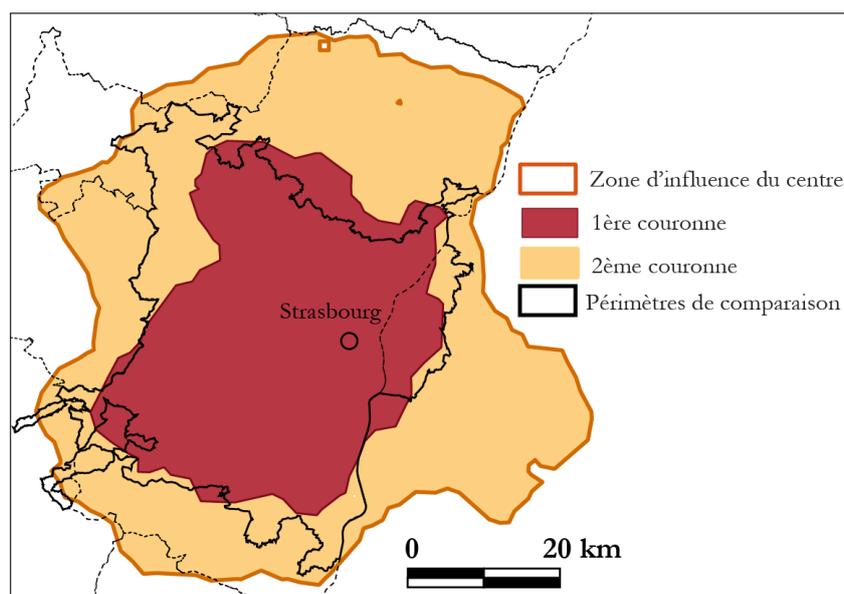
Enfin la FUA s'inscrit également complètement dans la zone d'influence du pôle construite ici. Elle présente une surface 2 fois plus petite que la zone d'influence (2589 km² contre 5678), avec une population également inférieure (77 000 habitants en moins dans la FUA). Le nombre de tâches urbaines et la surface bâtie sont également inférieures à celles de la zone d'influence. Le périmètre de la FUA est spatialement proche de celui de la 1ère

3.3. COMPARAISON DES ZONES D'INFLUENCES AVEC DES PÉRIMÈTRES EXISTANTS

couronne de la zone d'influence, tout comme les valeurs des différents indicateurs. La FUA semble donc être une zone fonctionnelle relativement similaire à la première couronne de la zone d'influence construite pour la ville de Besançon.

3.3.1.2 Strasbourg

Strasbourg étant une ville transfrontalière, seul le périmètre fonctionnel européen (FUA) peut être utilisé comme élément de comparaison (Figure 50). De manière générale, la FUA de Strasbourg et la zone d'influence ont la même forme et la même orientation Nord-Sud.



	Surface (km ²)	Population	Nombre de tâches urbaines	Surface bâties (km ²)
Zone d'influence totale	5954	1 327 000	506	565
1ère couronne	2350	833 000	232	307
2ème couronne	3604	494 000	274	258
FUA	2744	850 000	250	324

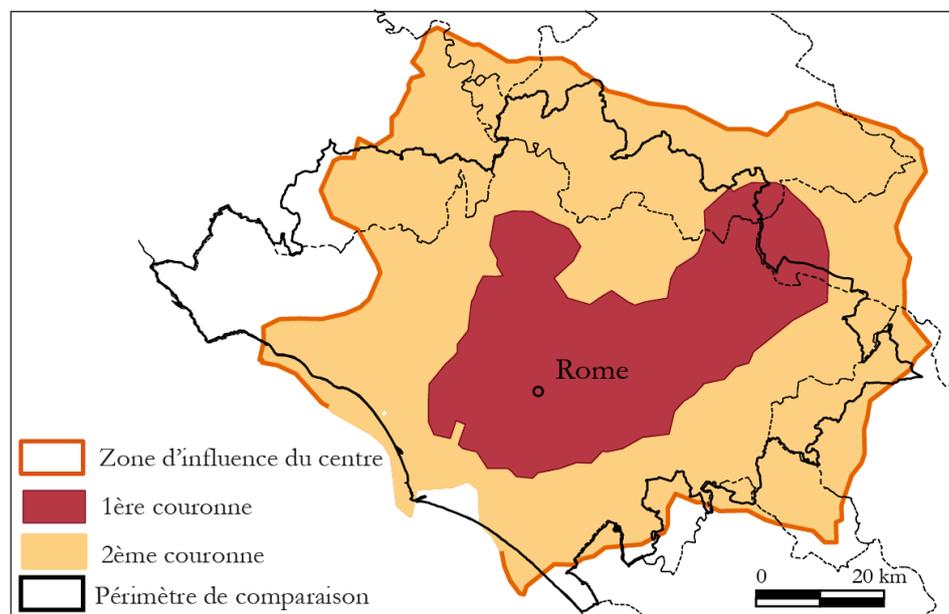
FIGURE 50 – Comparaison de la zone d'influence de Strasbourg avec un périmètre fonctionnel existant

Le périmètre de la FUA s'inscrit presque entièrement dans la zone d'influence du pôle construite ici. Au sud-ouest, deux avancées de la FUA sortent en effet légèrement de la zone d'influence. la zone d'influence présente une surface beaucoup plus importante que la FUA (5954 kmm² contre 2744). Elle compte également 477 000 habitants de plus que la FUA et une surface bâtie presque deux fois supérieure. Les indicateurs de la première couronne de la zone d'influence sont très proches de ceux de la FUA, il est possible de dire que la FUA est une zone fonctionnelle relativement similaire à la première couronne de la zone d'influence construite pour la ville de Strasbourg.

