

Projet de Fin d'Etudes

**Mobilité et maîtrise de l'étalement
urbain :
L'étalement urbain impacte-t-il la
stabilité du budget-temps que les
individus consacrent aux
transports ?**



2015-2016

Directeurs de recherche
SERRHINI Kamal
ANDRIEU Dominique

CESSY Éloïse
PARMENTIER Félix

Mobilité et maîtrise de l'étalement urbain :

L'étalement urbain impacte-t-il la stabilité du budget-temps que les individus consacrent aux transports?

Directeurs de recherche
SERRHINI Kamal
ANDRIEU Dominique

CESSY Éloïse
PARMENTIER Félix

2015-2016

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'Ecole 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

Durant cette année de recherche, nous avons pu compter sur le soutien et les conseils de plusieurs professionnels, nous souhaitons donc remercier :

M. Kamal SERRHINI, Directeur de recherche de ce PFE et enseignant-chercheur à l'Ecole Polytechnique de l'Université de Tours, Département Aménagement, pour son encadrement et son suivi tout au long de notre travail, le temps qu'ils nous accordé ainsi que pour ses précieux conseils.

M. Dominique ANDRIEU, Géographe-cartographe dans la recherche en sciences humaines et sociales, Ingénieur d'études à la Maison des Sciences de l'Homme Val de Loire (MSH VdL) «Villes et Territoires » de l'Université de Tours, pour ses conseils et remarques avisés tout au long de ce travail de recherche.

M. Houssein ALAEDDINE, Post-Doctorant à l'Ecole Polytechnique de l'Université de Tours, Département Aménagement, pour son *Modèle d'Optimisation Spatio-Temporel (STOM) pour l'évacuation de la population située en zone inondable et exposée aux catastrophes naturelles* mais aussi pour avoir répondu à nos questions.

Tous les membres partenaires du projet de recherche C.O.E.U.R. (M. Athanasios BATAKIS, M. Guillaume HAVARD, M. Michel ZINSMEISTER, M. Nicolas DEBARSY, M. Jean-Marc ZANINETTI, M. Cem ERTUR, M. Kamal SERRHINI, M. Serge THIBAUT, M. Dominique ANDRIEU), pour leurs réflexions et travaux sur le sujet.

Mme. Céline Tanguay Professeur associé à l'Ecole polytechnique de l'Université François Rabelais de Tours et Paysagiste urbaniste à l'Agence d'Urbanisme de l'Agglomération de Tours, pour les informations concernant les prévisions du SCoT de Tours.

M. Olivier SCHAMPION, travaillant à l'Agence d'Urbanisme de l'Agglomération de Tours, pour les informations fournies concernant la fréquentation du réseau routier de Tours.

SOMMAIRE

Avertissement	4
Formation par la recherche et projet de fin d'études en génie de l'aménagement.....	5
Remerciements	6
Sommaire	7
Introduction.....	8
ETAT DE L'ART	10
Étalement urbain.....	10
Mobilité	12
Accessibilité	14
Modèle gravitaire Interaction spatiale.....	14
Présentation du terrain d'étude.....	16
Importance de l'aire urbaine de Tours au sein de la Région centre	16
L'étalement urbain sur notre site d'étude	16
L'enjeu de l'agglomération tourangelle face à l'étalement urbain.	20
Méthode et outils.....	24
Simplification du terrain d'étude	24
La Répartition des actifs sur les lieux de travail	26
Résultats.....	27
Quels types de résultats le modèle nous permet d'obtenir ?	27
.....	37
L'influence des trois différents paramètres.	38
Conclusion	43
BIBLIOGRAPHIE.....	45

INTRODUCTION

Ce mémoire s'inscrit dans le programme de recherche C.O.E.U.R (croissance, optimisation, économie, urbanisation, réseau) qui fait suite au projet T.R.U.C (transport, réseau, urbanisation, croissance). Les deux projets regroupent plusieurs laboratoires de recherche des universités de Tours et d'Orléans. L'université d'Orléans est composée des équipes suivantes :

- Le laboratoire de Mathématiques, Analyse, Probabilités Modélisation (MAPMO, UMR CNRS 7349)
- Le Laboratoire d'Economie (et de Géographie) d'Orléans (LEO, UMR CNRS 7322)
- La maison des Sciences de l'Homme Val de Loire (MSH, USR 3501)

L'université de Tours :

- Cités, Territoires, Environnement et Sociétés (CITERES, UMR 7324)
- La Maison des Sciences de l'Homme Val de Loire (MSH, USR 3501)

Cette multiplicité et diversité des acteurs permet une approche pluridisciplinaire du problème de croissance de la ville. En effet, TRUC avait pour objectif de simuler et représenter la croissance des villes. « Le projet COEUR (Croissance, Optimisation, Economie, Urbanisation, Réseau) ambitionne de développer, par la coopération entre Mathématiciens, Économistes, Géographes et Aménageurs, un modèle de simulation de l'impact de décisions de zonage et de localisation d'équipements et d'infrastructures sur la répartition de la demande de logements sur le territoire, permettant par là-même de modéliser la consommation subséquente d'espaces naturels et la génération potentielle de trafic entre les équipements et biens publics localisés attracteurs, et les localisations résidentielles émettrices. Ce modèle a été expérimenté sous la forme d'un prototype appliqué au périmètre du futur Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) de Montargis (88 communes) [...]. Or, il semble clair d'ores et déjà que l'étude de l'apport dynamique d'un périmètre beaucoup plus large que le SCoT est indispensable à la compréhension fine des structures locales et des mécanismes associés. [Les membres du programme de recherche cherchent à] comprendre (voire prévoir!) comment les politiques d'aménagement local et régional influent sur la localisation des logements, zones d'activités et/ou industrielles, parcelles agricoles et zones naturelles. Un tel outil de simulation/prédiction convenablement paramétré, pourrait alors servir à peaufiner les décisions politiques et expliquer les choix privilégiés. » (BATATKIS, 2014).

Pour notre travail de recherche nous disposons du logiciel STOM (Modèle d'Optimisation Spatio-Temporel) mis en place par M. ALAEDDINE, celui-ci nous permet, entre autre, de mesurer l'étalement urbain par le temps mis par les actifs pour aller de leur domicile à leur travail. Ce logiciel considère les trajets effectués en voiture. L'étalement urbain, est un phénomène qui s'est propagé à partir des années 1960 en France, ce dernier est aujourd'hui très contesté à cause des impacts environnementaux et socio-économiques qu'il entraîne. On pense souvent que l'étalement urbain entraîne une augmentation des distances parcourues

et par la même occasion le temps passé pour se déplacer. Cependant, Yacov Zahavi (2000), estime que les individus accordent un budget temps transport aux déplacements de la vie quotidienne constant. Ainsi, bien que les distances s'allongent, la durée passée à se déplacer reste inchangée car les vitesses de transport augmentent. Néanmoins, nous savons que certains ménages sont prêts à se déplacer de plus en plus loin et à passer plus de temps dans les transports pour bénéficier d'un logement correspondant plus à leurs besoins et critères. L'étalement urbain impacte-t-il la stabilité du budget-temps que les individus consacrent aux transports ? Pour répondre à cela, nous allons tenter d'estimer le temps mis par les actifs pour aller de leur domicile à leur travail à l'aide du logiciel STOM. Ce dernier devant être calibrer auparavant. L'analyse sera portée sur le temps que consacrent les actifs pour aller de leur domicile à leur lieu de travail en voiture, il s'agira de comparer la situation donnée par le logiciel et celle observée en réalité. Ainsi, nous présenterons dans un premier temps un état de l'art sur des concepts liés à la mobilité et à l'étalement urbain, ensuite après une rapide présentation de notre terrain d'étude nous présenterons notre méthodologie de travail. Enfin nous présenterons nos résultats et conclusions.

ETAT DE L'ART

Étalement urbain

L'étalement urbain est depuis quelques décennies devenu un enjeu touchant plusieurs thématiques. Il s'agit d'un processus qui s'est fortement développé à partir des années 1950 en Europe (G. Sainteny, 2008) et 1970 en France (M. Wiel, 2010). On retrouve de nombreuses définition de celui-ci dans la littérature, en effet, l'étalement urbain est défini comme « une extension urbaine en continuité avec la ville compacte » (G. Sainteny, 2008), de plus on en distingue deux dimensions : « d'une part, la consommation d'espace se mesure à travers l'étalement du bâti. D'autre part, l'expansion d'une ville peut se mesurer par l'accroissement de son rayonnement, c'est à dire par la dépendance des communes environnantes en termes d'emplois ou d'équipements par rapport à la ville pôle. »¹.

Les conséquences de l'étalement urbain

Ce phénomène, est très étudié car il pose problème en termes de considérations environnementale, sociale et économique (M. Wiel, 2010). Socialement, on retrouve généralement dans les périphéries lointaines des grandes villes, des jeunes ménages primo-accédant avec enfants de classe moyenne généralement, les familles plus âgées et aisées se trouvant principalement en première couronne (M. Wiel, 2010). Ces familles, situées en périphéries peinent souvent à sortir au-delà de leur zone d'habitation par faute d'accès notamment mais aussi par manque d'habitude de se déplacer (É. Le Breton, 2008), cela entraîne donc la dépendance automobile, des difficultés à trouver de l'emploi, de la ségrégation... (M. Wiel, 2010). Au niveau économique, les habitants des villes périurbaines sont soumis à de nombreuses inégalités concernant l'accès à l'emploi par rapport au reste de la population urbaine. Les zones d'emplois et centres financiers sont principalement situés au centre ou en première périphérie des villes (M-H. Masselot, 2010). En effet, les entreprises vont suivre, avec un peu de retard, les populations, elles vont alors s'installer dans des lieux stratégiques (le long des axes autoroutiers, sorties de ville ou encore dans des zones d'activités...) et créer de nouvelles centralités (M. Wiel, 2010 & A. Aguiléra, D. Mignot, 2002), néanmoins la majorité vont rester dans les grands pôles. Au niveau environnemental, l'étalement urbain entraîne une augmentation de la consommation d'espace, des coupures de corridors écologiques ou encore le mitage des paysages (G. Sainteny, 2008). De plus, la voiture étant un des seuls modes de déplacements des personnes habitant dans le périurbain (P. Gerber & S. Carpentier, 2013), la pollution atmosphérique est accrue. En effet, cette dernière est due principalement à cause des combustibles fossiles utilisés dans les domaines

¹ Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement, 2008

de l'industrie, du transport et de l'énergie (chauffage des bâtiments notamment), il est à noter que le transport de tout type à une part très importante dans la pollution atmosphérique, par exemple, à Montréal, en 2006, il compte pour 75% de cette dernière.^{2 3}

Les raisons de l'étalement urbain...

L'étalement urbain s'est développé notamment par l'usage facilité de la voiture, le développement des infrastructures de transports, la vitesse bon marché. En effet, il est devenu avec le temps plus facile pour un temps donné, de se déplacer plus loin. En ce qui concerne les individus, l'étalement urbain est déterminé par la volonté d'avoir une maison individuelle et plus d'espace, l'évolution des modes de vie, le prix attractif des terrains quand on s'éloigne du centre, le confort... Pour les entreprises le coût du terrain est aussi un critère important, ainsi que l'accessibilité du lieu (M. Wiel, 2010). Ainsi, Marc Wiel, émet quelques hypothèses concernant les déterminants de l'étalement urbain : le système de financement de logement ou de l'urbanisation, la condition de mobilité, la fiscalité locale...

Etalement urbain et aménagement du territoire

L'étalement urbain, est souvent décrit par l'impact sur l'espace qu'il entraîne, cependant, on constate que cet éloignement des habitations des centres urbains, peut entraîner un changement dans les temps de parcours, notamment à cause d'une inadéquation d'implantation entre les emplois et les logements (M. Wiel, 2010 & Aguilera et Mignot 2002). Ainsi, on voit l'importance que joue la forme de la ville et de l'espace urbain en général, aussi des travaux ont été menés afin de représenter mais aussi analyser et comprendre les multiples formes des villes.

Sont alors apparues les villes monocentriques représentatives des villes traditionnelles, avec l'ensemble des activités économiques et institutionnelles situées au centre et les activités résidentielles en périphérie (S. Belleil, 2013). Dans ce type de formation (que l'on retrouve encore aujourd'hui, notamment en Europe) les flux (principalement domicile-travail) vont de la périphérie vers le centre (C. Fontaine, 2014).

Avec l'étalement urbain, est apparu les formations polycentriques, ce phénomène est d'abord apparu aux Etats-Unis dans les années 1950, où on a d'abord observé une déconcentration de la population suivie de près par celle des emplois. Petit à petit, une grande partie des emplois se trouve hors des centres villes (F. Vancon, 2011). Garreau parlera alors en 1991 de Edge city « Ces pôles secondaires, situés loin du centre-ville ont la capacité de

² Les polluants de l'air: quels sont-ils, d'où viennent-ils?

http://www.passeportsante.net/fr/Actualites/Dossiers/ArticleComplementaire.aspx?doc=pollution_air_polluant_do

³ Pollution de l'air : les causes. <http://www.ademe.fr/particuliers-eco-citoyens/pollution-lair-bruit/pollution-lair/pollution-air-causes>

reproduire tous les attributs d'une ville centre, avec en particulier une forte présence des activités du tertiaire supérieur » (F. Vancon, 2011). En France, ce phénomène sera moins important, bien que l'on va retrouver de nouveaux centres en périphérie des grandes villes et accessibles le long des axes routiers, ces derniers auront une importance économique moindre : on y trouve des commerces de détails, des centres commerciaux, des activités de bureaux et quelques sièges sociaux, mais ce sont les centre-villes qui gardent encore beaucoup d'activités de « front office » liées entre autre aux banques, à la recherche et à l'immobilier (Leo Philippe, 1998 in F. Vancon, 2011).

Néanmoins, on observe encore une grande inadéquation entre les lieux d'emplois et les lieux de travail, ce qui entraine de longues distances à parcourir pour les actifs qui utilisent alors souvent la voiture. Ainsi, dans un souci de penser plus durablement, la ville cohérente a été imaginée. Il s'agirait de travailler sur la notion de proximité des activités, proximité entre lieu de travail et lieu d'habitation, afin de réduire au minimum le temps de transport et ainsi la pollution et le stress des usagers (Massot & Orfeuill, 2008 ; Korsu et Massot, 2006).

Mobilité

Il existe différents types de mobilités qui varient en fonction de la temporalité et de l'espace. En effet, on distingue des mobilités qui entraînent un déplacement avec ou sans retour au lieu de résidence, un retour le même jour ou non, un déplacement qui va être de longue ou de courte durée, interne ou externe à un bassin de vie. Ainsi, on différencie la mobilité quotidienne, la mobilité résidentielle, les voyages et les migrations (Kaufmann et Jemelin, 2004).

On peut, pour simplifier, séparer la mobilité en deux types :

- La mobilité locale : celle-ci concerne l'ensemble des déplacements quotidiens réalisés par une personne et inférieurs à un rayon de 80 km à vol d'oiseau⁴. On retrouve plusieurs types ou motifs de mobilités locales :
 - La mobilité domicile-travail
 - La mobilité domicile-étude (école, collège, lycée, université)
 - La mobilité domicile-autre (achats, affaires personnelles, etc.)
 - Les mobilités secondaires (ayant un départ différent du domicile)
- La mobilité longue distance : il s'agit de l'ensemble des déplacements de plus de 80km.

