



POLYTECH[®]
TOURS

Département
Aménagement et Environnement

Ecole d'ingénieurs
polytechnique
de l'université de Tours

CITERES
UMR 6173
Cités, Territoires,
Environnement et Sociétés

Equipe IPA-PE
Ingénierie du Projet
d'Aménagement, Paysage,
Environnement

Projet de Fin d'Etudes

IMPACT DE LA MOBILITÉ DOMICILE- TRAVAIL SUR L'ÉTALEMENT URBAIN DE L'AGGLOMÉRATION ORLEANAISE



Sarah ARBOUCH
Zoé RAUTUREAU

Année scolaire 2016-2017

Semestre 9

Directeurs de recherche :

Kamal SERRHINI

Dominique ANDRIEU

IMPACT DE LA MOBILITÉ DOMICILE-TRAVAIL SUR L'ÉTALEMENT URBAIN DE L'AGGLOMÉRATION ORLEANAISE

*Si le logiciel STOM qui modélise les flux domicile-travail sur l'agglomération
tourangelle est valide, peut-il être appliqué à l'agglomération orléanaise ?*

**Sarah Arbouch
Zoé Rautureau**

**Directeurs de recherche
Kamal Serrhini
Dominique Andrieu**

**Année scolaire 2016-2017
Semestre 9**

AVERTISSEMENT

Cette recherche a fait appel à des lectures, enquêtes et interviews. Tout emprunt à des contenus d'interviews, des écrits autres que strictement personnel, toute reproduction et citation, font systématiquement l'objet d'un référencement.

L'auteur (les auteurs) de cette recherche a (ont) signé une attestation sur l'honneur de non-plagiat.

FORMATION PAR LA RECHERCHE ET PROJET DE FIN D'ETUDES EN GENIE DE L'AMENAGEMENT

La formation au génie de l'aménagement, assurée par le département aménagement de l'École Polytechnique de l'Université de Tours, associe dans le champ de l'urbanisme et de l'aménagement, l'acquisition de connaissances fondamentales, l'acquisition de techniques et de savoir-faire, la formation à la pratique professionnelle et la formation par la recherche. Cette dernière ne vise pas à former les seuls futurs élèves désireux de prolonger leur formation par les études doctorales, mais tout en ouvrant à cette voie, elle vise tout d'abord à favoriser la capacité des futurs ingénieurs à :

- Accroître leurs compétences en matière de pratique professionnelle par la mobilisation de connaissances et de techniques, dont les fondements et contenus ont été explorés le plus finement possible afin d'en assurer une bonne maîtrise intellectuelle et pratique,
- accroître la capacité des ingénieurs en génie de l'aménagement à innover tant en matière de méthodes que d'outils, mobilisables pour affronter et résoudre les problèmes complexes posés par l'organisation et la gestion des espaces.

La formation par la recherche inclut un exercice individuel de recherche, le projet de fin d'études (P.F.E.), situé en dernière année de formation des élèves ingénieurs. Cet exercice correspond à un stage d'une durée minimum de trois mois, en laboratoire de recherche, principalement au sein de l'équipe Ingénierie du Projet d'Aménagement, Paysage et Environnement de l'UMR 6173 CITERES à laquelle appartiennent les enseignants-chercheurs du département aménagement.

Le travail de recherche, dont l'objectif de base est d'acquérir une compétence méthodologique en matière de recherche, doit répondre à l'un des deux grands objectifs :

- Développer toute ou partie d'une méthode ou d'un outil nouveau permettant le traitement innovant d'un problème d'aménagement,
- approfondir les connaissances de base pour mieux affronter une question complexe en matière d'aménagement.

Afin de valoriser ce travail de recherche, nous avons décidé de mettre en ligne sur la base du Système Universitaire de Documentation (SUDOC), les mémoires à partir de la mention bien.

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, nous souhaitons remercier Monsieur Kamal SERRHINI, Directeur de recherche de ce PFE et enseignant chercheur à l'école Polytechnique de l'Université de Tours au Département Aménagement et Environnement. Son encadrement et son accompagnement, tout au long de notre projet de fin d'études, a permis à celui-ci de se dérouler dans de bonnes conditions.

Nous tenions à remercier également, Monsieur Dominique ANDRIEU, géographe-cartographe dans la recherche en sciences humaines et sociales à la Maison des Sciences de l'Homme Val de Loire (MSH VdL), pour son aide et ses conseils qui nous ont fait avancer efficacement dans notre travail de recherche.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui ont prêté attention à notre travail et qui ont répondu à nos questions, notamment Eloïse Cessy, ingénieure diplômée de Polytech Tours.

Avertissement	4
Formation par la recherche et projet de fin d'études en génie de l'aménagement	6
Remerciements	7
Sommaire	8
Introduction.....	10
Partie 1 : Méthodologie de modélisation	14
1. Modèle de répartition des actifs.....	14
1.1. Simplification du terrain d'étude.....	14
1.2. Calcul des plus courts chemins	16
1.3. Répartition des actifs au lieu de travail	17
1.4. Affectation des flux sur le réseau	17
2. Construction des données.....	18
2.1. Préparation des tables origines et destinations	18
2.2. Travail sur le réseau routier	19
Partie 2 : Modélisation et Résultats	21
1. Modélisation	21
1.1. Premier test sur un créneau de 15 minutes	21
1.2. Premier test sur un créneau de 30 minutes	23
1.3. Deuxième test sur un créneau de 15 minutes.....	24
2. Première comparaison	26
3. Deuxième comparaison.....	28
4. Conclusion de l'analyse	29
Partie 3 : Détermination du terrain.....	30
1. Evolution de la démographie sur le Loiret	30
2. Corrélation entre données socio-économique et répartition spatiale	35
3. Choix du périmètre d'étude	38
Conclusion	41
Bibliographie	42

Dans le cadre de la cinquième année d'ingénieur en aménagement et environnement, nous avons eu à réaliser un projet de recherche. Ce mémoire, dont le sujet porte sur le rapport entre les mobilités et l'étalement urbain sur l'agglomération Orléans, s'affilie au projet de recherche Croissance Optimisation Économie Urbanisation Réseau (CŒUR) des universités de Tours et d'Orléans. L'objectif commun des laboratoires de recherches des deux universités est de comprendre les flux de déplacements issus des trajets domiciles travail et de connaître les effets d'une implantation d'une nouvelle zone urbaine sur ces flux. En effet, le but est de mettre en avant, à travers de modèles de simulation, l'impact d'une nouvelle implantation urbaine et des décisions de zonages sur le trafic existant et la génération de nouveaux flux.

Pour bien comprendre l'enjeu de ce projet, nous avons réalisé un état de l'art dont les lectures portaient sur les sujets de la recherche.

Étalement urbain

L'étalement urbain est un phénomène qui, depuis les années 70, apparaît comme la nouvelle modalité de la croissance urbaine (Weil, 2010). Toutefois, les raisons d'un étalement urbain sont encore discutées. Pour Brueckner et Fransler (1983), l'étalement urbain serait une conséquence de la croissance de la population mais pour RA. Margo et ES. Mills (1992) l'extension des banlieues serait imputables à la hausse du revenu des ménages. L'étalement urbain peut également s'expliquer « par la généralisation de vitesses de déplacements accrues » et serait le résultat du goût des individus pour la périphérie des villes, renforcé par l'augmentation de la vitesse et les réductions de temps de déplacements (Weil, 2002).

Selon Joly (2003), il existe différents types d'étalement urbain en fonction des pays. Ainsi, il identifie deux types de modèles basés sur des types de villes :

- Les villes américaines et océaniques qui répondent aux besoins de la croissance par une extension de la ville qui induit une mobilité coûteuse donnent lieu à un modèle extensif du développement urbain qui étale son activité sur la surface urbaine n'hésitant pas à repousser les frontières de la ville ;
- Les villes européennes et asiatiques qui contiennent la consommation de l'espace avec la mise en place de moyens de transport nécessaires à la croissance économique donnent lieu à un modèle intensif qui concentre les activités rendant ainsi plus intense la densité des opportunités socio-économique de la ville.

Il y a donc une mise en évidence sur la relation entre étalement urbain et développement des mobilités. Croissance démographique et aménagement des axes de transports ferroviaires ont permis l'étalement urbain de la population dès les années 50 avec le développement de la voiture et habitat individuel (Vanco, 2011). Depuis, toujours les villes, les aires d'habitations s'organisent autour d'axes de communication (fleuves, voies ferrées, routes...) et l'expansion démographique fait que les villes grossissent et semblent grignoter les espaces autour.

Mobilité

La mobilité correspond à une action permettant un changement de lieu. Il existe plusieurs types de mobilité, dépendants du temps de trajet ou alors des circonstances entraînant cette mobilité.

Si la mobilité permet à un individu d'aller d'un point A vers un point B, cet individu va néanmoins faire face à un choix. Ainsi, d'après l'hypothèse de Zahavi : la mobilité est un problème d'allocation de ressources entre les différents postes de consommation. Ces ressources sont le

temps et l'argent, et permettront donc à l'individu de déterminer quel moyen de transport répond à ces critères (Joly, 2003). La stabilité de budget-temps des ménages a logiquement conduit à une forte croissance des vitesses (Orfeuil, 1999). La croissance des vitesses, elle a permis à l'individu se déplacer d'une échelle réduite (quartier) à une autre plus large (métropole). Ainsi, la stabilité budget temps attribuée ne doit pas excéder 1h au quotidien (Joly, 2003). Pour le budget économique, il est défini à 3 % des revenus disponibles pour les personnes non motorisées et 15 % pour celles motorisées¹.

Selon les résultats de l'enquête nationale transports et déplacements réalisée auprès des ménages, permet de mettre en évidence qu'en France que l'utilisation de la voiture est plus faible si les zones sont plus denses : 1 déplacement sur 8 à Paris en voiture contre près de 9 sur 10 dans la périphérie des petites villes². L'automobile reste l'outil le plus adapté pour les mobilités qui s'est largement diffusé ces dernières années dans les milieux ruraux à faible urbanisation : 68 % des personnes en 2008 appartiennent à un ménage comptant autant de voitures que de membres adultes, contre 54 % en 1994. Dans les autres, milieux on observe un changement de mode de déplacements notamment avec une diminution des déplacements.³ Des critères d'études permettent d'évaluer le têt de mobilité, et celui-ci serait croissant avec la motorisation, plus élevée pour les hommes que les femmes, liée à l'âge et liée à la catégorie socioprofessionnelle. Ces critères sont à nuancer, car fortement dépendant du lieu étudié.

Relation mobilité et étalement urbain

La vitesse explique le lien entre niveau de mobilité et dépense temporelle, ce qui permet de se faire une idée du niveau de mobilité d'une population. La vitesse permet un accroissement de la mobilité individuelle à budget temps constant et d'atteindre destinations plus éloignées. Ainsi, les vitesses permettent de connaître les zones d'activités accessibles lors migration quotidienne (Joly, 2003). Ainsi, les différences de distribution des zones d'emploi et résidence peuvent indiquer le niveau minimum de mobilité réalisée. La localisation en périphérie est hors champ d'action des transports en commun et permet donc aux voitures un plus large champ d'action. A l'inverse, les centres-villes s'inscrivent dans une logique de mobilité de proximité (Zahavi, 1980). En revanche, certains auteurs mettent en avant, l'effet de l'urbanisation sur la mobilité. Ainsi, la forme urbaine se révèle être susceptible d'influer sur la mobilité. Ces variables peuvent être : la densité urbaine, la diversité des activités au sein d'une zone, l'accessibilité en transports aux aménités de la ville, la proximité à l'emploi ou encore la présence de pôles secondaires au sein d'une agglomération (Vanco, 2011).

Il existe donc bien en rapport entre la mobilité et l'étalement urbain. Que ce soit, pour certains, les vitesses qui vont définir l'aire géographique des déplacements ou, pour d'autres, la typologie urbaine qui va influencer la mobilité. Cette relation, entre mobilité et l'étalement urbain, possèdent de nombreux effets, et notamment des conséquences sur l'environnement. Les émissions de CO₂ et le grignotage des terres (Camagni et Gibelli, 1997) sont les principales conséquences qui viennent le plus vite en tête. Mais d'autres impacts existent avec des enjeux plus ou moins forts, tels que la consommation d'énergies non renouvelables, la perte de biodiversité, nuisances sonores, l'insécurité routière, la dégradation du paysage et du patrimoine bâti, la production de déchets (Joumard et al, 2010). Ces impacts se révèlent être des défis quant à la mobilité et à l'étalement urbain pour le futur.

L'étalement urbain se révèle être nécessaire à contrôler. Dans l'hypothèse où les vitesses sont le moteur d'expansion d'une ville, elles apparaissent alors comme le levier à utiliser pour freiner ce phénomène (Joly, 2003). Dans ce cas-là, il faut faire attention à ne pas réduire considérablement les vitesses parce que sinon cela pourrait s'apparenter à une entrave à la liberté

¹ Union Internationale des Transports Publics

² La mobilité des Français, février 2011, ministère du Développement durable.

³ Dans les grandes agglomérations, la mobilité quotidienne des habitants diminue, et elle augmente ailleurs, INSEE.

de mobilité. Au contraire, dans le cas où c'est l'organisation spatiale d'une ville qui influence les déplacements, il faudra intervenir sur la forme urbaine, à travers par exemple une redensification et une utilisation des dents creuses, pour réduire l'étalement urbain. Enfin, le rôle des transports en commun n'est pas à négliger, pour limiter l'utilisation de la voiture.

Modélisation

Comprendre la répartition des flux paraît primordial pour pouvoir se représenter l'impact de la mobilité au quotidien, pour la gérer et pour anticiper l'évolution de cette mobilité. De nombreux modèles existent, et permettent de simuler le trafic résultant des déplacements. Les modèles sont souvent en analogie avec la physique.

Les différents modèles qui suivent peuvent être employés. Le modèle gravitaire repose sur l'hypothèse d'une attraction entre deux masses de populations qui entraîne des flux s'exprimant sur une base semblable à celle de la loi de gravitation universelle. La différence étant que l'espace est un plan euclidien (ville polycentrique) et non pas un flux unidirectionnel. Une autre hypothèse de formalisation existe et repose sur la mécanique des fluides où le flux serait en équilibre constant dans l'espace mais avec des états différents : introduction des variables fluidité et congestion de gravitation. Enfin, une autre hypothèse de simulation peut intervenir. Basée sur la dynamique des populations, elle considère que les déplacements se font dans le temps avec des jeux de forces d'attraction selon l'espace (Enault, 2012).

Un modèle fréquemment utilisé, notamment pour la réalisation de ce projet, basé sur le principe du modèle gravitaire, est celui de Huff. « Théorie établie sur l'analyse spatiale, qui repose sur le principe que la probabilité qu'un individu fréquente un site particulier dépend de l'éloignement du site, de son attractivité, et aussi de l'éloignement et de l'attractivité des sites concurrents⁴. » On a donc $P_{ij} = \frac{W_{ij}}{\sum_{k=1}^n W_{ik}}$ la probabilité que *i* aille en *j*, et $W_{ij} = \frac{E_j}{D_{ij}^2}$ l'opportunité pour *i* d'aller en *j*. A savoir, *D_{ij}* est la distance entre *i* et *j* et *W_{ij}* est l'opportunité pour *i* d'aller à *k*.

Le travail réalisé pour ce projet repose également sur l'utilisation de la théorie des graphes à travers l'algorithme de Dijkstra. En effet, la conception de notre base de données s'est faite à travers le principe des plus courts chemins.

⁴ Fonctionnement du modèle original de Huff, ESRI

Grâce aux informations acquises à travers l'état de l'art et dans le but de poursuivre le projet de recherche, nous avons pu identifier une problématique. Ainsi, tout au long de ce projet de recherche nous allons tenter de répondre à la problématique suivante : *si le logiciel STOM qui modélise les flux domicile-travail sur l'agglomération tourangelle est valide, peut-il être appliqué à l'agglomération orléanaise ?*

Pour ce faire, nous allons essayer de modéliser les trajets domicile travail réalisés en voiture. En effet, la voiture reste le mode de transport le plus utilisé. Ainsi, parmi les 25 millions de personnes qui quittent leur domicile pour aller travailler, 18.6 millions utilisent principalement leur voiture soit 7 actifs sur 10⁵. Cette étude, se fera sur l'Agglomération Orléanaise et quelles que communes alentour. Ce choix s'explique par le fait, que notre projet de fin d'études s'intègre dans un projet de recherche de l'académie d'Orléans-Tours. Toutefois, un travail préalable est fait pour définir le périmètre exact de l'aire orléanaise.

Pour répondre à la problématique de modélisation, nous utilisons un logiciel STOM (Modèle d'Optimisation Spatio-Temporelle) conçu par M. ALAEDDINE, qui modélise les temps de trajets en voiture parcourus par des individus pour aller de leur domicile à leur travail. Afin de savoir si la modélisation représente bien la réalité, il faudra comparer les données issues des calculs et celles collectées sur place grâce à des comptages. Ainsi, ce travail de comparaison portera sur l'agglomération tourangelle, en vue, par la suite d'une exploitation sur l'agglomération orléanaise.