3.3. COMPARAISON DES ZONES D'INFLUENCES AVEC DES PÉRIMÈTRES EXISTANTS

3.3.1.3 Rome

Pour Rome comme pour Strasbourg la comparaison a été effectuée uniquement sur le périmètre fonctionnel européen (Figure 51). De manière générale, la FUA de Rome et la zone d'influence ont la même forme et la même orientation.



	Surface (km ²)	Population	Nombre de tâches urbaines	Surface bâties (km ²)
Zone d'influence totale	7341	3 850 000	286	612
1ère couronne	2007	1 955 000	94	375
2ème couronne	5334	1 895 000	192	237
FUA	6022	3 920 000	264	623

FIGURE 51 – Comparaison de la zone d'influence de Rome avec un périmètre fonctionnel existant

Le périmètre de la FUA de Rome s'inscrit presque entièrement dans la zone d'influence du pôle. Au sud-ouest, une avancée importante sort du périmètre de la zone d'influence. La zone d'influence totale présente une surface très légèrement supérieure à celle de la FUA (7341 km² contre 6022). La population, le nombre de tâches urbaines et la surface bâtie sont presque équivalentes. Pour Rome, il est ainsi possible de dire que la FUA est une zone fonctionnelle relativement similaire à la totalité de la zone d'influence construite.

3.3.2 Mise en parallèle avec des périmètres politiques

Afin de permettre une meilleure compréhension et une meilleure appropriation des zones d'influences créées pour les trois ville test, une mise en parallèle avec des périmètres politiques a été réalisées. Il ne s'agit ici pas de réadapter les zones d'influence aux maillages administratifs ou politiques nationaux, mais simplement de superposer visuellement ces

3.3. COMPARAISON DES ZONES D'INFLUENCES AVEC DES PÉRIMÈTRES EXISTANTS

différents maillages. Il serait tout à fait possible de réadapter les zones aux maillages administratifs ou politiques, mais devant les limites induites par les techniques de réadaptation (voir partie 1.1.4), cela n'a pas été réalisé ici. A titre d'exemple la comparaison a ici été effectuée avec les intercommunalités françaises et allemandes. Les données relatives aux intercommunalités italiennes (les "*Unioni dei Comuni*") n'ont pas pu être récupérées dans les temps impartis, la zone d'influence de Rome ne sera pas comparée à un périmètre politique.

3.3.2.1 Besançon

La zone d'influence de Besançon a été mise en parallèle avec les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) français (Figure 52). Les EPCI sont "*des regroupements de communes ayant pour objet l'élaboration de projets communs de développement au sein de périmètres de solidarité*" (Insee). Les communautés urbaines, communautés d'agglomération, communautés de communes, syndicats d'agglomération nouvelle, syndicats de communes et les syndicats mixtes sont des EPCI.

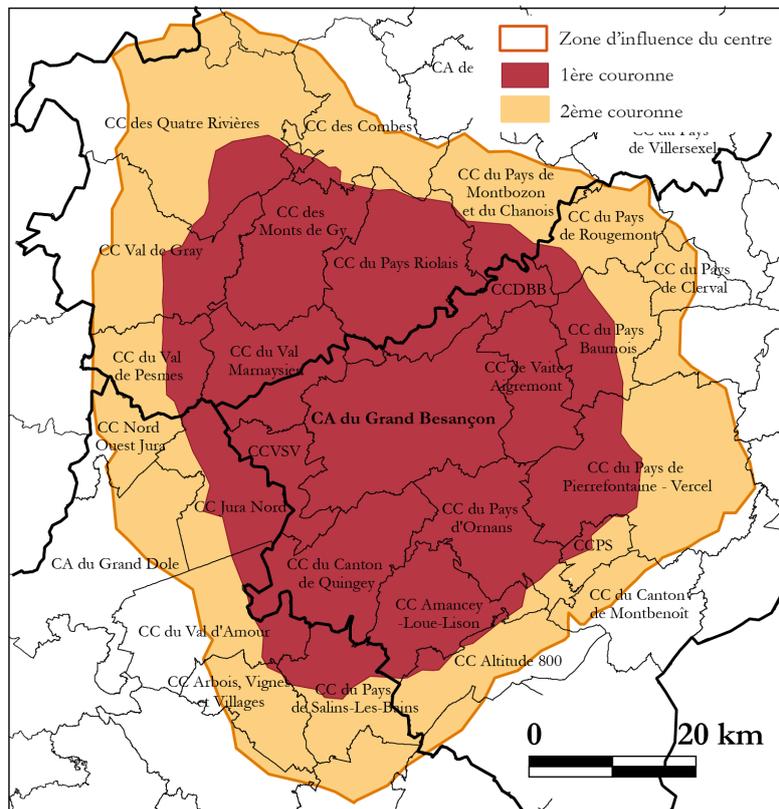


FIGURE 52 – Comparaison de la zone d'influence de Besançon avec les EPCI

Les EPCI sont des périmètres présentant une taille très largement inférieure à celle de la zone d'influence créée. Ici, la zone d'influence totale de Besançon englobe entièrement le communauté d'agglomération du Grand Besançon (CAGB) mais également 12 communautés de communes et en englobe partiellement 13 autres. Dans le cas où l'utilisateur souhaite présenter des résultats uniquement sur la CAGB, territoire de projet avec une facile appropriation de la part des acteurs locaux, il est alors tout à fait possible de récupérer ces

3.3. COMPARAISON DES ZONES D'INFLUENCES AVEC DES PÉRIMÈTRES EXISTANTS

résultats sur la CAGB après avoir effectuée l'analyse sur l'ensemble de la zone d'étude.

