



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

Lire la forme de la ville : Morphologie urbaine et transports en commun.



AUDOIN Benjamin

2016-2017

S9

Directeur de recherche
PALKA Gaëtan

Lire la forme urbaine : Morphologie urbaine et transports en commun.

**Palka Gaëtan
2016/2017**

Audoin Benjamin

AVERTISSEMENT

Cette recherche a fait appel à des lectures, enquêtes et interviews. Tout emprunt à des contenus d'interviews, des écrits autres que strictement personnels, 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-faires, 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

- Je tiens tout particulièrement à remercier mon tuteur M. Gaëtan Palka pour son aide et sa disponibilité tout au long de ce projet de fin d'étude.
- Je remercie également M.Kamal Serrhini pour ses conseils et ses avis.

SOMMAIRE

Introduction	8
Problématique.....	9
Etat de l'art	10
La forme urbaine	10
La mobilité et les transports en commun.	11
Méthodologie.	12
Démarche.	12
Terrain d'étude	12
Les choix des indicateurs.	13
Données utilisées.....	14
Pour les indicateurs de forme urbaine.	14
Pour les indicateurs de transport en commun.....	14
Construction et présentation des indicateurs.....	14
Zone d'influence des arrêts	15
Cartographie des différents indicateurs	16
Densité de bâti	16
Zone d'influence des arrêts	17
Choix de la méthode d'analyse	18
Modèle de régression linéaire.	18
Coefficient de détermination R^2	18
Coefficient de corrélation R.	18
Résultats des analyses statistiques.....	19
Analyse des régressions linéaires	19
Pour le bus	19
Synthèse de l'analyse	21
Pour le tram	22
Synthèse de l'analyse	23
Conclusion.....	24
Table des figures	25
Bibliographie	26

Introduction

La forme urbaine est un concept que de nombreux urbanistes ont tenté de définir précisément. Cette notion peut se définir selon plusieurs aspects propres aux bâtiments tels que leur architecture ou leurs fonctions. Mais ce concept de forme urbaine ne s'arrête pas uniquement à l'échelle du bâti mais correspond également au type d'organisation spatiale d'une ville. Cette dernière se définit par les relations bâtis et non-bâtis qui dessinent la structure des villes. Ainsi, la forme urbaine renvoie à plusieurs aspects qui se définissent à différentes échelles. De manière générale, la notion de forme de la ville est caractérisée par les relations qui existent entre espaces bâtis et espaces non-bâtis assimilés dans la plupart des cas par les réseaux viaires. De ce fait, il est intéressant de comprendre le lien entre ce bâti et le réseau viaire, défini en grande partie par les différentes modalités de transports, pour assimiler la notion de forme de la ville.

Ainsi, on pourrait comparer le réseau viaire d'une ville à la structure osseuse du corps humains et les bâtis aux organes. Par conséquent, pour le bon équilibre et le bon fonctionnement des relations entre ces deux éléments, il est nécessaire de les structurer de manière normative. De ce fait, depuis les années 1980, en France, une succession de lois régulant les orientations et planifications des réseaux de transports sont apparues. Ces lois commencent en 1982 par la Loi d'Orientations des Transports Intérieurs ou LOTI, cette dernière constitue toujours aujourd'hui un des piliers principaux en matière de réglementation de transports routiers. Par conséquent, toutes ces réglementations s'inscrivent dans une morphologie urbaine déjà existante ou non. En effet, pour les nouvelles zones en périphérie de grandes agglomérations ce sont les réseaux qui dictent la future forme urbaine.

Le but de cette recherche est de définir le lien qui peut exister entre la forme urbaine d'une ville et son réseau de transports, plus particulièrement les transports en commun. Ce cas d'étude souhaite comprendre le lien qui existe entre la forme urbaine de l'agglomération de Tour(s) Plus en Indre-et-Loire (37) et son réseau de transports en commun, dans ce cas précis les lignes de bus et de tram, à l'aide d'outils d'analyse simples. Pour commencer cette recherche, les différents concepts de forme urbaine et de mobilité sont définis à l'aide de notions tirées de la littérature. Une fois ces aspects caractérisés, une analyse de corrélation est établie afin de juger des liens qui peuvent exister entre la forme urbaine de cette agglomération et son réseau de transports en commun.

Pour ce projet de fin d'étude toutes les illustrations ont été réalisées par Anaëlle Lesourd et moi-même.

Problématique

La problématique générale de ce travail est la recherche de lien entre forme de la ville et le réseau viaire. Cependant, nous souhaitons plus particulièrement accèss cette étude sur les supposés liens qui peuvent exister entre la forme urbaine et le réseau de transports. Pour cette étude nous quantifierons et qualifierons le lien entre ces deux éléments à partir d'une approche basée sur des indicateurs simples. Ainsi, la problématique peut se formuler de la sorte : Est-il possible de quantifier et qualifier le lien entre la forme urbaine et les caractéristiques des réseaux de transports en commun à l'aide d'indicateurs simples et synthétiques ?

Avant d'essayer de répondre à cette problématique, il convient d'émettre différentes hypothèses pour commencer cette étude. On suppose donc que :

- le lien peut être mis en évidence à travers des indicateurs simples comme le nombre d'arrêts de transports en commun et la surface de plancher.
- il existe des différences de relation entre les indicateurs pour le bus et le tram.

Etat de l'art

Pour comprendre l'influence de la forme urbaine sur les réseaux de transports en commun au sein de la communauté d'agglomération de Tour(s) Plus, il est nécessaire de replacer ces deux caractères dans un contexte plus général.

La forme urbaine

D'après le dictionnaire de l'urbanisme et selon l'échelle (îlots, IRIS, commune) sur laquelle on se place, il existe de multiples définitions de la forme urbaine (Certu, 2007) qui ne s'arrêtent pas à une simple analyse architecturale des bâtiments. En effet, la forme urbaine est une notion polysémique dont l'aspect de son étude (la morphologie urbaine) est pluridisciplinaire. Elle s'intéresse aux formes et caractéristiques d'une ville à travers l'architecture, les évolutions historiques de la ville, dont les principaux éléments sont les innovations technologiques qui modifient le paysage urbain. *« Les innovations techniques modifient la taille et l'intensité du champ urbain mais aussi les usages et les dimensions des bâtiments. Elles sont la plupart du temps corrélées avec les cycles économiques. L'ascenseur a été l'instrument de la verticalisation des villes; l'automobile celui de leur étalement »* (Allain, 2004). Les politiques qui y ont été menées ou y sont menées, appuyées par les différents documents d'urbanisme, sont également des facteurs de la forme urbaine. Enfin la situation économique ainsi que les différentes influences culturelles des populations qui l'habitent peuvent jouer un rôle dans la forme d'une ville. (Merlin, Choay, 2015).

De manière générale, la forme urbaine est utilisée pour définir et analyser une ville (Antoni, 2010).

Il existe trois grands types de formes urbaines. Le plan hippodamien qui est une forme orthogonale de la ville dans laquelle les rues se croisent à angle droit et forment ainsi des îlots de forme rectangulaire, comme il est facile d'observer de nos jours à New York ou à Barcelone par exemple (Burgel & Grondeau, 2015). Dans un contexte tout autre, il existe le plan radioconcentrique qui schématise la plupart des villes comme par exemple Paris. Dans ce cas, le développement urbain s'est fait de manière radiale en partant d'une place et où des artères plus ou moins nombreuses rayonnent vers différents points de l'horizon (Gottmann, 1959). Enfin, il existe une troisième forme urbaine plus linéaire qui se base sur le développement d'une ville le long d'un axe principal (Certu, 2007).

La forme urbaine se définit alors par la relation qui existe entre espace bâti et espace non-bâti (Antoni, 2010). Cet espace non-bâti est principalement caractérisé par l'espace public (Merlin, Choay, 2015) composé principalement par les rues qui forment le maillage d'une ville. Ainsi chaque rue est différente de par sa configuration, son architecture ou son histoire. Elle définit alors les différents types de mobilités (pédestre, cyclable, automobile, transports en commun) qui y circulent. Pour définir ces différents types de mobilités au sein d'une ville, on peut reprendre la théorie des trois âges établie par Yves Pérotin en 1961 qui relie les formes urbaines aux technologies de transport publics disponibles. Ainsi, la ville se divise en trois parties d'époques différentes : la ville pédestre très dense, la ville radiale ou des transports en commun et la ville automobile (Guézéré, 2013 ; Pouyanne, 2014).