La mobilité locale est celle qui nous intéresse ici, elle représente 98,7% des déplacements des Français en 2008. ⁵. On dénombre en moyenne en 2008, pour chaque jour de semaine et pour les français de plus de 6 ans, 177 millions de déplacements contre 166 millions en 1994 pour la mobilité locale, cela s'explique, entre autre par une hausse démographique⁵

⁴ INSEE : http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref_id=ip1252&page=sdb

⁵ Revue du Commissariat Général au Développement Durable, La mobilité des Français : Panorama issu de l'enquête nationale transports et déplacements 2008, Décembre 2010

La mobilité locale, en France métropolitaine, a peu évolué entre 1994 et 2008 (dates des deux dernières enquêtes transport et déplacement établies par le ministère chargé des transports et l'INSEE). Néanmoins, il existe des différences en ce qui concerne les grandes agglomérations et les zones faiblement urbanisées. En effet, la distance parcourue par les personnes mobiles quotidiennement a augmenté de 6% entre 1994 et 2008, ceci s'explique par le fait qu'elle a augmenté de 12% dans les zones faiblement urbanisées, les zones d'activités et de services y étant moins présentes. En effet, la distance entre les zones d'habitats et les commerces et établissements d'enseignement a augmenté de 29% et 22% dans ces zones-là. A l'échelle nationale, on note une diminution du nombre de déplacements par jour, et principalement chez les habitants des grandes agglomérations. Néanmoins, de manière générale, les personnes habitant en zone urbaine se déplacent plus que les personnes habitant en zone rurale. Les distances domicile-travail sont les plus longues et les durées des trajets domicile-travail entre les deux dates de recensement se sont allongées. En 2008, il faut 50 minutes pour un citadin pour aller et revenir du travail contre 36 minutes pour les habitants des zones moins urbanisées (Hubert, 2009)⁶.

On observe aussi, que la voiture reste le mode de déplacement le plus utilisé en France métropolitaine bien que l'utilisation de cette dernière varie en fonction de la densité de la zone. Ainsi 1 déplacement sur 8 est fait en voiture sur Paris contre 9 sur 10 dans les zones faiblement urbanisées (rapport ministère). Le poids de la voiture dans le poste transport est de plus en plus important chez les ménages car celle-ci est de plus en plus utilisée et ce, sur des distances allongées mais aussi pour des petites distances (achats à l'épicerie, à la boulangerie...). Enfin, tout territoire confondu, seulement 19% des ménages ne disposent pas de voiture en 2008 contre 23% en 1994. Beaucoup de citoyens utilisent leur voiture alors qu'ils ont d'autres choix à disposition, cela s'explique par les temps de transport en communs jugés trop longs, des horaires de passages pour ces derniers inadaptés et le confort du voyage. Néanmoins, les déplacements avec des modes de transports alternatifs à la voiture sont en augmentation dans les villes denses.

Les voyages de longue distance ont augmenté et se font majoritairement en voiture. En 2008, on compte 358 millions de voyages à plus de 80 km du domicile contre 293 millions en 1994⁶.

On observe ainsi que la mobilité des personnes habitant en milieu rural est plus contrainte : les distances aux activités est plus grande, l'offre en transport en commun étant peu fournie et moins spécialisée, cela entraîne une utilisation de la voiture quasi obligatoire. De nombreux auteurs, ont voulu montré la dépendance automobile des résidents du rural et du périurbain, d'autres ont montré les inégalités sociales qui en découlaient, en effet les

⁶ INSEE Première : Dans les grandes agglomérations, la mobilité quotidienne des habitants diminue, elle augmente ailleurs

populations pauvres qui vont aller habiter en périphérie pour avoir un logement moins cher vont dépenser une bonne partie de leur budget dans la voiture ce qui réduira entre autre l'argent pour les activités culturelles et sportives, ces dernières étant souvent difficile d'accès.

Accessibilité

L'accessibilité d'un lieu de manière générale peut être définie comme étant « la plus ou moins grande facilité avec laquelle ce lieu peut être atteint à partir d'un ou plusieurs autres lieux, à l'aide de tout ou partie des moyens de transports existants » (Chapelon, 2005). Elle peut également être définie comme: « the extent to which the land-use transport system enables (groups of) individuals or goods to reach activities or destinations by means of a (combination of) transport mode (s) » (Geurs & Wee, 2004).

Dans notre étude, nous avons observé l'accessibilité au sein d'un réseau routier au travers de deux approches : les chemins minimaux et le modèle gravitaire.

Modèle gravitaire Interaction spatiale

L'interaction spatiale est généralement « réduite à un phénomène de décroissance des flux avec la distance ». De nombreux modèles ont été mis en place pour tenter de représenter les interactions entre des lieux, des espaces. Il faut faire la distinction entre les modèles d'interaction qui « ont trait à l'étude des flux effectifs qui s'établissent entre des unités territoriales au cours d'une période de temps » et les modèles de positions qui décrivent « la position relative d'un lieu par rapport aux autres », ces derniers tentent de déterminer l'aire d'influence de ces lieux.

Les premiers modèles d'interactions, ou modèles gravitaires sont une analogie du modèle de Newton sur l'attraction des masses. Plusieurs modèles sont proposées : Reilly en 1931, émet l'hypothèse que la force d'attraction exercée par un lieu sur un autre est proportionnelle à sa taille et inversement proportionnel au carré de la distance qui sépare les deux lieux.

D'autres versions du modèle ont été proposées par divers auteurs avec des coefficients à déterminer en fonction du besoin. En effet, la distance « peut être comptabilisée soit en distances métriques (...) soit en temps, soit grâce à des fonctions combinant plusieurs variables et rendant compte de la motivation des individus à un déplacement (combinaison des distances métriques, du temps, du coût des déplacements, du confort, etc.). Cette dernière fonction est baptisée le plus souvent « fonction de résistance au trafic » » (Maizia, 2008).

Le modèle gravitaire est utilisé dans de nombreux domaines et pour expliquer différents phénomènes tels que l'analyse des flux de personnes ou encore d'aires de marchés en marketing, ils sont utiles aussi pour dimensionner la taille des infrastructures de transport.

Dans le cadre de notre projet de fin d'études, nous avons eu recours au modèle de Huff qui s'inspire du modèle gravitaire. Huff, étudiant l'attractivité des centres commerciaux, met en place un modèle qui prend en compte le fait que les personnes ne connaissent pas tous les éléments qui les entourent, ainsi chaque centre commercial est en concurrence avec les autres pour attirer des individus. Le modèle donne donc la probabilité que les individus d'un centre commercial aillent dans un autre centre commercial :

On a donc $P_{ij} = \frac{\theta_{ij}}{\sum_{k=1}^n \theta_{ik}}$, la probabilité que i aille en j

Avec $\theta_{ij} = \frac{Poste\ j}{d_{ij}^2}$ l'opportunité pour i d'aller en j ;

d_{ij} est la distance entre i et j et θ_{ik} est l'opportunité pour i d'aller en k

PRESENTATION DU TERRAIN D'ETUDE

Importance de l'aire urbaine de Tours au sein de la Région centre

Notre site d'étude est constitué des communes appartenant au périmètre du Schéma de cohérence territoriale de l'agglomération tourangelle. Beaucoup de travaux ont déjà été menés concernant l'étalement urbain à l'échelle de la Région Centre. En effet, entre 1999 et 2008, les ménages se sont beaucoup éloignés des centres des aires urbaines à cause, entre autre, d'une augmentation du prix du foncier, ainsi les couronnes périphériques de ces dernières sont plus étendues que dans les autres régions de province (INSEE, 2011)⁷.

En ce qui concerne notre terrain d'étude, 70% des emplois du département sont situés dans l'aire urbaine de Tours, et près de la moitié de ceux-ci dans la ville de Tours. La séparation entre lieu de travail et lieu de résidence entraîne une augmentation de la mobilité : 70% des actifs de 73 communes de l'aire urbaine travaillent dans une autre commune (contre seulement dix communes en 1982) (INSEE, 2011)⁷.

« La périurbanisation se caractérise par une déconcentration et une délocalisation de la population et des activités en provenance de la ville-centre. Ce mouvement conduit à une consommation importante d'espace et à une densification du réseau routier » (Serrano, 2005)

L'étalement urbain sur notre site d'étude

Ainsi, nous allons analyser l'évolution du réseau routier, de la population et de l'emploi sur le périmètre du SCoT de Tours. Ce dernier est composé de 40 communes réparties au sein de quatre communautés de communes. La superficie du territoire est de 830 km² pour une population totale de 363 000 habitants (recensement INSEE 2010).

Figure 1 : Présentation des communes membres du SCoT de l'agglomération Tourangelle. Source : INSEE

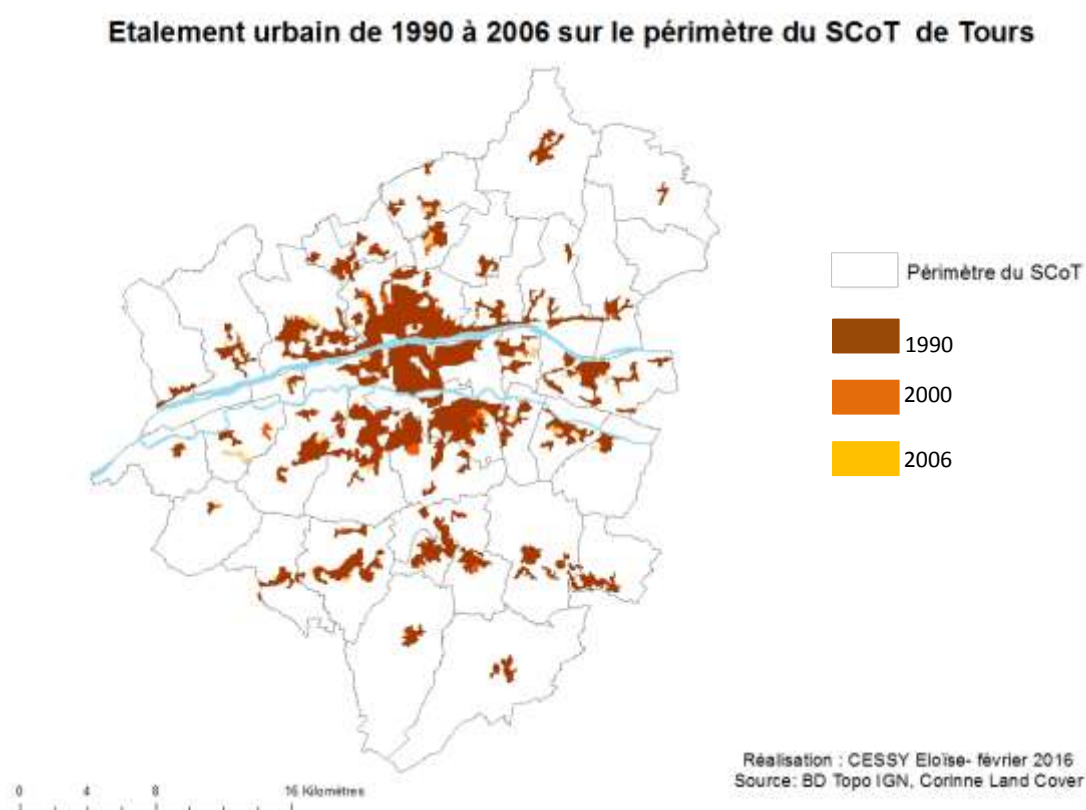
EPCI	COMMUNES MEMBRES	Nombre d'habitants
Tour(s) Plus	Tours, Joué-lès-Tours, Chambray-lès-Tours, Saint-Pierre-des-Corps, Saint-Avertin, La Riche, Savonnières, Ballan-Miré, Villedandry, La Chambrolle-sur-Choisille, Notre-Dame-D'oé, Berthenay, Chanceaux-sur-Choisille, Druye, Fondettes, Luynes, Mettray, Parçay-Meslay, Rochecorbon, Saint-Genouph, Saint-Cyr-sur-Loire, Luynes, Saint-Étienne-de-Chigny	285 000

⁷ Insee Centre : Les aires urbaines de la région Centre s'étendent et se densifient peu ; info n°173 ; octobre 2011

CC du Val de l'Indre	Artannes-sur-Indre, Esvres, Montbazon, Monts, Saint-Branchs, Sorigny, Truyes, Veigné	31 000
CC de l'Est Tourangeau	Azay-sur-Cher, Larçay, La Ville-aux-Dames, Montlouis-sur-Loire, Vétetz	25 000
CC du Vouvillon	Chançay, Monnaie, Reugny, Vernou-sur-Brenne, Vouvray	22 000

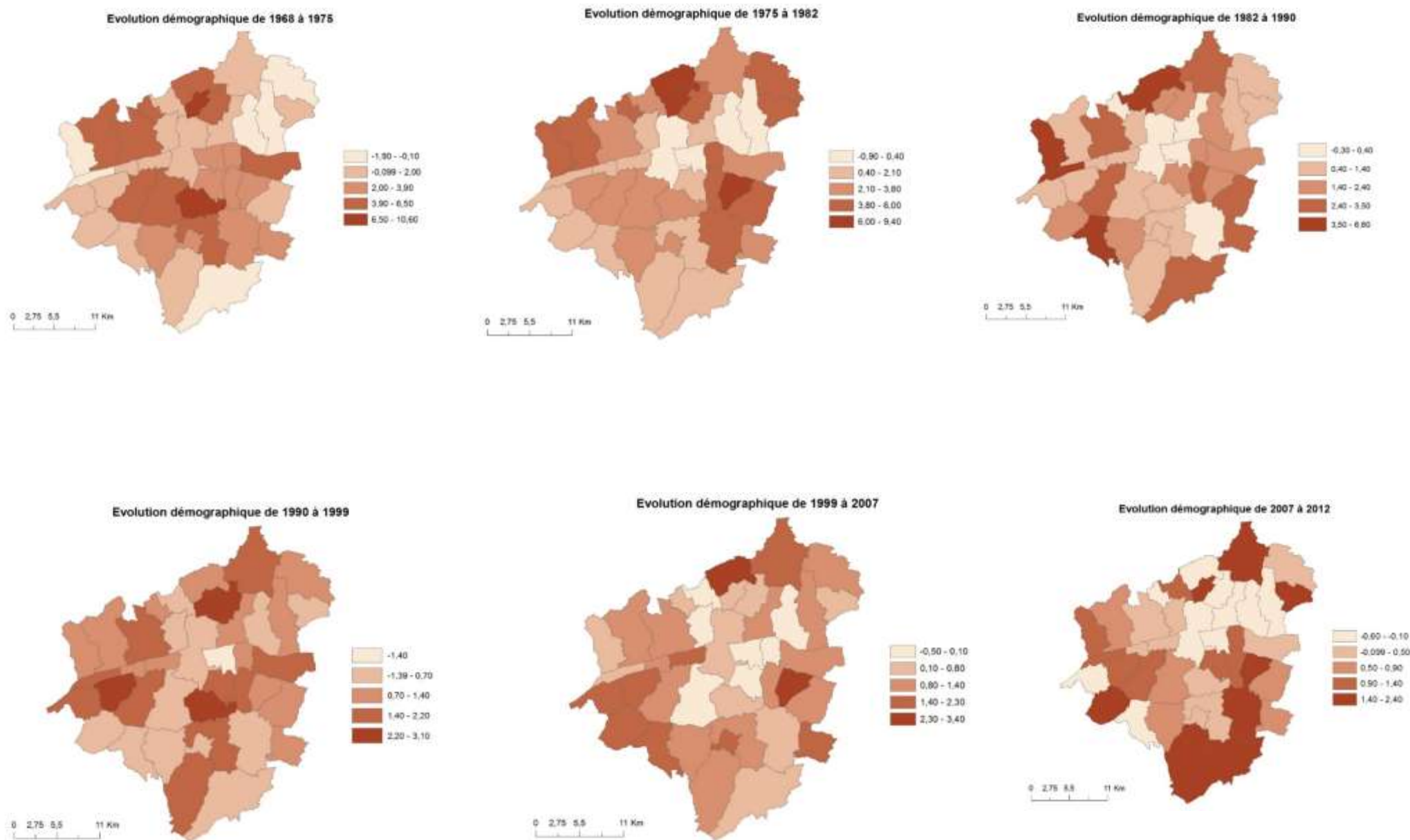
On observe entre les années 1990 et 2006 une légère extension du bâti sur l'ensemble du territoire étudié. Sur cette carte, seuls sont considérés les tissus urbains discontinus et continus.