Par conséquent, dans ce projet de fin d'études nous présenterons tout d'abord la méthodologie utilisée pour pouvoir réaliser une modélisation des flux domicile-travail, puis nous montrerons et tâcherons d'analyser les résultats issus de la modélisation et enfin nous exposerons le travail préalable à la modélisation que nous avons effectué sur l'agglomération d'Orléans.

⁵ Les déplacements domicile-travail en 2009 : résultats nationaux, INSEE

PARTIE 1 : METHODOLOGIE DE MODELISATION

Afin de comprendre l'impact de la mobilité quotidienne (domicile-travail) et d'anticiper sur son évolution, il faut trouver un moyen de la modéliser au plus près de ce qu'elle est aujourd'hui. L'adéquation entre le modèle et la réalité est importante pour pouvoir anticiper les modifications du trafic lié à l'étalement urbain par exemple. Le modèle que nous utilisons, développé par M. ALAEDDINE

1. Modèle de répartition des actifs

1.1. Simplification du terrain d'étude

Afin de déterminer les flux domicile-travail, le terrain d'étude a besoin d'être simplifié. C'est pourquoi les communes ont été classées en trois catégories : les communes « origine », les communes « destinations », et les communes « origines » et « destination ». Les communes « origines » sont celles qui contiennent les actifs, les communes « destinations » contiennent les emplois. Ainsi certaines communes sont à la fois origine et destination lorsqu'elles contiennent des actifs et des emplois.

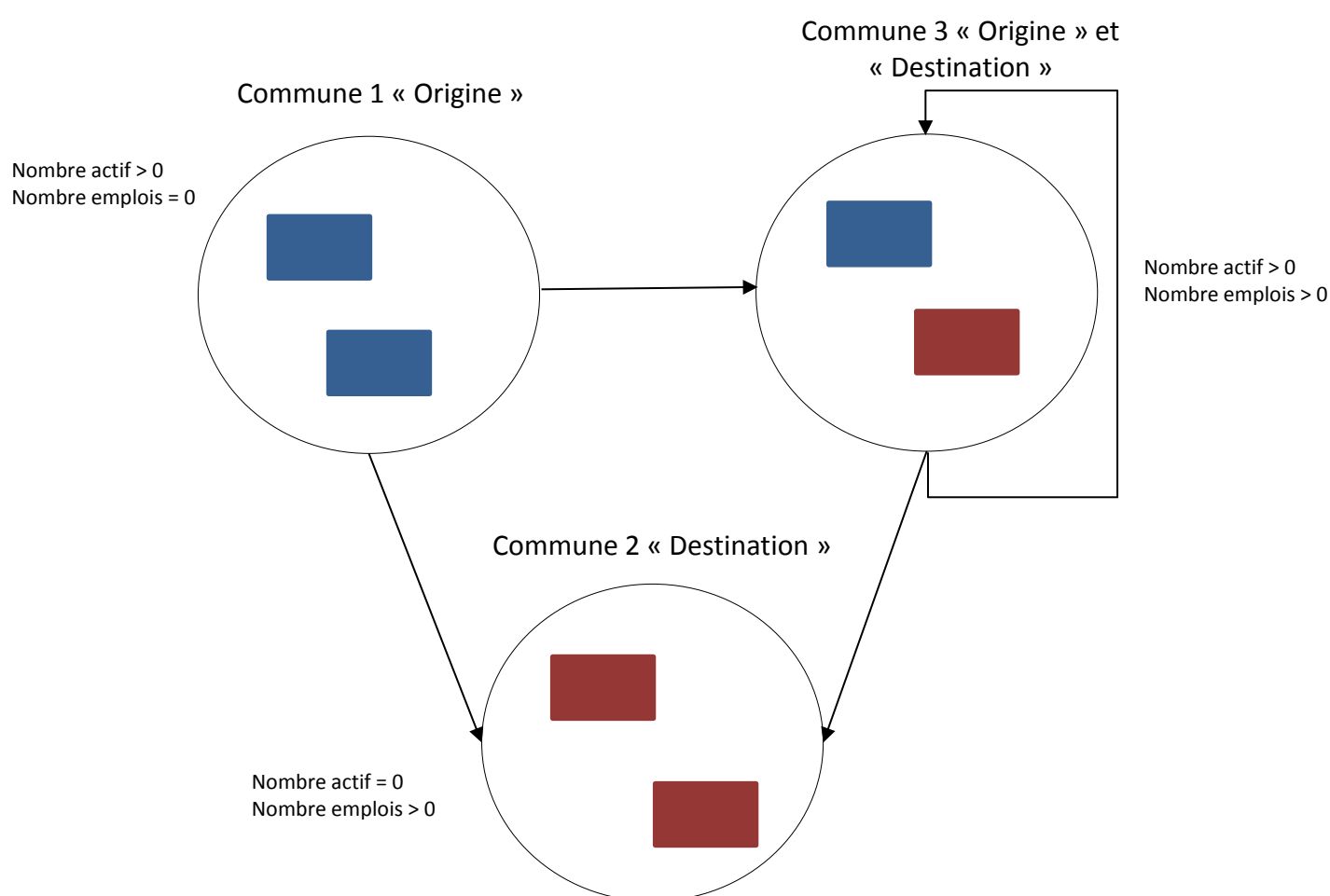


Figure 1 : Représentation des communes « origines » et « destinations » et des flux entre elles (Auteurs, 2016)

Toutefois, la modélisation du trafic sur les axes routiers demande de travailler à une échelle plus fine que les communes afin de retranscrire au mieux la situation réelle observée. Ainsi la modélisation des flux va se réaliser, non pas à partir des communes mais du carroyage de l'INSEE, qui découpe le territoire en maille de 200 m de côté. Les données comprenant le nombre d'actifs et le nombre d'emplois par mailles vont donc être affectées à chaque centroïde de carreau, puis au nœud du réseau le plus proche.

Le terrain d'étude se retrouve composé de différents nœuds, qui peuvent être classés en trois catégories : les nœuds « origine », les nœuds « destination », et les nœuds qui sont à la fois « origine » et « destination ».

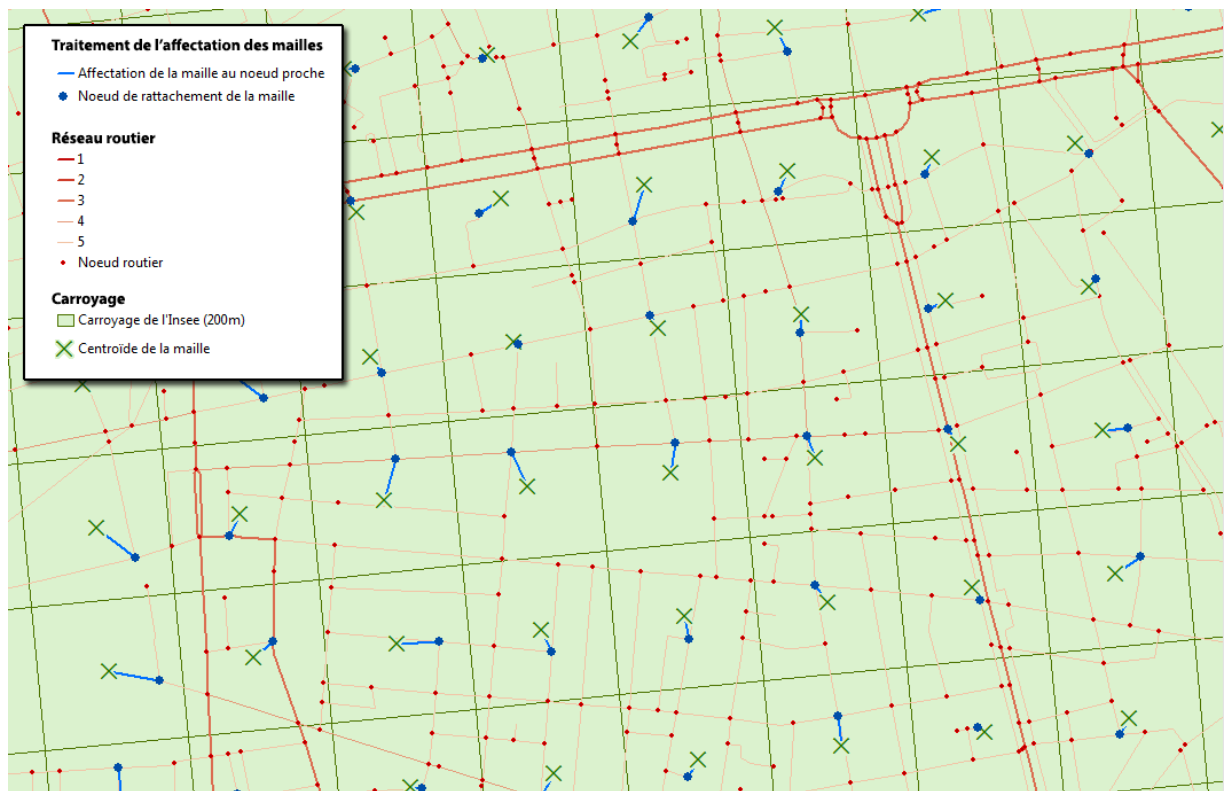


Figure 2 : Affectation des mailles au nœud du réseau le plus proche (D.Andrieu, K.Serrhini et H.Alaedine, 2015)

1.2. Calcul des plus courts chemins

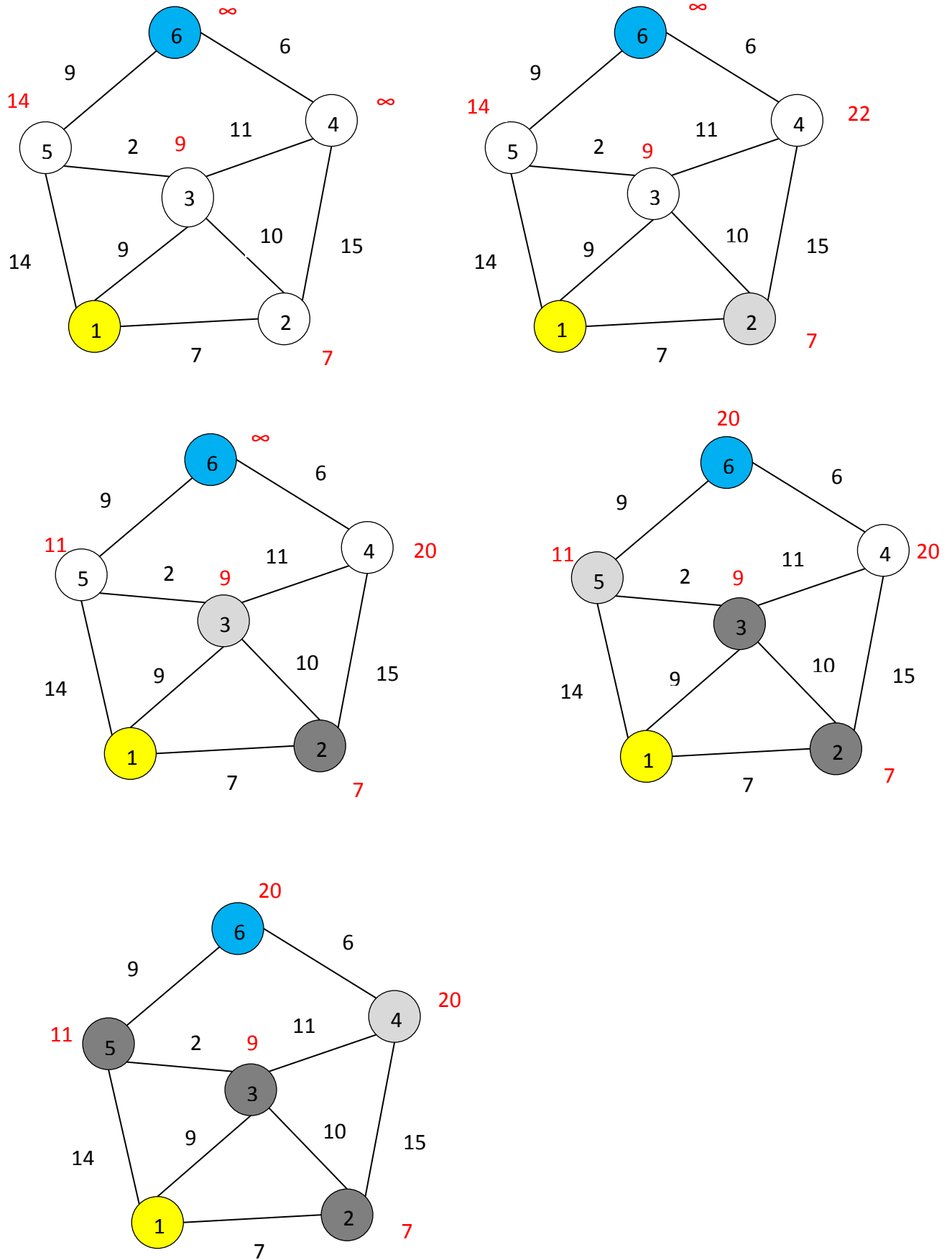


Figure 3 : Principe de fonctionnement de l'algorithme de Dijkstra (Auteurs, 2016)

Pour connaître les flux, une étape de calcul au préalable est nécessaire pour connaître le plus court chemin entre chaque nœud. Ce calcul est basé sur l'algorithme de Dijkstra qui permet de calculer le plus court chemin dans un graphe pondéré par des réels positifs. Le graphique ci-dessous est un exemple de calcul du plus court chemin entre les sommets 1 et 6. Dans une première étape le chemin le plus court en matière de coût est calculé entre le sommet de départ 1 et ses sommets directement adjacents 2, 3 et 5, puis le même calcul est fait en partant du sommet adjacent qui a le plus faible coût, et ainsi de suite jusqu'au moment où tous les sommets ont été parcourus. Si au cours d'un calcul un sommet adjacent a déjà une distance d'affecté, la nouvelle valeur de cette distance sera celle qui a le plus faible coût.

Le même principe est donc appliqué aux différents nœuds du réseau routier et dans ce cas le coût du trajet, et le temps mis par les actifs pour parcourir les différents arcs du réseau routier.

1.3. Répartition des actifs au lieu de travail

Après avoir calculé le plus court chemin entre une origine et une destination, les flux sont déterminés par le modèle de Huff. Ce modèle, qui est un modèle gravitaire, permet de calculer la probabilité pour qu'un actif du nœud i aille travailler dans une entreprise se situant au nœud j . Cette probabilité étant :

$$P_{ij} = \text{Actif } i * \frac{\theta_{ij}}{\sum_{k=1}^n \theta_{ik}}$$

Avec $\theta_{ij} = \frac{\text{Emploi } j}{d_{ij}^2}$ l'opportunité d'aller de i vers j , avec d_{ij} le plus court chemin pour aller de i vers j .

Pour représenter au mieux le déplacement des actifs vers leur lieu de travail, il faut recouper les données du nombre d'actifs et d'emplois avec les données de flux existants. C'est pourquoi il est essentiel de vérifier que :

$\sum \text{actifs par commune} = \sum_{j=1}^n f_{xj}$ et $\sum \text{emplois par commune} = \sum_{j=1}^n f_{jx}$, avec f_{jx} le flux sortant de la commune x et f_{jx} le flux entrant dans la commune x .

1.4. Affectation des flux sur le réseau

Une fois que l'on sait à quel endroit vont les actifs, il faut répartir les flux de personne dans le temps. Pour cela, ils sont envoyés par créneaux horaires sur le trafic routier. Afin de minimiser le temps de trajet et en ne considèrent pas l'effet de congestion, les chemins minimaux sont calculés pour chaque trajet. En revanche, l'affectation des flux sur le réseau est contrainte par la capacité de chaque tronçon routier, ainsi pour chaque créneau horaire le maximum de personnes est envoyé, jusqu'à atteindre la capacité d'un tronçon sur le chemin.

2. Construction des données

Le travail préalable de compréhension du fonctionnement du logiciel STOM nous permet de définir les données nécessaires à la modélisation. Ces données sont issues de :

- BD SIREN (2013) regroupant les entreprises de l'agglomération orléanaise ;
- BD TOPO (2015) : réseau routier, bâti ;
- INSEE 2013 pour les actifs par commune, flux domicile-travail.

Toutefois, ces données nécessitent un traitement avant d'être rentrées dans le logiciel.

2.1. Préparation des tables origines et destinations

Pour que le modèle corresponde au mieux à la réalité, les actifs et les emplois vont être répartis à l'échelle la plus fine, qui correspond au carroyage de 200 m fourni par l'INSEE. La population étant disponible à cette échelle il ne reste qu'à estimer les actifs et le nombre d'emplois par la maille, sachant que l'INSEE fournit le nombre d'actifs par commune, et que nous avons à notre disposition la BD SIREN de 2013 répertoriant les entreprises géolocalisées (avec leur nombre d'employés) de l'ensemble de l'agglomération orléanaise. La figure 4 explique la méthode utilisée pour estimer le nombre d'actifs et d'emplois par maille.