3.3.2.2 Strasbourg

La zone d'influence de Strasbourg a tout d'abord été mise en parallèle avec les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) français et allemand, les "*gemein-deverband*" (Figure 53).

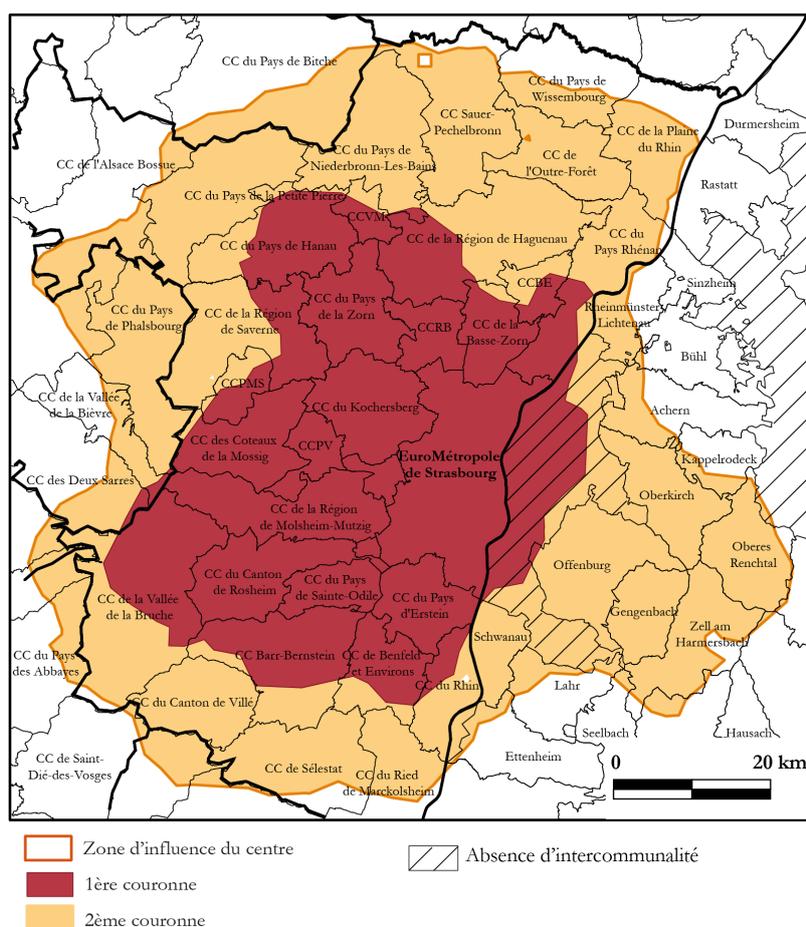


FIGURE 53 – Comparaison de la zone d'influence de Strasbourg avec les communautés de communes françaises et allemandes

Pour Strasbourg la zone d'influence englobe entièrement l'Eurométropole de Strasbourg mais également 24 autres EPCI français et 5 intercommunalités allemandes. 24 autres intercommunalités françaises et allemandes sont partiellement comprises dans la zone d'influence totale. Comme pour Besançon, le territoire politique de l'eurométropole de Strasbourg étant plus petit que la zone d'influence, il est tout à fait possible de récupérer les résultats d'une analyse réalisée à l'échelle de la zone d'influence sur ce territoire politique.

Dans un second temps, la zone d'influence de Strasbourg a été comparée à l'Eurodistrict (Figure 54). L'Eurodistrict est un territoire franco-allemand rassemblant des communes de part et d'autre du Rhin. Il a pour objectif de "*faire disparaître la frontière, faire tomber les barrières administratives, et faciliter la vie quotidienne des habitants*"². Il a été construit

2. <http://www.eurodistrict.eu/fr>

3.3. COMPARAISON DES ZONES D'INFLUENCES AVEC DES PÉRIMÈTRES EXISTANTS

en associant plusieurs périmètres politiques et administratifs existants : L'Eurométropole de Strasbourg, des Communautés de Communes du Pays d'Erstein, du Rhin, et de Benfeld et environs d'un côté et l'Ortenaukreis de l'autre.