La mobilité et les transports en commun.

La mobilité est définie en grande partie par l'accessibilité entre une partie de la ville à une autre (Girault, 2014). C'est ainsi, que pour les villes du Moyen-Age, on définissait l'accessibilité comme une distance entre deux points, fait qui explique alors la densité et la compacité de ces villes (premier âge de la théorie des trois âges). Aujourd'hui, avec les nouveaux modes de transports et la périurbanisation, cette notion d'accessibilité et plus précisément de proximité a changé, elle est désormais plus temporelle que physique (Chapelon, 1997). En effet, l'augmentation de l'utilisation des véhicules au sein de grande ville a favorisé la vitesse des déplacements. Ainsi, avec la notion d'accessibilité et la théorie des trois âges, il est facile de dire qu'il existe une influence mutuelle entre les différentes formes urbaines et la mobilité dans les villes.

Au sein d'une même ville se trouve différents types de mobilité (automobile, transport en commun, vélo, pédestre, etc.) Cependant les transports en commun définis comme services publics servant à l'acheminement de flux de voyageurs (Girault, 2014) sont l'élément essentiel de la mobilité en ville et forment ainsi la colonne vertébrale de cette mobilité urbaine. Ainsi ils sont disponibles à tout individu, parcourent un trajet établi auparavant et ont des horaires et des tarifs fixés (The United Nations Conference on Housing and Sustainable Urban Development, 2015).

Depuis peu en France, une volonté de coordonner la morphologie urbaine aux transports en commun apparaît (Hecker, 2012). Selon la table ronde 10 et 11 juin 2010 des agents de l'Agence Française de Développement (AFD), il existe différents documents d'urbanisme régulant la planification des transports en commun. Le Plan de Déplacement Urbain (PDU) est le document officiel pour l'intégration des politiques de mobilité. Il est créé en 1982 suite à la Loi d'Orientation des Transports en Interne (LOTI) qui organise les compétences et droits en termes de transports dans les villes. Cependant le PDU n'est rendu obligatoire qu'en 1996 pour les agglomérations de plus 100 000 habitants. Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) permet également de réguler les déplacements urbains. Il permet notamment grâce aux lois « Grenelle » (2009 et 2010) de renforcer les infrastructures de transports et développer les transports en commun dans les agglomérations. Enfin, à l'échelle de la ville, le Plan Local d'Urbanisme (PLU) définit les possibilités d'extensions urbaines en fonction des zones déjà connectées au réseau de transport public.

Aujourd'hui, la mobilité est donc un facteur essentiel et obligatoire dans le développement des villes. Pour de nombreuses villes et notamment notre cas d'étude, la morphologie est déjà présente, par conséquent les transports en commun doivent s'adapter à la forme urbaine existante.

Méthodologie.

Après avoir présenté le contexte théorique dans lequel s'intègre cette recherche, il est facile de mettre en place les différents éléments utiles à l'étude de la relation entre les formes urbaines et les transports en commun.

Démarche.

Cette recherche tente de comprendre le lien entre la forme urbaine et le réseau de transports en commun à l'aide d'indicateurs simples. Nous analysons ce lien sur le territoire de l'agglomération de Tour(s) Plus en Indre-et-Loire. Le choix de ce terrain d'étude est apparu comme évident puisque nous vivons et étudions sur ce territoire. Ainsi nous côtoyons au quotidien les formes urbaines et le réseau de transports en commun de ce lieu.

Cette étude est réalisée à travers l'analyse de la corrélation entre des indicateurs caractérisant la forme urbaine et le réseau de transports en commun. Une analyse de corrélation permet d'obtenir des résultats qualitatifs et quantitatifs sur le supposé lien entre ces deux éléments. Afin d'obtenir des résultats, il a tout d'abord fallu intégrer les données nécessaires à cette étude dans un logiciel de Système d'Information Géographique (SIG). Ce procédé permet à la fois d'avoir une représentation cartographique des indicateurs utilisés et également de coupler des indicateurs afin d'obtenir des caractéristiques précises (le nombre d'arrêts de bus par IRIS pour n'en donner qu'un exemple). Ensuite, il a été nécessaire de traiter les données via un outil de bureautique (ici Microsoft Excel) afin d'appliquer un modèle de régression linéaire.

La démarche de cette recherche est d'étudier à l'intérieur des différentes unités spatiales dans un même ensemble urbain (ici Tour(s) Plus) la quantité de transports en commun.

Terrain d'étude

Cette recherche se place à une échelle intercommunale puisque le réseau de transports en commun s'étend au-delà des limites administratives de la ville de Tours. Le terrain d'étude est donc la communauté d'agglomération de Tour(s) Plus. Plusieurs raisons motivent ce choix :

- le terrain d'étude possède un réseau de transports en commun développé (Fil Bleu). En effet, le réseau dispose de 28 lignes de bus régulières et d'une ligne de tram qui desservent au total 25 communes et sont utilisées par 34 millions de voyageurs par an (source : Fil Bleu)
- étant résident et étudiant sur territoire, les observations et les données sont faciles d'accès.



Figure 1 – Communes l'agglomération de Tour(s) Plus

Source : INSEE, Audoin Benjamin-Lesourd Anaëlle, 2016-2017

Pour cette recherche, on se place à l'échelle de l'IRIS (Ilots Regroupés pour l'Information Statistique). D'après la définition de l'INSEE (Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques) l'IRIS fait référence à la taille visée de 2 000 habitants par maille élémentaire. L'IRIS permet donc de subdiviser les communes en éléments plus petits permettant ainsi un

traitement plus précis des données. De plus et d'après la définition de l'INSEE, l'IRIS permet d'avoir une notion sur le nombre d'individus vivant dans ce périmètre. Cette échelle spatiale est donc un bon compromis entre la taille d'une commune et celle d'un îlot urbain. L'échelle de la commune est trop grande pour l'étude de cette recherche puisque chaque commune serait considérée dans son ensemble ce qui minimiserait par conséquent le fait que certains territoires de la commune soit riche d'un certain indicateur (par exemple le nombre d'arrêt de bus) tandis que d'autres en sont pauvres. En reprenant l'exemple, il y aurait donc la même densité d'arrêt de bus sur l'ensemble du territoire commune. L'échelle de l'îlot urbain définie par « *une portion de terrain qui accueille des constructions et qui est délimitée par des voies de circulation. Le plus souvent de forme géométrique simple, il peut être carré ou rectangulaire lorsqu'il est délimité par quatre voies, et triangulaire lorsqu'il est délimité par trois voies.* » (Merlin, Choay, 2015) quant à elle est trop petite. En effet, chaque îlot ne possède pas son ou ses arrêts de bus, par conséquent on obtiendrait un grand nombre d'îlots sans arrêts ce qui fausserait le traitement des données. De plus, pour les secteurs où les voies de circulation sont rectilignes, il est facile de délimiter les îlots alors que les secteurs où les voies de circulation forment des courbes, la chose se complexifie. Pour ces différents motifs, l'échelle de l'IRIS est retenue pour cette étude.

La Figure 2 représente le découpage avec les IRIS de l'agglomération de Tour(s) Plus. On peut remarquer que des IRIS ne suivent pas exactement les limites administratives des communes, cela est dû à des données qui sont différentes. Cependant, ces erreurs n'influent pas sur la suite de la recherche.

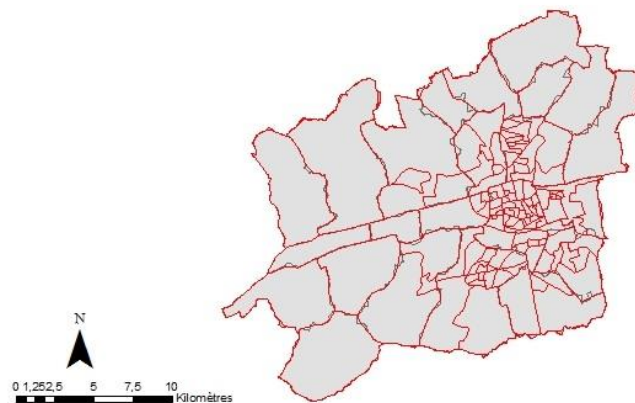


Figure 2- Découpage des communes de Tour(s) Plus en IRIS
Source : INSEE, Audoin Benjamin-Lesourd Anaëlle, 2016-2017

Les choix des indicateurs.

