

La densité : concept exemples mesures

Éclairages ■
sur le concept de densité
et sur les différents usages
de ses mesures

Certu

centre d'Études sur les réseaux,
les transports, l'urbanisme
et les constructions publiques
9, rue Juliette Récamier
69456 Lyon Cedex 06
téléphone: 04 72 74 58 00
télécopie: 04 72 74 59 00
www.certu.fr

Avis aux lecteurs

La collection Rapports d'étude du Certu se compose de publications proposant des informations inédites, analysant et explorant de nouveaux champs d'investigation. Cependant l'évolution des idées est susceptible de remettre en cause le contenu de ces rapports.

Le Certu publie aussi les collections :

Dossiers: Ouvrages faisant le point sur un sujet précis assez limité, correspondant soit à une technique nouvelle, soit à un problème nouveau non traité dans la littérature courante. Le sujet de l'ouvrage s'adresse plutôt aux professionnels confirmés. Le Certu s'engage sur le contenu mais la nouveauté ou la difficulté des sujets concernés implique un certain droit à l'erreur.

Références: Cette collection comporte les guides techniques, les ouvrages méthodologiques et les autres ouvrages qui, sur un champ donné assez vaste, présentent de manière pédagogique ce que le professionnel courant doit savoir. Le Certu s'engage sur le contenu.

Débats: Publications recueillant des contributions d'experts d'origines diverses, autour d'un thème spécifique. Les contributions présentées n'engagent que leurs auteurs.

Catalogue des publications disponible sur <http://www.certu.fr>

NOTICE ANALYTIQUE

Organisme commanditaire : CERTU Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques 9, rue Juliette Récamier – 69 456 Lyon cedex 06		
Titre : LA DENSITE Concept, exemples et mesures		
Sous-titre : Eclairage sur le concept de densité et sur les différents usages de ses mesures.	Date d'achèvement : juillet 2002	Langue : française
Organisme auteur : CETE de l'Ouest	Rédacteurs ou coordonnateurs : Jean-Jacques DUHAYON Adeline PAGES François PROCHASSON	Relecteurs assurance qualité : Emmanuel BOUTEFEU Monique GADAIS Claude NOEL
Contexte : <p>Le concept de densité est souvent invoqué comme un argument décisif pour décrire une occupation de territoires. Il est souvent connoté négativement, parce qu'il est associé à certains modes d'occupation, à des dysfonctionnements sociaux et comportementaux. La densité apparaît comme un terme flou et instrumentalisé par les politiques et les professionnels.</p> <p>Cet ouvrage, visant à définir un vocabulaire commun et partagé, présente les différentes dimensions du concept de densité et développe les différents usages, objets et échelles de ses mesures. Il utilise, de façon pragmatique, exemples et illustrations statistiques pour donner des définitions possibles de la densité.</p>		
Résumé : <p>Un seuil de peuplement, un sentiment d'entassement, des données démographiques, un coefficient d'occupation des sols, l'étalement urbain... On peut voir que le concept de densité a renvoyé à différentes dimensions au cours de l'histoire.</p> <p>La densité est une donnée sans signification intrinsèque. Elle n'a de pertinence que pour comparer des territoires entre eux ou dans le temps. Cet instrument de mesure est le rapport d'éléments dénombrables sur une surface donnée. Il ne prend son sens qu'en fonction de l'objet d'étude (formes urbaines, fonctions urbaines, activités, mobilité, environnement végétal...) et de l'échelle de l'analyse (îlot, quartier, agglomération, aire urbaine...).</p> <p>Il est donc important de s'entendre sur la terminologie employée dans chaque cas et sur le mode de calcul utilisé, notamment sur la prise en compte des vides urbains et de l'échelle d'application préférentielle.</p>		
Mots clés : Densité Forme urbaine Fonction urbaine Mesure	Diffusion : Rapport d'étude Téléchargement sur Internet	
Nombre de pages : 88 pages	Confidentialité : non	Bibliographie : oui

SOMMAIRE

INTRODUCTION	3
<u>I – ECLAIRAGE SUR LE CONCEPT DE DENSITE</u>	<u>4</u>
1. LE POIDS DE L’HISTOIRE URBAINE : L’EXEMPLE NANTAIS	5
2. LES QUATRE DIMENSIONS DE LA DENSITE	10
3. LES RELATIONS ENTRE LES DIFFERENTES DIMENSIONS	13
4. L’ELARGISSEMENT NECESSAIRE DU CONCEPT DE DENSITE, CONTRAINTES METHODOLOGIQUES	16
<u>II – USAGES DE LA DENSITE, OBJETS ET ECHELLES DE REFERENCE</u>	<u>17</u>
1. DENSITE ET DEVELOPPEMENT SOUTENABLE	17
2. DENSITE ET FORMES URBAINES	20
3. DENSITE ET FONCTIONNEMENT URBAIN	40
4. DENSITE VEGETALE	62
<u>III – ESSAI DE TERMINOLOGIE DES DIFFERENTS CONCEPTS DE DENSITE, ELEMENTS DE MESURE, CONCLUSION</u>	<u>67</u>
1. TERMINOLOGIE	67
2. ELEMENTS DE MESURE	69
3. CONCLUSION	73
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES UTILISEES	76
LISTE DES PLANCHES	78
ANNEXES	79
TABLE DES MATIERES	87

INTRODUCTION

Le postulat de départ de ce travail repose sur l'idée que la densité est une donnée sans signification intrinsèque. Elle est le rapport d'éléments dénombrables sur une surface donnée. Elle ne prend son sens qu'en fonction du type d'éléments à dénombrer et de la surface à laquelle les rapporter.