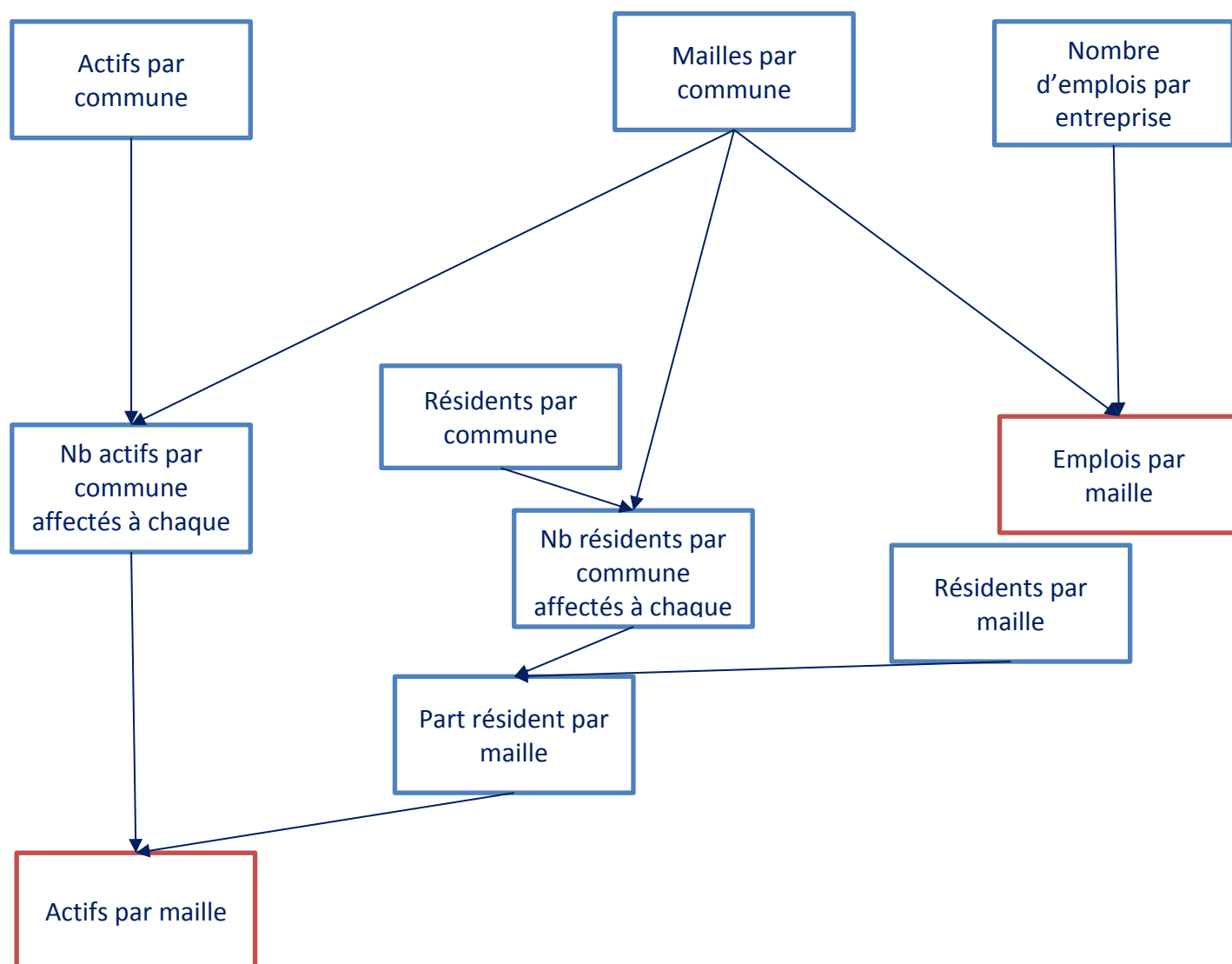


Figure 4 : Diagramme expliquant la démarche pour répartir les actifs et les emplois dans les mailles (Auteurs 2016)

2.2. Travail sur le réseau routier

Comme vu précédemment le modèle affecte les flux de personne se rendant d'une maille A à une maille B sur le réseau routier en tenant compte du chemin le plus court, et calcul le temps mis par les actifs pour rejoindre leur lieu de travail. Pour cela, il est nécessaire de connaître la vitesse sur chaque tronçon routier, cette donnée n'étant pas accessible sur la BD TOPO il faut donc la construire. Pour cela, l'hypothèse est faite qu'il existe un lien entre la densité de bâtiment et la vitesse maximale autorisée sur le réseau routier. En effet plus le bâti va être dense plus la vitesse des tronçons de route va être faible. La figure 5 explique la méthode utilisée pour établir la vitesse des tronçons en fonction de la densité du bâti mais aussi de la nature du tronçon.

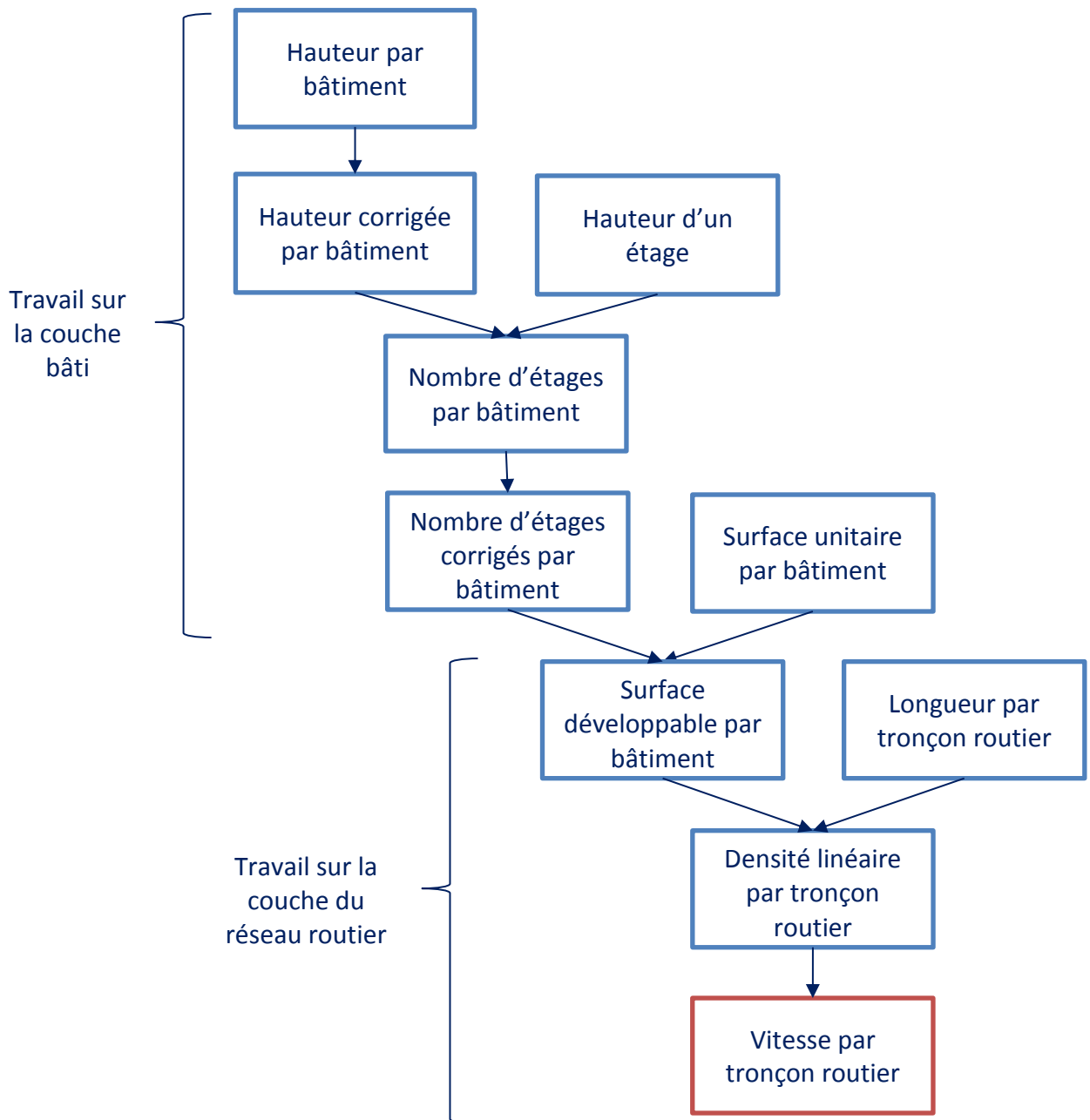
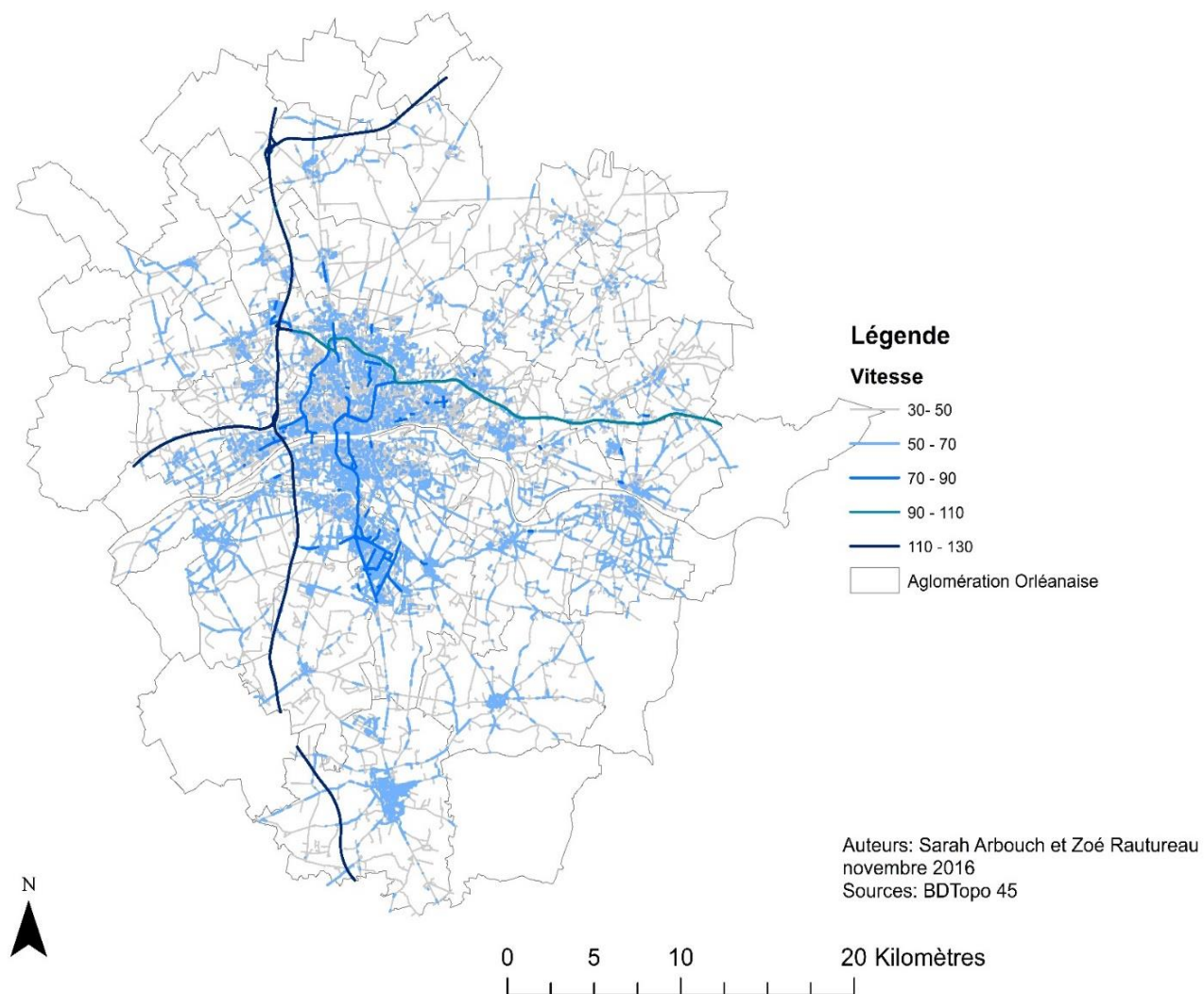


Figure 5 : Diagramme expliquant la démarche pour déterminer la vitesse des différents tronçons routiers (Auteurs, 2016)

Vitesses appliquées sur les tronçons routiers de l'agglomération Orléanaise



Carte 1 : Vitesses sur l'agglomération Orléanaise (Auteurs, 2016)

PARTIE 2 : MODELISATION ET RESULTATS

Nous avons expliqué auparavant sur quel modèle se base le logiciel Logstom afin de comprendre les résultats obtenus. Nous avons également détaillé notre démarche de préparation des données nécessaires au logiciel dans le but qu'il modélise au mieux les trajets domicile-travail.

Dans cette partie, nous allons voir quelles représentations des données nous pouvons réaliser et quelles observations nous pouvons en tirer. Enfin, nous allons comparer ces données avec des comptages du trafic moyen journalier réalisés par les services techniques de la ville de Tours. Cette démarche a pour but de déterminer si le modèle se rapproche de la réalité et s'il peut être exploité par la suite sur une autre aire d'étude.

1. Modélisation

Le modèle nous permet de simuler plusieurs états de circulation. Pour ce faire, il est possible de modifier différents paramètres comme : le nombre de chemins calculés, le nombre de chemins à considérer, le nombre de personnes par véhicule, la capacité du réseau et le créneau horaire en secondes. Nous avons choisi de faire tourner le modèle en modifiant :

- La capacité du réseau : qui correspond au taux d'occupation du réseau soit le nombre de véhicules présent sur le réseau
- Le créneau horaire : qui correspond à la durée d'observation de l'évolution du trafic sur le réseau routier pour les déplacements domicile-travail

Nous avons testé le modèle en modifiant le créneau horaire puis la capacité du réseau. Le logiciel nous donne des résultats sous forme de fichier texte qui sont exploitables sur le logiciel de SIG. Ainsi, il est possible de représenter le trafic sur différents créneaux et avec un état de congestion différents.

1.1. Premier test sur un créneau de 15 minutes

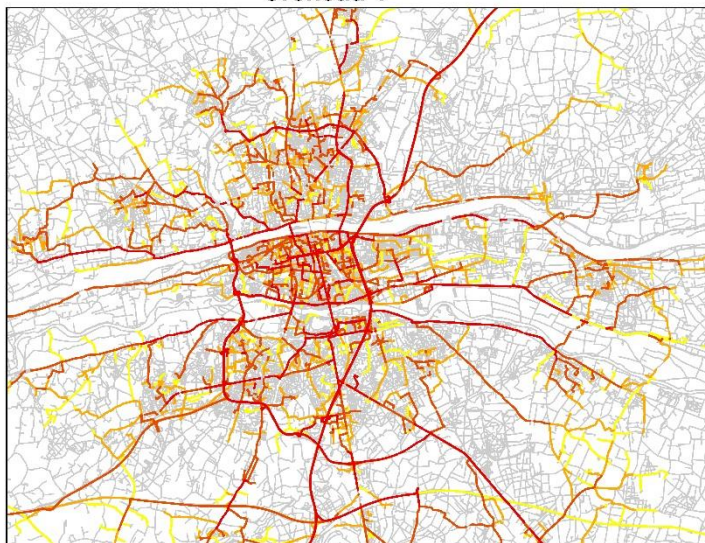
Voici les paramètres que nous avons choisis pour réaliser cette modélisation.

Nous avons 3 chemins calculés, ce qui correspond au choix potentiel pour un individu de réaliser un trajet mais seulement 1 chemin à considérer puisqu'un seul trajet sera effectué. Nous avons choisi de mettre 1 personne par véhicule parce que « le taux d'occupation des véhicules est de 1.084 pour les déplacements entre communes rurales et de 1.06 entre unités urbaines. »⁶ Le pourcentage de réduction de capacité du réseau, de manière arbitraire, sera égal à 25 % dans un premier temps. Enfin, pour ce test nous avons choisi de prendre un créneau horaire de 15 minutes.

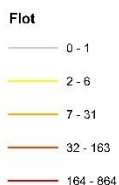
Voici les cartes issues de la modélisation. Ces cartes permettent de voir les réseaux où il y a le plus de flots de voitures. Nous avons choisi de représenter les quatre premiers créneaux de 15 minutes qui constituent une répartition sur une heure (c'est-à-dire le budget temps maximum alloué à un déplacement domicile travail). Grâce aux cartes ci-dessous, nous pouvons voir que plus le créneau augmente plus la charge sur le réseau diminue. Au bout d'une heure, le trafic est moins dense toutefois les grands axes principaux restent les plus chargés.