Pour cette recherche, nous avons décidé de prendre comme indicateurs de forme urbaine la densité de surface de plancher totale dans un IRIS. La surface de plancher totale a été choisie comme caractère de forme urbaine, et non la surface d'emprise au sol des bâtiments puisque dans certains IRIS l'emprise au sol est faible alors que la surface plancher totale est importante. Cela s'explique par le fait que certains IRIS sont composés d'immeubles de plusieurs étages dont la surface au sol est faible comparée à la surface totale de ce bâti. Ainsi, cette surface totale du bâti permet d'avoir une meilleure notion du nombre d'individus qui peuvent-être affectés (de par les logements, les commerces, les entreprises) par cet IRIS.

Le réseau de transports en commun peut être abordé à partir de deux indicateurs, le nombre d'arrêts ou le nombre de lignes dans un IRIS. Ce sont tous deux des éléments très proches en termes de données, cependant il est plus facile d'affecter un arrêt à un IRIS qu'une ligne de transports. De plus, certains IRIS sont traversés par des lignes de transports en commun sans pour autant avoir d'arrêts. Le nombre d'arrêts de bus ou de tram dans un IRIS est donc l'indicateur qui a été retenu pour cette recherche. Le choix de différencier arrêt de bus et arrêt de tram semblait nécessaire puisque ces deux éléments sont apparus à des époques différentes et donc n'ont pas la même relation avec la forme urbaine. L'installation du réseau de bus est soumise à la forme urbaine

existante puisqu'elle utilise le réseau viaire, tandis que le tram a nécessité des travaux d'aménagement pour sa construction, modifiant ainsi le paysage urbain.

Données utilisées.

Pour les indicateurs de forme urbaine.

Pour les indicateurs de forme urbaine, c'est-à-dire tout ceux en lien avec les bâtiments, les données proviennent de l'Institut National de l'Information Géographique et Forestière, plus connu sous le nom de IGN. Cet institut est un établissement public qui a pour mission d'assurer la production, l'entretien et la diffusion de l'information géographique de référence en France. Il propose des bases de données topographiques de la France plus communément appelées BD TOPO qui permettent une description vectorielle des éléments d'un territoire (exemple : forêts, limites administrative, fleuves et rivières etc.) et de ses infrastructures (exemple : les bâtiments, le cadastres, les voiries, etc.). Les mises à jour perpétuelles et la qualité de ces bases de données permettent de justifier leur utilisation pour cette recherche. Les données ainsi utilisées datent de novembre 2015.

Pour les indicateurs de transport en commun.

Les données utilisées pour les indicateurs des transports en commun proviennent d'OpenStreetMap ou OSM. Le projet OSM est un projet international dont le but est de créer une carte du monde. Ce sont des données qui sont mises à jour chaque semaine et vérifiées avant publication. Par conséquent, l'utilisation de ces données permet d'obtenir les derniers changements de position de chaque élément. Ainsi, concernant les indicateurs des transports en commun pour cette recherche les données sont très récentes et datent de novembre 2016.

Construction et présentation des indicateurs.

La surface de plancher totale.

Pour cet indicateur, trois composantes du bâti ont été prises en compte, la première correspond aux bâtiments indifférenciés c'est-à-dire sans fonction particulière comme par exemple les habitations. La seconde, les bâtiments remarquables qui comprennent les équipements sportifs, religieux et autres bâtiments du patrimoine. Enfin la dernière, les bâtiments industriels qui sont tous les commerces, entreprises et bâtiments agricoles. Ces trois éléments forment ainsi l'ensemble du bâti du territoire. En utilisant la surface de plancher totale de cette manière, on ne différencie plus le type du bâti.

La BD TOPO nous renseigne sur les caractéristiques à prendre en compte pour calculer la surface de plancher totale telles que la superficie d'emprise au sol et la hauteur du bâtiment. Ainsi avec ces deux valeurs, il est possible de calculer la surface de plancher totale d'un bâtiment. Pour cette recherche, la hauteur d'un étage est fixée à trois mètres. Il reste ensuite à sommer toutes les surfaces de planchers des bâtiments pour obtenir la surface de plancher totale.

$$\text{Surface de plancher totale} = \sum \left(\frac{\text{hauteur}}{3} \right) \times \text{surface au sol}$$

La surface de plancher totale par IRIS.

Pour obtenir cet indicateur, il faut utiliser l'outil de géotraitement « intersecter ». Cet outil permet d'affecter pour chaque IRIS la valeur de la surface du bâti qu'elle possède.



*Figure 3 – Modèle builder de la surface de plancher totale par IRIS
Audoin Benjamin, 2016-2017*

Si un bâtiment se trouve sur la limite d'un IRIS de telle sorte qu'une partie du bâtiment se trouve dans un IRIS et qu'une autre partie de ce même bâtiment se trouve dans un autre IRIS, alors le bâtiment est « coupé » et chaque IRIS intègre respectivement la partie du bâtiment qui se trouve à l'intérieur de l'IRIS.

Densité du bâti

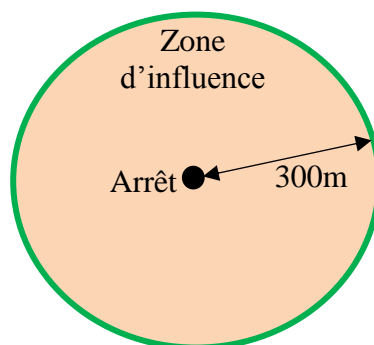
La densité de bâti est la mesure de la surface de plancher recouvrant la surface d'un IRIS.

$$\text{Densité du bâti} = \frac{\text{Surface de plancher par IRIS}}{\text{Surface de l'IRIS}}$$

La surface de l'IRIS est donnée par la BD TOPO.

Zone d'influence des arrêts

Pour cette étude, la zone d'influence d'un arrêt est établie à 300m (distance généralement pris en compte pour les réseaux de proximité comme à Lyon (Caudron D, 2010)). Ainsi, l'indicateur de zone d'influence d'un arrêt se construit de telle manière qu'un arrêt est le centre d'un cercle de rayon 300m.



*Figure 4 – Schéma d'une zone d'influence
Audoin Benjamin, 2016-2017*

Cependant, prendre 300m revient à généraliser la zone d'influence pour chaque individu. Pour pousser la recherche, il serait possible de définir différentes zones d'influence selon des catégories d'âge (jeunes, actifs, seniors) qui n'ont pas les mêmes facilités à se déplacer.

Surface totale de la zone d'influence par IRIS

De la même manière que pour le bâti, la surface totale de la zone d'influence par IRIS est calculée à partir de la somme des toutes les zones d'influences puis par leur intersection à chaque IRIS.

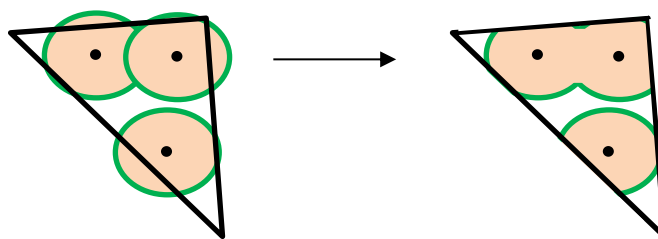


Figure 5 – Schéma de visualisation de la zone d'influence d'un IRIS
Audoin Benjamin, 2016-2017

Densité d'influence par IRIS.

La densité d'influence par IRIS est la mesure de la surface de d'influence d'un arrêt recouvrant la surface d'un IRIS.

$$\text{Densité d'influence} = \frac{\text{Surface totale d'influence par IRIS}}{\text{Surface de l'IRIS}}$$

Cartographie des différents indicateurs

Afin de mieux visualiser les différents indicateurs, voici une cartographie pour certains d'entre eux. Une classification par quantile est choisie, cette méthode permet d'avoir le même nombre de valeurs pour chaque classe permettant ainsi une comparaison visuelle simple et rapide.