Le présent rapport d'étude se fixe donc comme objectif, conformément à la commande du CERTU, d'explorer la question de la densité en relation avec d'autres thèmes de réflexions usuelles de l'urbanisme que sont la forme urbaine, les activités, les équipements de proximité, la mobilité, l'environnement végétal. Ceci constitue d'ailleurs la trame du rapport, chaque chapitre traitant de l'un de ces thèmes et de la définition possible de la densité s'y rapportant.

Ce rapport utilise donc, de façon pragmatique, des illustrations statistiques et cartographiques à différentes échelles (îlot, quartier, agglomération...) pour donner des définitions possibles de la densité. L'illustration ne vient donc pas justifier a posteriori une théorie établie au départ mais, au contraire, constitue un matériau préalable à la construction d'apports théoriques.

L'étude présente d'abord les exemples d'utilisation de densités avant de proposer une généralisation des modalités de calcul de ces densités. En fin de rapport, un chapitre est consacré à un essai de terminologie des différents concepts de densité, à partir des illustrations utilisées. Cet essai de terminologie constitue la finalité du rapport d'étude.

D'autres travaux sur la densité sont actuellement en cours au CERTU, en partenariat avec des organismes professionnels de l'urbanisme. Ils concernent en particulier l'analyse de la densité de population en relation avec la morphologie du bâti, et les phénomènes de densification ou de dédensification. Ces travaux sont présentés en annexe (5 et 6).

I – ECLAIRAGE SUR LE CONCEPT DE DENSITE

Le concept de densité est souvent invoqué comme un argument décisif pour décrire une occupation de territoires, en particulier urbains.

Mais c'est un concept souvent connoté négativement parce qu'il est associé à certains modes d'occupation présentant des dysfonctionnements sociaux ou comportementaux. Il n'est pas rare d'entendre parler de dédensification comme thérapie aux problèmes de grands ensembles de logements sociaux alors qu'en fait, c'est le processus de dégradation de la vie sociale qui est à l'œuvre. Pour un bon nombre d'élus, de citoyens et d'opérateurs, une forte densité de logements est synonyme de promiscuité, d'affrontements, de conflits de voisinage...

A l'inverse, certaines municipalités qui optent dans leur PLU¹, pour des densités ou des COS² très faibles (impliquant, pour bénéficier de droits à bâtir significatifs, de disposer de grands terrains et donc de revenus conséquents), espèrent ainsi capter une population « haut de gamme », garante d'une certaine tranquillité sociale.

Le concept de densité apparaît trop souvent comme un concept flou, instrumentalisé par le politique ou le technicien pour étayer ses arguments. Le concept de densité revêt en réalité plusieurs dimensions : hygiéniste, psychosociologique, géographique, économique-juridique. Les échelles de référence en sont variables, dans la mesure où les logiques qui les sous-tendent sont différentes.

Prise dans son sens géographique et urbanistique, la densité est un instrument de mesure qui n'a de pertinence que pour comparer des territoires entre eux ou dans le temps. Il implique l'établissement d'une grille de lecture, du territoire le plus dense au territoire le moins dense, permettant, par exemple, de qualifier de dense une agglomération au regard d'un nombre important de ses quartiers dont les densités sont au-dessus de la densité moyenne. Mais, ce qui peut se concevoir dans le cadre d'un calcul fait sur des bases homogènes, ne peut plus l'être quand on est confronté à une littérature générale qui vise à déplorer notamment des quartiers trop denses. Par rapport à quoi ? Denses en logements, en habitants, en emplois ?

Par ailleurs, il faut souligner l'hétérogénéité des modes de calcul de la densité d'une analyse territoriale à l'autre. Un auteur va qualifier de dense ce qui ne l'est pas pour un autre.

Enfin, la confusion est fréquente entre la notion de densité humaine et celle d'occupation du sol, assimilée, y compris dans le Code de l'Urbanisme, au coefficient d'occupation du sol dont on verra plus loin qu'il n'a pas de relation directe avec la densité humaine, en tant que réalité observée.

La mesure d'une densité, quelle qu'en soit la définition, établie sur des bases stables et validées, apparaît pourtant comme une nécessité pour traiter des enjeux de consommation d'espace, d'augmentation de la part des transports collectifs dans les déplacements urbains, de fragilisation de l'espace agricole... Autant d'aspects propres aux objectifs de la loi Solidarité et Renouvellement Urbains (SRU).

¹ Plan Local d'Urbanisme

² Coefficient d'Occupation des Sols

1. LE POIDS DE L'HISTOIRE URBAINE : L'EXEMPLE NANTAIS

Les densités urbaines, produites depuis le début du XIX^{ème} siècle, résultent de modes d'occupation de l'espace, de types d'habitat, d'organisations viaries, spécifiques de chaque époque. L'analyse des quartiers Est de Nantes illustre ce point de vue. Il s'agit de trois quartiers : Saint Donatien-Malakoff, Bottière-Doulon, Nantes-Erdre. (*Planches A et B*).