⁶ *Le covoiturage pour les déplacements domicile-travail : quel potentiel ?* Commissariat Général au Développement Durable, Juin 2014

Nombre de véhicules sur le réseau routier de Tours Créneau 1



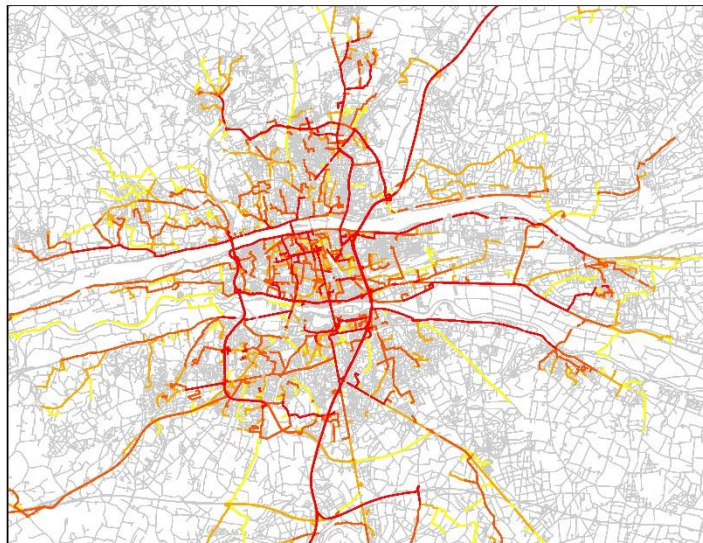
Légende



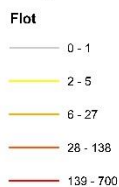
Sarah Arbouch, décembre 2016
A partir des données Logstom et de la BD Topo 37



Nombre de véhicules sur le réseau routier de Tours Créneau 2

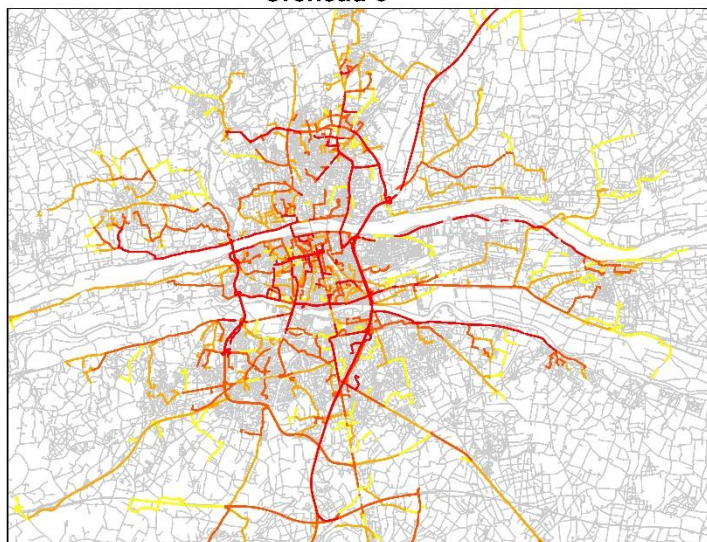


Légende

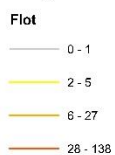


Sarah Arbouch, décembre 2016
A partir des données Logstom et de la BD Topo 37

Nombre de véhicules sur le réseau routier de Tours Créneau 3



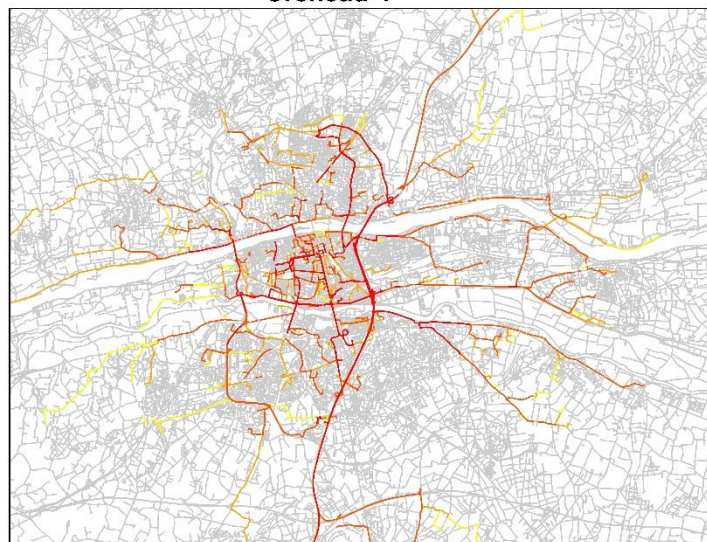
Légende



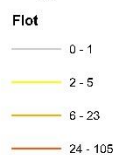
Sarah Arbouch, décembre 2016
A partir des données Logstom et de la BD Topo 37



Nombre de véhicules sur le réseau routier de Tours Créneau 4



Légende



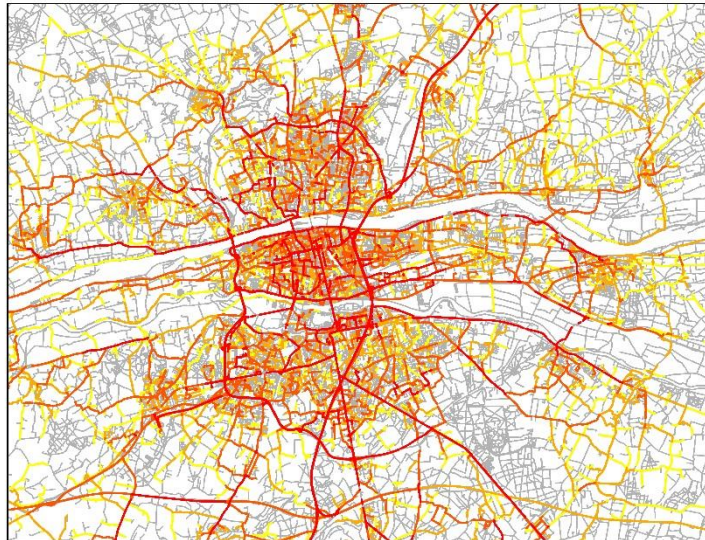
Sarah Arbouch, décembre 2016
A partir des données Logstom et de la BD Topo 37

Carte 2 : Représentation du flot de voitures sur Tours Créneaux 15 minutes et 25 % de réduction (Auteurs, 2016)

1.2. Premier test sur un créneau de 30 minutes

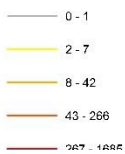
Voici les paramètres que nous avons choisis pour réaliser cette modélisation. Nous reprenons les paramètres initiaux du premier test en changeant le temps de calcul des créneaux. Ici, le créneau horaire est de 30 minutes. Nous allons représenter trois créneaux de 30 minutes soit une modélisation d'une durée d'une heure et demie. Il faut 1 heure et 30 minutes pour évacuer 46 % des individus présents sur le réseau. Mais comme pour les créneaux de 15 minutes on observe quand même une occupation qui persiste sur les plus grands axes.

**Nombre de véhicules sur le réseau routier de Tours
Créneau 1**



Légende

Flot



Sarah Arbouch, décembre 2016
A partir des données Logstom et de la BD Topo 37



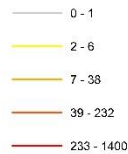
0 5 10 Kilomètres

**Nombre de véhicules sur le réseau routier de Tours
Créneau 2**



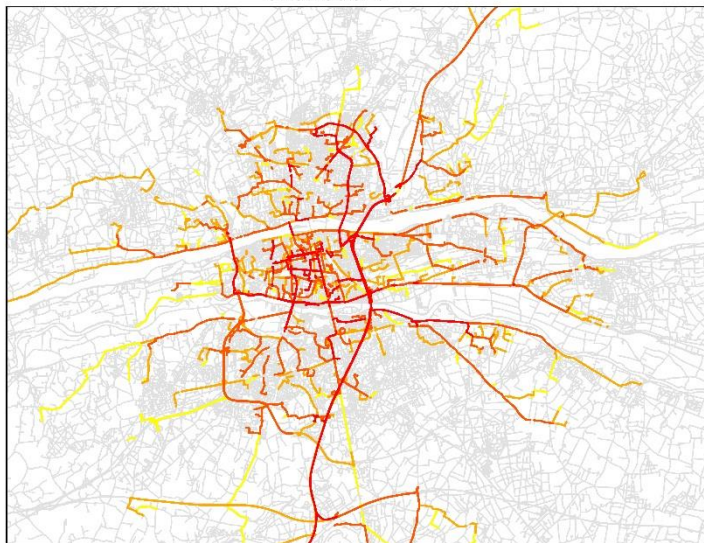
Légende

Flot



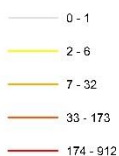
Sarah Arbouch, décembre 2016
A partir des données Logstom et de la BD Topo 37

**Nombre de véhicules sur le réseau routier de Tours
Créneau 3**



Légende

Flot



Sarah Arbouch, décembre 2016
A partir des données Logstom et de la BD Topo 37

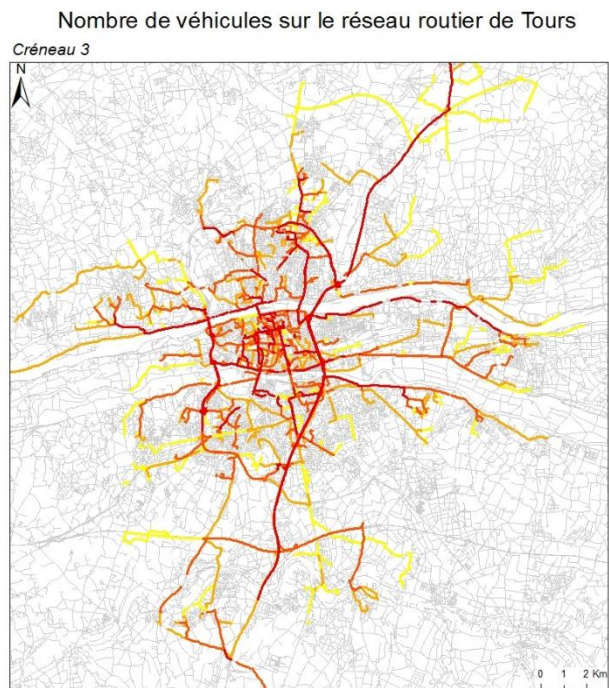
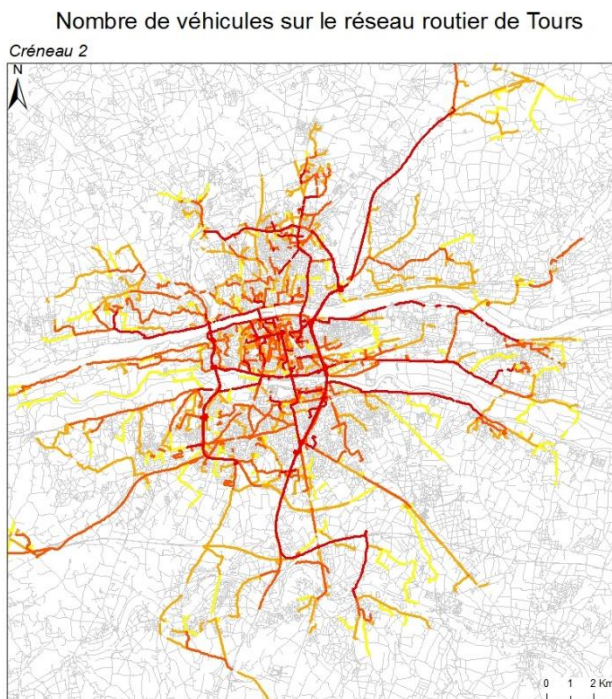
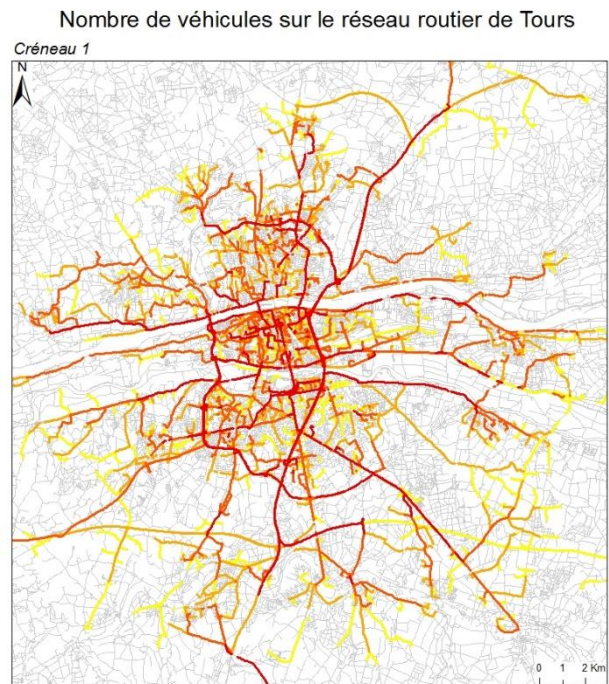
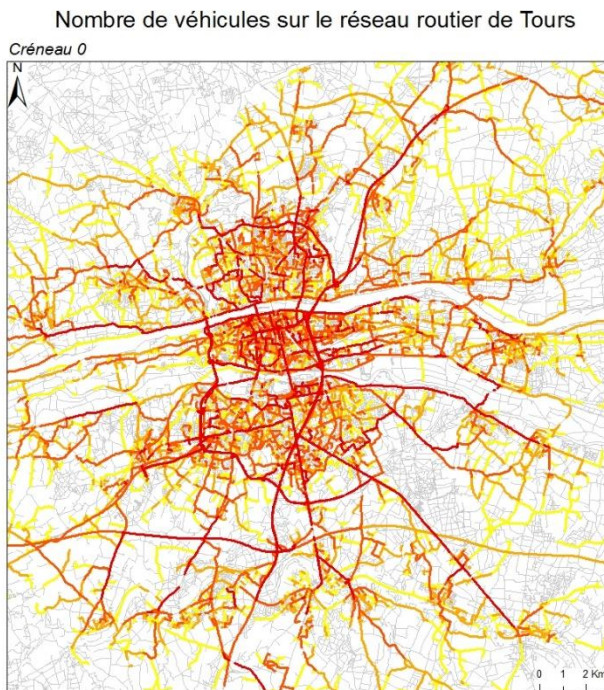
*Carte 3 : Représentation du flot de voitures sur Tours
Créneaux 30 minutes et 25 % de réduction (Auteurs, 2016)*

1.3. Deuxième test sur un créneau de 15 minutes

Voici les paramètres que nous avons choisis pour réaliser cette modélisation.

Nous reprenons le même nombre chemins calculés, le même nombre de chemins à considérer, le même nombre de personnes par véhicule et un créneau horaire de 15 minutes. Pour ce test nous avons de choisir un pourcentage de réduction de capacité de 15 %. En effet, nous avons voulu voir l'impact de ce changement sur les flots.

Comme pour les tests précédents nous avons réalisé des cartes nous permettant d'avoir une représentation de l'état du réseau.