Densité de bâti

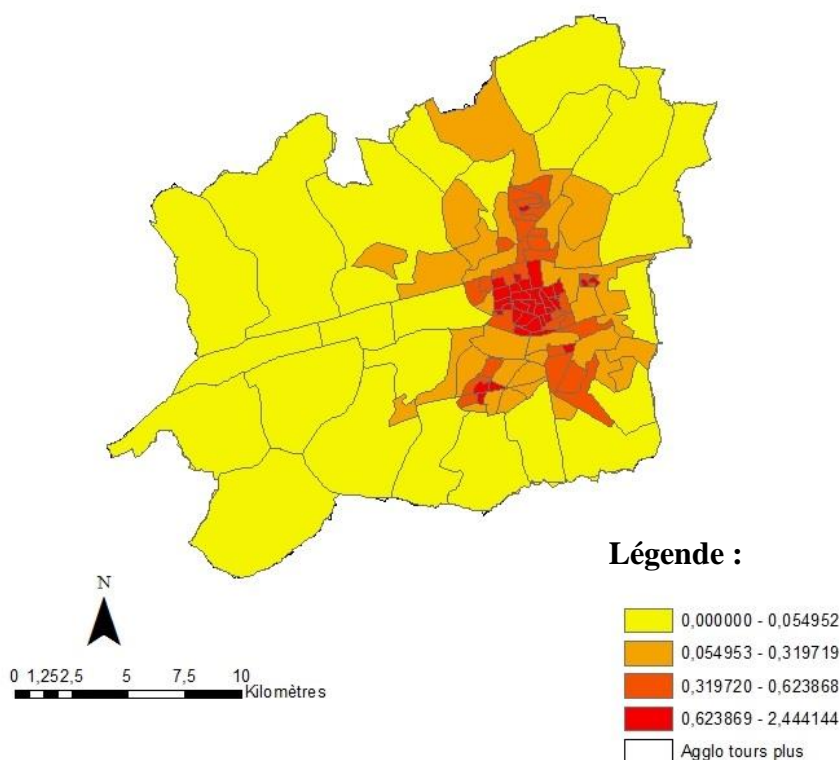


Figure 6 – Densité de bâti par IRIS
Sources : INSEE/ OSM/IGN, Audoin Benjamin-Lesourd Anaëlle, 2016-2017

Cette carte permet de visualiser la centralité de la ville de Tours, les IRIS les plus denses se trouvent au cœur de la ville, notamment la ville historique. Cette densité s'estompe au fur et à

mesure que l'on s'éloigne du centre. Néanmoins, on peut remarquer que deux zones denses ressortent (Joué-lès-Tours et Chambray-lès-Tours).

Zone d'influence des arrêts *Pour le bus*

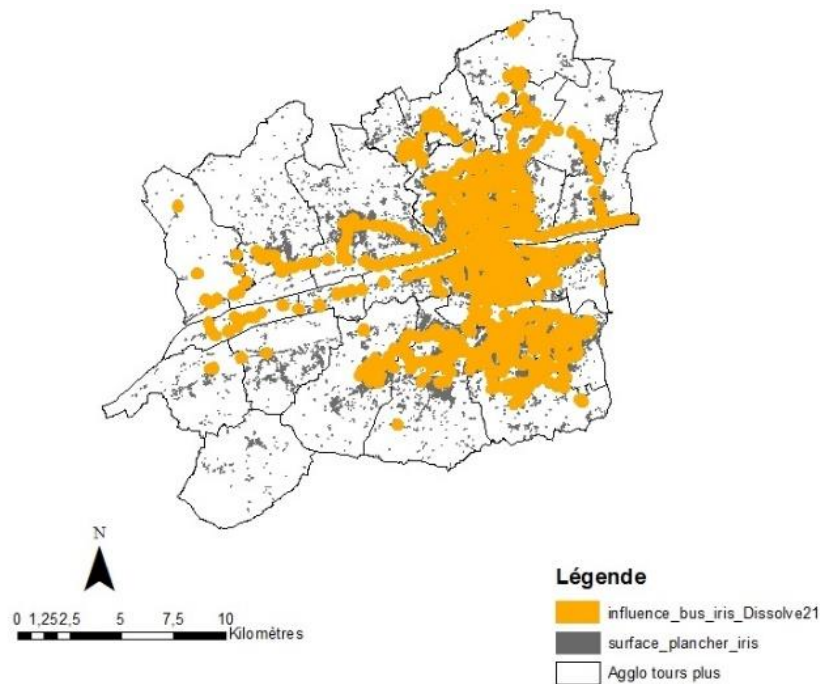


Figure 7 – Zone d'influence des arrêts de bus

Sources : INSEE/ OSM/IGN, Audoin Benjamin-Lesourd Anaëlle, 2016-2017

En comparant avec la Figure 6, il est facile de constater que les zones densément bâties sont recouvertes par les zones d'influence des arrêts de bus.

Pour le tram

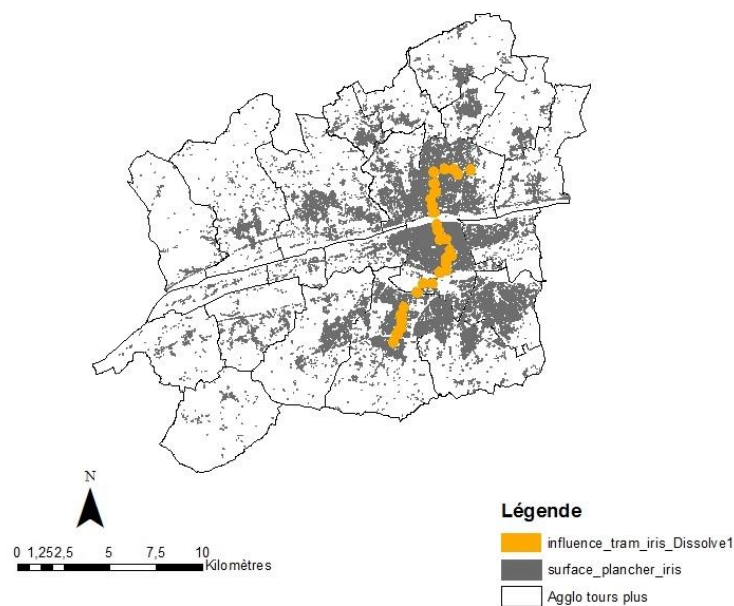


Figure 8 – Zone d'influence des arrêts de tram

Sources : INSEE/ OSM/IGN, Audoin Benjamin-Lesourd Anaëlle, 2016-2017

Les arrêts de tram sont beaucoup moins nombreux que les arrêts de bus, par conséquent leurs zones d'influences touchent moins de bâtis. Cependant, on constate que la ligne de tram passe dans les zones les plus densifiées en termes de bâti.

Choix de la méthode d'analyse

Après avoir sélectionné les différents indicateurs de forme urbaine et de transports en commun, il faut choisir la bonne méthode statistique qui permet d'estimer la relation mathématique qui existe entre les indicateurs de formes urbaines d'un côté et ceux des transports en commun de l'autre.

Modèle de régression linéaire.

L'une des méthodes statistique qui permet de renseigner sur la corrélation entre deux variables quantitatives est la régression linéaire. Pour cette méthode, un nuage de points est tracé et le coefficient de corrélation linéaire entre ces deux variables est calculé. Le nuage de point peut ensuite être résumé par une droite appelée droite de régression linéaire de la forme $y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$ où y est la variable à expliquer, x la variable explicative, β_0 et β_1 sont l'ordonnée à l'origine et la pente de la courbe et ε une erreur aléatoire du modèle. Cette droite est en fait la droite la plus proche possible de chaque point.

La limite principale du modèle de régression linéaire est que l'on peut uniquement constater une relation, sans jamais être certain de la raison de cette relation.

Coefficient de détermination R^2 .

Le coefficient de détermination R^2 est un coefficient qui mesure la corrélation entre deux variables (explicative et à expliquer) d'un modèle de régression linéaire. Il est compris entre 0 et 1. Par exemple, un coefficient de détermination de 0.9 signifie qu'il existe un lien fort entre deux variables et la variable explicative explique à 90% la variance de la variable à expliquer.

Coefficient de corrélation R .

Le coefficient de corrélation R montre l'intensité du lien entre deux variables. Il se définit par la racine carré du coefficient de détermination R^2 . Plus une R est proche de 1 plus la relation entre les deux variables est forte, à l'inverse plus il est proche de 0 plus ce lien est faible.