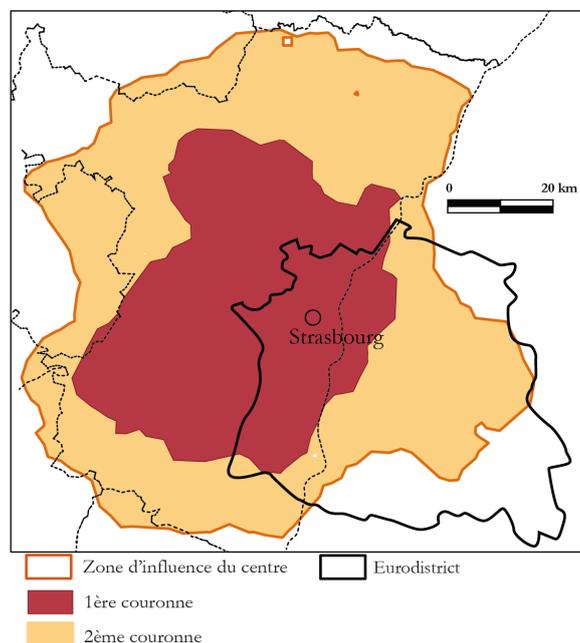


FIGURE 54 – Comparaison de la zone d'influence de Strasbourg avec l'Eurodistrict

Le territoire de l'Eurodistrict est en partie intégrée à la zone d'influence construite ici. Il s'étend cependant plus loin du côté Allemand, tandis qu'il se limite à une zone très proche de la frontière du côté français. Bien qu'aucune réponse ne sera apportée ici, cela pose la question suivante : l'Eurodistrict, construit avec l'objectif d'être un territoire fonctionnel, est-il un espace pertinent aujourd'hui ?

Bilan des différentes comparaisons

Les comparaisons des aires d'influence obtenues avec des périmètres fonctionnels et politiques ne permettent ni la justification de l'utilisation d'un seuil ni la validation de la méthodologie. Cependant, elles permettent de voir que les zones obtenues ne sont pas en incohérence totale avec les périmètres fonctionnels existants. Ces comparaisons permettent également de mieux visualiser et de mieux s'appropriier les zones d'influences obtenues. Mise en parallèle avec des territoires politiques, les zones d'influences amènent également à se poser des questions sur la pertinence de ces territoires dit "*de projet*" et "*fonctionnels*".

Conclusion

Le travail réalisé dans ce mémoire est un premier pas vers une définition unique de la ville fonctionnelle, applicable dans l'ensemble des pays européens. En effet, il n'existe pas à ce jour une définition unique, admise par tous les pays. Fondée sur un modèle d'interaction spatiale, le modèle de Huff, la méthodologie développée ici permet ainsi de prendre en compte 3 critères simultanément : la continuité morphologique, les relations de mobilités vers le centre mais également le poids des villes relativement les uns aux autres. Elle présente ainsi plusieurs avantages :

- La méthodologie est entièrement basée sur des données et des outils libres d'accès ;
- La méthodologie nécessite peu de données statistiques en entrée : seule des données relatives à la population sont nécessaires ;
- Les zones créées ne sont pas soumises au problème récurrent de l'hétérogénéité des maillages territoriaux ;
- Les zones créées permettent la comparaison d'indicateurs à l'échelle européenne ;
- La méthodologie peut être appliquée sur des espaces transfrontaliers ;
- Basées sur les relations de mobilités domicile-travail, les zones créées correspondent à une réalité économique.

Des études plus approfondies doivent encore être réalisées quant au choix des différents paramètres du modèle : la distance et l'attractivité de la ville. S'il est plutôt simple de justifier l'utilisation d'une distance réseau en temps, il est plus difficile de définir la forme mathématique qui lui est associée. De même, s'il est plutôt simple de justifier l'utilisation de la population comme élément révélateur de l'attractivité d'une ville, la forme de la relation reste un paramètre difficile à établir. Enfin, le choix et la justification d'un seuil de potentiel à partir duquel une zone d'influence est délimitée reste à étudier. La généralisation de la méthode sur un plus grand nombre de ville pourraient permettre d'apporter des éléments de réponse à ces problématiques.

Malgré tout, cette méthode offre un cadre d'étude pertinent pour le monde institutionnel comme celui de la recherche, avec des possibilités d'analyses et de statistiques comparables, que ce soit à l'échelle nationale ou internationale. À titre d'exemple, cette zone d'influence apparaît comme un périmètre potentiel pour des modèles de simulation tels que MobiSim (Antoni et Vuidel, 2011), modèle dédié à la simulation de la croissance et des mobilités urbaines dans les agglomérations françaises et européennes. La question du périmètre initial y est récurrente : quel périmètre choisir pour simuler au mieux les mobilités quotidiennes ? Si les aires urbaines apportent un élément de réponse à l'échelle nationale, la question reste ouverte pour les agglomérations européennes (MobiSim est rappelons le, dédié aux agglomérations françaises et européennes). De part leurs caractéristiques, les zones d'influences créés ici semblent pouvoir constituer des terrains d'études pertinents et comparables à l'échelle européenne.

Table des figures

1	Définition des unités urbaines : à chaque pays sa méthode d'ajustement (D'après Le Gléau & al, 1996)	6
2	Les Standard Metropolitan Labour Areas et les Metropolitan Economic Labour Areas en Grande-Bretagne (Source : P. Hall et D. Hay (1980))	10
3	Les quatre étapes de construction d'un centre urbain (Source : Eurostat, 2012)	11
4	La délimitation de la zone de navettage (Source : Eurostat, 2012)	12
5	Exemple d'application du modèle de Reilly	17
6	Exemple d'application du modèle de Huff	18
7	Les centroïdes des municipalités comme points de départ	22
8	Les centroïdes des tâches urbaines comme points de départ	22
9	La distance de rattachement	22
10	Choix du coefficient b	27
11	Le choix des seuils de population	29
12	Sélection spatiale initiale	30
13	Construction des tâches urbaines	31
14	Attribution de la population aux tâches urbaines	31
15	Les tâches urbaines autour de Strasbourg	32
16	Création des points de départ et des points d'arrivé pour le calcul d'accessibilité	32
17	La sélection des tronçons praticables en voiture	33
18	Problème topologique : la connectivité des tronçons	33
19	Élimination des tronçons non connectés au reste du réseau routier	34
20	Les tronçons routiers principaux dans le périmètre de Strasbourg	34
21	Identification des tronçons en agglomération	35
22	Attribution des vitesses maximales	35
23	Calcul des vitesses réelles	36
24	Calcul des temps de parcours par tronçon	36