Figure 2 : Evolution de l'étalement urbain sur le territoire du SCoT



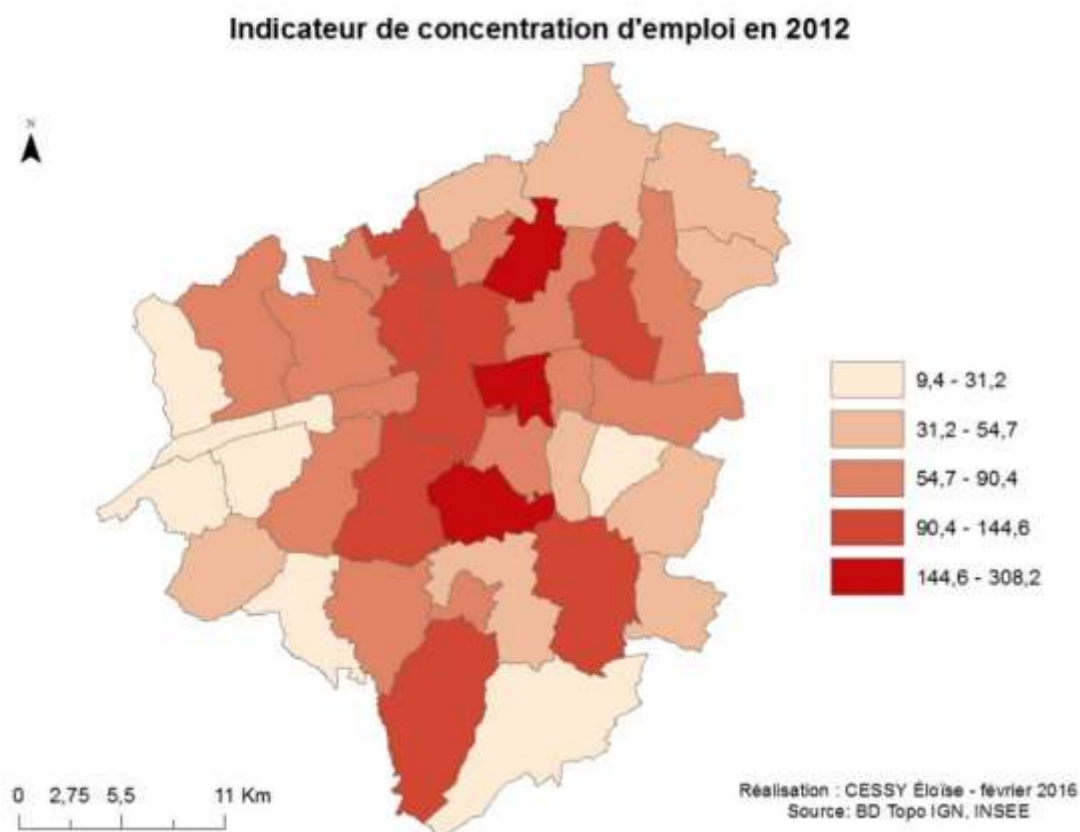
Au niveau de la population, on observe principalement une augmentation de la population en périphérie du territoire tout au long de la période, et principalement entre 2007 et 2012. Par exemple, les communes de Sorigny, de Monnaie et de Saint-Branchs (toutes les trois ayant moins de 5000 habitants) ont une augmentation de près de 2%, néanmoins, ces dernières ne représentent que 200 à 300 habitants de plus, tandis qu'à Joué-lès-Tours, par exemple, là où on observe une hausse de 0,70%, il s'agit en fait d'une hausse de plus de 1000 habitants. Enfin, on voit avec les pourcentages, une hausse de la démographie de moins en moins importante et ce sur l'ensemble du territoire (on passe d'une hausse maximale de 10% à une hausse maximale de 2,5%).

Figure 3 : Evolution démographique en % de l'agglomération tourangelle entre 1968 et 2012. Source : INSEE



En ce qui concerne les emplois :

Figure 4 : Proportion des emplois en 2012. Source : INSEE

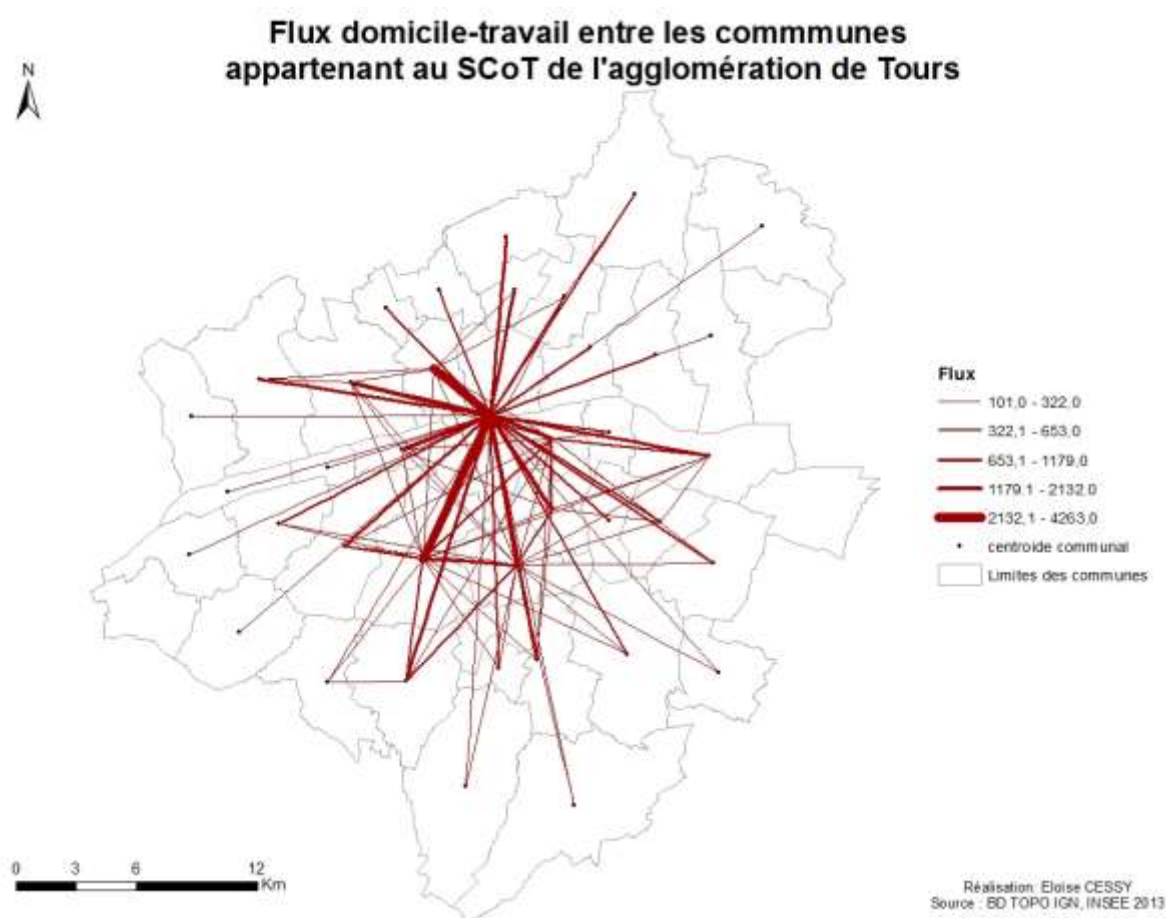


L'indicateur de concentration d'emploi est égal au nombre d'emplois dans la zone pour 100 actifs ayant un emploi résidant dans la zone.

On constate que les communes avec un indicateur de concentration d'emploi assez élevé, soit avec une proportion d'emplois (dans la zone) plus élevée que le nombre d'actif ayant un emploi et résidant dans la zone pour les indices supérieurs à 100, font principalement partie du cœur métropolitain. Ce dernier est composé de sept communes (Tours, Joué-lès-Tours, Chambray-lès-Tours, Saint-Avertin, Saint-Pierre-des-Corps, La Riche et Saint-Cyr-sur-Loire)⁸, il s'agit des communes regroupant le plus d'activités et le plus grand nombre d'emplois. Les flux domicile-travail sont très nombreux dans cette zone comme on peut le voir ci-dessous. Il en est de même pour l'ensemble des autres motifs de déplacements.

⁸ Schéma de Cohérence Territoriale de l'agglomération tourangelle : Diagnostic pièce 2/6 du rapport de présentation, janvier 2013

Figure 5: Flux domicile- travail à l'échelle du SCoT de l'agglomération Tourangelle. Source : INSEE



Il est à noter que 77% des actifs déclarent utiliser la voiture pour se rendre à leur travail⁹.

L'agglomération tourangelle avec sa forme monocentrique et avec Tours et ses communes limitrophes comme centre, a subi comme beaucoup d'autres agglomérations françaises le phénomène d'étalement urbain, nous allons voir par la suite que les collectivités concernées tentent de réduire ce dernier.

L'enjeu de l'agglomération tourangelle face à l'étalement urbain.

Par le passé, l'agglomération tourangelle s'est étendue fortement notamment en raison d'une augmentation démographique importante mais pas seulement :

⁹ L'usage de la voiture pour aller au travail : entre choix et nécessité, Questions de mobilité n°8, Agence d'urbanisme de l'agglomération de Tours décembre 2011 – Dossier établi à partir des résultats de l'enquête ménages déplacements réalisée en 2008 par le SMAT et SITCAT

Figure 6 : Evolution en termes de population et de superficie de l'agglomération tourangelle. Source : Patrick Lusson (1997)

Tours	1954	1975	1990	Évolution 1954-75	Évolution 1975-90
Population	173 398	285 663	326 210	+64,74%	+14,19%
Surface de l'urbanisation (ha)	4 600	10 024	17 036	+117,91%	+69,95%
Espace urbanisé par habitant (m ² /hab)	265,28	350,90	522,24		

On peut observer ici que l'espace à urbaniser nécessaire par habitant de l'agglomération en moyenne a doublé en 36 ans.

L'agglomération tourangelle cherche à limiter le plus possible au sein de ses objectifs l'étalement de son aire urbaine. D'après le SCoT de l'agglomération tourangelle (document d'aménagement commercial, 2013), certains objectifs sont clairement énoncés comme « orienter le développement commercial futur sur le principe de densification » ou encore « renforcer l'attractivité du centre-ville de Tours ». On cherche ici à amplifier l'importance des centres déjà existant.

Néanmoins le Scot prévoit aussi de développer certaines zones péri-urbaines où les densités de population y sont relativement faibles. Plusieurs exemples sont illustrés :

Figure 7: ZACOM des Fougerolle, La ville-Aux-Dames. Source: SCoT de l'agglomération Tourangelle, 2013



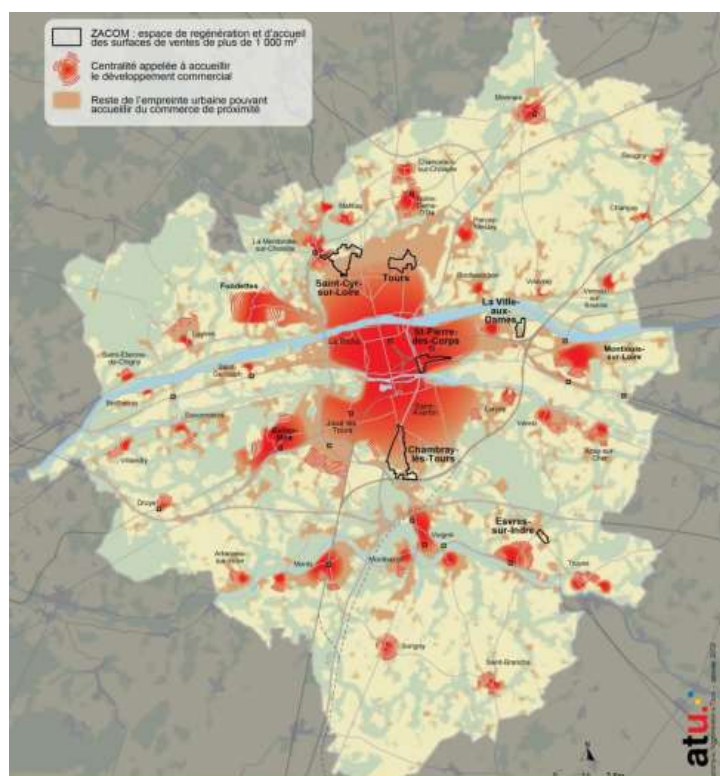
Figure 8 : ZACOM de la grande Berchenay, Esvres. Source: SCoT de l'agglomération Tourangelle, 2013



Ces zones commerciales, situées en milieu péri-urbain (ou presque) ont pour vocation d'être étendues. Nous pouvons voir d'une manière générale que les espaces préférentiels voués au développement commercial ne sont pas systématiquement situés à proximité du centre. Au-delà des ZACOM, nous pouvons observer le fait que de nombreuses centralités « appelées à accueillir le développement commercial » se situe pour un grand nombre en zone péri-urbaine. On retrouve de nombreuses communes péri-urbaines concernées telles Fondettes, Montlouis, Ballan-Miré, Esvres et bien d'autres.