Flot

- 0 - 1
- 2 - 5
- 6 - 29
- 30 - 156
- 157 - 823

Auteur: Zoé RAUTUREAU
Source: BD TOPO 2015, données issues de LogStom
Décembre 2016

Flot

- 0 - 1
- 2 - 6
- 7 - 28
- 29 - 134
- 135 - 648

Auteur: Zoé RAUTUREAU
Source: BD TOPO 2015, données issues de LogStom
Décembre 2016

Carte 4 : Représentation du flot de voitures sur Tours Créneaux 15 minutes et 15 % de réduction (Auteurs, 2016)

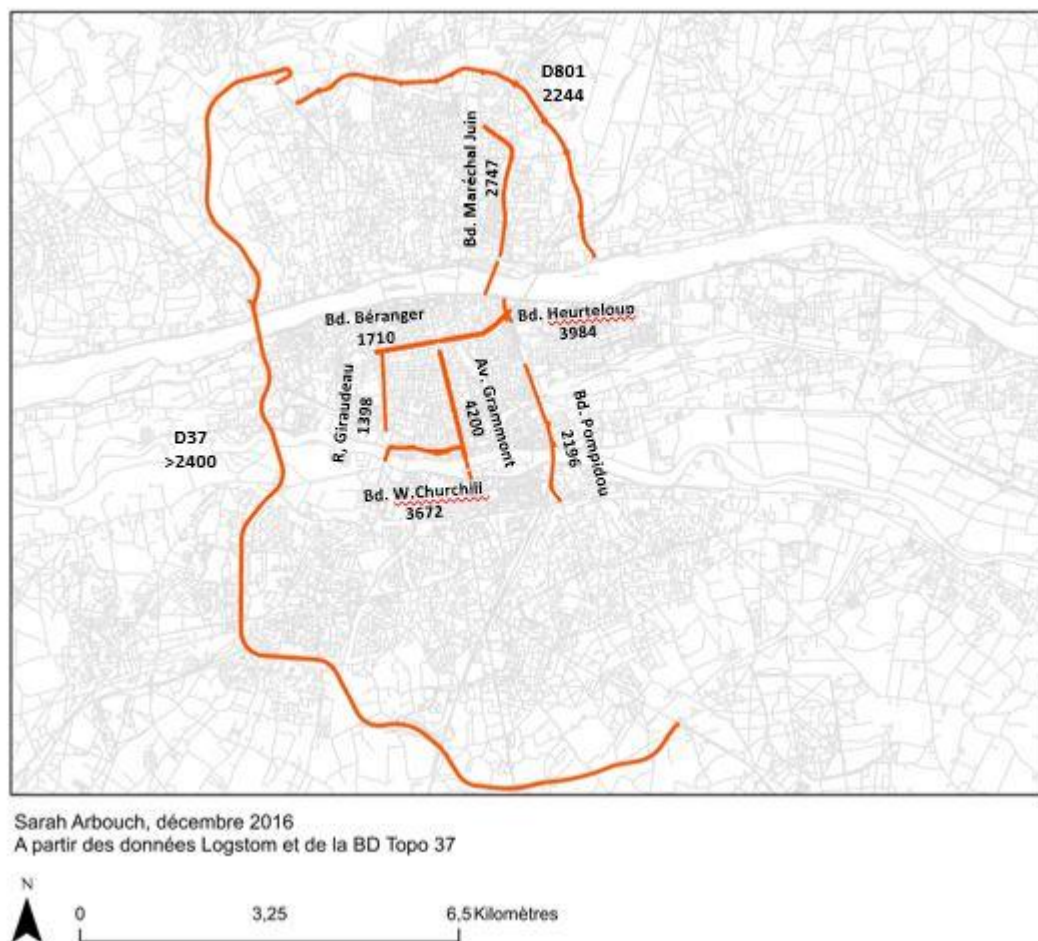
Tout comme les tests précédents nous voyons une réduction de la charge créneau après créneau. Mais ce qui est intéressant à noter c'est au niveau du flot. En effet, nous voyons que le nombre de voitures sur le réseau routier est beaucoup plus important lors de cette modélisation. Cela est normal vu que nous avons réduit la charge sur le réseau. Ainsi, le nombre de voitures qui peut être évacué est augmenté. Néanmoins, la répartition et les tronçons les plus chargés en voitures restent de toutes évidences les mêmes quelque se soit la modélisation.

2. Première comparaison

Le logiciel Logstom simule le flot de voitures sur un réseau routier sur plusieurs créneaux horaires de façon à savoir le temps nécessaire à l'évacuation de tous les actifs effectuant un trajet domicile travail. Pour savoir si le modèle, sur lequel le logiciel se base, est valide, il faut le confronter à la réalité.

La première étape fut de se procurer des comptages routiers sur le site de l'agglomération tourangelle. Il faut savoir que les comptages sont souvent effectués sur une semaine puis ramenés à la journée. Néanmoins, il représente tous les déplacements pas uniquement ceux domicile-travail contrairement au logiciel Logstom. Ainsi, pour obtenir un comptage comparable il faut appliquer sur les comptages routiers un pourcentage. On estime que les flux domicile-travail se situent à l'heure de pointe qui représente 12 % du trafic moyen journalier. L'étude comparative sera réalisée sur les tronçons suivants :

Tronçons routiers utilisés pour les comptages



Carte 5 : Sélection des tronçons routiers servant à l'analyse de nos résultats (Auteurs, 2016)

Si nous avons choisi de mener l'étude sur ces tronçons, c'est parce que sur les deux simulations (15 min et 30 min) nous avons observé qu'ils correspondaient aux tronçons les plus chargés. Ils sont donc intéressants à comparer pour obtenir la corrélation ou non entre les deux données.

Pour effectuer cette comparaison, nous prenons les résultats des flots issus des quatre créneaux de 15 minutes et 2 créneaux de 30 minutes (voir cartes précédentes). Ainsi, nous faisons

la comparaison sur une durée de 1 heure pour correspondre à l'heure de pointe calculée en appliquant les 12 % au comptage du site de l'agglomération tourangelles.

Tronçons	Comptages observés	Comptages calculés avec Logstom Créneau 15 min Réduction 25 %	Comptages calculés avec Logstom Créneau 30 min Réduction 25 %	Comptages calculés avec Logstom Créneau 15 min Réduction 15 %
Av. Grammont	4200	1696	2642	1931
Bd. Pompidou	2196	1890	4668	2364
Bd. Béranger	1710	4467	2248	3756
Av. Churchill	3672	2455	6672	1756
Bd. Heurteloup	3984	4189	2206	4618
D801	2244	2364	1276	2735
Bd. maréchal Juin	2747	3713	3625	2853
Rue Giraudeau	1398	1524	1184	1735
Pont Mirabeau	3594	4056	4060	2168
Pont du cher	3984	2240	2244	1179
Pont du Lac/Sanitas	3048	2264	3408	1449
D37	2400	2988	4324	3266
Somme comptage	35 177	33 846	38 557	29 810
Pourcentage du flot réel pris en compte avec le logiciel		96 %	110 %	85 %

Le pourcentage du flot réel % f pris en compte avec le logiciel Logstom a été calculé de la manière suivante :

$$\%f = \frac{\text{Somme comptages calculées} \times 100}{\text{Somme comptages observés}}$$

Le logiciel Logstom représente pour le créneau 15 min-25% de réduction, 96 % du flot réel, pour le créneau 30 min-25% de réduction on peut voir une augmentation de 10 % du nombre de voitures et pour le créneau 15min-15% de réduction, 85 % du flot réel est modélisé. On peut donc dire, tout d'abord, que plus le créneau de calcul est petit, plus la modélisation est précise mais aussi que lorsque que la réduction est de 25 % la modélisation est plus proche de la réalité qu'avec une réduction de 15 %.

Toutefois, il faut mener une étude sur un plus grand nombre de tronçons routiers pour avoir un résultat significatif que l'on pourrait plus analyser. De plus, il y a un problème d'harmonisation entre les données : nous ne savons pas l'heure exacte des comptages et des créneaux. En effet, pour les comptages nous les avons réduits de 12 % pour obtenir des résultats sur une heure de pointe mais cela reste de l'estimation et non de l'observation. Par conséquent, nous allons réaliser une nouvelle comparaison sans appliquer ce pourcentage pour savoir s'il est vraiment pertinent de réduire le nombre de comptages.

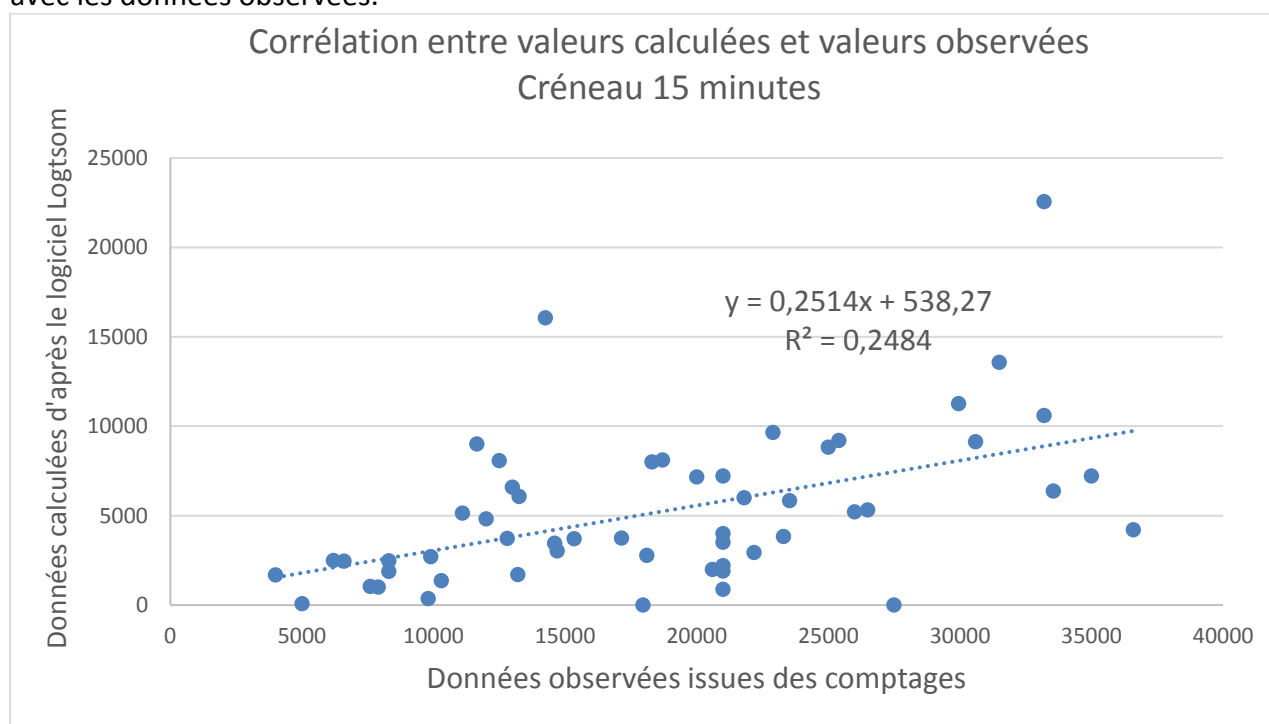
3. Deuxième comparaison

Pour pouvoir avoir une nouvelle analyse des données issues de Logstom, nous nous intéressons à la comparaison entre les comptages que nous nous sommes procurés sans les réduire et les résultats des flots issus du test 1-25% de réduction.

Comme nous avons dit précédemment que le nombre de tronçons comparé n'était pas assez important, pour cette comparaison nous avons utilisé un échantillon de **54 routes. La somme des comptages est égale à 1 006 809.**

Concernant le nombre de voitures issu du logiciel Logstom, nous avons fait leur somme pour chaque créneau calculé. Enfin, comme le logiciel Logstom permet d'obtenir le temps nécessaire à évacuer le nombre d'individus effectuant un trajet domicile-travail du réseau il faut multiplier le nombre d'individus par deux. En effet, cela permet d'obtenir l'heure de pointe du matin et du soir. **Nous obtenons des comptages égaux à 282 144.**

Le logiciel Logstom représente dans ce cas que 30 % du flot réel mais pour voir la cohérence entre modélisation et réalité nous réalisons le graphique de comparaison des données calculées avec les données observées.



Graphique 1 : Test de la corrélation entre données observées et calculées (Auteurs, 2016)

Le coefficient R^2 équivaut à 0,25, on ne peut pas dire qu'il y a une dépendance entre les données observées et celles calculées puisque cette valeur est différente de 1. De plus, le modèle ne prend en compte que 25 % il y a un résidu trop important de 75 %. Le logiciel Logstom ne donne pas de valeurs correspondant à la réalité.

4. Conclusion de l'analyse

Le logiciel Stom permet d'avoir une représentation du trafic sur plusieurs créneaux horaires et donc une idée de comment se répartissent les trajets domicile-travail sur un réseau routier. D'autant plus que la répartition globale semble être cohérente avec les données observées, puisque les axes issus de Stom avec un fort trafic correspondent aux axes les plus fréquentés. En revanche en ce qui concerne le comptage précis sur chaque axe les données ne semblent pas corrélées avec les comptages observés. Cela peut s'expliquer :

- L'échelle temporelle des données ; le logiciel Stom revoie le trafic par créneau de 15 min, et les données observées sont des comptages moyens journaliers annuels ;
- Des paramètres sont peut-être à modifier dans le logiciel, par exemple l'exposant appliqué à la distance dans le modèle de Huff ;
- Enfin, il y a des paramètres que nous n'avons pas étudiés comme le nombre de chemin à considérer.

Donc même si les données issues de la modélisation n'ont pas de corrélation avec la réalité elles prennent bien en compte le nombre d'actifs et la répartition des emplois. Ainsi, le modèle peut être utilisé sur n'importe quelle aire d'étude du moment qu'on connaisse le réseau, la répartition des emplois et la proportion des actifs. Il nous aide à avoir une modélisation qui ne peut toutefois pas être utilisée pour remplacer un comptage routier.

Pour conclure, nous pouvons dire que le modèle peut être adapté sur l'agglomération orléanaise. Le travail qui va suivre permet d'obtenir la base de travail utile pour utiliser le logiciel sur cette nouvelle aire d'étude le Loiret.

PARTIE 3 : DETERMINATION DU TERRAIN

La suite de notre travail est de créer une base de données sur l'agglomération Orléanaise afin de modéliser les flux domicile-travail. Comme vu dans la première partie il faut construire les données en préparant les tables origines destinations et le réseau routier. Mais auparavant, il faut choisir la bonne aire de travail.

Après avoir mené une étude sociodémographique sur le Loiret, nous allons déterminer l'aire qui nous permettra une modélisation pertinente.

1. Évolution de la démographie sur le Loiret

L'étalement urbain est un processus qui s'est fortement développé à partir des années 1950 en Europe. Ce phénomène a eu pour conséquence l'extension des zones urbaines des communes pôles vers les communes périphériques, donc d'augmenter la population des communes de première, deuxième et troisième couronne. Le suivi de l'évolution démographique peut donc nous permettre d'identifier les communes ayant une forte croissance urbaine.