25	Projection des points de départ et d'arrivé sur le réseau routier	36
26	Calcul des temps de parcours	37
27	Rattachement de la population	37
28	Calcul de l'exponentielle de la distance	38
29	Calcul du dessus de l'équation - solution 1	38
30	Calcul du dessus de l'équation - solution 2	38
31	Calcul du potentiel - solution 1	39
32	Calcul du potentiel - solution 2	39
33	Le périmètre d'étude autour de Besançon	42
34	Le périmètre d'étude autour de Strasbourg	43
35	Le périmètre d'étude autour de Rome	44
36	Le potentiel d'attraction de Besançon sur les tâches urbaines dans la périmètre établis	45
37	Zoom - potentiel d'attraction de Besançon	46
38	Représentation schématique de la zone d'influence de Besançon	46
39	Le potentiel d'attraction de Strasbourg sur les tâches urbaines dans la périmètre établis	47
40	Zoom - potentiel d'attraction de Strasbourg	48
41	Représentation schématique de la zone d'influence de Strasbourg	48
42	Le potentiel d'attraction de Rome sur les tâches urbaines dans la périmètre établis	49
43	Zoom - potentiel d'attraction de Rome	50
44	Représentation schématique de la zone d'influence de Rome	51
45	Les histogrammes de distribution des potentiels calculés pour les trois villes	52
46	Les zones d'influence de Besançon selon le seuil choisis	53
47	Les zones d'influence de Strasbourg selon le seuil choisis	53
48	Les zones d'influence de Rome selon le seuil choisis	54
49	Comparaison de la zone d'influence de Besançon avec des périmètres fonctionnels existants	57
50	Comparaison de la zone d'influence de Strasbourg avec un périmètre fonctionnel existant	58
51	Comparaison de la zone d'influence de Rome avec un périmètre fonctionnel existant	59
52	Comparaison de la zone d'influence de Besançon avec les EPCI	60
53	Comparaison de la zone d'influence de Strasbourg avec les communautés de communes françaises et allemandes	61
54	Comparaison de la zone d'influence de Strasbourg avec l'Eurodistrict	62

Liste des tableaux

1	Comparaison des unités locales (Source : Eurostat)	4
2	Définition des tâches urbaines	5
3	Le bilan des différentes approches (D'après Eurolio, 2011)	8
4	Les tronçons d'Openstreetmap	23
5	Les vitesses réglementaires dans quelques pays européens (Source : wikipedia)	24
6	Reclassification et attribution des vitesses maximales	24
7	De la vitesse maximale à la vitesse réelle : attribution d'un coefficient de réduction (D'après Appert & Chapelon, 2003)	25
8	Exemples de temps de parcours "réels" et temps de parcours calculés pour 10 points de la zone d'étude	25
9	Le choix du LOS par comparaison des coefficients de détermination	26
10	Les différentes pondérations de la distance utilisées pour le calcul d'indica- teurs (D'après Eurolio, 2011)	26
11	Comparaison des 4 zones pour Besançon	54
12	Comparaison des 4 zones pour Strasbourg	55
13	Comparaison des 4 zones pour Rome	55

Références

- Appert M., Chapelon L., 2003, *Variabilité de la performance des réseaux routiers dans l'espace et le temps : application à la région urbaine de Londres*, in Mathis P. (dir.), *Graphes et réseaux : modélisation multiniveaux*, Paris, Hermès. p. 51-76.
- Baptiste A., 2003, *Modélisation de l'évolution d'un système de transport et impacts sur un système départemental de villes*, *Traité IGAT : Fondements de l'analyse spatiale*.
- 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 : European Journal of Geography*, n 426, 35 p.
- Breutagnolle A., Robic M.C., 2005, *Révolutions des technologies de communication et représentation du monde - Réactivation des discours de l'inédit*. *L'information géographique*, n 2, p. 150-183.
- Bruntland G.H. (ed.), 1987, *Our common Future*, World Commission on Environment and Development, Oxford university Press.
- Camagni R., 1996, *Principes et Modèles de l'Economie Urbaine*. Paris, Economica.
- Carrière J.P., 2005, *Une réflexion sur la construction du polycentrisme en Europe*, *Territoires 2030*, N 1, p. 47-65.
- Cattan N., Rozenblatt C., 1991, *Délimiter et mesurer l'évolution des populations urbaines*. *revue Population (INED)*, Décembre, 4, 979-991.
- Chéry J. P., 2010, *Les espaces périurbains en Europe : un grand écart entre description et prospective*. *TERRITOIRES 2040*, (2), p-61.
- Choay F., 1999, *De la ville à l'urbain*. *Urbanisme*, n 309.
- Cicille P., Rozenblatt C., 2003, *Les villes européennes, étude comparative*, Paris, La documentation Française, 94 pages.
- Comin M.N., 2009, *Réseaux de villes et réseaux d'innovation en Europe : structuration du système des villes européennes par les réseaux de recherche sur les technologies convergentes*, Thèse de doctorat en Géographie, Université de Paris 1.
- Crozet M., Mayer T., Mucchielli J.L., 2004, *How do firms agglomerate? A study of FDI in France*, *Regional Science and Urban Economics*, vol. 34, n 1, p. 27-54.
- Denham C., White I., 1998, *Differences in urban and rural Britain*, *Population Trends* 91.
- Dickinson R., 1967, *The definitions Standard Metropolitan Areas*. London, Working Paper n 1, Urban Growth study PEP.
- Di Salvo M., 2006, *Calculs d'accessibilité : impacts des spécifications du réseau routier sur les calculs d'accessibilité; données sources méthodes*. CERTU.
- Dubois-Taine G. & Chalas Y., 1998, *La ville émergente*. Edition de l'Aube.
- Enault C., 2003, *Vitesse, accessibilité et étalement urbain analyse et application à l'aire urbaine dijonnaise*, Thèse de doctorat en Géographie, Université de Bourgogne.
- Eurolio, 2011, *Les agglomérations européennes, quelles définition pour quels besoins d'indicateurs ?*. Fiche méthodologique n 2011-1.
- Eurostat, 2012, *Regional Focus : Cities in Europe : the new OECD-EC definition*
- Galton F., 1881, *On the construction of isochronic Passage-Charts*. *Proceedings of the Royal Geographical Society*, No 11, s. 657-658. London.