Cette carte montre les emplacements considérés comme stratégique selon le SCoT :

Figure 9 : Document d'aménagement commercial, SCoT de l'agglomération tourangelle, 2013



D'après un document du CNRS de l'université de Tours¹⁰, le SCoT précédant et le choix de son territoire sont peu cohérent, il serait en partie responsable d'un étalement urbain néfaste :

- Le choix du périmètre du SCoT ne « coïncide pas ». Son espace se compose de plusieurs espaces étant « le fruit de projets différents ».
- « dans le périmètre du SCoT de l'agglomération de Tours aussi l'étalement urbain en zone périurbaine et sa maîtrise posent des questions quant aux caractères de durabilité des choix de développement. On est face à une série de phénomènes classiques allant du mitage et de l'utilisation excessive et dispersée de territoire, à l'augmentation de la pollution de l'air et à la consommation d'énergies non-renouvelables à cause de la consommation accrue de combustibles fossiles. »

¹⁰ *Les espaces périphériques urbains et le développement durable : analyse à partir du cas de l'agglomération tourangelle*, décembre 2007, José Serrano

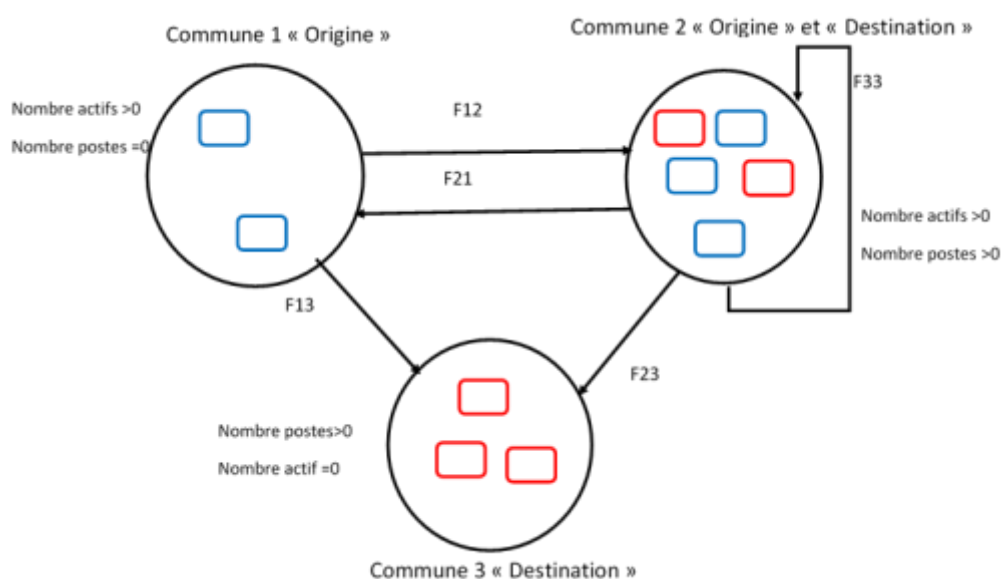
METHODE ET OUTILS

Simplification du terrain d'étude

Travail sur la population

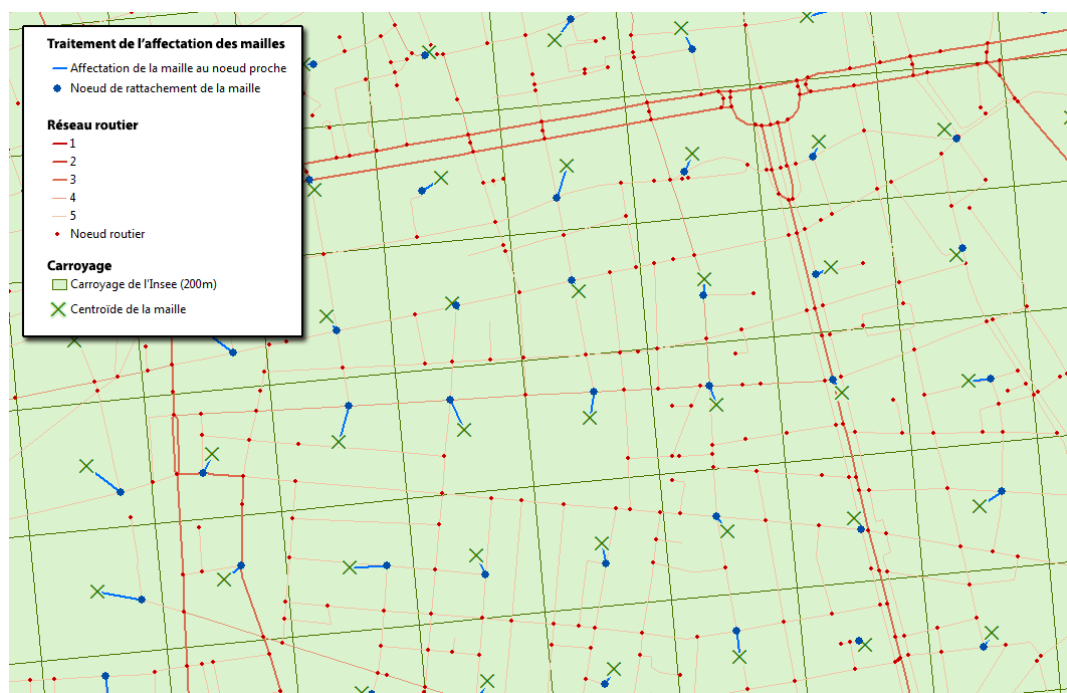
Les communes qui possèdent des actifs sont appelées des communes « origine » et celles sur lesquelles se trouvent les entreprises (lieux de travail) sont des communes « destination ». Ainsi certaines communes sont à la fois des communes origines et communes destinations si elles contiennent à la fois des postes en entreprises et des actifs. Nous disposons également des flux entre chaque commune.

Figure 10 : Représentation des communes "origine" et "destination" et des flux qu'il y a entre elles



Les informations qui ont pu être obtenues à l'échelle la plus fine sont celles provenant du « carroyage » de l'INSEE de 2011. On connaît grâce à ceci, le nombre d'emplois et d'actifs par maille de 200 mètres sur 200 mètres. Cette information est par la suite géo-localisée au centroïde de chaque maille et est par la suite affectée au nœud routier le plus proche. La figure ci-dessous nous permet de visualiser cette affectation. Les croix vertes représentent le centroïde de chaque maille, quant aux points bleus, ce sont les nœuds routiers les plus proches auxquels les centroïdes ont été affectés.

Figure 11: Affectation des mailles au nœud du réseau le plus proche. Source : D.Andrieu, K.Serrhini, H.Alaeddine

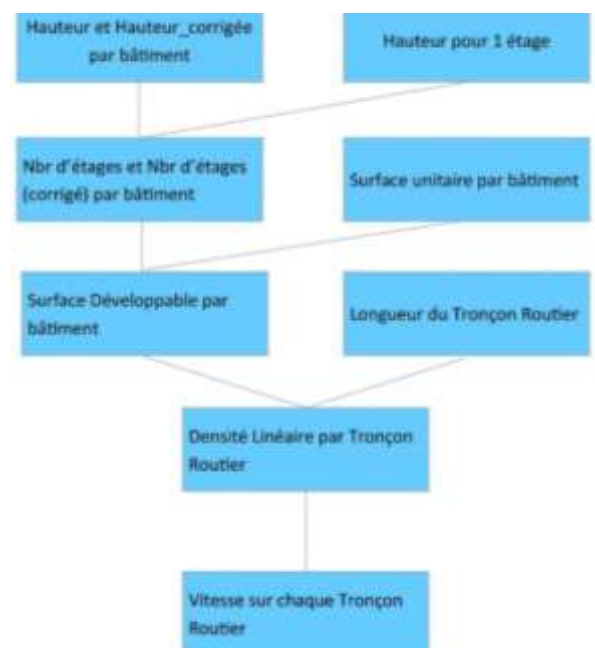


Travailler sur le réseau permet de simplifier les calculs qui vont suivre. Les nœuds sont décomposés en deux catégories, les nœuds « origine » et les nœuds « destination ». Un nœud peut également être à la fois nœud « origine » et nœud « destination ». Les nœuds du réseau routier sont donc maintenant affectés de poids : la somme des actifs et la somme des postes des mailles auxquelles ils sont rattachés.

Figure 12 : Diagramme expliquant la démarche pour déterminer la vitesse des différents tronçons routiers. Source : Compte rendu, Groupe RESEAU

Travail sur le réseau routier

Le modèle détermine le temps que mettent les actifs pour aller de leur domicile à leur lieu de travail. Pour cela, il nous faut connaître la vitesse à laquelle on peut rouler sur le réseau routier. Cette donnée n'étant pas disponible dans la BD Topo, il nous faut la construire. Pour cela, nous partons de l'hypothèse qu'il existe un lien entre la densité des bâtiments et la vitesse des tronçons routiers se trouvant à proximité : plus le bâti est dense et plus la vitesse sera faible. A côté le diagramme explicatif de la méthode utilisée sous ArcGIS pour établir la vitesse des tronçons en fonction de la densité du bâti mais aussi de la nature du tronçon.



La Répartition des actifs sur les lieux de travail

Modèle de Huff

On cherche ensuite à savoir où les actifs vont travailler. Tout d'abord on calcule le plus court chemin, c'est-à-dire la distance minimale à parcourir, entre chaque nœud « origine » et chaque nœud « destination ».

On fait une hypothèse d'affectation des personnes à leur lieu de travail selon le modèle de Huff. C'est-à-dire qu'on calcule la probabilité qu'un actif i aille dans une entreprise j . Enfin, on ordonne par ordre décroissant les probabilités.

On a donc $P_{ij} = \frac{\theta_{ij}}{\sum_{k=1}^n \theta_{ik}}$, la probabilité que i aille en j

Avec $\theta_{ij} = \frac{\text{Poste } j}{d_{ij}^2}$ l'opportunité pour i d'aller en j avec Poste j qui équivaut au nombre d'emplois en j et d_{ij} la distance minimale entre la résidence d'un actif i et une entreprise j .

En résumé, le modèle de Huff prend en compte deux paramètres dans son affectation :

- La distance entre l'actif et les lieux d'emplois
- Le nombre d'emploi au point destination

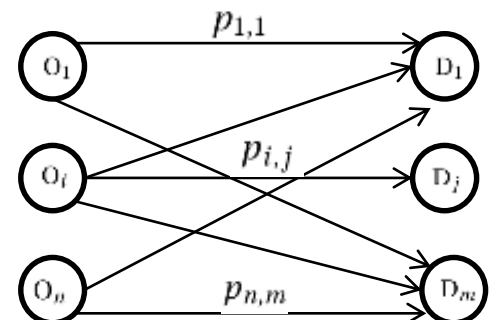
Le modèle par la suite vérifie que cette affectation soit compatible avec les données de l'INSEE concernant les flux automobiles domicile-travail entre chaque commune. Il s'agit d'un chiffre limite qui ne doit pas être dépassé. Le but étant de créer un modèle le plus proche possible de la réalité.

Ordonnancement des probabilités

Les probabilités sont ordonnées par ordre décroissant dans un nouveau tableau. Ainsi, à chaque parcours Origine-Destination (OD) le plus probable on affecte un nombre d'actifs aux postes. Attention, à chaque fois les nombres d'actifs restants, de flux restants et de postes restants sont soit positifs soit nuls.

On utilise le flux donné à l'échelle des communes pour calibrer le nombre d'actifs max que l'on peut « envoyer » par trajet OD. Ainsi, un seul flux sera utilisé pour plusieurs affectations.

Figure 13 : Tri des probabilités par ordre décroissant. Source : H.Alaeddine



Affectation des flots

Maintenant que l'on sait à quel endroit va quel actif, il faut déterminer comment vont se répartir les flux de personnes dans le temps. On envoie donc les actifs par créneaux horaires sur le trafic routier. Dans le but de minimiser le temps de trajet et en ne considérant pas l'effet de congestion, on calcule les chemins minimaux pour chaque trajet (3 trajets). L'affectation des flots sur le réseau sera contrainte par la capacité de chaque tronçon routier. Pour chaque créneau horaire on envoie le maximum de personnes.

RESULTATS

Au départ, le modèle nous propose d'effectuer notre simulation selon plusieurs paramètres que nous pouvons régler selon notre choix. Dans le cadre de ce projet, nous allons nous focaliser sur trois d'entre eux :

- **La durée du créneau** : c'est-à-dire à quelle échelle de temps nous souhaitons observer l'évolution du réseau. Ainsi, plus la durée du créneau choisie est petite, plus la précision d'observation sera grande.
- **Le taux d'occupation initial du réseau** (ou trafic de fond) : il s'agit du taux d'occupation du réseau représentant l'ensemble des usagers effectuant un trajet hors domicile-travail.
- **Le nombre de personnes maximum** pouvant voyager dans chaque véhicule.

La simulation obtenue grâce au modèle nous permet d'obtenir plusieurs résultats hypothétiques concernant le trafic routier à l'échelle du Scot de Tours. Ces résultats seront présentés selon plusieurs formes :

- Dans un premier temps nous vous présenterons les résultats obtenus concernant **la fréquentation**. C'est-à-dire le nombre de véhicules passant sur un tronçon routier sur une durée donnée.
- **L'état de congestion du réseau**. C'est-à-dire la valeur correspondant au rapport entre fréquentation et capacité sur une durée donnée pour chaque tronçon.

Dans un premier temps seront présentés l'ensemble des résultats obtenus depuis un scénario donné. Par la suite, nous évaluerons quelles sont les changements notables lorsque nous faisons évoluer ces paramètres.

Quels types de résultats le modèle nous permet d'obtenir ?

La simulation comprend les paramètres suivants :

- Nous allons suivre l'évolution du réseau par tranche de créneaux de 30 minutes.
- Le taux d'occupation initial de chaque tronçon sera élevé à 10%. Cette valeur a dans un premier temps été choisie de manière arbitraire car elle très dure à estimer. Selon le commissariat général au développement durable¹¹, 21% des déplacements sont motivés par une mobilité domicile-travail. Néanmoins cette donnée est valable à l'échelle quotidienne et non aux heures de pointes où ce pourcentage est bien plus élevé mais inconnu.

¹¹ La mobilité des Français, « Panorama issu de l'enquête nationale transports et déplacements 2008 », décembre 2010

- Le nombre de personnes par véhicule sera égal à 1. Cette valeur a été choisie dans le but d'être proche de la moyenne nationale correspondant à celle des aires urbaines (hors Paris-Ile-de-France) qui est de 1,065¹².

Le flot

Selon le modèle, pour acheminer l'ensemble des actifs à leur lieu de travail, cela nécessite cinq créneaux de 30 minutes, c'est-à-dire une durée comprise entre 2h 00min 01sec et 2h 30min 00sec. La durée du dernier créneau quant à elle est inférieure à 30 minutes.