Résultats des analyses statistiques

Analyse des régressions linéaires

Pour le bus

L'analyse de régression linéaire permet d'estimer le lien de corrélation qui peut exister entre la surface de plancher et le nombre d'arrêts influençant un IRIS. La Figure 9 permet de visualiser ce modèle avec chaque point représentant un IRIS, en abscisse la surface de plancher et en ordonnée le nombre de arrêts qui influence cet IRIS.

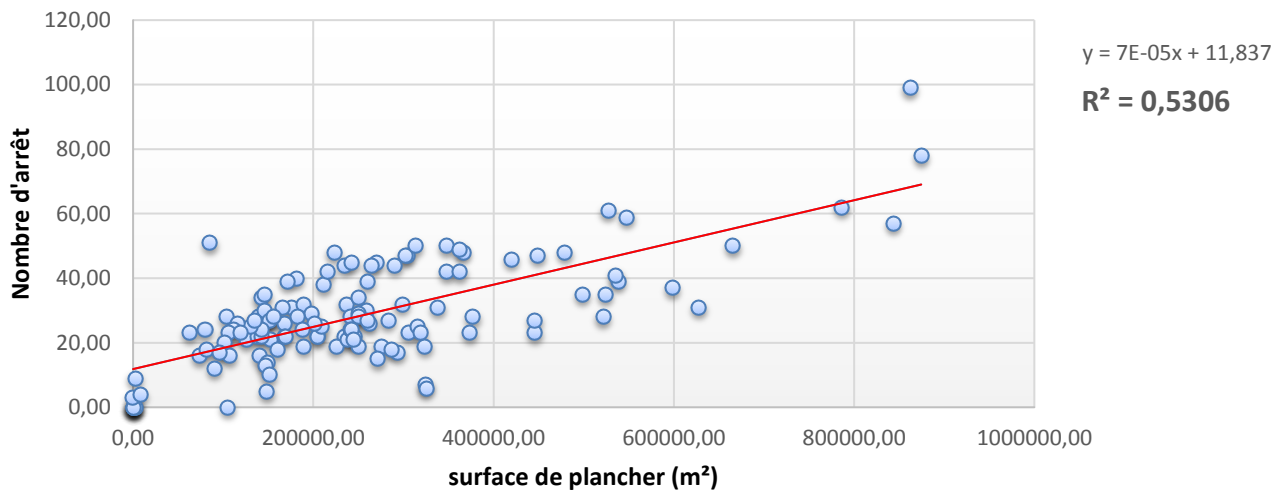


Figure 9 - Lien entre la surface de plancher et le nombre d'arrêt influençant l'IRIS
Audoin Benjamin-Lesourd Anaëlle, 2016-2017

D'après la Figure 9 et le coefficient de détermination R^2 , il existe un lien entre la surface du plancher dans un IRIS et le nombre d'arrêts qui influence cet IRIS. Toutefois, le R^2 vaut 0.5306 ce qui montre que la surface de plancher explique à 53% le nombre d'arrêts qui influence un IRIS. En s'intéressant au coefficient de corrélation on obtient $R = 0.7284$ qui montre un lien fort entre la surface de plancher et le nombre d'arrêts influençant un IRIS. Cependant, cette corrélation est moitié moins forte lorsque l'on s'intéresse non plus au nombre d'arrêts qui influence un IRIS, mais plutôt à la surface d'influence de ces arrêts (Figure 10). En effet, avec un R^2 de 0.2768 on obtient un R égale à 0.5211 qui montre une corrélation positive moyenne entre ces deux variables.

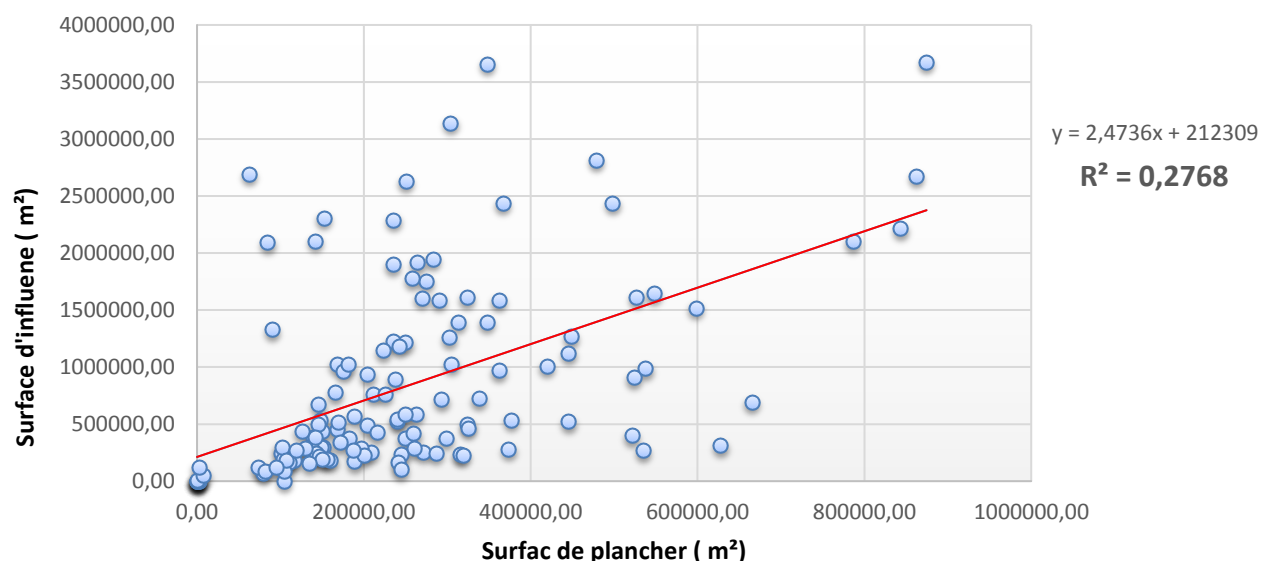


Figure 10 – Lien entre la surface de plancher et la surface d'influence des arrêts
Audoin Benjamin-Lesourd Anaëlle, 2016-2017

Il convient alors de s'intéresser au rapport qui peut exister entre la densité de bâti dans un IRIS et la surface d'influence des arrêts de bus dans ce même IRIS. Ainsi, la

Figure 11 montre ce rapport. Malgré un coefficient de détermination de 0.4356 qui n'est pas négligeable certains des points divergent fortement de la courbe de régression linéaire.

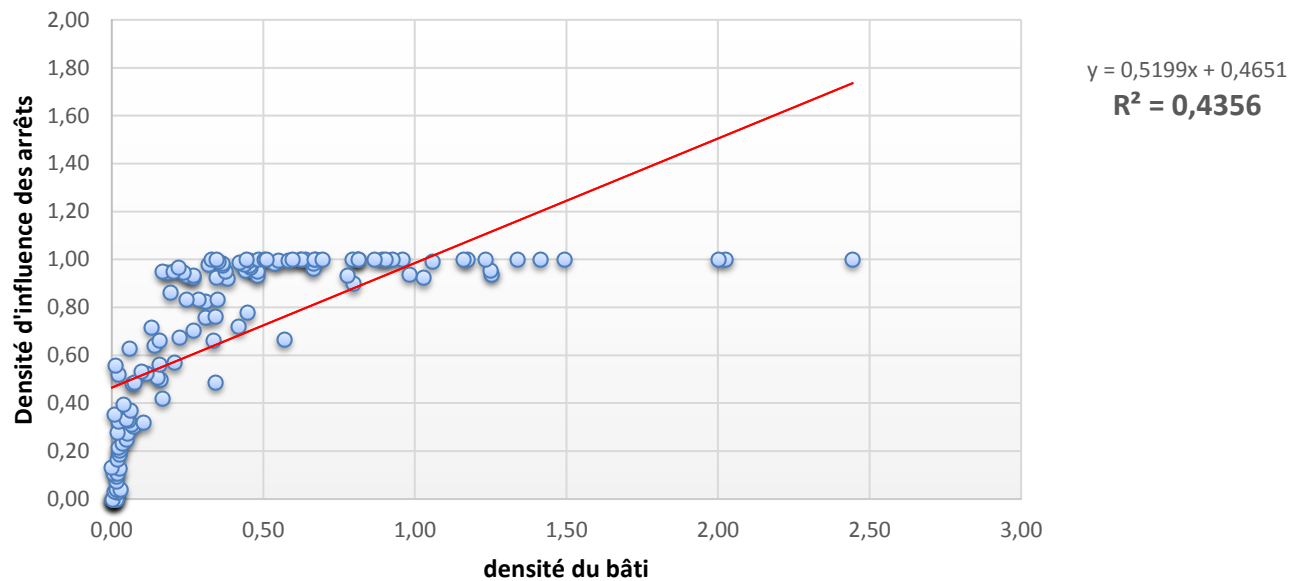


Figure 11 – Lien entre densité du bâti et densité d'influence des arrêts de bus
Audoin Benjamin-Lesourd Anaëlle, 2016-2017