- Gloersen E., 2005, *Faut-il des visions spatiales pour construire une Europe polycentrique*. Territoires 2030, n1, p. 57-66.
- Hall P., Hay D., 1980, *Growth Centres in the European urban system*. Heinemann Educational Books, 270 p.
- Hassingier H., 1910, *Beiträge zur Siedlungs- und Verkehrsgeographie von Wien*. Mitteilungen der K.K. Geographischen Gesellschaft, 53, p. 3-88.
- Hertzog A. & Sierra A., 2010, *Penser la ville et l'urbain, les paradoxes de la géographie française*. EchoGéo, n 12.
- Houillon V., Thomsin L., 2001, *Définitions du rural et de l'urbain dans quelques pays européens-Dossier pédagogique*, Espace, Populations, Sociétés, n 1-2, pp. 195-200.
- Insee, 2007, *Les déplacements domicile-travail amplifiés par la périurbanisation*.
- Knafou R. & Duhamel P., 2007, *Mondes urbains du tourisme*. Belin.
- Le Gléau J.-p., Pumain D., Saint-Julien T., 1996, *Villes d'Europe : à chaque pays sa définition*. Economie et statistique, n294-295, 9-23.
- Levy J. & Lussault M., 2003, *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*. Belin.
- Nations Unies, 1990, *Recommandations pour les recensements de la population et des habitations de 1990 dans la région de la CEE*.
- Nations Unies, 1978, *Recommandations pour les recensements de la population et des habitations de 1980 dans la région de la CEE*. Normes et études statistiques, n 31, New York.
- Papon F., Madre J-L., 2003, *Existe t'il des seuils de saturation de la mobilité de personnes ?*, Réalités industrielles.
- Polèse M., Bailly A., 1979, *Modèle de gravité, attraction, rayonnement urbain : problèmes méthodologiques et applications au Nord-Ouest Québécois*. Canadian Journal of Regional Science, n1, p. 37-48.
- Pumain D., 2006, *Villes et systèmes de villes dans l'économie*. Revue d'économie financière, 86, 29-46.
- Pumain D., Saint-Julien T., 2010, *Analyse spatiale : les interactions*. 2^e Edition, Paris : A. Colin, coll. « Coursus », 224p.
- Pumain D., Saint-Julien T., 1976, *Fonctions et hiérarchie des villes françaises*. Annales de Géographie, n 470, 385-440.
- Pumain D., Saint-Julien T., Cattan N., Rozenblat C., 1992, *Le concept statistique de la ville en Europe*, Eurostat, Opoce, Ined, équipe Paris/CNRS, Nurec.
- Schneidewind P., 2006, *The Role of Small and Medium-Sized Towns (SMESTO)*. Final Report, ESPON 1.4.1.
- Smesto, 2008, *The Role of Small or Medium-Sized Towns*, Final report.
- Tandberg, 2006, *Environmental benefits of Video telework for individuals, Companies, and Communities*
- Van Den Berg L., Drewett R., Klassen L.H., Rossi A., Vijverberg C.H.T., 1982, *A study of growth and decline*. Oxford, Pergamon Press, 162p.
- Zahavi Y., 1974, *Travel time budgets and mobility in urban areas*. Report prepared for the US Department of Transportation, Washington DC and Ministry of Transport, Federal Republic of Germany, Bonn.