Ci-dessous, les cartes représentant la fréquentation du réseau routier selon les 5 créneaux de 30 minutes :

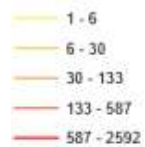
¹² Données provenant du commissariat général au développement durable, « *Le covoiturage pour les déplacements domicile travail, quel potentiel ?* », juin 2014

Figure 15: Créneau 1



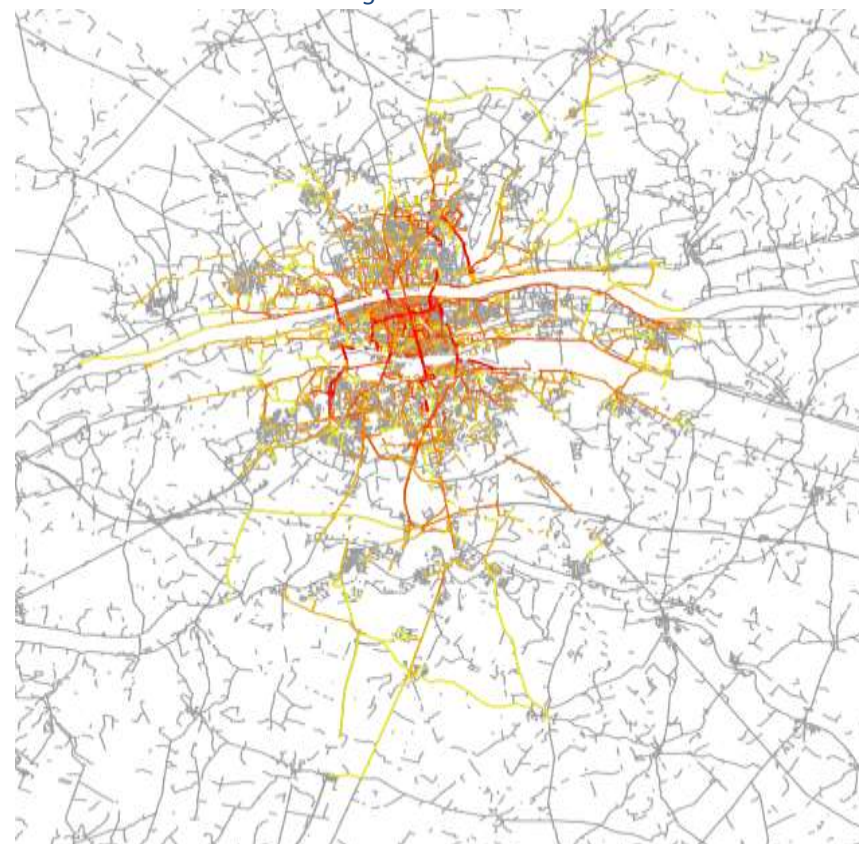
Fréquentation du réseau routier en nombre de véhicules

(Légende établie sous forme d'une répartition géométrique)



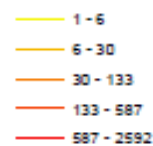
Réalisation: Félix Parmentier à partir des résultats du Logstom

Figure 14: Créneau 2:



Fréquentation du réseau routier en nombre de véhicules

(Légende établie sous forme d'une répartition géométrique)



Réalisation: Félix Parmentier à partir des résultats du Logstom

Figure 17: Créneau 3

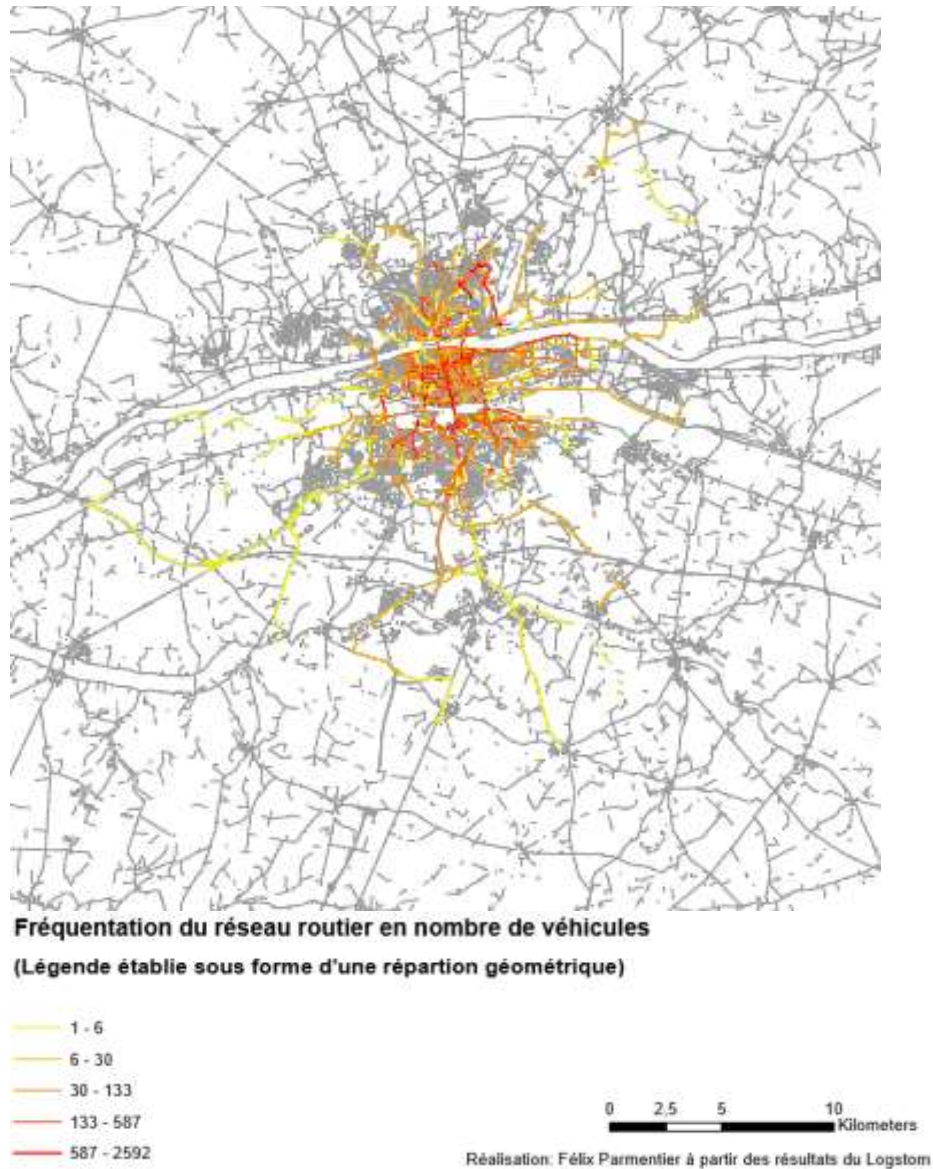


Figure 16: Créneau 4

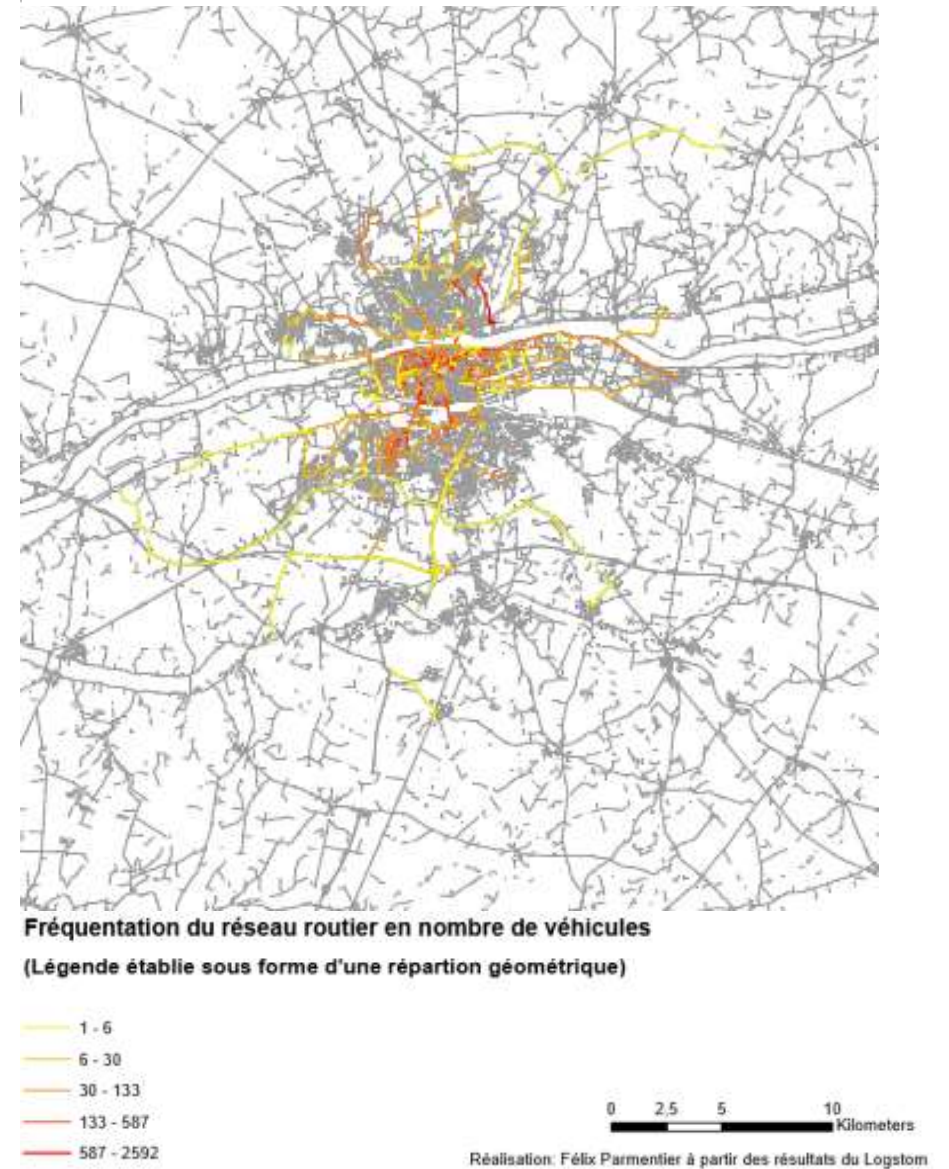
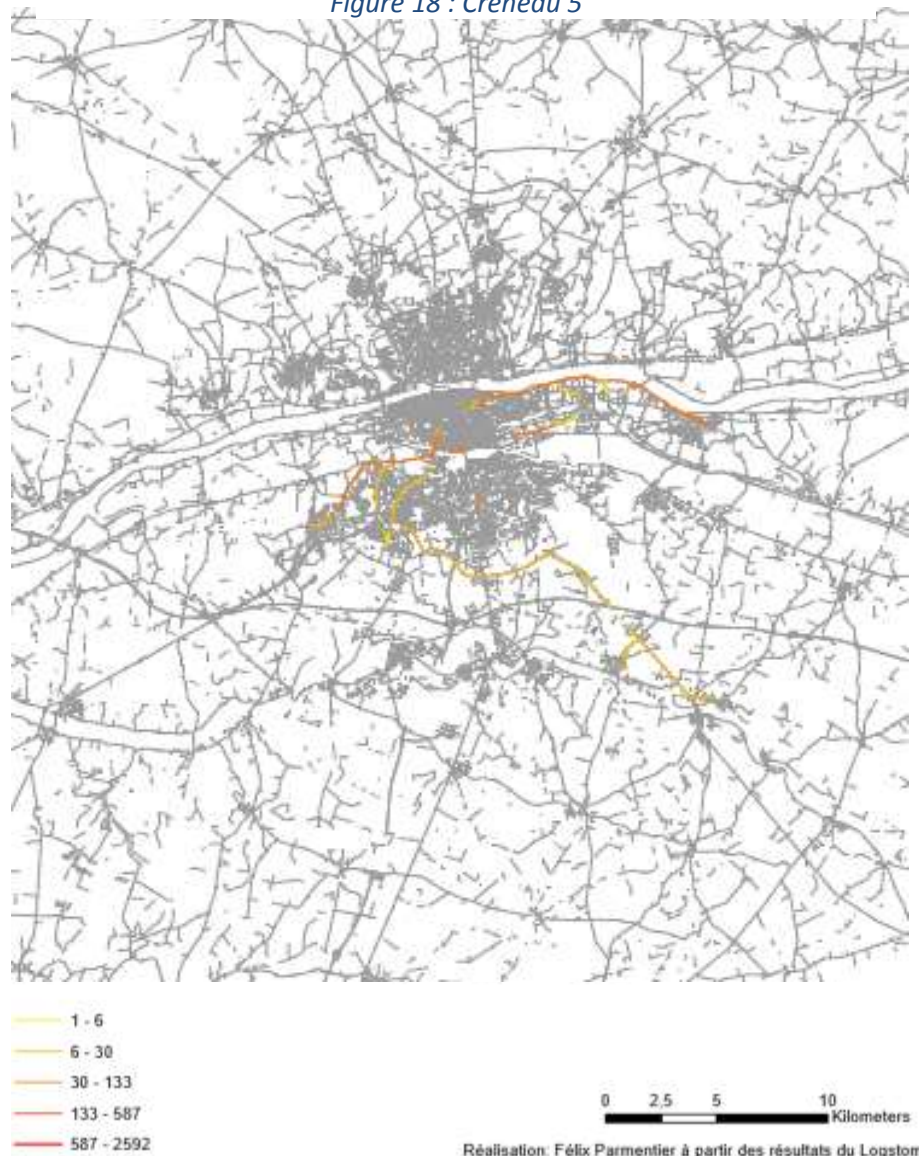


Figure 18 : Créneau 5

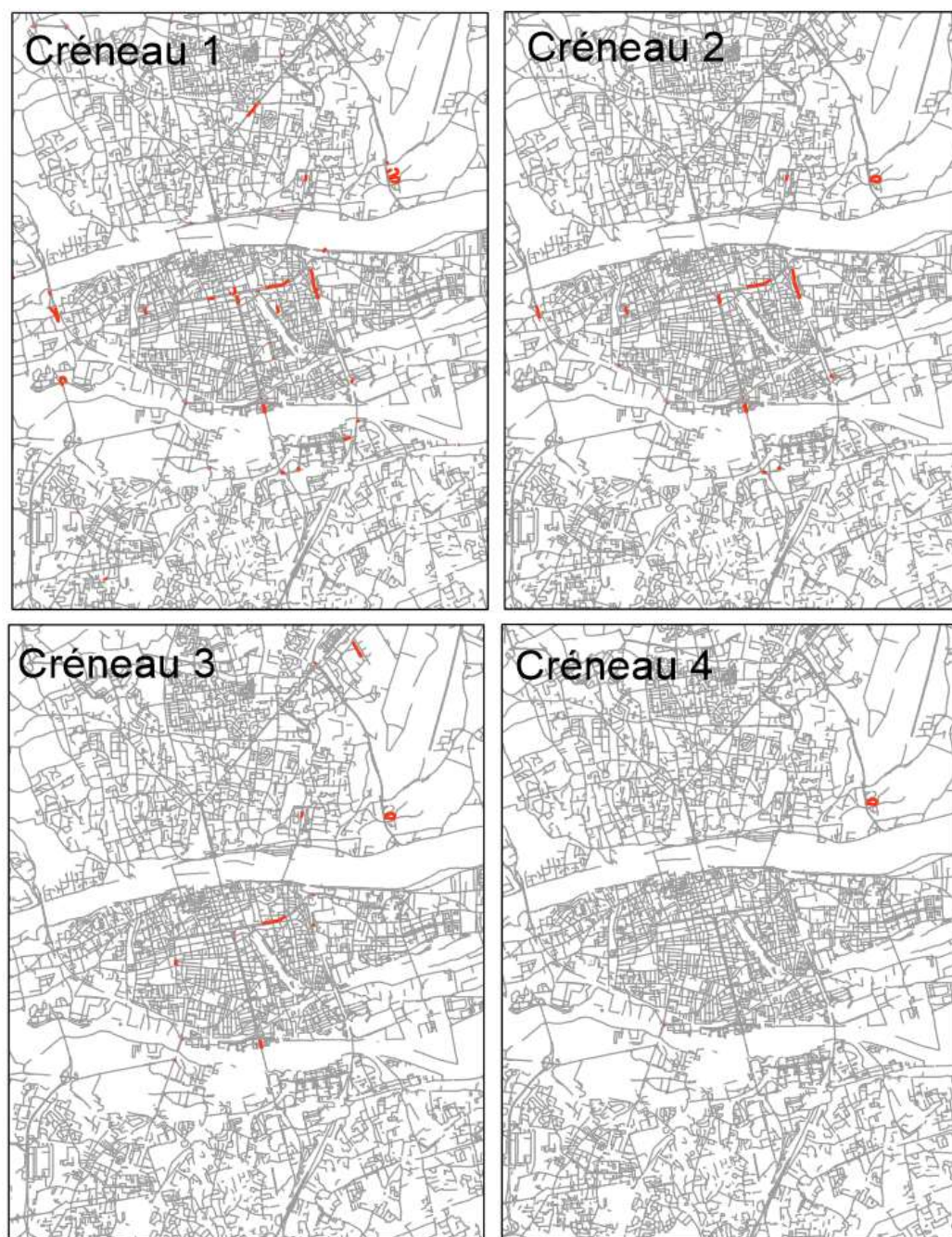


La proportion de congestion

Comme nous l'avons vu, il s'agit du rapport entre le flot et la capacité de chaque tronçon routier.