On constate une stratification très nette du quadrant que l'on peut qualifier de la façon suivante :

- Un quartier central : Saint Donatien.
- Une première couronne péri-centrale, entre le boulevard intérieur et le périphérique, édifiée en grande partie entre 1950 et 1980.
- Une deuxième couronne, au-delà du périphérique.

Ces deux couronnes traversent les quartiers Bottière-Doulon et Nantes-Erdre.

1.1. Saint-Donatien

Saint-Donatien présente toutes les caractéristiques d'un quartier ancien : immeubles édifiés le long des voies pour la plupart, entre la fin du XIX^{ème} et le début du XX^{ème} siècles. Il s'agit d'un tissu mixte d'habitat et d'activités sur un parcellaire souvent étriqué.

La proximité de l'hypercentre de Nantes explique la forte implantation d'activités pour la plupart tertiaires. Le quartier présente aussi une forte mixité d'habitat individuel et collectif : pavillons anciens, quelques hôtels particuliers, vestiges du XVIII^{ème} siècle, et bon nombre d'immeubles collectifs anciens. Les îlots sont très densément occupés. Les grandes parcelles occupées par des équipements ont laissé, au sein des îlots, des terrains résiduels systématiquement investis par l'habitat.

Dès le début du XIX^{ème} siècle, Saint-Donatien est conçu comme un secteur d'extension urbaine du noyau historique. Au XVIII^{ème} siècle, il est occupé par plusieurs établissements religieux qui commandent de grands ensembles fonciers voués au marâchage ou aux cultures diverses. Dans le plan Peccot de 1818, certains établissements sont transformés en casernes. Le grand Jardin des Plantes, face à la gare SNCF, est créé en 1805 par annexion d'une partie du Jardin des Ursulines, dont le couvent est transformé en lycée. On y trouve donc les prémices d'une expansion urbaine qui va se prolonger jusqu'à l'entre-deux-guerres. Le plan Billange de 1833 fait état de la constitution d'un deuxième arrondissement sur ce secteur afin de prendre en compte ce qui est, dès cette époque, un espace urbain à part entière, même si la campagne est encore très proche. Une forte segmentation sociale apparaît avec les îlots avoisinant les Cours Saint-Pierre et Saint-Paul, occupés par des familles riches qui y font construire de grandes demeures. Les ouvriers raffineurs habitent les rues Richebourg, Saint-André, Saint-Clément ; les blanchisseurs, les bords de l'Erdre.

1.2. La première couronne péri-centrale

Dans le plan Jouanne de 1914, l'urbanisation va jusqu'au boulevard intérieur qui existe désormais et constitue un seuil d'urbanisation. Beaucoup de lotissements ont été mis en œuvre et expliquent la forte présence pavillonnaire sur certains îlots. Le plan Cassegrain de 1934 fait partie du dossier

d'analyse réclamé par la loi Cordunet de 1924 qui entend organiser de façon cohérente le développement des villes. La loi Cordunet vise expressément les lotissements, mode essentiel d'extension urbaine à l'époque. Ils se sont multipliés depuis le début du XX^{ème} siècle, de manière désordonnée et fréquemment sans souci de viabilisation et d'assainissement. A ce titre, la loi Cordunet est aussi une loi hygiéniste. Certains lotissements parmi les plus grands se situent, dès cette époque, au-delà du boulevard extérieur, premières formes d'incursion urbaine dans la campagne. Ce sont des ensembles isolés, disséminés, sans relation visible avec la ville proche. Ils sont en quelque sorte la préfiguration de l'urbanisation d'après-guerre et rompent avec les plans d'alignement de la Restauration et de la Monarchie de Juillet qui ont force de loi jusqu'au début du XX^{ème} siècle. Ce qui distingue ces lotissements de nos lotissements contemporains est leurs densités bâties, souvent plus élevées, avec un parcellaire en lanières, le long de voies orthogonales qui reproduisent par mimétisme la trame urbaine traditionnelle.

On trouve aussi, dans cette première couronne, l'essentiel de la production HLM des années 50-70, conçue sur le modèle des grands ensembles inspirés de la Charte d'Athènes, demandant des assiettes foncières importantes et organisées de façon autonome vis-à-vis du tissu urbain environnant.

Le plan municipal de 1975 rend compte de cette extension considérable du territoire urbanisé lié à la fois à la réalisation de grands ensembles, tels que la ZUP du Malakoff réalisée en 1961 pour faire face à la crise du logement des années 50-60 et au phénomène d'accession individuelle qui prend, à partir des années 70, une ampleur inconnue jusque-là.

Pour accompagner cette croissance résidentielle, de nombreux équipements publics (écoles, collèges, postes...) voient le jour, ainsi que les grands centres commerciaux, transformant ainsi cette première couronne, encore en partie champêtre avant la première guerre mondiale, en un vaste conglomérat urbain, laissant subsister çà et là quelques espaces agricoles résiduels. La période 50-70 est l'expression de l'urbanisme fonctionnaliste où habitat, équipements et activités se distribuent selon les principes du zonage, sans imbrication parcellaire.

L'ensemble, urbanisme d'avant-guerre et urbanisme d'après-guerre, donne l'impression d'un patchwork sans hiérarchie marquée, sans composition urbaine majeure exprimée.

1.3. La deuxième couronne

Elle constitue la réserve ultime d'urbanisation nantaise au Nord-Est. Bon nombre d'espaces naturels en bordure de l'Erdre ou de zones de maraîchage y sont préservés.