Annexes

```
CREATE TABLE Zones_baties AS SELECT * FROM CLC WHERE code =111 or code = 112 or code=121 or code=122 or code=123 or code = 124;
CREATE TABLE Buffer_100m AS SELECT ST_BUFFER (geom, 100) FROM Zones_baties
CREATE TABLE Buffer_100m_dissolve AS SELECT (ST_Dump(ST_Union(geom))).geom FROM Buffer_100m WHERE St_Intersects(geom, geom)
CREATE TABLE taches_urbaines AS SELECT ST_BUFFER (geom, - 90) FROM Buffer_100m_dissolve
ALTER TABLE Municipalites_fr ADD COLUMN pop_mun double precision ;
UPDATE Municipalites_fr SET pop_mun = "PMUN13" FROM Pop_France WHERE Pop_France."DEPCOM" = Municipalites_fr."id_mun" ;
ALTER TABLE Municipalites_de ADD COLUMN pop_mun double precision;
UPDATE Municipalites_de SET pop_mun = "Bevölkerung" FROM Pop_Allemagne WHERE Pop_Allemagne."Gem" = Municipalites_de."id_mun" ;
CREATE TABLE Municipalites_pop AS SELECT * FROM Municipalites_de ;
INSERT INTO Municipalites_pop SELECT * FROM Municipalites_fr ;
ALTER TABLE Municipalites_pop ADD COLUMN Aire_mun double precision;
UPDATE Municipalites_pop SET Aire_mun = ST_AREA(geom) ;

CREATE TABLE Points_depart AS SELECT ST_PointOnSurface(geom) FROM taches_urbaines_pop ;
CREATE TABLE Centres_urbains AS SELECT * FROM taches_urbaines_pop WHERE 'pop'
CREATE TABLE Points_arrive AS SELECT ST_PointOnSurface(geom) FROM Centres_urbains > 10000
CREATE TABLE VoitureOSM AS
(select * from RoutesOSM
where type = 'living_street' or type = 'motorway' or type = 'motorway_link' or type = 'tertiary' or type='teritary_link'
or type='primary' or type = 'primary_link' or type ='residential' or type = 'road' or type = 'secondary' or
type ='secondary_link' or type = 'unclassified' or type='trunk')

CREATE TABLE buffer1cm AS
SELECT st_buffer (geom, 1cm)
FROM VoitureOSM
CREATE TABLE buffer_dissolve AS
SELECT (ST_Dump(ST_Union(geom))).geom
FROM buffer1cm
WHERE St_Intersects(geom, geom)
ALTER TABLE buffer_dissolve ADD COLUMN AIRE double precision;
UPDATE buffer_dissolve
SET AIRE = ST_Area(geom)
CREATE TABLE buffer_principal AS
SELECT * FROM buffer_dissolve WHERE AIRE = (SELECT max(AIRE) FROM buffer_dissolve)
CREATE TABLE Reseau_final AS
SELECT a.* FROM VoitureOSM a, buffer_principal
WHERE St_contains(buffer_principal.geom, a.geom);
ALTER TABLE Reseaufinal ADD COLUMN agglo integer ;
UPDATE Reseaufinal SET agglo = 1 WHERE id IN (SELECT a.id FROM Reseaufinal a, Taches_urbaines b
WHERE ST_Intersects(ST_Centroid(a.geom), b.geom));
UPDATE Reseaufinal SET agglo = 0 WHERE agglo IS NULL
ALTER TABLE Reseaufinal ADD COLUMN VitesseMax integer ;
UPDATE Reseaufinal SET VitesseMax=maxspeed ;
UPDATE Reseaufinal SET VitesseMax = 50 WHERE maxspeed = 0 and agglo = 1 ;
UPDATE Reseaufinal SET VitesseMax = 50 WHERE maxspeed = 0 and agglo = 0 and (type='living_street' or type = 'residential'
or type= 'primary_link' or type = 'secondary_link' or type='teritary_link' or type ='trunk_link' or type ='motorway_link') ;
UPDATE Reseaufinal SET VitesseMax = 90 WHERE maxspeed = 0 and agglo = 0 and (type = 'primary' or type='secondary'
or type='teritary' or type='unclassified' or type='road');
UPDATE Reseaufinal SET VitesseMax = 110 WHERE maxspeed = 0 and agglo = 0 and type = 'trunk' ;
UPDATE Reseaufinal SET VitesseMax = 130 WHERE maxspeed = 0 and agglo = 0 and type = 'motorway' ;
```

```
ALTER TABLE Reseaufinal ADD COLUMN Vitesse_reelle double precision;
UPDATE Reseaufinal SET Vitesse_reelle = (VitesseMax * 0.7)*1000/60 WHERE agglo=1
UPDATE Reseaufinal SET Vitesse_reelle = (VitesseMax * 0.81)*1000/60 WHERE agglo=0 and type='motorway'
UPDATE Reseaufinal SET Vitesse_reelle = (VitesseMax * 0.83)*1000/60 WHERE agglo=0 and type NOT LIKE 'motorway'
ALTER TABLE Reseaufinal ADD COLUMN duree double precision;
ALTER TABLE Reseaufinal ADD COLUMN longueur double precision;
UPDATE Reseaufinal SET longueur = ST_Length(Reseaufinal.geom);
UPDATE Reseaufinal SET duree = longueur / vitesse_reelle ;
ALTER TABLE Reseaufinal ADD COLUMN source integer;
ALTER TABLE Reseaufinal ADD COLUMN target integer;
CREATE INDEX reseau_source_idx ON Reseaufinal (source);
CREATE INDEX reseau_target_idx ON Reseaufinal (target);
SELECT pgr_createTopology('Reseaufinal', 0.1, 'geom', 'id');
ALTER TABLE Points_depart ADD COLUMN id_noeud integer;
UPDATE Points_depart SET id_noeud = ( SELECT id FROM Reseaufinal_vertices_pgr n
ORDER BY n.the_geom <-> Points_depart.geom LIMIT 1 );
ALTER TABLE Points_arrive ADD COLUMN id_noeud integer;
UPDATE Points_arrive SET id_noeud = ( SELECT id FROM Reseaufinal_vertices_pgr n
ORDER BY n.the_geom <-> Points_arrive.geom LIMIT 1);
CREATE TABLE Accessibilite_LosB AS SELECT c.*
FROM Points_depart a, pgr_kdijkstraCost(
'SELECT id as id, source, target, duree as cost FROM Reseau_final', a.id_noeud,
array(SELECT DISTINCT b.id_noeud FROM Points_arrive b), false, false) c ;
ALTER TABLE Accessibilite_LosB ADD COLUMN id_depart integer;
ALTER TABLE Accessibilite_LosB ADD COLUMN id_pole integer;
UPDATE Accessibilite_LosB
SET id_depart = Points_depart.id
FROM Points_depart WHERE Accessibilite_LosB.id1 = Points_depart.id_noeud;
UPDATE Accessibilite_LosB
SET id_pole = Points_arrive.id
FROM Points_arrive WHERE Accessibilite_LosB.id2 = Points_arrive.id_noeud;
ALTER TABLE Accessibilite_LosB ADD COLUMN POP double precision ;
UPDATE Accessibilite_LosB
SET POP = pop
FROM Points_arrive WHERE Accessibilite_LosB.id_arrive = Points_arrive.id ;
ALTER TABLE Accessibilite_LosB ADD COLUMN EXP double precision ;
UPDATE Accessibilite_LosB
SET EXP = EXP(0.1*cost)

ALTER TABLE Accessibilite_LosB ADD COLUMN DESSUS double precision ;
UPDATE Accessibilite_LosB SET DESSUS = pop /EXP ;
ALTER TABLE Accessibilite_LosB ADD COLUMN DESSOUS double precision;
UPDATE Accessibilite_LosB SET dessous = a.dessous
FROM (SELECT id_depart, sum(dessus) as dessous
FROM Accessibilite_LosB GROUP BY id_depart ORDER BY id_depart) a
WHERE Accessibilite_LosB.id_depart = a.id_depart;
ALTER TABLE Accessibilite_LosB ADD COLUMN Potentiel double precision;
UPDATE Accessibilite_LosB SET potentiel = dessus /dessous * 100
```