Par la suite nous avons cherché à connaître l'ensemble des tronçons les plus vulnérables selon le modèle. C'est-à-dire ceux dont la capacité est égale au flot. Dans un premier temps, le modèle nous a permis de les géolocaliser.

Figure 19 : Zones où la fréquentation est égale à la capacité du tronçon sur les 4 premiers créneaux de 30 minutes



Tronçons où la fréquentation est égale à la capacité

— Congestion maximale

0 1 2 4 Kilometers

Réalisation: Félix Parmentier à partir des résultats du Logstom

Nous pouvons nous apercevoir qu'il s'agit de tronçons de faible capacité à proximité d'axes importants qui ont une forte capacité. Voici quelques exemples sur les premières trente minutes de ceux qui sont, selon le modèle, en état de congestion maximale. Il s'agit essentiellement de ronds-points, de carrefours et des sorties d'autoroutes/rocales.

Figure 20: Exemples de tronçons où la fréquentation est maximale



Tronçons où la fréquentation est égale à la capacité

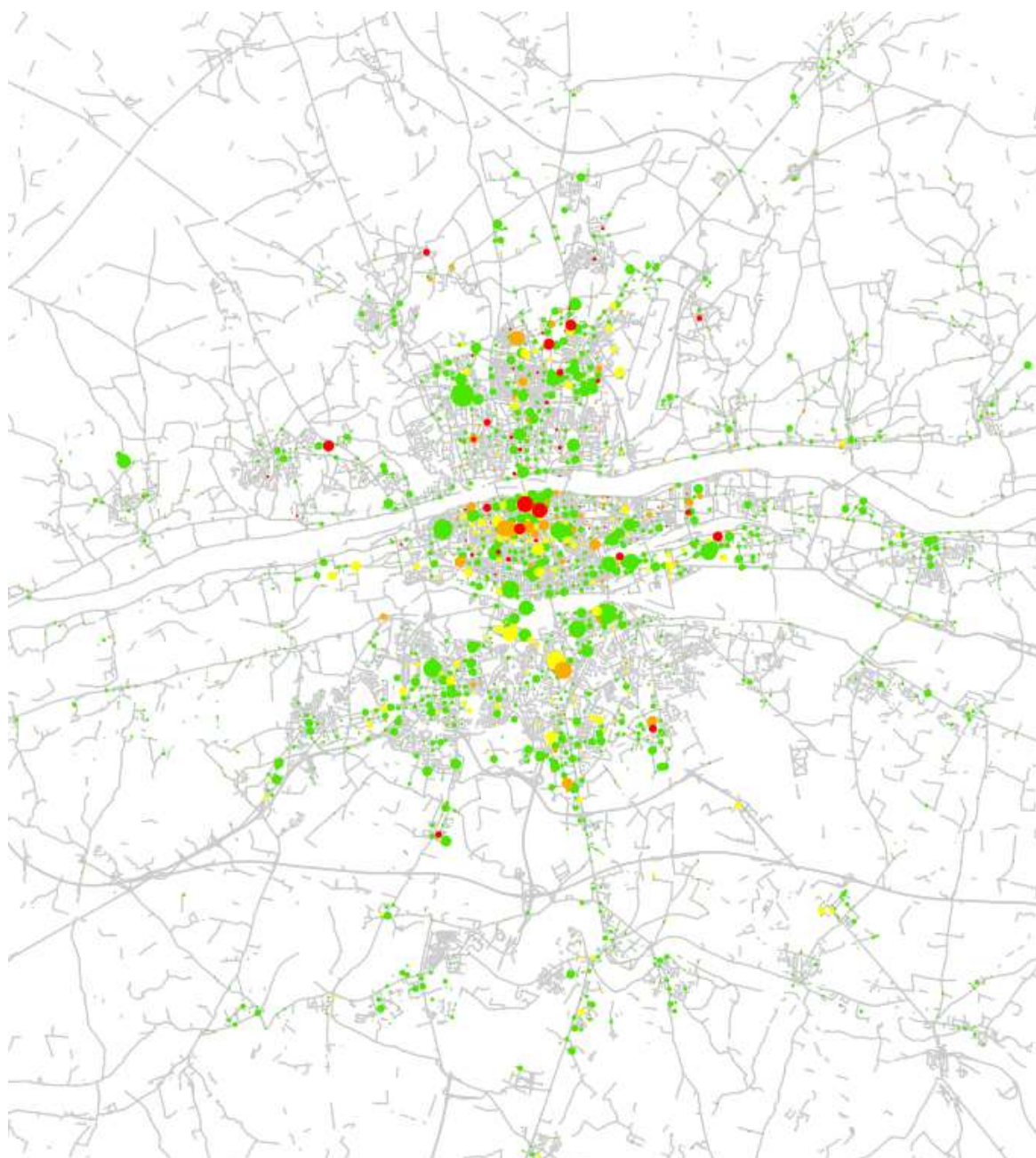
— Etat de congestion maximal atteint

L'ordre d'arrivée des actifs à leur lieu de travail.

Le modèle nous permet de connaître l'ordre d'arrivée des actifs sur leur lieu de travail en fonction du créneau. Deux faits marquants sont observables dans le cadre du scénario établi :

- Plus de 50% des actifs rejoignent leur lieu de travail sur le premier créneau, c'est-à-dire en moins de 30 minutes.
- Dans la plupart des cas, ce sont les actifs travaillant au centre qui arrivent le plus tardivement sur leur lieu d'emploi.

Figure 21 : Arrivée des actifs à leur lieu de travail en fonction du créneau (Créneau 1=30 minutes, créneau 2= 1h...)



Lieu et effectif des emplois Réception en fonction des créneaux



Réalisation: Parmentier Félix à partir des résultats du Logstom

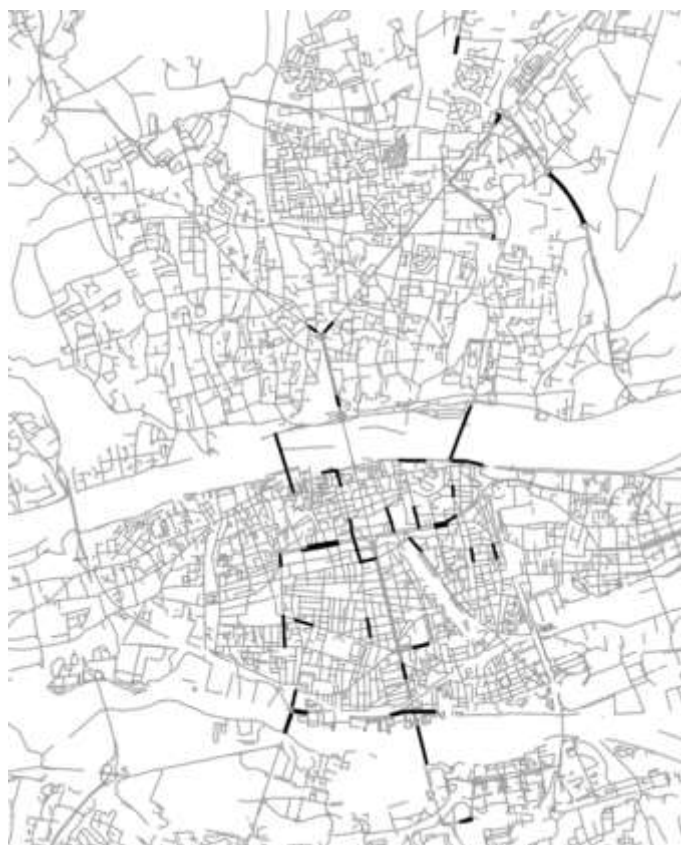
Vérification

Selon Cyril Esnault¹³, pour valider un modèle, il est impératif de comparer un modèle de simulation avec la réalité, c'est ce que nous avons cherché à faire.

Au niveau de la commune de Tours.

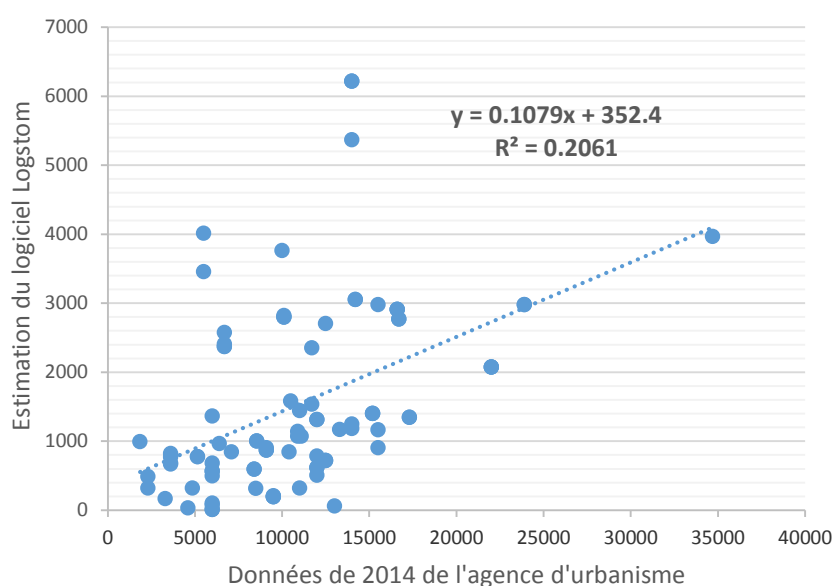
L'agence d'urbanisme de Tours nous a fourni des comptages effectués à des points précis à l'échelle de la commune de Tours. Néanmoins, il s'agit du trafic moyen journalier annuel donc des fréquentations à la journée et non aux heures de pointes. Cependant, une régression linéaire nous permet de vérifier s'il existe une corrélation ou non, voici nos résultats :

Figure 22 : Les tronçons routiers situés dans Tours utilisés pour vérifier le modèle



¹³ Simulation de l'étalement urbain de Dijon en 2030 : approche systémique de la dynamique gravitaire ville-transport, février 2012

Figure 23 : Etude de la corrélation au niveau de la voirie tourangelle



On trouve un coefficient de corrélation $R = 0,45$, ce qui signifie que la corrélation entre les valeurs de la fréquentation estimée par le modèle et les données réelles est peu élevée. Néanmoins, il est important de préciser que les valeurs fournies par le conseil général du département d'Indre-et-Loire regroupent tous les motifs de déplacements. La corrélation pourrait être plus importante si on prenait seulement les déplacements domicile-travail. En effet, les déplacements liés au travail sont orientés vers des zones d'emplois fortes, soit principalement vers les secteurs de Tours Centre, de Tours Nord/ Saint-Cyr-sur-Loire et les communes de la première couronne Sud (Tours concentre 39% des flux du cœur métropolitain du SCoT). Ainsi, obtenir le détail de ces flux domicile-travail à l'échelle du réseau routier permettrait une comparaison plus juste. Enfin, en 2008, le motif « travail » compte pour 23% des déplacements journaliers en 2011. Entre 8h et 9h, les déplacements liés au travail comptent pour 46% des déplacements observés⁹.

Au niveau des voies départementales

Il n'y a pas non plus de véritable corrélation visible à l'échelle des routes départementales.

Figure 24 : Fréquentation en 2014 de certains points précis sur les voies départementales aux abords de la commune de Tours. Source : Conseil Général du 37

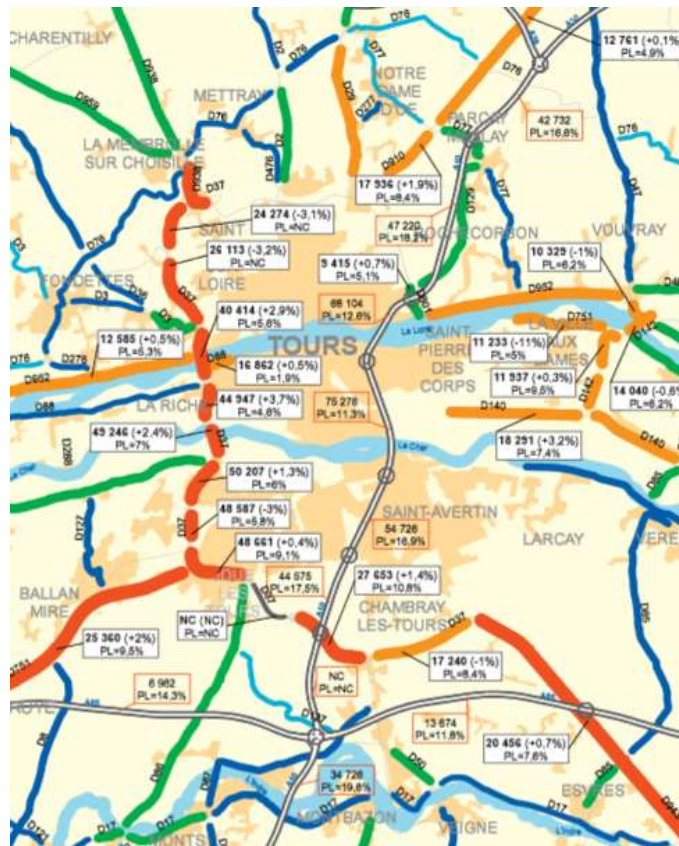
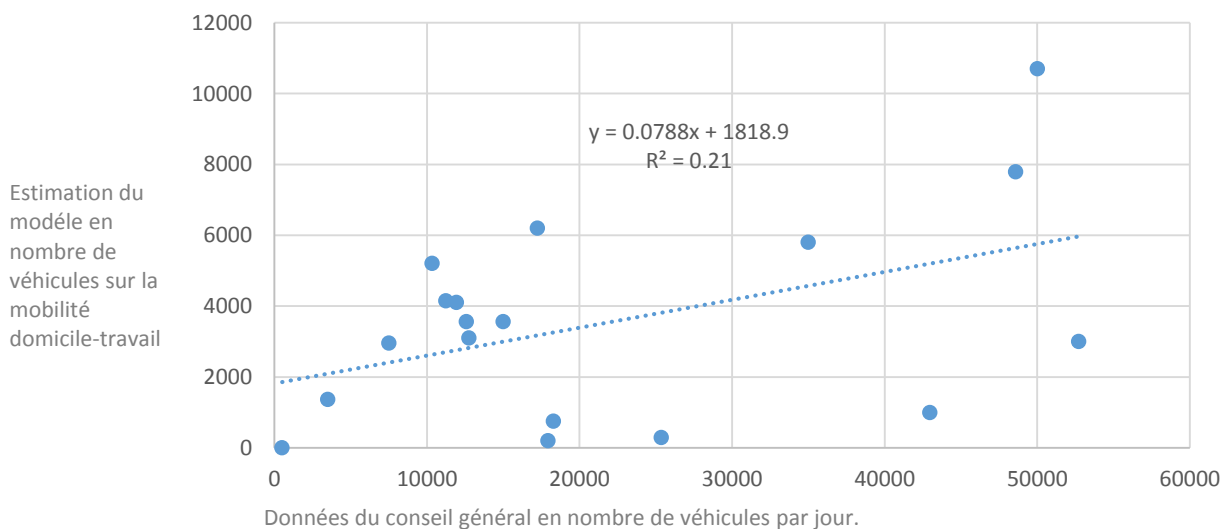


Figure 25 : Corrélation entre les données obtenues par le modèle et celles du conseil général d'Indre-et-Loire au niveau de la fréquentation des voies départementales



L'influence des trois différents paramètres.