La deuxième couronne s'apparente à un territoire péri-urbain. Les espaces bâtis forment des ensembles bien délimités, distinguant les zones d'habitat, en majorité individuel, les zones d'activités, les équipements (dont les implantations universitaires), perpétuant ainsi le principe fonctionnaliste des années 50-70 de la première couronne.

Les zones pavillonnaires sont assez peu denses. Les quelques opérations de logements collectifs, de petite taille, se fondent dans le tissu urbain avec une certaine volonté de composition urbaine autour du réseau viaire, qui rompt avec la conception antérieure. L'extrémité Nord de la deuxième couronne est investie par des zones pavillonnaires de très faible densité, plus proches d'une expression rurale qu'urbaine.

1.4. L'organisation viaire

La route de Paris constitue l'axe historique de développement du quadrant Nord-Est. Dès le XVIII^{ème} siècle dans le plan Lerouge (1766), apparaissent des ramifications viaires à partir de la route de Paris, mais dans un périmètre relativement restreint. Les tracés des voies, tels qu'ils ressortent des plans établis au milieu du XIX^{ème} siècle, ne correspondent pas à ce qui existe aujourd'hui, preuve d'un tissu urbain profondément remanié au cours de la Révolution Industrielle.

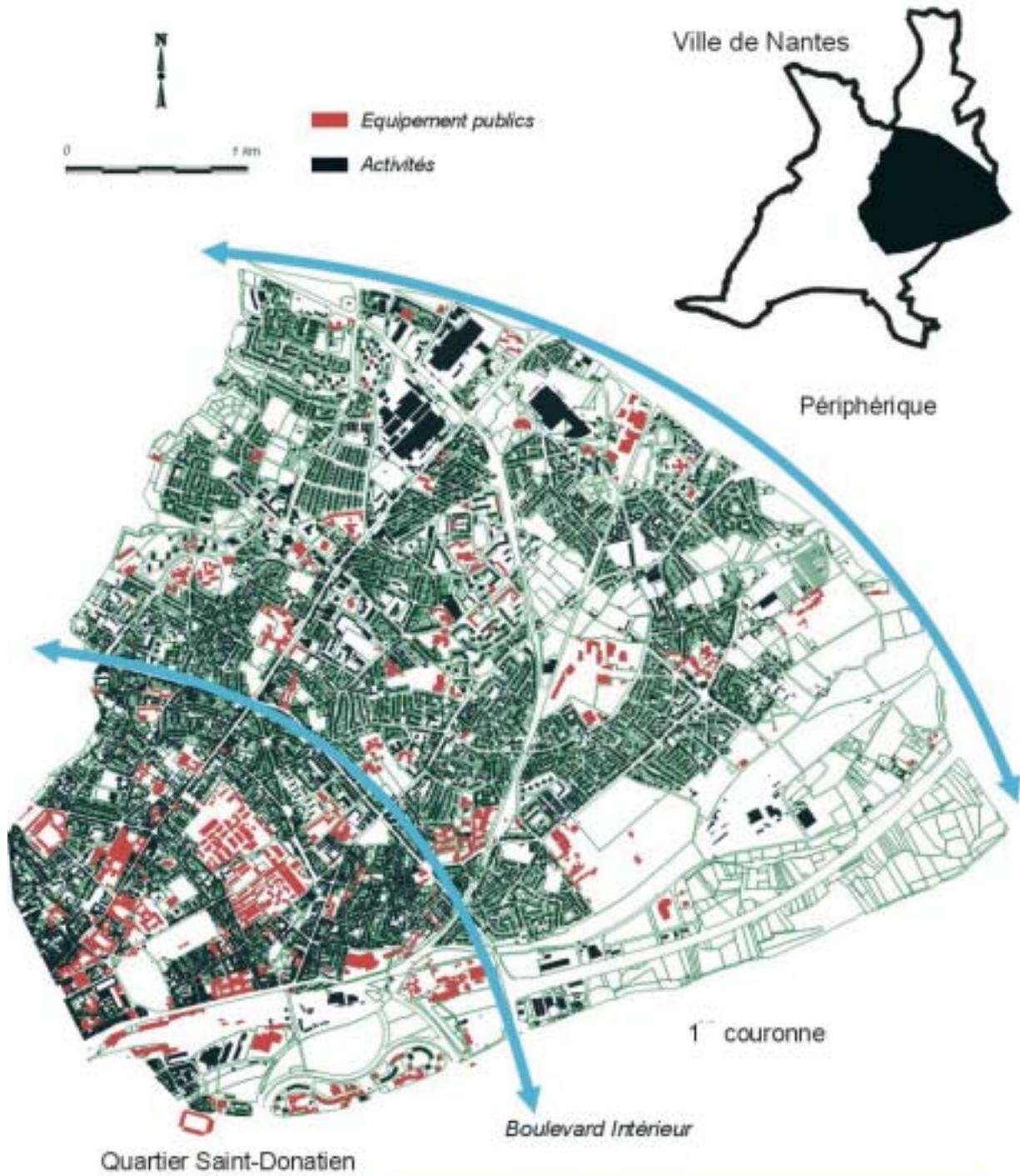
C'est au début du siècle (plan Jouanne) qu'apparaît la structure viaire actuelle, avec les deux grandes radiales, route de Paris et route de Sainte Luce, ainsi que le boulevard intérieur. Le réseau de desserte actuel de Saint-Donatien est pratiquement dessiné à l'époque.