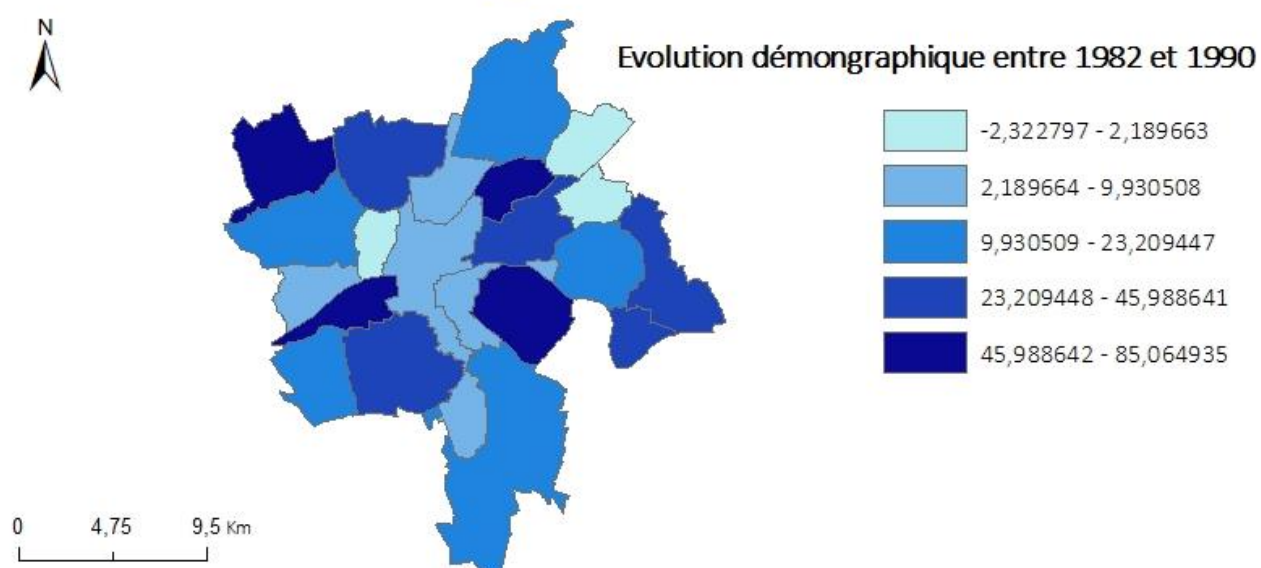
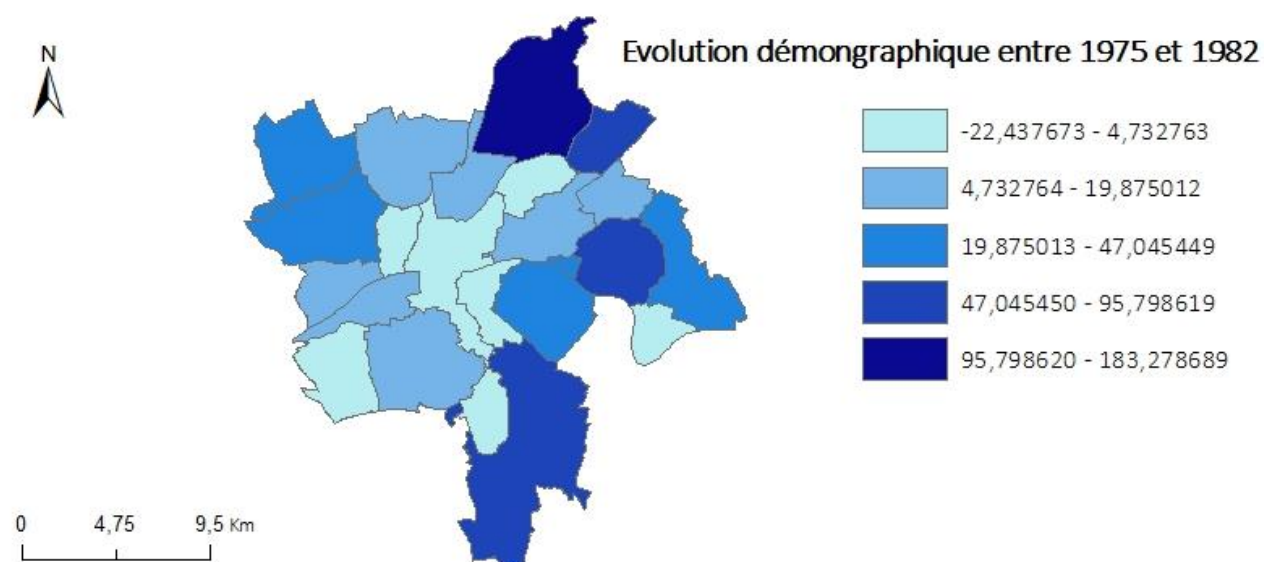
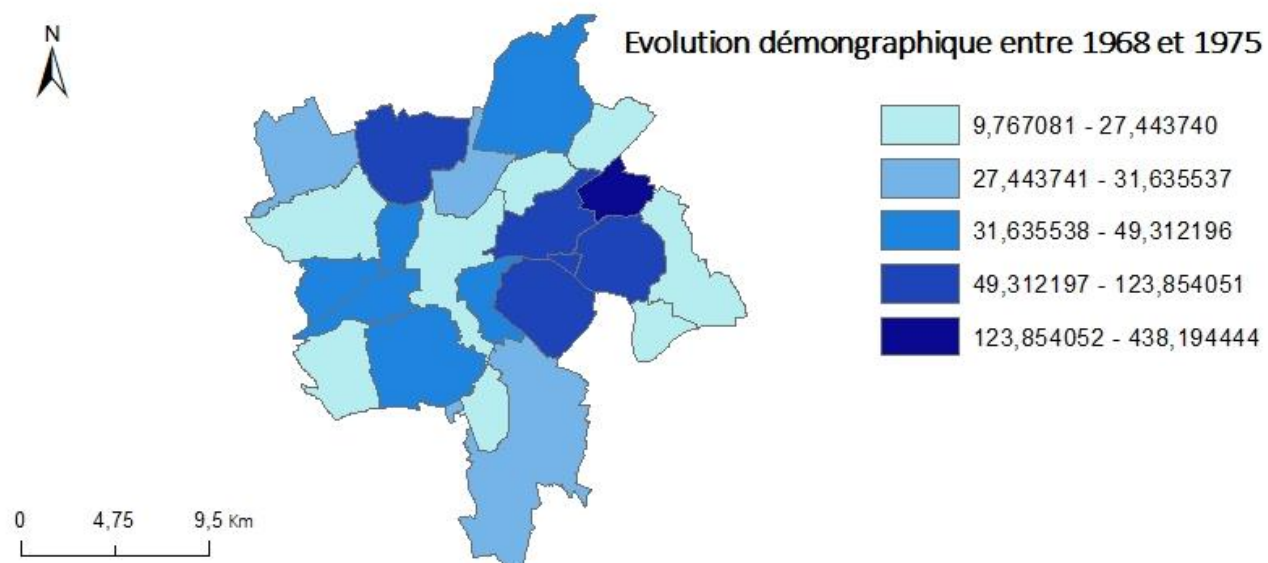
Pour suivre l'évolution de la population, le calcul du pourcentage de la population était nécessaire, pour cela nous avons appliqué la formule suivante aux données démographiques récupérées sur l'INSEE :

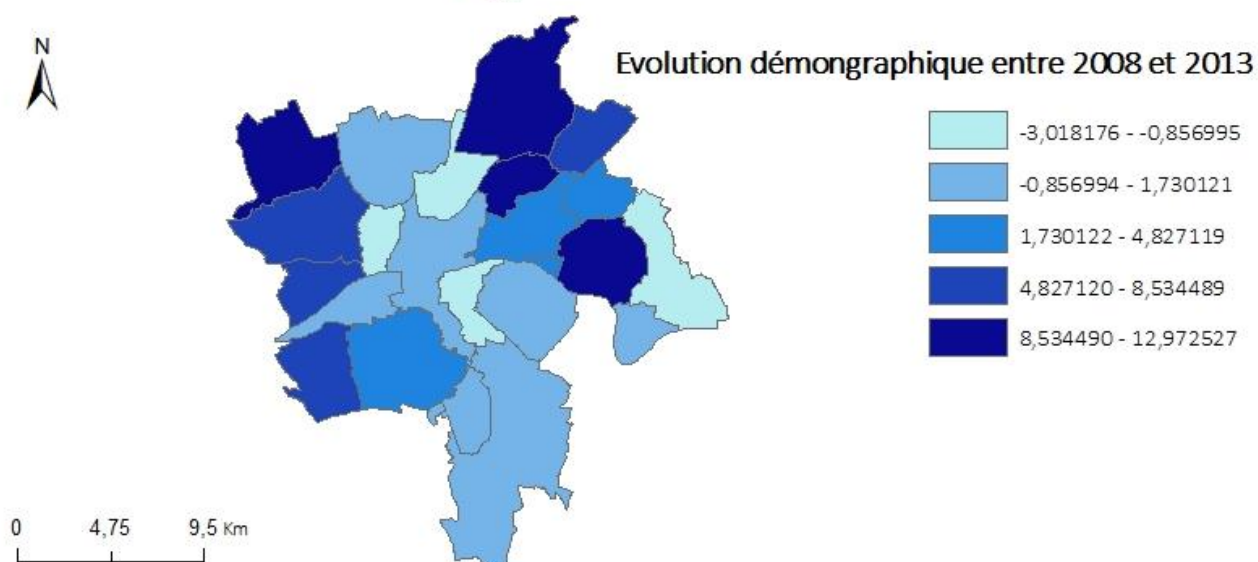
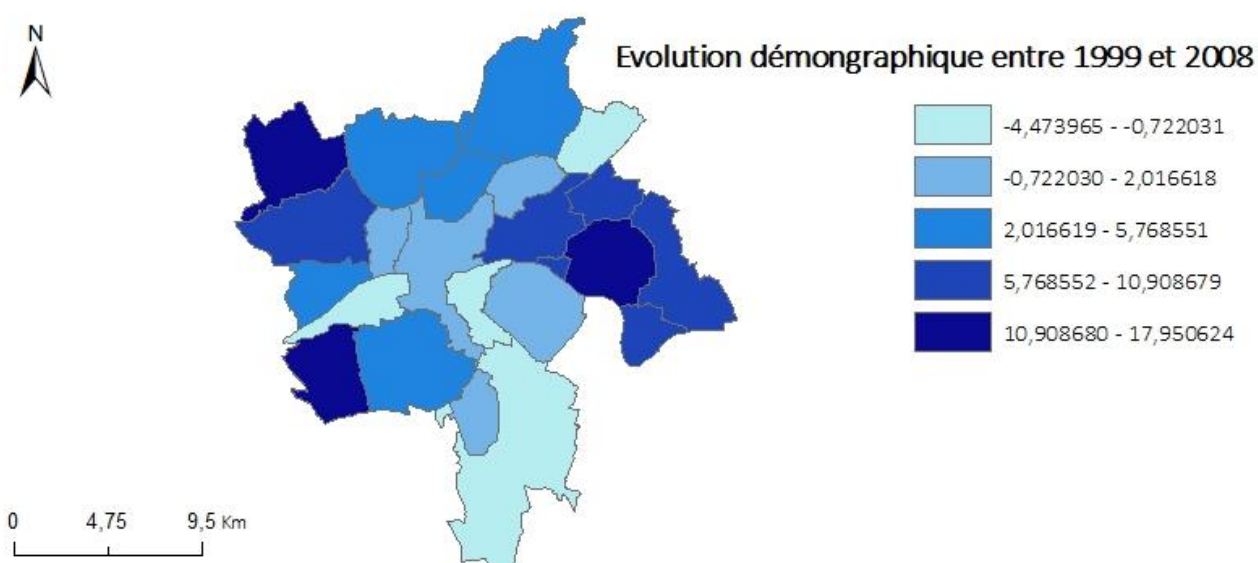
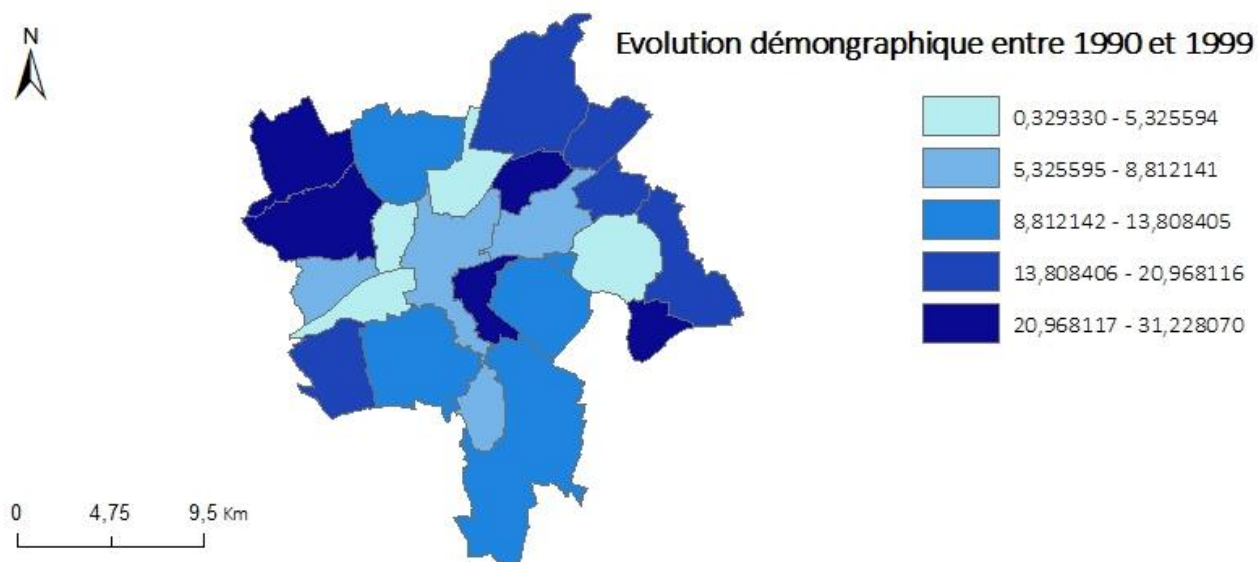
$$V(\%) = \frac{\text{Valeur d'arrivée} - \text{Valeur de départ}}{\text{Valeur de départ}} * 100^7$$

Le suivi de l'évolution démographique permet d'observer une hausse de la population dans les communes périphériques d'Orléans tout au long de la période étudiée, en particulier pour les communes à l'est d'Orléans, comme Saint-Jean-de-Braye, Chécy ou Saint-Denis-en-Val. Les communes à l'ouest d'Orléans ont vu leur population augmentée plus récemment (1999). Malgré quelques périodes de décroissance, la commune d'Orléans a aussi gagné des habitants sur la période étudiée passant d'environ 95 000 à 115 000 habitants. Enfin, les pourcentages montrent que la hausse démographique est de moins en moins importante sur l'ensemble du territoire, passant d'une hausse maximale de 438 % à 13 %.

⁷Définition du taux de variation, http://ses.editions-bordas.fr/eleve/webfm_send/91, 23/11/2016 14:25

Evolution démographique en % de l'agglomération orléanaise entre 1968 et 2013





Auteur: Zoé RAUTUREAU
Source: BD TOPO 2015, INSEE

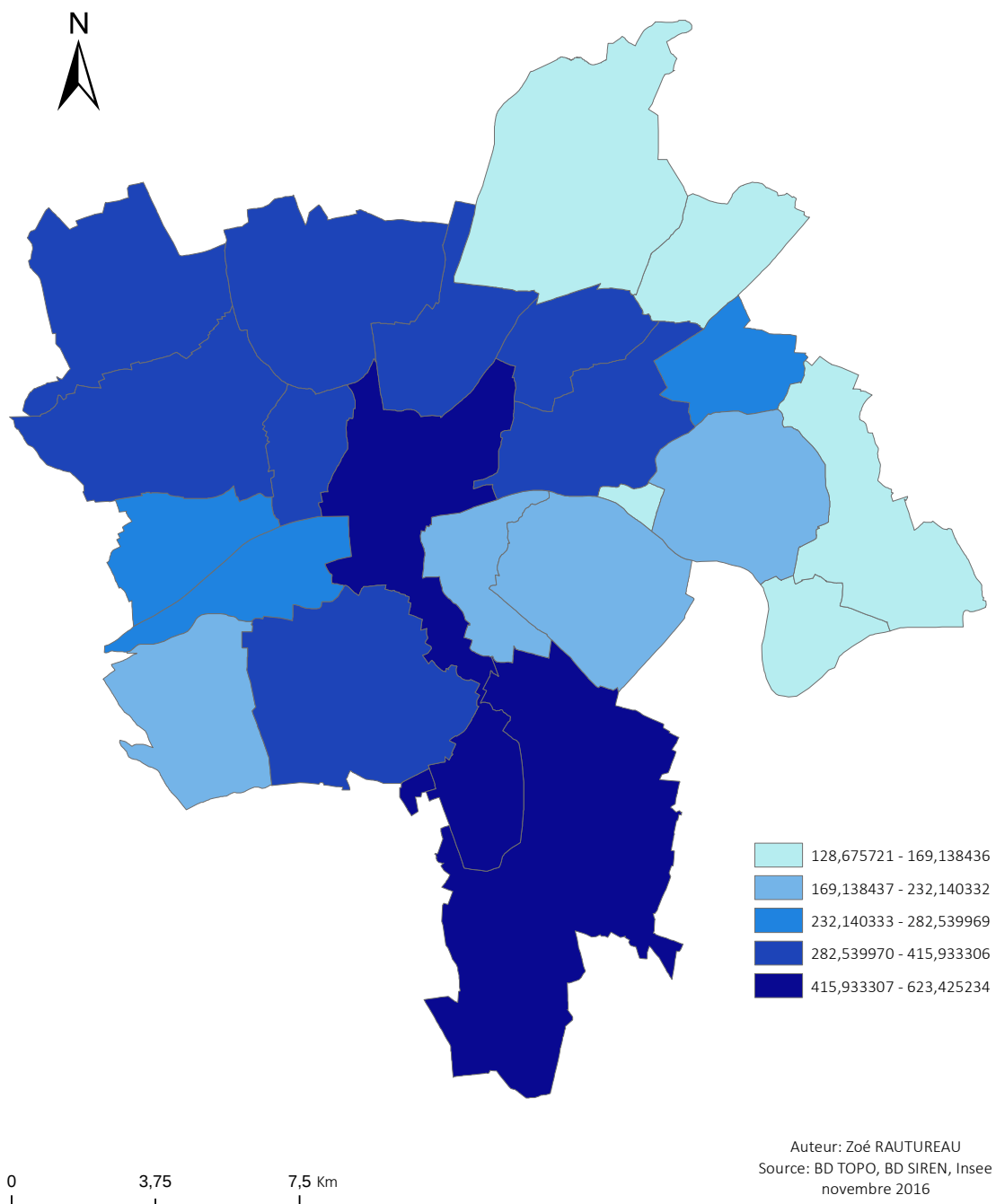
Carte 6 Évolutions démographiques de l'agglomération orléanaise (Auteurs, 2016)

La forte croissance démographique, qui est due ou qui entraîne l'étalement urbain, et aussi lié à la concentration de l'emploi sur le territoire. En effet si un territoire concentre plus ou moins d'emploi, il va attirer plus ou moins de personnes. Or nous venons de voir que l'agglomération a connu une très forte croissance démographique entre 1964 et 2000, et connaît encore une augmentation conséquente de sa population (pourcentage maximum de 13 %). C'est pourquoi il est intéressant de regarder la concentration des emplois sur le territoire, pour identifier les communes ayant une forte concentration d'emploi, et donc un potentiel de développement urbain plus important.