Le nombre maximum de personnes par véhicule.

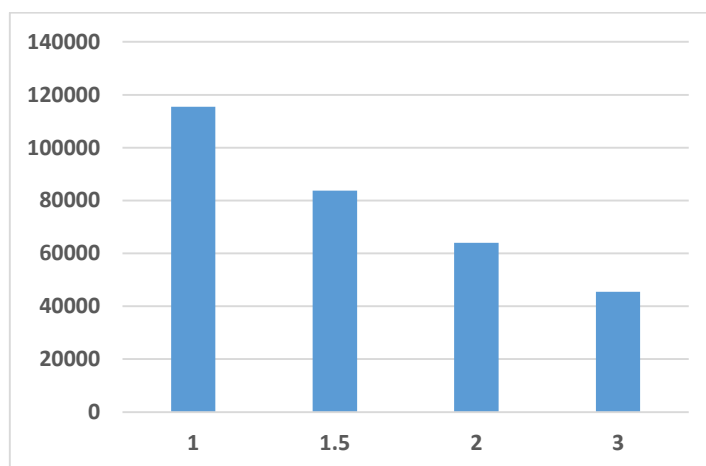
Ce nombre choisi au départ indique le nombre de personnes maximum pouvant utiliser un même véhicule. Une fois ce nombre pris en compte, le modèle va considérer que deux personnes peuvent utiliser le même véhicule si :

- Le nœud de départ est le même que le nœud d'arrivée.
- Le nœud de départ est le même, le nœud d'arrivée de l'un se situe sur le trajet de l'autre.

Néanmoins, concernant ce paramètre, le modèle connaît quelques limites :

- Dans un premier temps, il nous a été impossible de représenter l'évolution de la fréquentation de chaque tronçon routier en fonction de l'évolution de ce paramètre. En effet, il est actuellement uniquement possible de les représenter pour un nombre maximal dans chaque véhicule d'une personne.
- Dans un second temps, le modèle nous permet néanmoins d'observer l'évolution du nombre de véhicules total circulant sur le réseau et effectuant une mobilité domicile-travail. Cependant les résultats obtenus semblent incompatibles avec d'autres études effectuées à ce sujet :

Figure 26 : Évolution du nombre de véhicules sur le réseau liée à la mobilité domicile-travail en fonction du nombre maximum de personnes par véhicule selon le modèle



Ainsi, selon le modèle, passer de 1 à 2 personnes maximum par véhicule correspond à diminuer l'ensemble de la fréquentation automobile du réseau sur les déplacements domicile-travail de plus de 40%.

Selon le Commissariat général du développement durable⁹, une baisse possible de la fréquentation au niveau des déplacements au sein d'une même unité urbaine (hors Ile-De-France) serait d'environ 14% si l'on retient l'hypothèse que les personnes pouvant faire du covoiturage partagent un véhicule pour deux. La différence étant que cette étude

contrairement au modèle prend en compte le fait que deux personnes peuvent emprunter un même véhicule si elles appartiennent à la même catégorie socio-professionnelle.

Comme nous l'avons vu précédemment, le modèle de Huff prend en compte uniquement deux variables ; la distance et l'importance en termes d'effectif du nombre d'emplois du lieu de travail. C'est ce qu'explique François-Xavier Roussel dans son analyse *Implantation d'un point de vente*, année 1999-2000. Selon lui, il existe un modèle plus avancé inspiré du modèle de Huff qui peut prendre en compte de nouveaux paramètres telle la catégorie socio-professionnelle. Il s'agit du modèle MCI ("The multiplicative competitive interaction model") proposé en 1974 par Nakanishi et Cooper.

Lorsqu'on observe en détail les résultats proposés par le modèle de Huff, on s'aperçoit que celui-ci considère pour la quasi-totalité des cas que les déplacements des actifs ayant le même point origine ont très souvent le même point destination, ou autrement dit le même lieu de travail. Cela explique les résultats trop optimistes du modèle par rapport à l'enquête concernant la baisse de la fréquentation du nombre de véhicules en fonction du covoiturage.

Les créneaux

Choisir un créneau plus petit nous permet d'affiner notre observation. Nous avons pour cela créé le même scénario que dans la première partie en ayant choisi cette fois-ci un créneau d'un quart d'heure.

Figure 27 : Nombre d'actifs ayant rejoint son lieu de travail en fonction du créneau (30 minutes)

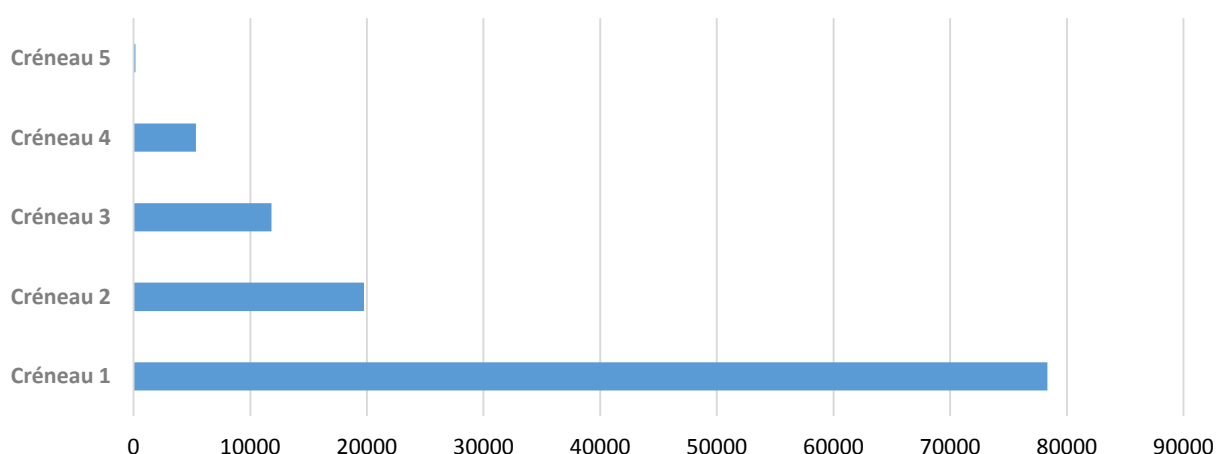
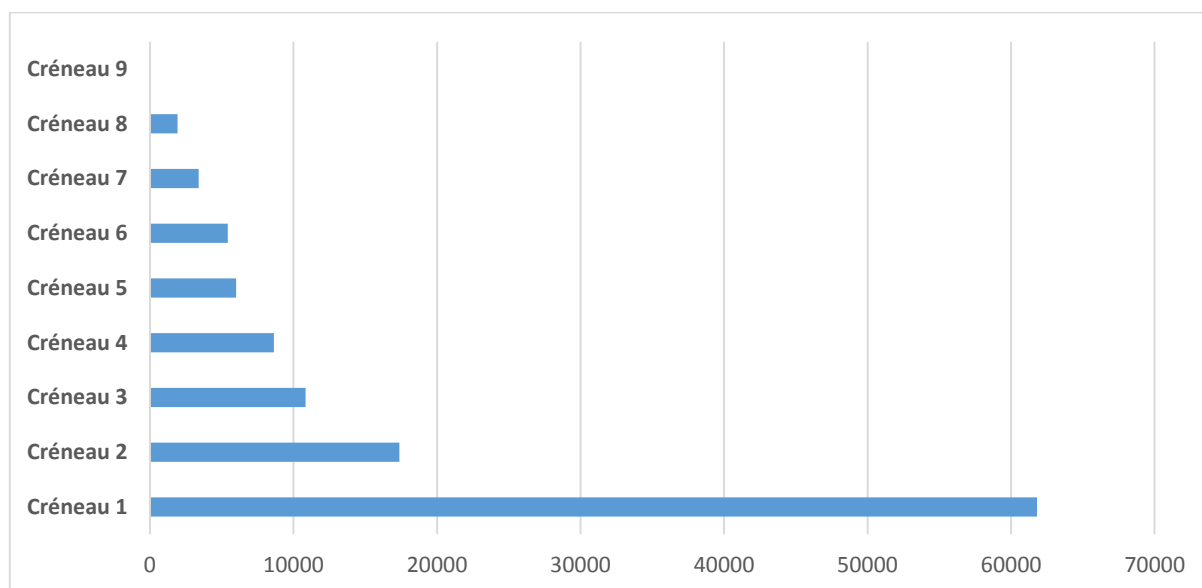


Figure 28 : Nombre d'actifs ayant rejoint son lieu de travail en fonction du créneau (15 minutes)

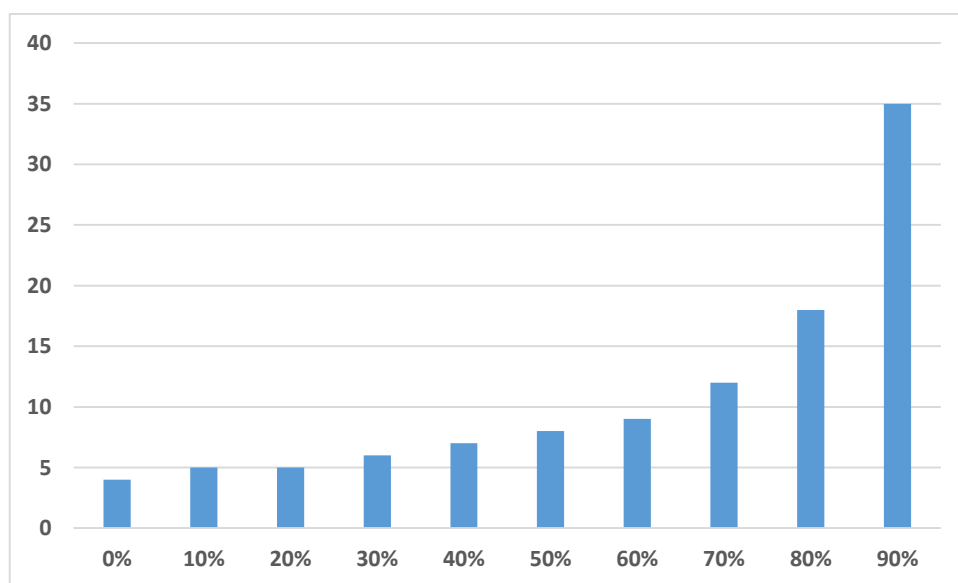


Nous nous apercevons grâce au second graphique que plus de 50% des actifs atteignent leurs lieux de travail dès les premières 15 minutes.

Le taux d'occupation initial du réseau.

Cette donnée est relativement difficile à estimer néanmoins nous pouvons voir que celle-ci possède une importance capitale à l'échelle du réseau selon le modèle :

Figure 29 : Nombre de créneaux de 30 minutes nécessaires à la durée d'affectation au lieu de travail de l'ensemble des actifs en fonction du taux d'occupation initial selon le modèle



Un fort trafic de fond peut ainsi avoir selon le modèle de lourdes conséquences sur la durée totale d'acheminement des actifs à leur lieu de travail. Ce phénomène vient du fait, selon une analyse des résultats du modèle, que ce sont les tronçons de faible capacité qui en sont à l'origine. En effet, grâce au graphique comparant la moyenne de la capacité de tous les tronçons du réseau à la moyenne de la capacité de tous les tronçons les plus vulnérables (là où la fréquentation est égale à la capacité) par rapport au trafic de fond, on s'aperçoit bien que ces derniers possèdent une capacité faible par rapport à l'ensemble des tronçons du réseau.