Le réseau viaire de la première couronne n'est qu'esquissé au début du siècle. A l'exception des routes de Paris et de Sainte-Luce, le territoire est parcouru de chemins de campagne appelés à être largement modifiés par la suite, au gré des opérations qui vont voir le jour. Le plan Cassegrain, en faisant figurer les lotissements implantés en première couronne, construit l'essentiel de la trame viaire d'aujourd'hui. Enfin, les emprises SNCF introduisent une coupure dans ce qui n'était jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle, qu'un territoire organisé surtout en fonction de l'économie agricole. Le périphérique nantais à caractère autoroutier participe à ce processus de stratification progressive de l'urbanisation nantaise, en créant une autre coupure dans le continuum urbain.

En termes de dessertes viaires, on distingue nettement les lotissements d'avant-guerre constitués d'îlots étirés selon un quadrillage serré ou directement implantés le long des voies de liaison inter-quartiers, des opérations d'après-guerre, souvent organisées en boucles ou en impasses, avec des raccordements aux voies de liaison en nombre limité.

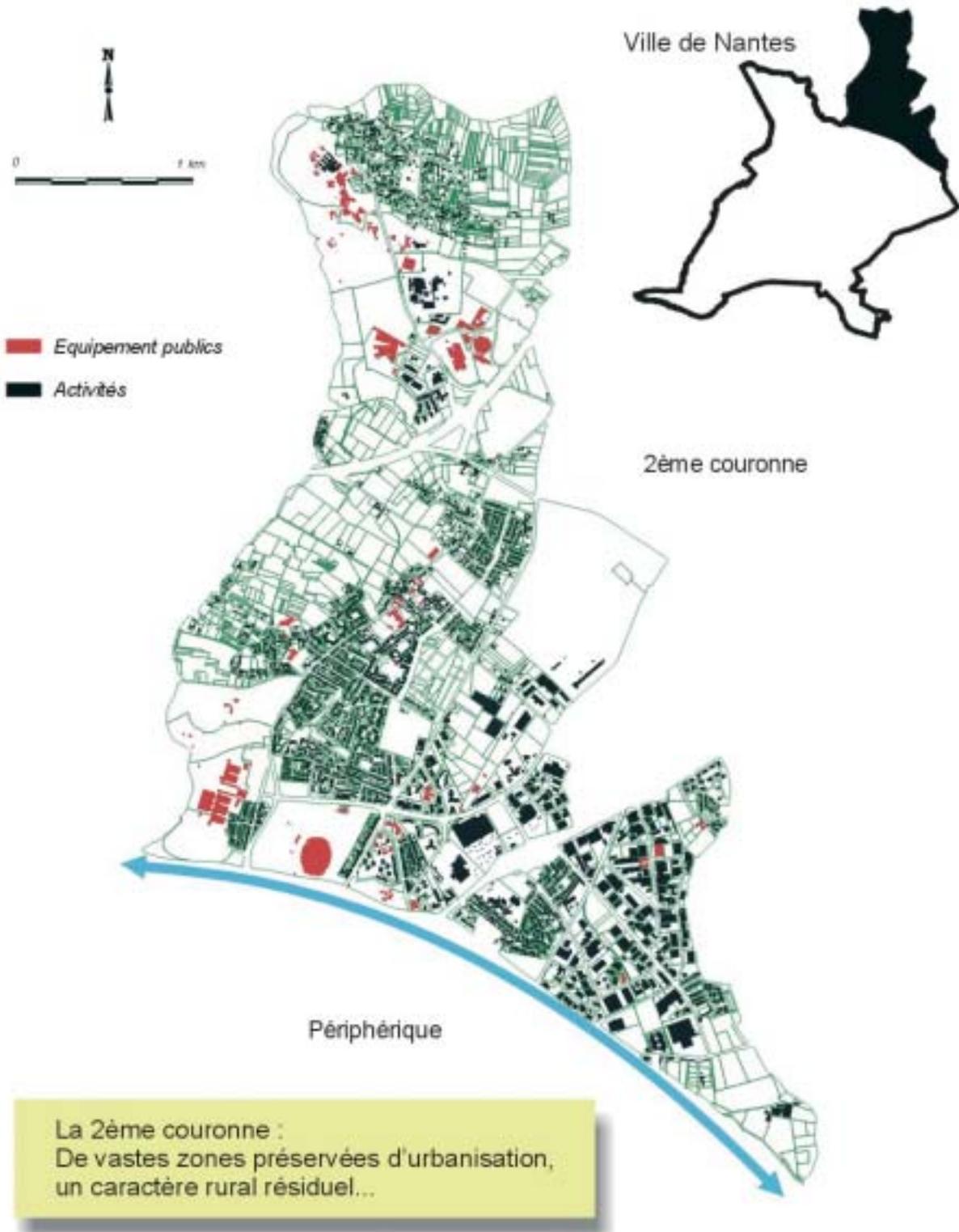
Plus globalement, sur le quadrant Nord-Est nantais, on est passé, comme dans beaucoup d'autres villes, d'un quadrillage viaire, pour partie orthogonal et serré, obéissant à des principes d'ordonnancement du bâti, prescrivant l'alignement et confinant l'urbanisation (secteur péri-central), à une organisation « ruralo-urbaine » extensive, caractérisée par des tracés aléatoires de voies de liaison s'accordant assez naturellement avec une urbanisation faite d'ensembles autonomes et juxtaposés, qu'il s'agisse d'habitat, d'équipements publics, de zones d'activités (première et deuxième couronne).