La concentration de l'emploi est un indicateur créé par l'INSEE, qui nécessite de connaître le nombre d'emplois (BD SIREN) et le nombre d'actifs (INSEE) sur le territoire. Le calcul de l'indicateur se fait à l'aide de la formule suivante :

$$C = \frac{\text{Nombre d'emplois}}{\text{Nombre d'actifs}} * 100$$

Sur l'agglomération orléanaise, les communes avec un indicateur de concentration de l'emploi le plus élevé, supérieur à 415 sont Orléans et Saint-Cyr-en-Val. Suivent ensuite les communes à l'ouest d'Orléans comme Saint-Jean-de-la-Ruelle, Saran ou Ormes, et Semoy, Saint-Jean-de-Braye et Fleury-les-Aubrais se situant à l'est d'Orléans. Les communes avec la plus faible concentration des emplois, entre 129 et 169 sont : Chanteau, Marigny-les-Usages, Mardié, Bou et Combleux. Ces communes se situent sur la périphérie est de l'agglomération. Néanmoins, l'agglomération orléanaise a une concentration des emplois plutôt importante, car l'indicateur qui la mesure est supérieur à 100. Ce qui veut que la proportion d'emplois soit plus élevée que le nombre de personnes ayant un emploi et résidant dans la zone.



Carte 7 : Carte de la répartition des emplois (Auteurs, 2016)

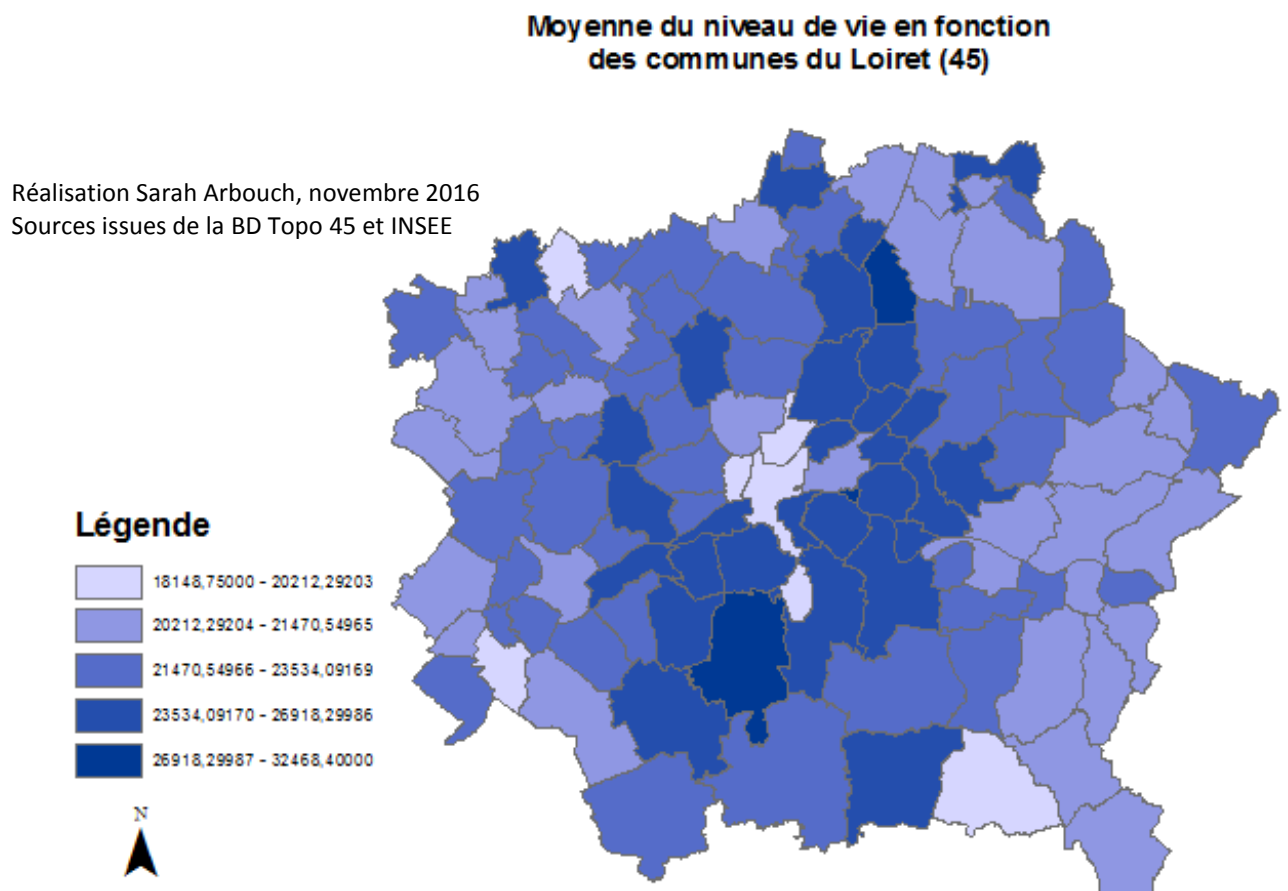
2. Corrélation entre données socio-économique et répartition spatiale

Si, la métropolisation a engendré un processus de gentrification sélectif basé sur la rente foncière (Vanco, 2011) alors on peut penser que les répartitions spatiales des catégories socio-économiques peuvent expliquer l'étalement urbain. De plus, sur le plan social, des inégalités persistent au niveau de l'accès à la voiture et des inégalités de dépenses de transport consacrées par les ménages (Paulo, 2006). On peut alors supposer qu'il y a une corrélation entre distance de trajet et données socio-économique.

Comment prouver cette corrélation et est-ce qu'elle est vraie pour le Loiret ?

Nous allons aussi essayer de répondre à cette hypothèse à travers une exploitation des données INSEE du Loiret. Pour ce faire, nous avons utilisé deux données issues des recensements qui nous semblent être des indicateurs pertinents d'après nos lectures. Ainsi, nous prenons les fichiers « Base_cc_logement_2013.xls » et « Base_cc_filosofi_13.xls⁸ » dans lesquels nous sélectionnons les données sur le nombre de voitures par ménages et la médiane du niveau de vie sur les communes du département 45. Concernant le nombre de voitures par ménages nous avons à disposition la donnée pour les ménages disposant d'une voiture et les ménages disposant de deux voitures ou plus. Pour avoir une bonne représentation, nous avons effectué une moyenne.

Une fois les fichiers triés, nous pouvons les exploiter via un logiciel de traitement d'informations géographiques.

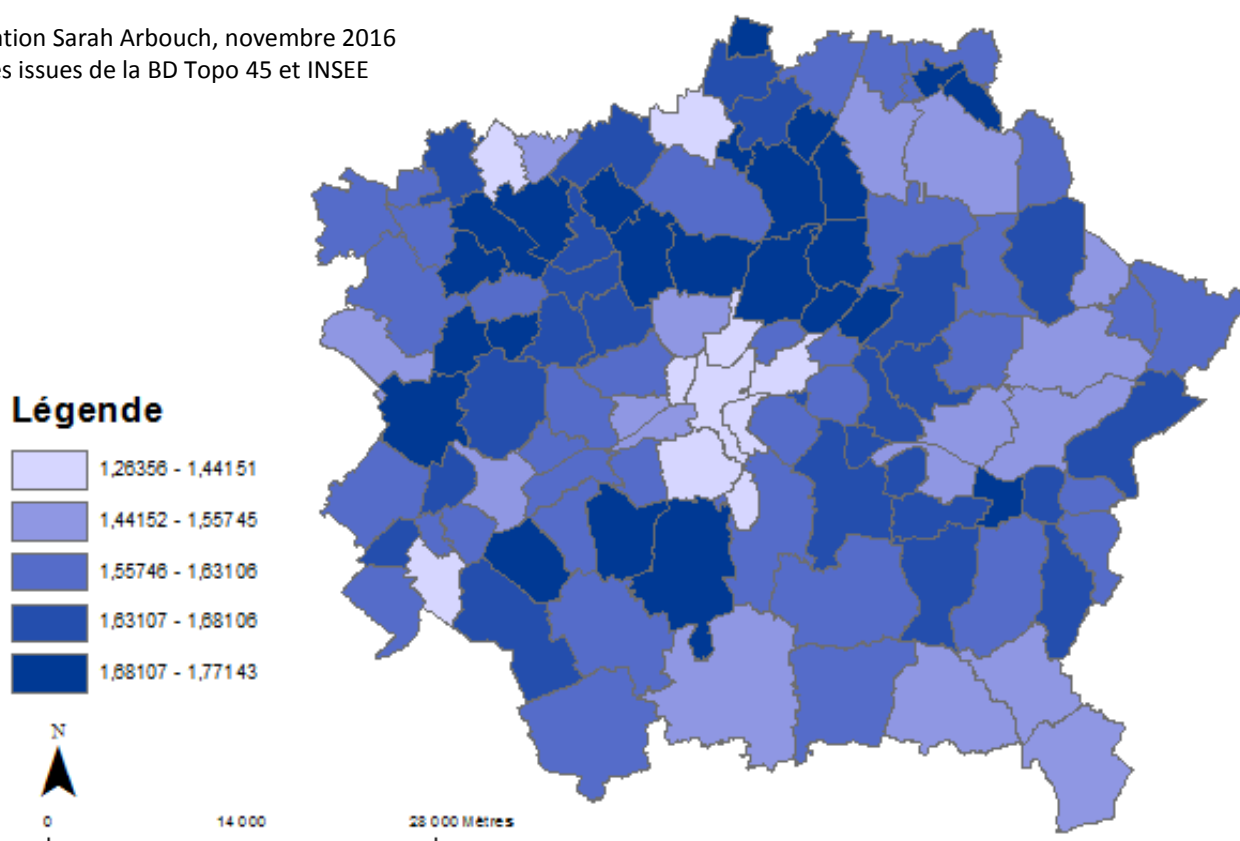


Carte 8 : Répartition du niveau de vie (Auteurs, 2016)

⁸ Fichiers recensement INSEE

Répartition du nombre de voitures par ménages sur les communes du Loiret (45)

Réalisation Sarah Arbouch, novembre 2016
Sources issues de la BD Topo 45 et INSEE



Carte 9 : Répartition du nombre de voitures (Auteurs, 2016)

D'après ces deux cartes, on peut constater que la plupart des communes avec une médiane de vie élevée sont également celles qui ont le plus de ménages véhiculés. C'est le cas d'Ardon, Chanteau, Semoy par exemple, qui paraissent être également des communes périphériques de zones d'emplois (voir carte Indicateur concentration emploi). Néanmoins, nous pouvons constater que, même si certaines communes à proximité d'Orléans (Olivet, Saint-Jean-Le-Blanc...) avec une médiane de vie élevée, elles ne comptent que peu de ménages motorisés. Cela peut s'expliquer par le fait qu'il y a de l'emploi et que le réseau de transport en commun les desserve.

Mais une variable reste encore à calculer. En effet, il faut déterminer les distances parcourues par les actifs de chaque commune. Calculer les distances permet d'avoir un indicateur commun pour comparer les deux données socio-économiques. De plus, il est primordial de l'avoir pour répondre à l'hypothèse posée. Pour cela, on utilise une extension du logiciel SIG qui calcule les distances via l'algorithme de Dijkstra.

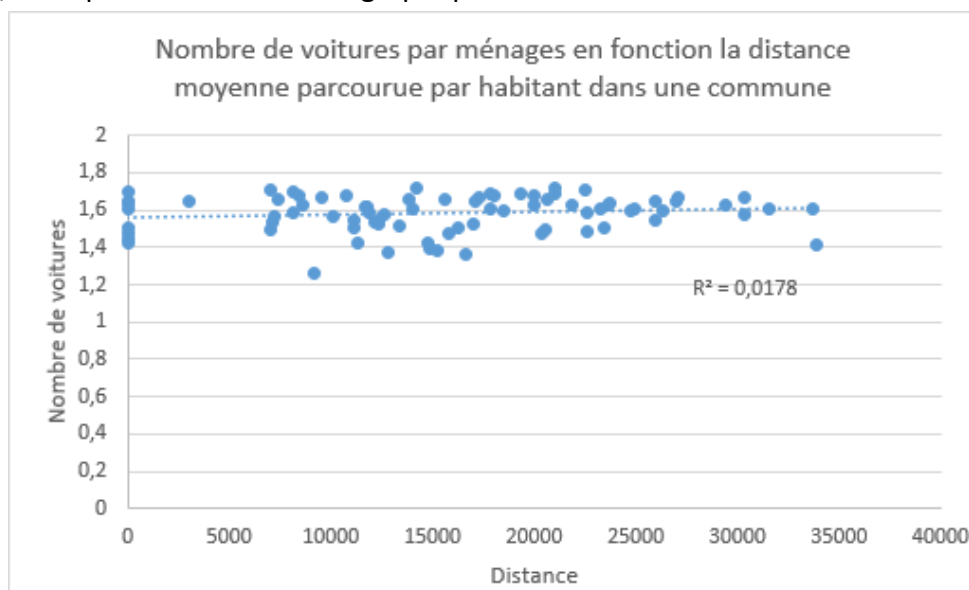
Les résultats donnent les itinéraires les plus courts qu'un individu serait susceptible de parcourir entre chaque commune. On a alors les distances entre une commune d'origine Distance_i à des communes de destination Distance_j.

Il faut alors les affecter à l'ensemble des actifs se rendant de i vers j.

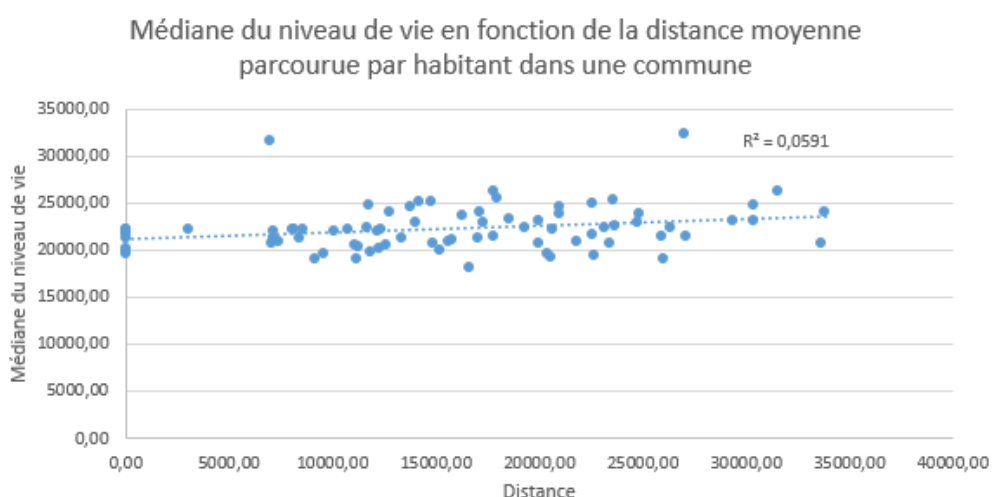
Enfin, nous calculons la distance moyenne :

$$Distance_moyenne = \frac{\sum (Distance\ ij * Actifs\ ij)}{\sum Actifs_commune}$$

Avoir la distance moyenne parcourue par les actifs par commune, permet d'avoir un indicateur sur lequel baser la corrélation entre distance de trajets et données sociodémographiques. De ce fait, nous pouvons réaliser des graphiques de corrélations.



Graphique 2 : Nombre de voitures en fonction de la distance de parcours (Auteurs, 2016)



Graphique 3 Médiane du niveau de vie en fonction de la distance de parcours (Auteurs, 2016)

Lorsque l'on représente graphiquement la relation entre la répartition des voitures ou la médiane du niveau de vie et la distance, on peut tracer la droite de régression linéaire. Le coefficient, R^2 , de cette droite permet de déterminer la force du lien entre les deux variables constituant le graphique. Si R^2 est compris en 0.5 ou 1 alors la relation s'avère vraie, si R^2 est inférieur à 0.5 alors la corrélation est faible. C'est, le cas pour nos graphiques. En effet, comme les deux R^2 sont très faibles nous pouvons affirmer que sur le cas des communes du Loiret il n'existe aucun lien entre distance de parcours et données socio-économiques.