Figure 30 : Moyenne de la capacité des tronçons en fonction de l'évolution du trafic de fond

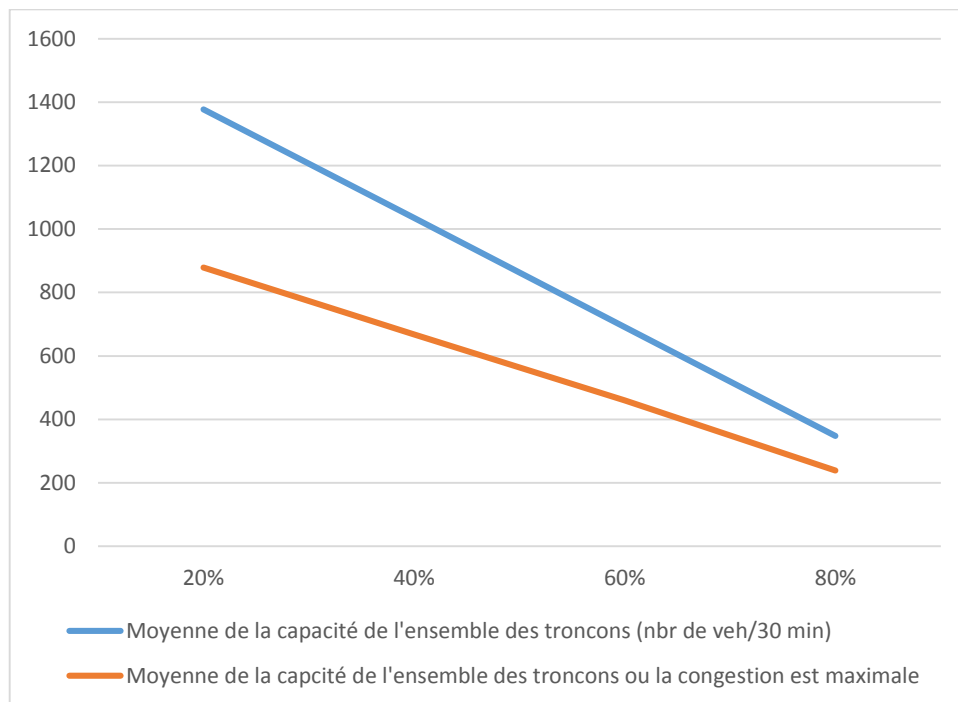
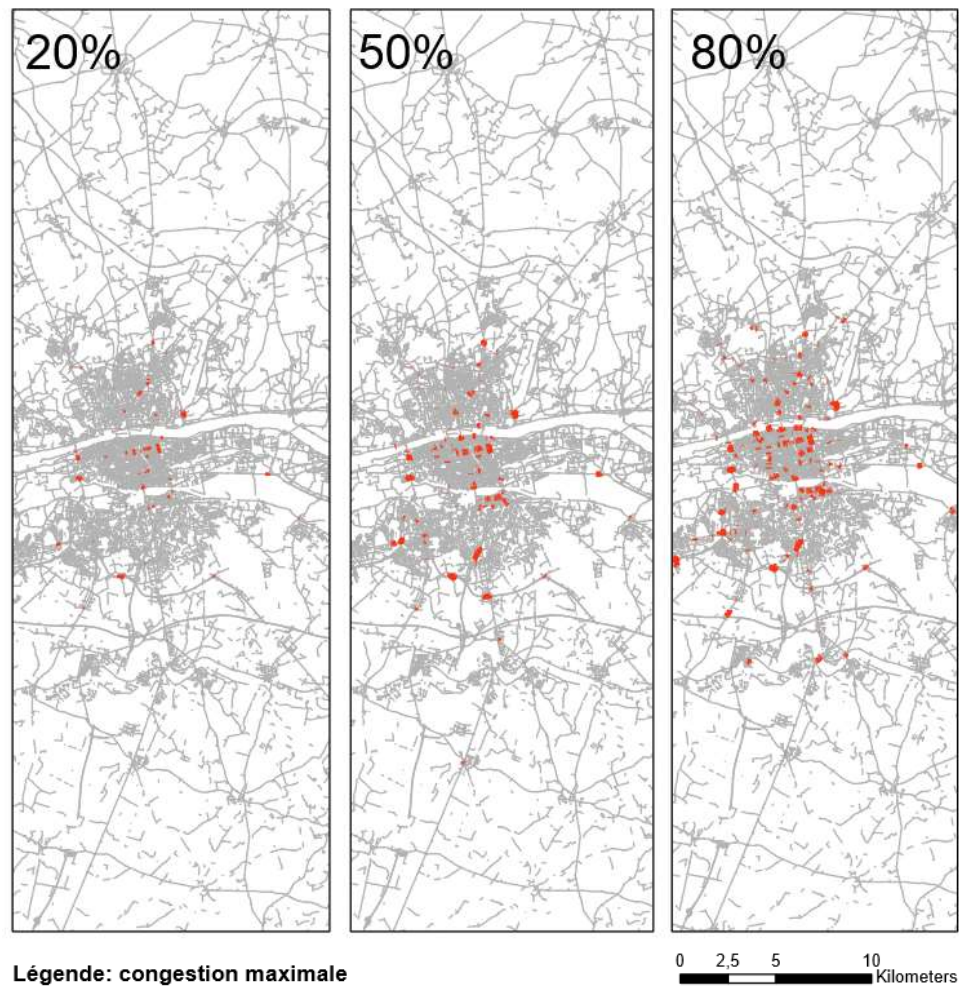


Figure 31 : Etat de congestion maximal sur chaque tronçon concerné en fonction du taux d'occupation initial pour le premier créneau



Ce paramètre possède une limite, le taux d'occupation initial doit être choisi pour l'ensemble du réseau ce qui implique déjà une forte incohérence. En effet, le trafic de fond varie d'une voirie à une autre. Par exemple celui de l'autoroute A10 reliant Paris et Bordeaux sera beaucoup plus élevé qu'une voie se situant au niveau d'un quartier résidentiel.

CONCLUSION

La démarche de création du modèle a bien pour but de mesurer le temps total que mettent l'ensemble des actifs à se rendre sur leur lieu de travail. Cette information reste en soit précieuse car elle peut nous permettre de savoir si le modèle de Zahavi est maintenu ou non. Néanmoins, nos travaux ne nous permettent pas de savoir si cette mesure du temps total sera la même à l'horizon 2030.

Suite à notre analyse, nous avons pu constater que le modèle ne prend pas en compte certains paramètres que ce soit d'un point de vue démographique comme la prise en compte des catégories socio-professionnelles, ou d'un point de vue transport comme la prise en compte d'un trafic de fond à différencier en fonction de l'axe routier. Une fois ces modifications effectuées, ce modèle devra être validé par le biais d'une comparaison avec des données actuelles.

Ce qui pourrait être fait par la suite :

Premièrement, afin d'améliorer la corrélation entre le modèle et la réalité il faudrait calibrer ce dernier. Nous avons observé que la fréquentation observée et celle obtenue par le logiciel sont bien différentes. Il serait donc intéressant de modifier la capacité des tronçons routiers calculés par le logiciel, car celles-ci vont avoir un impact sur la fréquentation des tronçons proposées par le logiciel. La BD Topo de l'IGN, ne donnant pas la capacité des tronçons, cette dernière est calculée par le modèle, il faudrait alors modifier pour modifier la capacité du tronçon, modifier sa largeur, le nombre de ses voies ainsi que sa vitesse (valeurs fournies par l'IGN).

Deuxièmement, le modèle nous permet de modifier si l'on souhaite les données de départs, c'est à dire :

- Le nombre d'actifs par maille.
- Le nombre d'emplois par maille.
- Il est possible d'ajouter/supprimer des tronçons de route.

Cela nous permet de simuler, grâce au modèle, l'apparition d'un nouveau lotissement, d'une nouvelle zone d'emplois, des routes barrées pour raison de travaux ou encore l'influence que pourrait exercer l'apparition d'une nouvelle rocade.

Plusieurs simulations peuvent être faites :

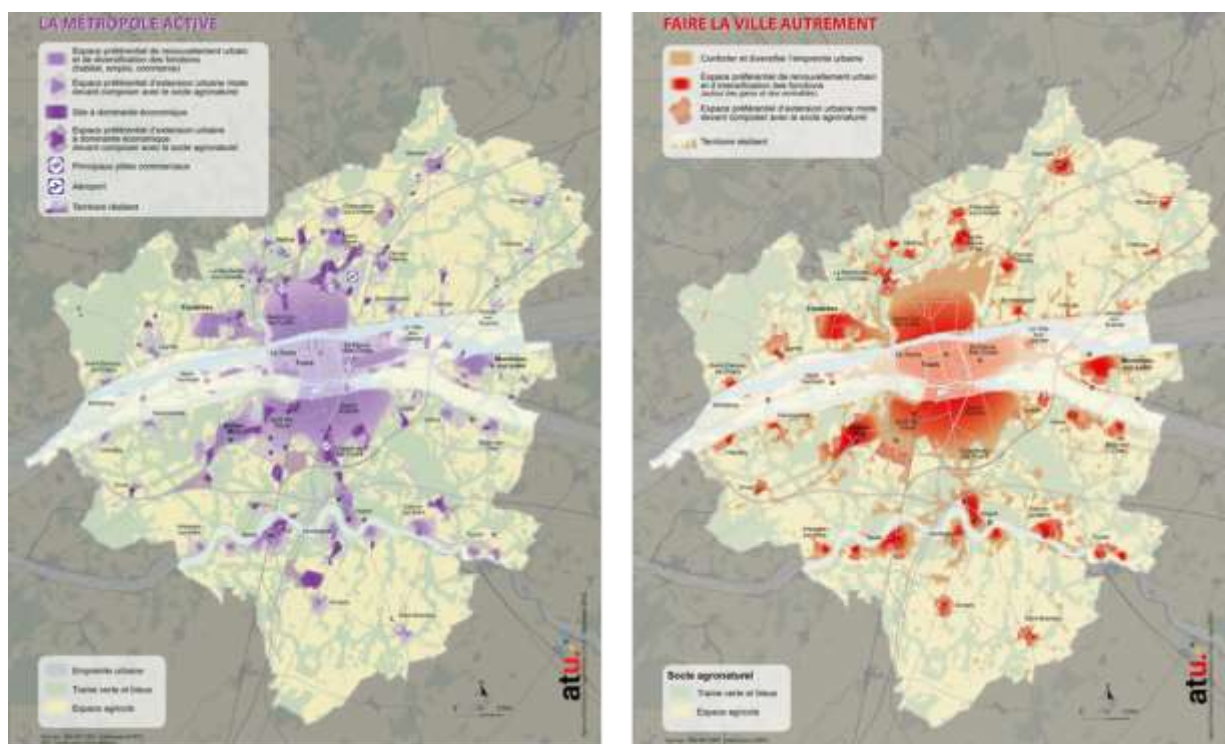
- Modéliser l'étalement urbain à l'horizon 2030 sur le territoire du SCoT de Tours et observer par la suite les conséquences que cela pourrait avoir à l'échelle du réseau.

Pour cela, il suffit de modifier le nombre d'actif et le nombre d'emplois. Rappelons que pour le bon fonctionnement du modèle, il est préférable d'avoir au final un même nombre d'emplois et d'actifs pour effectuer notre simulation.

Pris en compte du SCoT de Tours : pour réaliser cette étude nous avons pris connaissance de documents issus du SCoT mais aussi eu un entretien avec C. Tanguay. Le but étant de modéliser l'étalement urbain de Tours à l'horizon 2030.

En 2030, on estime qu'il y aura 30 000 personnes de plus sur le territoire (par rapport à 2010). Nous ne nous intéressons ici qu'aux actifs, d'après les documents du SCoT de l'agglomération tourangelles, en 2007, les actifs ayant un emploi représentaient 51% de la population totale sur le territoire³. Ainsi, dans le modèle il faudra ajouter 15 300 actifs et emplois. Il faudra ensuite penser à la répartition de ces nouveaux actifs et emplois. Le SCoT préconise des implantations spécifiques des nouvelles habitations et des nouvelles zones d'emplois autour de points stratégiques localisés sur les cartes ci-dessous :

Figure 32 : Espaces préférentiels d'extension urbaine. Source : SCOT de Tours



- Modifier le réseau routier

Le réseau routier utilisé provient des données de la BD Topo de 2010, ainsi il manque notamment la partie Nord-Ouest du périphérique de Tours, il serait donc intéressant de faire la simulation avec un réseau actualisé ou encore avec un réseau futur.

BIBLIOGRAPHIE

AGUILERA, Anne, MIGNOT, Dominique. Structure des localisations intra-urbaines et mobilité domicile-travail. 10 Octobre 2002.

Agence d'Urbanisme de l'Agglomération Tourangelle, L'usage de la voiture pour aller au travail : entre choix et nécessité. Questions de Mobilité n°8, Décembre 2011

CHAPELON, Laurent. « Accessibilité » in BAVOUX Jean-Jacques, BEAUCIRE, François, CHAPELON, Laurent, ZEMBRI, Pierre. Géographie des transports, Editions Armand Colin, 2005. Chapitre 4. Collection U.

CARPENTIER, Samuel, GERBER, Philippe. Mobilité et modes de vie, vers une recomposition de l'habiter, Presses Universitaires de Rennes, 2013, 222 pages.

Commissariat général au développement durable. Le covoiturage pour les déplacements domiciles travaux, quel potentiel ? juin 2014

Commissariat Général au Développement Durable, La mobilité des Français : Panorama issu de l'enquête nationale transports et déplacements 2008, Décembre 2010

FONTAINE, Camille. *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 K.T., van Wee B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions, Journal of Transport Geography 12 (2004) 127–140, 14 pages.

Insee Centre. Les aires urbaines de la région Centre s'étendent et se densifient peu. Info n°173 ; octobre 2011.

JOLY, Iragaël. Préserver la constance du budget temps transport : le réinvestissement des gains de temps, avril 2003

LE BRETON, Éric. Domicile-travail, les salariés à bout de souffle. Les carnets de l'info, 2008. 215 pages. Modes de ville.

MASSELOT, Marie-Hélène. Mobilité et modes de vie métropolitain, les intelligences du quotidien. L'œil d'or, 2010. 332 pages. Critiques & Cités.

Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement. Centre de ressource documentaire, aménagement, logement, nature. *L'étalement urbain en France*. Février 2012.

ORFEUIL, Pierre. L'évolution de la mobilité quotidienne. Comprendre les dynamiques, éclairer les controverses. INRETS, 2000.

SAINTENY, Guillaume. *L'étalement urbain*. Responsabilité & environnement. Janvier 2008.

SERRANO, José. Quel équilibre entre urbanisation et préservation des espaces agricoles périurbains ? Le cas d'une agglomération moyenne », Développement durable et territoires [En ligne], Dossier 4 | 2005, mis en ligne le 17 novembre 2005.

URL: <http://developpementdurable.revues.org/1605>

SCoT de l'Agglomération Tourangelle. Objectif 2030 : Diagnostic pièce 2/6 du rapport de présentation. 25 janvier 2013

VANCO, Florian. Formes urbaines et durabilité du système de transports : Une approche par les coûts de la mobilité urbaine des ménages sur l'agglomération lyonnaise. 2011

WIEL, Marc, Programme de recherche et d'innovation dans les transports terrestres (PREDIT). Etalement urbain et mobilité. La Documentation française, 2010. 88p. Le point sur...

CITERES

UMR 6173

**Cités, Territoires,
Environnement
et Sociétés**

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



35 allée Ferdinand de
Lesseps
BP 30553
37205 TOURS cedex 3

Directeur de recherche :

**SERRHINI Kamal
ANDRIEU Dominique**

**CESSY Éloïse
PARMENTIER Félix**

**Projet de Fin d'Etudes
DA5
2015-2016**

Mobilité et maîtrise de l'étalement urbain : L'étalement urbain impacte-t-il la stabilité du budget-temps que les individus consacrent aux transports ?

Résumé :

Comme de nombreuses agglomérations en France, l'agglomération tourangelle, a vu un grand nombre de sa population s'installer en périphérie des grandes villes tout en continuant à se déplacer vers le centre pour divers motifs. Il s'avère, bien qu'il soit de moins en moins prégnant avec l'éclatement des temporalités collectives, que le motif de déplacement « travail » concentre toujours une part importante des flux du territoire. Ainsi, il est intéressant de regarder l'étalement urbain à travers le temps mis par les actifs pour aller de leur domicile à leur travail en voiture, la voiture restant un mode très utilisé pour ce motif de déplacement. Ce travail, s'inscrivant dans la continuité des programmes de recherche TRUC et CŒUR, le logiciel STOM, sera utilisé pour modéliser les déplacements liés au travail des actifs de l'agglomération tourangelle.

Mots Clés : Modélisation, Etalement urbain, mobilité, temps, déplacement domicile-travail