Cette dichotomie d'organisation, à laquelle s'ajoutent à la fois le phénomène pavillonnaire qui privilégie dans la dernière période l'unité de voisinage au détriment d'une articulation au quartier, l'édification massive et rapide du parc social, la préoccupation récente de la sauvegarde du patrimoine naturel et l'investissement extensif par l'activité économique des périphéries bien desservies, sont pour une bonne part les clefs d'explication des disparités de densité de population et de logements au sein de l'agglomération. Elles se réfèrent toutes à l'histoire de son urbanisation.



St Donatien, un quartier ancien très structuré et densément bâti, la 1ère couronne péri-centrale, un "patchwork" sans hiérarchie marquée...

Source : Banque de données Ville de Nantes - SIG



Source : Banque de données Ville de Nantes - SIG

2. LES QUATRE DIMENSIONS DE LA DENSITE

2.1. La dimension hygiéniste

Appelée densité résidentielle ou densité de peuplement, elle fait référence, en Europe, à l'arrivée de l'hygiénisme urbain au XIX^{ème} siècle et, plus récemment, à des recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé qui visent à réduire l'entassement des populations pauvres dans certaines villes du tiers-monde, entassement préjudiciable à leur santé et à leur cadre de vie. Elles se traduisent dans de nombreux cas par des incitations à un retour à la terre, une limitation de l'exode rural, principal facteur d'explosion démographique de ces villes³. On parlera volontiers de seuil de population à ne pas dépasser, variable selon les cas, et indirectement d'arrêt de la densification sauvage des franges urbaines.

En même temps, il faut noter qu'on prône, dans les pays développés, une densification (toutes proportions gardées) des villes et une limitation forte de la consommation d'espace rural, au nom de considérations similaires, de santé publique, de qualité du cadre de vie, de développement durable.

D'un certain point de vue, l'urbanisme de l'après-guerre, en s'inspirant largement de la Charte d'Athènes (air, lumière...), obéit aussi à des préceptes de nature hygiéniste. Les calculs de densités de population de certains grands ensembles nous montreraient à l'évidence qu'elles sont bien inférieures à celles de beaucoup de quartiers anciens de villes.

2.2. La dimension psychosociologique

C'est celle qui est le plus en rapport avec les représentations mentales évoquées dans le préambule. Plusieurs définitions en sont données⁴ :

- **La densité sociale** (école de Durkheim), c'est-à-dire le nombre de relations entre individus rapporté au volume de la société. Par extrapolation, entrent ici en jeu des densités de population, des dynamiques de développement urbain, des communications denses et efficaces. La ville est le lieu par excellence de la densité sociale.
- **La densité perçue** (école de Chicago), qui fait référence à la proximité sociale, positive ou négative et qui est indépendante de la distance spatiale, la proximité physique pouvant favoriser les relations sociales ou, au contraire, aviver les tensions.
- **Le seuil de densité** (Chombart de Lauwe), au-delà duquel peut être observé un accroissement des pathologies du comportement. Les études épidémiologiques des années 1960-1970, qui tentent d'établir un lien entre mesures objectives de densité, dysfonctionnements sociaux et pathologies, procèdent de la même hypothèse sans être parvenues toutefois à des résultats probants.

³ Il faut noter que la question de la densité de peuplement et du surpeuplement a des origines remontant au XIX^{ème} siècle et que l'émergence de la statistique urbaine est largement teintée de préoccupations médicales, morales et sociales, selon l'analyse de Y. Fijalkow.

⁴ Collection du CERTU, une autre lecture de l'espace public, les apports de la psychologie de l'espace : CERTU, BORDAS F., ... *Vers une approche de la densité urbaine*, Atelier « Vivre en Ville », 1999, rapport.

- **Le sentiment d'entassement ou « crowding »**, concept mis en avant par D. Stokols pour décrire un stress lié à la perception d'un nombre trop élevé de personnes par rapport à l'espace disponible. La réaction individuelle à ce stress oscille entre l'ouverture aux autres ou le repli selon le niveau de contrôle exercé sur l'environnement social et informationnel ou selon les alternatives possibles pour éviter un environnement contraignant.

Plusieurs facteurs influencent la perception de la densité :

- L'âge des individus (par exemple, les personnes âgées sont plus sensibles au « crowding »).
- L'appartenance ethnique ou socioculturelle. Le « crowding » existe quelle que soit l'appartenance, seul le seuil de tolérance varie.
- L'origine sociale liée à une plus ou moins grande liberté de choix de modes de vie.
- Le type de relations sociales, conviviales ou au contraire méfiantes, régies ou non par des règles rassurantes, des logiques de solidarité identitaire.
- Les caractéristiques de l'environnement physique, dans lesquelles on peut distinguer : les espaces primaires (dont l'archétype est le logement) et les espaces secondaires ou transitoires.

Le sentiment d'entassement s'exprime plus fortement dans les espaces primaires que dans les espaces secondaires. La disposition des lieux, l'architecture, la lumière interfèrent aussi. Par contre, la hauteur d'un immeuble est un facteur de stress controversé.