Table des matières

Introduction	1
1 Les définitions et méthodes existantes	3
1.1 L'approche statistique du fait urbain en Europe	3
1.1.1 L'approche administrative	3
1.1.2 L'approche morphologique	4
1.1.3 L'approche fonctionnelle	6
1.1.4 Atouts et inconvénients des différentes approches	7
1.2 Les tentatives d'harmonisation	8
1.2.1 Les premières tentatives d'harmonisation	8
1.2.2 Les tentatives plus récentes	11
1.2.3 Bilan des différentes tentatives d'harmonisation	13
2 Méthodologie	15
2.1 Les modèles gravitaires comme traduction du concept de zone d'influence	15
2.1.1 Principes	15
2.1.2 Le modèle de Reilly	16
2.1.3 Le modèle de Huff	17
2.2 Définitions des éléments de l'environnement initial	19
2.2.1 Établissement du périmètre initial	19
2.2.2 Définition et délimitation des centres urbains	19
2.3 Choix des paramètres du modèle	20
2.3.1 La distance	20
2.3.1.1 Le choix de la distance réseau	20
2.3.1.2 L'établissement des points de départ et d'arrivée	21
2.3.1.3 La construction d'un réseau routier hiérarchisé	23

2.3.1.4	Le choix du paramètre α	26
2.3.2	L'attractivité des centres urbains	28
2.3.2.1	La population, reflet de l'attractivité des villes	28
2.3.2.2	Le choix du paramètre k	28
2.4	Aspects techniques	28
2.4.1	Outils et données	29
2.4.1.1	Postgis	29
2.4.1.2	Les données en entrée	29
2.4.2	Préparation des données	30
2.4.2.1	Etablissement du périmètre initial	30
2.4.2.2	Construction des tâches urbaines	31
2.4.2.3	Construction d'un réseau routier hiérarchisé	32
2.4.3	Application du modèle de Huff	37
2.4.3.1	Calcul des temps de parcours	37
2.4.3.2	Calcul du potentiel	37
3	Résultats	41
3.1	Trois villes tests	41
3.1.1	Besançon	41
3.1.2	Strasbourg	42
3.1.3	Rome	43
3.2	Présentation des résultats	44
3.2.1	Le potentiel d'attraction de Besançon, Strasbourg et Rome	44
3.2.1.1	Le potentiel d'attraction de Besançon	44
3.2.1.2	Le potentiel d'attraction de Strasbourg	47
3.2.1.3	Le potentiel d'attraction de Rome	49
3.2.2	Les zones d'influences de Besançon, Strasbourg et Rome	51
3.3	Comparaison des zones d'influences avec des périmètres existants	55
3.3.1	Comparaison avec des périmètres fonctionnels	56
3.3.1.1	Besançon	56
3.3.1.2	Strasbourg	58
3.3.1.3	Rome	59
3.3.2	Mise en parallèle avec des périmètres politiques	59
3.3.2.1	Besançon	60
3.3.2.2	Strasbourg	61

Conclusion	63
Table des illustrations	66
Liste des tableaux	67
Références	69
Annexes	71
Table des matières	75