En regardant de plus près, il est facile de constater que la courbe peut se séparer en différentes parties. Pour faciliter la lecture des données, la courbe est divisée en quatre quantiles. La Figure 12 représente alors les résultats obtenus. On constate que pour les zones à forte densité de bâti le coefficient de détermination est de l'ordre de zéro, ce qui signifie que le nuage de points est trop diffus autour de la droite de régression et que le modèle de régression linéaire n'explique pas la distribution des points. Ceci s'explique par le fait que pour les deux cas (points verts et violets) les densités sont trop importantes pour être traitées avec ce modèle. En revanche, cette figure montre une corrélation entre la densité d'influence d'un arrêt et la densité de bâti pour les IRIS peu denses dans ces deux facteurs. Grâce à la Figure 6, il est facile de voir où se situent les différents IRIS concernés. On constate alors que ce sont les IRIS en jaune et jaune-orange c'est-à-dire qui sont loin du gros centre urbain qui ont le plus de liens entre ces deux éléments.

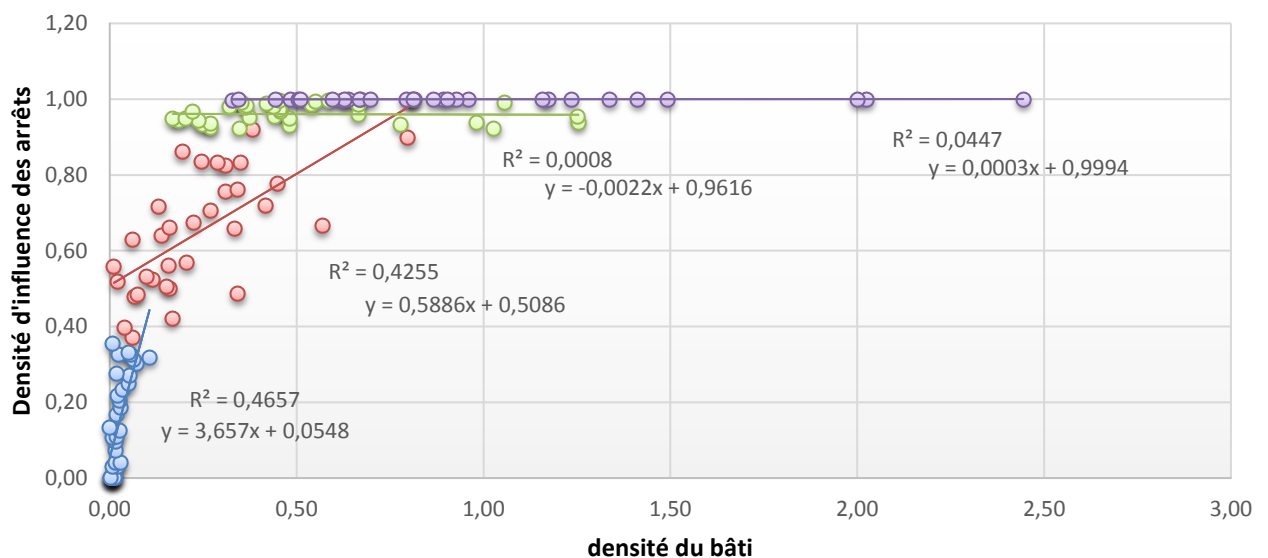


Figure 12 - Lien entre densité du bâti et densité d'influence des arrêts de bus
Audoin Benjamin-Lesourd Anaëlle, 2016-2017

Tout d'abord, concernant les analyses réalisées pour estimer le lien de corrélation entre les arrêts de bus et la forme urbaine, il existe un lien entre la surface de plancher d'un IRIS et le nombre d'arrêts qui peuvent l'influencer. Ainsi, plus un IRIS possédera de surface plancher plus il aura d'arrêts dans son périmètre ou à moins de 300m, c'est le cas pour les IRIS en centre-ville de Tours. Au contraire, moins l'IRIS possédera de surface plancher moins il y aura d'arrêts, ce qui est constaté pour les IRIS en périphérie d'agglomération qui sont plus rurales. L'analyse montre un coefficient de corrélation de 0.7284 pour ces indicateurs, la corrélation n'est pas absolue puisque le coefficient n'est pas de 1. Par conséquent, la surface de plancher d'un IRIS n'est pas le seul critère de localisation d'un arrêt de bus.

De plus, l'analyse de densité du bâti et de densité d'influence des arrêts dans un IRIS confirme la conclusion de la première remarque. Cependant, cette analyse démontre que selon la localisation de l'IRIS, le lien entre densité de bâti et densité d'influence d'un arrêt dans un IRIS varie. En effet, il y a une forte corrélation entre ces deux indicateurs pour les IRIS en périphérie du centre urbain, mais le modèle n'explique pas pour les IRIS en centre urbain. Il serait donc intéressant de trouver une autre méthode afin de quantifier et de qualifier ce lien pour ces IRIS.

Toutes ces analyses permettent de dire que dans un IRIS dense en matière de bâtiments, il y aura beaucoup d'arrêts de bus dans cet IRIS ou à moins de 300m. Et dans un IRIS moins dense, le nombre d'arrêts sera proportionnel à la densité de bâti. S'il y a peu de bâtis, il y aura peu d'arrêt de bus.

Ces analyses laissent donc supposer que d'autres facteurs rentrent en compte dans la localisation des arrêts de bus. Pour en donner quelques exemples, la fonction du bâti peut-être à considérer. En effet un IRIS disposant de nombreux commerces ou de bâtiments d'enseignement mérite d'être très bien desservi par les transports publics. La densité de population peut également rentrer en compte puisqu'un IRIS très dense en population implique qu'il y a peu d'espaces disponibles pour des véhicules personnels et donc une nécessité de transports en commun proches pour se déplacer.

Il est également intéressant de regarder si la forme urbaine a influencé le parcours du tram. Tout comme pour les arrêts de bus, la méthode de régression linéaire a été utilisée. Pour commencer cette analyse, il a fallu tout d'abord savoir s'il existait un lien entre la surface de plancher et le nombre d'arrêts par IRIS. La Figure 8 montre que les arrêts de tram ne sont pas répartis sur l'ensemble de l'agglomération mais uniquement suivant une seule ligne. Sur la Figure 13 on peut voir qu'il y a plus de points que d'arrêts de tram. Cela s'explique par le fait que certains arrêts comptent deux points (un dans chaque sens), ce problème vient des données utilisées qui placent parfois deux arrêts au lieu d'un.