3. Choix du périmètre d'étude

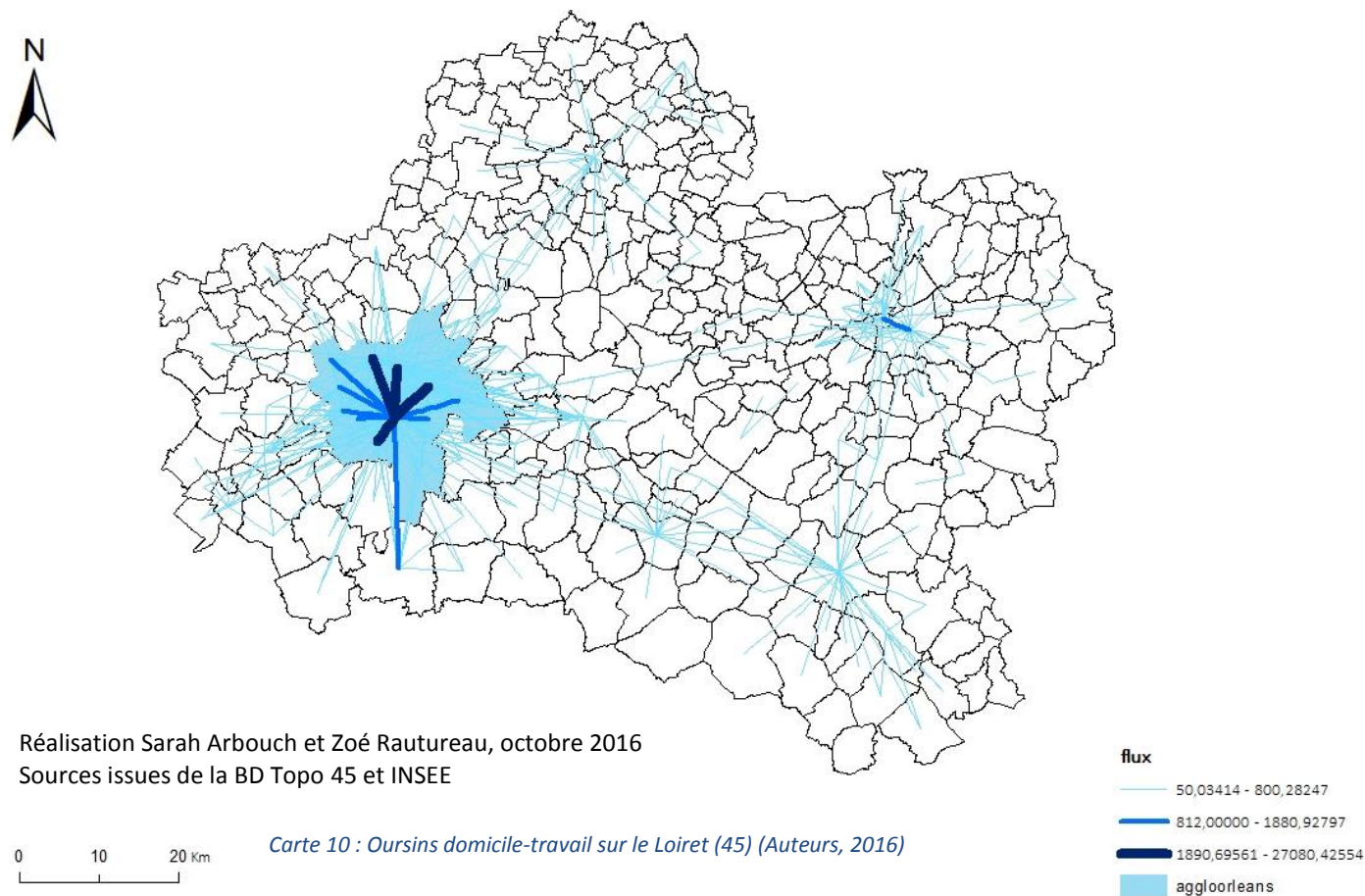
Pour pouvoir réaliser notre étude, nous avons été amenées à définir l'aire d'étude la plus pertinente possible dans le but d'avoir des résultats concrets. Pour rappel, nous voulons étudier les flux domicile-travail et leurs impacts. Ainsi, le choix du périmètre d'études est primordial et aura une importance quant à la modélisation.

Quel est le périmètre le plus pertinent et comment le définir ?

Dans le but de réaliser cette étude nous devons tout d'abord calculer les flux domicile travail. Nous nous appuyons sur des données issues de l'INSEE « BD_flux_dom_trav_45_2013 ». Cette base de données recense tous les actifs de 15 ans ou plus ayant un emploi qui effectuent un trajet d'une commune d'origine à une commune de destination (qui peut être celle d'origine). Enfin, nous avons à disposition la BD Topo 45 dans laquelle nous avons une représentation des communes utilisables sur un logiciel de système d'information géographique. Après avoir lié les données des communes et les flux, grâce au logiciel nous obtenons la représentation ci-dessous.

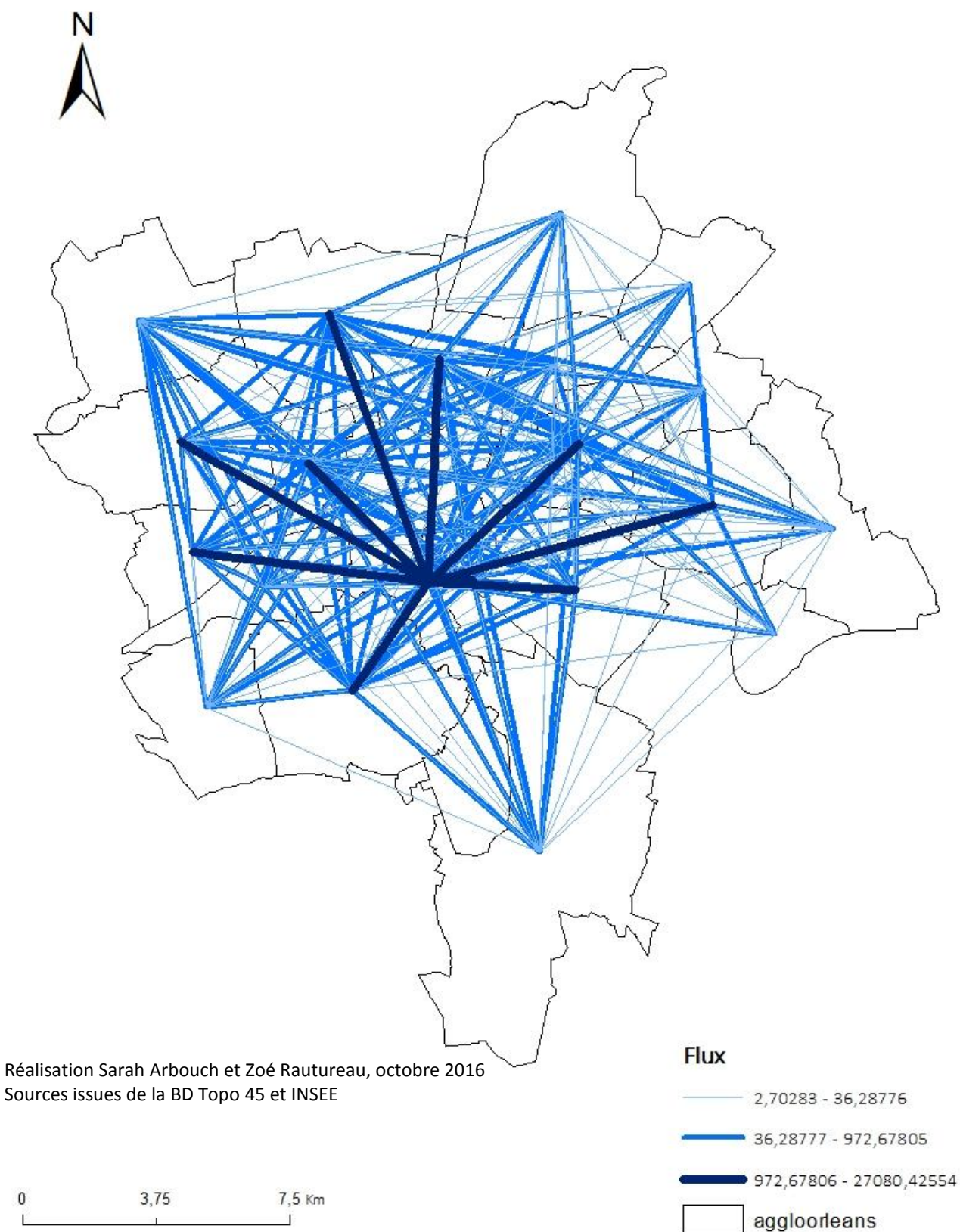
Grâce à cette carte, nous pouvons voir les flux entre les communes. On peut distinguer des communes où les flux sont beaucoup plus concentrés : Sully-en-Loire, Gien, Montargis, Amilly, Pithiviers, Beaugency, La Ferté-Saint-Aubin... Mais sur le département du Loiret, la concentration des flux se situe au niveau d'Orléans et sur les communes autour. Orléans attire les flux les plus importants (en gras sur la carte). Ainsi, grâce à ce premier constat, l'aire d'étude se définit autour d'Orléans.

Flux domicile-travail entre les communes appartenant au département du Loiret (45)



Par la suite, nous réopérons l'étape précédente de traitement de données mais sur un périmètre plus réduit correspondant aux communes concentrant le plus de flux. Nous pouvons voir qu'Orléans concentre les flux les plus importants et que les communes périphériques se partagent les autres.

Flux domicile-travail entre les communes appartenant à l'agglomération orléanaise



Réalisation Sarah Arbouch et Zoé Rautureau, octobre 2016
Sources issues de la BD Topo 45 et INSEE

Ainsi, l'aire d'étude correspond à celle de l'agglomération orléanaise. On retrouve : Ormes, Saran, Ingré, La-Chapelle-Saint-Mesmin, Saint-Pryvé-Saint-Mesmin, Saint-Hilaire-Saint-Mesmin, Olivet, Saint-Jean-Le-Blanc, Saint-Cyr-en-Val, Saint-Denis-en-Val, Combleux, Saint-Jean-de-la-Ruelle, Chécy, Bou, Saint-Denis-de-l'Hôtel, Mardié, Boigny-sur-Bionne, Marigny-les-Usages, Semoy, Saint-Jean-de-Braye, Chanteau, Fleury-les-Aubrais et Orléans.

De plus, ce périmètre nous assure d'utiliser, pour nos calculs, un réseau routier assez important et comportant les axes et tronçons routiers ayant un impact quant à la répartition des flux. Une fois ce périmètre déterminé nous pouvons construire les bases de données qui contiennent le nombre d'actifs par maille et les vitesses des tronçons routiers, utiles au logiciel Logstom.

Ce travail préliminaire de collecte et de mise en forme de données permettra d'exécuter la modélisation des flux domicile-travail sur l'agglomération orléanaise. Les résultats issus de ce modèle seront similaires à ceux de Tours présentés dans la partie 2. Nous pouvons supposer que le logiciel permettra de voir la répartition du trafic sur le réseau routier d'Orléans et nous donnera le temps nécessaire à l'évacuation des actifs réalisant les trajets domicile-travail.

Ce travail de modélisation sur l'aire orléanaise, malheureusement nous ne l'avons pas expérimenté par un manque de temps dans la réalisation de ce projet de fin d'études. Toutefois, nous avons tout mis en œuvre afin que dans le futur ce travail soit réalisable.

La démarche de modélisation du trafic sur le réseau routier a permis de retrouver la dynamique actuelle du trafic sur quelques axes de l'agglomération tourangelles où des comptages ont été effectués. Néanmoins, il est ressorti de notre analyse que bien que la dynamique globale du trafic soit cohérente avec ce qui est observé, ce n'est pas le cas des comptages précis.

Cela pourrait donner suite à une amélioration de la corrélation entre le modèle et la réalité en calibrant ce dernier. Plusieurs paramètres peuvent changer la fréquentation des différents axes, comme par exemple la capacité des tronçons, que le logiciel calcule de lui-même, car cela va avoir un impact direct sur le nombre de personnes qui peuvent passer. Mais d'autres paramètres peuvent jouer notamment ceux compris dans le modèle de Huff. En effet, ce modèle nécessite lui-même d'être calibré pour qu'il s'adapte au mieux au territoire étudié.

Par manque de temps, nous n'avons pas pu mesurer l'impact de l'étalement urbain sur le trafic, en ajoutant des actifs dans des mailles, ou bien des emplois, ou encore en ajoutant des tronçons routiers, ce qui est possible en modifiant les données de base. Cela permettrait de simuler l'arrivée d'un nouveau lotissement, d'une nouvelle zone d'emplois, et donc d'évaluer le lien entre la croissance urbaine et la mobilité.

Une autre partie de notre travail consistait à appliquer la démarche sur l'agglomération orléanaise. Nous avons ainsi préparé les données à rentrer dans le logiciel, c'est-à-dire la répartition des actifs et des emplois par mailles, et le calcul de la vitesse sur les tronçons du réseau routier. Malheureusement nous n'avons pas réussi à intégrer ces données dans le logiciel STOM. Toutefois nous avons fait le nécessaire pour que prochainement ce travail soit réalisable.

Suite à l'intégration des données orléanaises dans le logiciel STOM, le même travail de comparaison avec les comptages observés pourra être fait (à condition d'obtenir la donnée), et ainsi identifier les paramètres à changer dans le modèle pour se rapprocher de la réalité. A la suite de quoi, cela pourrait être intéressant de mesurer les impacts sur le trafic des différentes politiques urbaines planifiées par l'agglomération orléanaise.

- AUSBEL, MARCHETTI, MEYER, *Toward green mobility: the evolution of transport*, European Review, 1998
- BRUECKNER, FANSLER, The economics of urban sprawl: theory and evidence on the spatial sizes of cities, *The review of Economics and Statistics*, 479-482 pages, 1963
- CAMAGNI, GIBELLI, *Développement urbain durable : quatre métropoles européennes*, La Tour d'Aigues, Ed. de l'Aube, 174 pages, 1997
- CESSY, PARMENTIER, *Mobilité et maîtrise de l'étalement urbain : L'étalement urbain impacte-t-il la stabilité du budget-temps que les individus consacrent aux transports ?* Projet de fin d'études Polytech Tours, 47 pages, 2016
- DEBIZET, *L'évolution de la modélisation des déplacements urbains en France 1960-2005*, Métropolism 85-86, pages 8 à 21, 2011
- DOUKARI, AGUEJAD, HOUET, *SLEUTH un modèle d'expansion urbaine scénario dépendant*, Revue internationale de géomatique n° 1, pages 7 à 32, 2016
- ENAUULT, *Simulation de l'étalement urbain de Dijon en 2030 : approche systémique de la dynamique gravitaire ville-transport*, Cybergeog, mise en ligne février 2012
- FONTAINE, *Mobilité et étalement urbain : Quelle échelle d'étude privilégier pour caractériser la mobilité domicile-travail impactant l'étalement urbain en Région Centre — Val de Loire ? Utilisation du modèle gravitaire*. Projet de fin d'études Polytech Tours, 2014
- GEURS, *Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions*, Journal of Transport Geography 12, 14 pages, 2004
- JOLY, *Préserver la constance du budget temps transport : le réinvestissement des gains de temps*, Laboratoire d'Économie des Transports Université Lumière Lyon 2, 29 pages, 2003
- JOUMARD, LAMBERT, CHIRON, *Transport et environnement : organiser la réflexion*, Sur nos territoires... l'écomobilité paroles de chercheurs volume II, Les collections de l'INRETS, pp. 85-87, 2009
- ORFEUIL, *Évolution des mobilités locales et interface avec les stratégies de localisation*, PUÇA, 1999
- PAULO, *Inégalités de mobilités : disparité des revenus, hétérogénéité des effets*, Thèse pour le doctorat de sciences économiques Université Lumière, Lyon 2, 392 pages, 2006
- VANCO, *Formes urbaines et durabilité du système de transports : Une approche par les coûts de la mobilité urbaine des ménages sur l'agglomération lyonnaise*, Economies et Finances Université Lumière Lyon 2, pages 396, 2011
- WATCHER, THEYS, CROZET et ORFEUIL, *La mobilité urbaine en débat : cinq scénarios pour le futur ?* CERTU, 202 pages, 2005
- WEIL, *Ville et automobile*, Descartes and Cie, coll. Les Urbanités, 140 pages, 2002
- ZAHAVI, TALVITIE, *Regularities in Travel Time and Money Expenditure*, Transportation Research Record n°750, pages 13-19, 1980

CITERES

UMR 6173
Cités, Territoires,
Environnement et
Sociétés

Équipe IPA-PE
Ingénierie du Projet
d'Aménagement,
Paysage,
Environnement



35 allée Ferdinand de Lesseps
BP 30553
37 205 TOURS cedex 3

Directeur de recherche :
SERRHINI Kamal
ANDIEU Dominique

ARBOUCH Sarah
RAUTUREAU Zoé

Projet de Fin d'Études
DA5
2016-2017

Impact de la mobilité domicile travail sur l'étalement urbain de l'agglomération orléanaise. *Si le logiciel STOM qui modélise les flux domicile-travail sur l'agglomération tourangelle est valide, peut-il être appliqué à l'agglomération orléanaise ?*

Résumé :

Comme de nombreuses agglomérations françaises, les agglomérations tourangelles et orléanaises ont leur population installée en périphérie tout en continuant de se déplacer vers la commune centrale. Parmi ces déplacements, le motif « travail » reste encore le plus important, et le plus générateur de flux. Ainsi, il a été mis en évidence qu'un lien existait entre la croissance et la mobilité quotidienne, et donc de pouvoir mesurer l'impact de la croissance urbaine par la mobilité, et notamment le temps mis par les actifs pour rejoindre leur travail. Ce travail s'inscrit dans le programme de recherche CCEUR, où le logiciel STOM a déjà été utilisé pour modéliser les déplacements domicile-travail sur l'agglomération tourangelle. Ces résultats vont pouvoir être comparés au comptage du trafic observé, et ainsi valider ou non le modèle utilisé par ce logiciel. L'application de cette méthode va ensuite être armée sur l'agglomération orléanaise.

Mots Clés : Modélisation, Étalement urbain, mobilité, déplacement domicile-travail