En fait, il y a interaction constante entre les facteurs individuels et environnementaux pour exprimer le sentiment d'entassement et il est souvent difficile de faire la part des uns et des autres.

2.3. La dimension géographique

Le dictionnaire critique de géographie de Brunet⁵ ne traite pratiquement pas le sujet, pourtant très polémique. Désintérêt des géographes ? Le dictionnaire de géographie de P. Baud⁶ développe un peu plus longuement la question sur l'exemple des différences de peuplement à l'échelle de la planète, en introduisant les notions de densités brutes et nettes. Les seuls travaux récents sont ceux des urbanistes, sans doute parce qu'ils sont taraudés par la perception négative de cette notion. Il faut noter enfin les travaux menés sur les fractales par les géographes physiciens, piste nouvelle pour lever les difficultés méthodologiques d'appréhension de la densité.

Ce que la densité au sens géographique peut caractériser :

- **des éléments de la morphologie urbaine** (structure de l'urbanisation hors typologie du bâti et occupation du sol) à un moment donné, et notamment :
 - l'étalement urbain,
 - l'intensité de présence de populations et d'activités humaines,
 - la distribution des populations et des activités humaines,
 - l'intensité et la distribution de tout autre critère descriptif d'un territoire (surface bâtie, boisée...), dès l'instant où il y a lieu de l'analyser dans un rapport à une surface.
- et, en dynamique, **des phénomènes de densification – dédensification**.

⁵ R. Brunet, R. Ferras, H. Théry, *Les mots de la géographie*, Reclus- La Documentation Française, 3^{ème} édition 1998, 148 p.

⁶ P. Baud, S. Bourgeat, C. Bras, *Dictionnaire de la Géographie*, Hatier, 2^{ème} édition 1997, 287 p.

Ce que la densité ne peut pas caractériser :

- **la forme urbaine,**
- **les mécanismes de construction de l'image de la ville ou du quartier.**

La densité au sens géographique ne définit pas a priori de seuils, tels qu'ils peuvent apparaître dans la vision hygiéniste ou psychologique (bien qu'ils soient mesurés de façon contingente et non universelle pour des raisons évidentes de spécificité des situations analysées). **Sa finalité est avant tout cognitive**, dans le cadre de démarches diverses se rapportant à l'organisation et à la gestion spatiale : études de déplacements, études d'optimisation d'un réseau de transport collectif, études d'implantations commerciales, études de restructuration urbaine, projets d'architecture...

2.4. La dimension juridico-économique et planificatrice

- **L'exemple du COS**

Le COS, coefficient d'occupation du sol : rapport entre le nombre de m² hors œuvre net d'un bâtiment et la surface de la parcelle sur laquelle il est implanté, outil utilisé par les urbanistes dans les plans d'occupation du sol pour exprimer des droits à construire sur un terrain. La valeur du terrain est en théorie fonction de ces droits à construire. En réalité, le COS maximum autorisé est fonction de la rareté des terrains et de leurs valeurs établies en fonction du marché foncier local. Dans les POS, les COS élevés sont ainsi appliqués aux centres-villes et baissent au fur et à mesure que l'on s'en éloigne. La législation sur le PLD, plafond légal de densité, destinée à juguler la spéculation immobilière parisienne à une certaine époque, correspondait en fait à un COS de 1,5.

Un COS moyen réel calculé par îlot sur l'ensemble d'une commune rend compte de la formation traditionnelle du tissu urbain, entre tissu dense de centre-ville et tissu plus lâche de périphérie. Il rend compte aussi, en tant que COS autorisé, du différentiel de densification souhaité entre centre et périphérie d'une commune. C'était donc l'instrument privilégié d'une politique locale de planification jusqu'à présent.

Comme antérieurement, la mise en œuvre de la loi « Solidarité et Renouvellement Urbains » ne donne pas comme obligatoire l'application du COS dans le cadre des PLU, qui remplacent désormais les POS. On peut penser que les COS seront toujours appliqués dans certains cas, comme par exemple pour la densification souhaitée de quartiers desservis par les transports en commun en site propre.

3. LES RELATIONS ENTRE LES DIFFERENTES DIMENSIONS

On perçoit assez facilement la similitude des modes de calcul de la densité de population au sens hygiéniste et géographique des termes. Mais, comme on l'a dit précédemment, les finalités diffèrent : notion de seuil à ne pas dépasser d'un côté, valeur descriptive et cognitive préalable de l'autre.

Par contre, **il n'y a pas de relation directe entre les concepts de densité vécue (par les habitants d'un lieu donné) au sens psychosociologique et de densité au sens géographique**. Les promiscuités mal vécues ne se lisent à l'évidence pas à partir de zones urbaines particulièrement denses. Les enquêtes réalisées auprès de locataires HLM peuvent mentionner des promiscuités difficiles à vivre, mais il s'agit la plupart du temps de promiscuités sociales. Des taux très élevés d'occupation du logement, à l'échelle d'un îlot par exemple, ne permettent surtout pas de tirer des conclusions sur une réalité vécue de l'entassement.

La relation entre COS et densité de population ne peut se vérifier en théorie :

- **qu'au niveau de la parcelle, avec un même type de programme :**

Premier exemple : une parcelle de 2640 m², 110 m² de SHOB/logement, y compris les espaces de circulation, 2,2 personnes/logement, 2 variantes de programme (tableau n° 1).