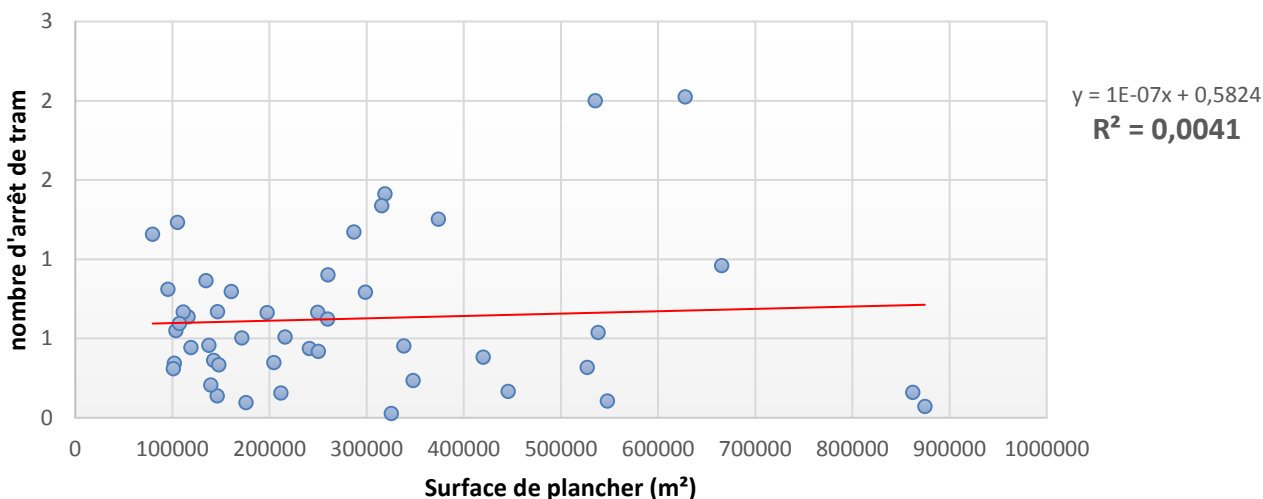


Figure 13 - Lien entre la surface de plancher et le nombre d'arrêt de tram

Audoin Benjamin-Lesourd Anaëlle, 2016-2017

Le graphique (Figure 13) et notamment le coefficient de détermination R^2 montre qu'il n'y quasiment aucun lien entre la surface plancher dans un IRIS et le nombre d'arrêts que l'on trouve dans cet IRIS. Cependant, l'influence des arrêts de tram ne s'arrête pas seulement à l'IRIS où ils sont localisés. Il est donc nécessaire d'analyser le lien entre la surface de plancher et le nombre d'arrêts influençant un IRIS afin de confirmer cet hypothèse. La Figure 14 permet donc cette analyse et confirme qu'il n'existe pas de réel lien entre la surface de plancher et le nombre d'arrêts qui influence un IRIS.

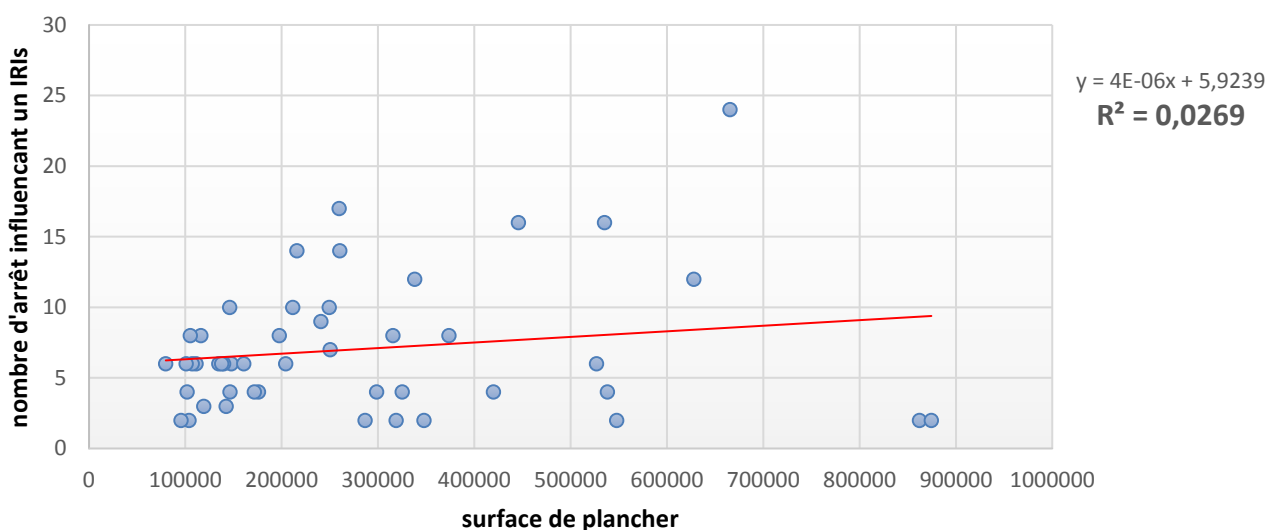


Figure 14 - Lien entre la surface de plancher et le nombre d'arrêt de tram influençant l'IRIS

Audoin Benjamin-Lesourd Anaëlle, 2016-2017

Cependant, la Figure 15 présente le lien qui existe entre la densité d'influence des arrêts et la densité du bâti. Avec un coefficient de détermination R^2 de 0.3696 soit une R de 0.6079, ce graphique montre qu'il existe un lien positif fort entre ces deux facteurs. Ainsi, les IRIS les plus denses en matière de bâtis seront également ceux qui auront le plus d'arrêts les influençant.

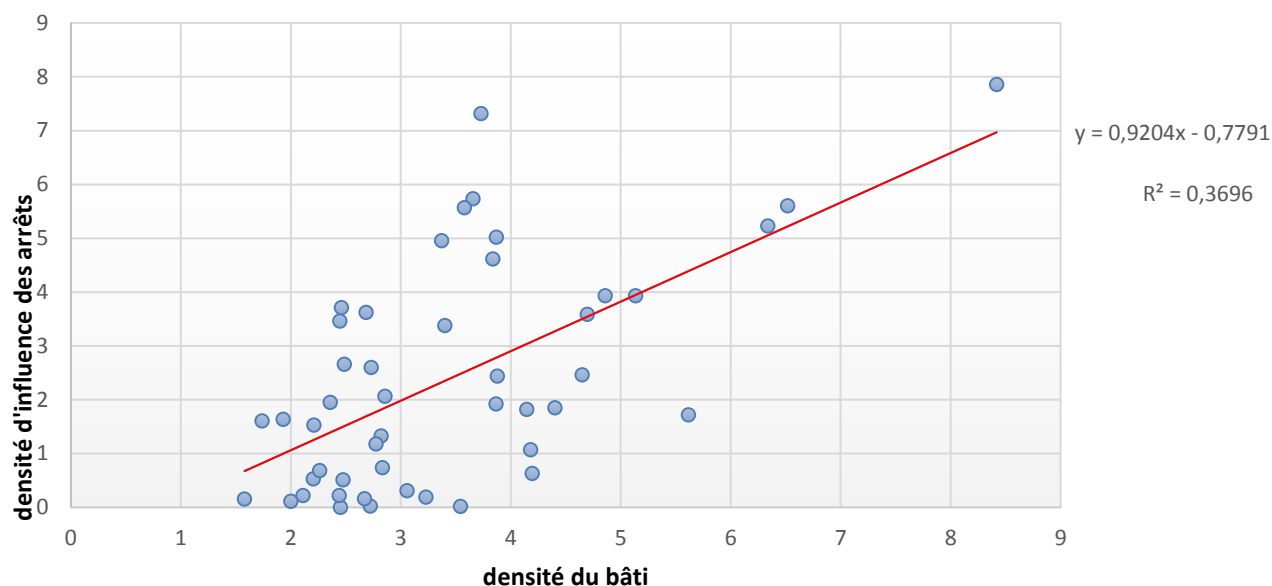


Figure 15 - Lien entre la densité d'influence des arrêts et la densité de bâti
Audoin Benjamin-Lesourd Anaëlle, 2016-2017

Synthèse de l'analyse

L'analyse de corrélation entre la surface de plancher et les arrêts de tram permet de dire qu'il n'existe aucun lien entre ces deux indicateurs. En effet, le tram de Tours a été construit suivant d'autres critères. Il s'inscrit notamment dans le cadre de développement des Transports en Commun en Site Propre (TCSP) introduit par le Plan de Déplacement Urbain (PDU) de 2003. Le tram a pour objectif de diminuer la pollution en centre-ville en proposant une solution alternative à la circulation automobile de plus en plus importante.

De plus, le tracé du tram passe par des équipements structurant de l'agglomération de Tour(s) Plus. Par exemple, il passe par l'éco-quartier Montconseil dans le but d'attirer des habitants et des entreprises dans ce secteur. Le tram s'arrête également à la gare pour deux raisons, la première afin que l'agglomération réponde à sa stratégie d'intermodalité. La seconde raison est de permettre un prolongement traversant le quartier du Sanitas et ainsi permettre de le désenclaver. La localisation des arrêts de tram est donc justifiée par des ambitions politiques afin d'enclencher des travaux d'ampleur et de rénovation de la ville de Tours (Beyrand, 2011).

Le réseau de tram n'est pas encore assez développé au sein de l'agglomération de Tour(s) Plus (ligne unique) il est donc difficile de définir le lien entre la forme urbaine et cette ligne. Il serait intéressant de reprendre cette étude lorsque plusieurs lignes de tram seront établies afin de voir si le tram est réellement un outil politique ou si en effet les arrêts sont placés en fonction de la forme urbaine.

Conclusion

Au vu des différentes analyses et résultats de cette recherche sur le lien éventuel entre la forme de la ville et les transports en commun, nous pouvons dire qu'il existe une certaine corrélation entre la forme urbaine de l'agglomération de Tour(s) Plus et son réseau de bus. En effet, les analyses ont démontré une corrélation entre la surface de plancher d'un IRIS et le nombre d'arrêts de bus qui influence ce même IRIS. Ce lien est également confirmé par l'analyse entre la densité du bâti et la densité d'influence des arrêts de bus.

Cependant, concernant le tram, cette conclusion ne peut pas être établie. En effet, la construction du tram était motivée notamment par des raisons plus politiques qu'urbanistiques. Comme l'ont démontrées les analyses, peu de lien existe entre la localisation des arrêts et la forme urbaine. Néanmoins, cette recherche a montré que les IRIS les plus denses où passe le tram sont également ceux qui sont les plus impactés par le tram.

Plusieurs questions peuvent alors se poser, tout d'abord pour le réseau de bus il existe plus d'arrêts donc plus de données analysées qui permettent par conséquent une étude qui ne se restreint pas à une ligne unique. Une question se pose alors concernant le tram : est-ce que les résultats seraient les mêmes s'il y avait autant de lignes de tram que de lignes de bus ? On peut supposer que si le nombre de lignes de tram augmente à tel point qu'il dépasse le nombre de lignes de bus, le nombre d'arrêts sera également plus grand. La corrélation entre la localisation de arrêts de tram et la forme urbaine sera alors plus grande qu'actuellement puisque chaque ligne ne sera pas justifiée par des raisons politiques.

Le lien qui existe entre forme urbaine et les transports en commun de l'agglomération de Tours n'est pas intense, le coefficient de détermination dépasse rarement 0.5, la corrélation n'est donc pas absolue. De ce fait, on peut se questionner sur les facteurs qui rentrent en compte dans la localisation des arrêts et à quel degré d'intensité. Pour développer cette étude, il serait intéressant de définir le lien qui existe ou non entre la fréquence de passage des différents transports en commun et la fonction des bâtiments.

En se questionnant non plus sur le cas de Tour(s) Plus, mais en s'ouvrant à une vision plus large et générale, est-ce que les particularités de cette agglomération se retrouvent dans d'autres agglomérations de même taille comme par exemple Orléans ou est-ce-que Tours est vraiment un cas unique ?

Table des figures

Figure 1 – Communes l'agglomération de Tour(s) Plus	12
Figure 2- Découpage des communes de Tour(s) Plus en IRIS	13
Figure 3 – Modèle builder de la surface de plancher totale par IRIS.....	15
Figure 4 – Schéma d'une zone d'influence.....	15
Figure 5 – Schéma de visualisation de la zone d'influence d'un IRIS.....	16
Figure 6 – Densité de bâti par IRIS	16
Figure 7 – Zone d'influence des arrêts de bus	17
Figure 8 – Zone d'influence des arrêts de tram	17
Figure 9 - Lien entre la surface de plancher et le nombre d'arrêt influençant l'IRIS	19
Figure 10 – Lien entre la surface de plancher et la surface d'influence des arrêts.....	19
Figure 11 – Lien entre densité du bâti et densité d'influence des arrêts de bus.....	20
Figure 12 - Lien entre densité du bâti et densité d'influence des arrêts de bus.....	20
Figure 13 - Lien entre la surface de plancher et le nombre d'arrêt de tram.....	22
Figure 14 - Lien entre la surface de plancher et le nombre d'arrêt de tram influençant l'IRIS.....	22
Figure 15 - Lien entre la densité d'influence des arrêts et la densité de bâti.....	23

Bibliographie

- ALLAIN R. (2004) Morphologie urbaine: Géographie, aménagement et architecture de la ville, Armand Colin, 91p
- ANTONI RM. (2010). Vocabulaire Français de l'Art Urbain, Cerema, 181p (Dossiers Certu)
- Appert M. (2004) Métropolisation, mobilités quotidiennes et forme urbaine : le cas de Londres, Varia, vol 79/2, pp 109-118
- Bayrand A. (2011) Tours et son tramway rouleau compresseur, ILV Edition, 104p
- Bessy-Pietri P. (2000) Les formes récentes de la croissance urbaine, Economie et statistique, vol 336, pp 35-52
- Burgel G., & Grondeau A. (2015). Géographie urbaine. Hachette Éducation.
- Caudron D (2010), Transports collectifs et desserte des territoires, Observatoire partenarial Déplacements - Transports et mobilité, n°10
- Chapelon L. (1997). Offre de transport et aménagement du territoire (Doctoral dissertation).
- CERTU (2007). La Forme urbaine & l'enjeu de sa qualité, CERTU, 93 p (Débats Certu)
- Frankhauser P. (2005).La morphologie des tissus urbains et périurbains à travers une lecture fractale. Revue géographie de l'Est, vol. 45/ 3-4, pp 145-160
- George P. (1958) QUESTIONS DE MORPHOLOGIE URBAINE ET D'AMÉNAGEMENT DES VILLES, Annales de Géographie, vol 59, pp 57-59
- Girault JB. (2014) La mobilité urbaine n'est pas qu'une question de transport, Journal du Net
- Gottmann J. (1959) « Plans de villes des deux côtés de l'Atlantique », Cahiers de géographie du Québec, vol. 3, n° 6, p. 237-242.
- Guézéré, A. (2013). Deux roues motorisées et étalement urbain à Lomé, quel lien avec la théorie des «trois âges» de la ville?, Norois, p.41-62.
- Hecker A. (2012) Mobilité en site propre et forme urbaine : une possible interaction ?, Revue géographie de l'Est, vol 52
- Jamila B., Hédi E. (1980) Morphologie urbaine, Cahiers de la Méditerranée, vol 20, pp 43-60
- MERLIN P., CHOAY F. (2015) Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement, Quadrige dicos poche, 839p
- Pérotin, Y. (1961). L'Administration et les " trois âges " des archives. Seine et Paris, n°20
- Pouyanne, G. (2004). Forme urbaine et mobilité quotidienne (Doctoral dissertation, Université Montesquieu-Bordeaux IV).
- Rodier X., Saligny L. (2010), Modélisation des objets historiques selon la fonction, l'espace et le temps pour l'étude des dynamiques urbaines dans la longue durée, Cybergeog
- The United Nations Conference on Housing and Sustainable Urban Development (31 Mai 2015) Habitat III Issues Papers : 19 – Transport and Mobility, New York

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 :
Palka Gaëtan

Audoin Benjamin
Projet de Fin d'Etudes
DA5
2016-2017

Lire la forme de la ville : Morphologie urbaine et transports en commun.

Résumé :

Chaque ville est différente de par son histoire, son architecture, sa taille, sa population, sa localisation, etc. Tous ces éléments forment ainsi les caractéristiques de la forme urbaine, qui est propre à chaque ville. Lire la forme d'une ville permet d'apprendre et de comprendre les différents choix du développement de cette ville.

La recherche de ce projet de fin d'étude se focalise sur deux des aspects de la forme urbaine : le bâti et les transports en commun. Ainsi, cette étude souhaite comprendre le lien supposé qui peut exister entre ces caractères. Pour ce faire la problématique « Existe-t-il un lien entre la forme urbaine et les caractéristiques des réseaux de transport en commun ? » a été la ligne de conduite de cette recherche. On entend par caractéristique de réseau de transports en commun : la localisation des arrêts et le choix des trajets qui sont deux facteurs semblables. Pour ce projet de fin d'étude le choix du terrain étudié s'est tourné vers l'agglomération de Tour(s) Plus. Pour résumé, cette recherche souhaite donc montrer la corrélation entre le bâti et les arrêts (élément des réseaux de transports en commun retenue) au sein du territoire de l'agglomération de Tour(s) Plus.

Les résultats obtenus après les différentes analyses du territoire ont permis de conclure sur différents points concernant le lien entre le bâti et le réseau de bus mais également le lien entre la bâti et la ligne de tram.

Mots Clés : Forme urbaine, morphologie urbaine, transports en commun