Tableau n° 1 :

Relation COS / densité d'habitants

	Nombre de logements	SHOB total	COS brut	Nombre d'habitants	Densité de pop. à l'hectare
Variante 1	24 (4 niveaux)	2640 m ²	1	52 hab.	196 hab/ha
Variante 2	42 (7 niveaux)	4620 m ²	1,7	92 hab.	348 hab/ha

Dans les 2 variantes (où l'on considère constant le nombre de personnes par logement), le COS varie de 1 à 1,7, tout comme la densité de population puisque le COS est fonction du nombre de logements construits.

- **qu'au niveau d'un ensemble d'habitat homogène tel qu'un lotissement pavillonnaire :**

Deuxième exemple : 120 m² par pavillon, 2,8 personnes/logement, 3 variantes de programme (tableau n° 2).

Tableau n° 2 :

Relation COS / densité d'habitants

	Surface de terrain/logement	COS brut	Densité de logements à l'ha.	Densité de population à l'ha.
Variante 1	1250 m ²	0,1	8 logt/ha	22 hab/ha
Variante 2	400 m ²	0,3	25 logt/ha	70 hab/ha
Variante 3	250 m ²	0,5	40 logt/ha	112 hab/ha

Dans cet exemple, c'est la surface de terrain affectée au logement qui varie et qui influe à la fois sur le COS et la densité de logements et de population, en terme de rapports identiques de 1 à 5, entre la variante 1 et la variante 3.

Cette corrélation rigoureuse mais théorique disparaît dès lors que l'on tente de l'appliquer à la réalité d'ensembles urbains hétérogènes, îlots ou quartiers, où l'on va retrouver une mixité d'habitat (individuels et collectifs) et de fonctions (activités + commerces + habitat).

C'est particulièrement vrai pour les quartiers anciens des villes où l'on retrouve à la fois une imbrication de fonctions et d'habitat divers. Il faut ajouter que des processus de sous-occupation ou de sur-occupation y sont fréquents, de même que la présence de rez-de-chaussée commerciaux. Ce qui fait qu'en comparant, par exemple, des îlots entre eux, on a peu de chance de voir apparaître une corrélation entre COS réel calculé et densité réelle de population telle que donnée à partir du recensement de la population de l'INSEE.

Une planche (*planche C*), figurant dans un ouvrage de Vincent FOUCHIER⁷, illustre bien la forte interférence du type de bâti sur la relation entre COS et densité de population. Pour un même COS de 0,5 calculé à partir d'une même surface bâtie (hors-cœur brute) et d'une même surface de terrain, la densité d'habitants varie de 133 habitants/hectare pour du pavillonnaire, à 157 pour du collectif.

La question de la relation entre COS et densité au sens psychologique apparaît ici incongrue tant les facteurs sociaux, mentionnés plus hauts à propos de la perception de la densité, sont déterminants. Pourtant, il n'est pas rare de voir relancer cette question dans le cadre de projets de logements collectifs ou individuels, mais il s'agit presque toujours d'un procédé allusif pour défendre des objectifs esthétisants ou sociaux.

On voit ainsi que les relations entre les différentes dimensions de la densité sont ténues, voire inexistantes, hormis les dimensions hygiéniste et géographique, et encore s'agit-il d'un même mode général de calcul, sans considération de finalité, attribuée à l'une et à l'autre.

En fait, vouloir utiliser le concept de densité de façon pertinente renvoie aux finalités que l'on s'assigne :

- On va parler de dédensification pour la restructuration d'un grand ensemble HLM où se concentrent des problèmes de dégradation du bâti et de conflit social. On peut tout à la fois évoquer une diminution de la densité de logements, de la densité d'habitants par le biais de démolitions - reconstructions.
- On va parler de densification des bourgs ruraux pour limiter le processus d'étalement urbain, en envisageant une augmentation de la densité de logements dans les opérations envisagées, une augmentation du COS autorisé en zone NA.
- On va mesurer des écarts de densité de population entre quartiers pour analyser, à côté d'autres critères, la pertinence du choix d'une ligne de tramway.
- etc....

⁷ FOUCHIER V., *Les densités urbaines et le développement durable - le cas de l'Île de France et des villes nouvelles*, Ed. du secrétariat général du groupe central des villes nouvelles, 1997, 212 p.

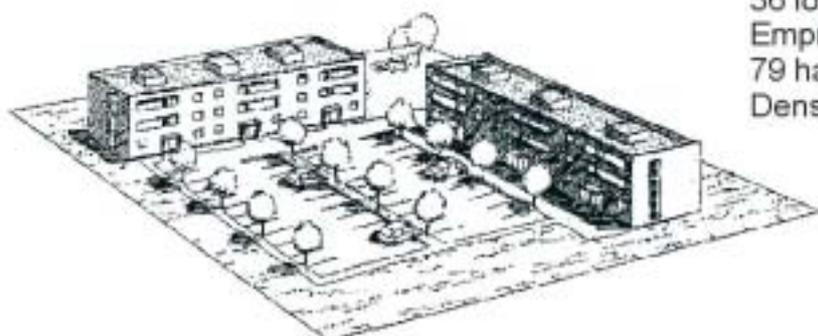
Différentes formes urbaines
et densités de population
pour une même densité de bâti
(C.O.S. de 0,5)

Planche C

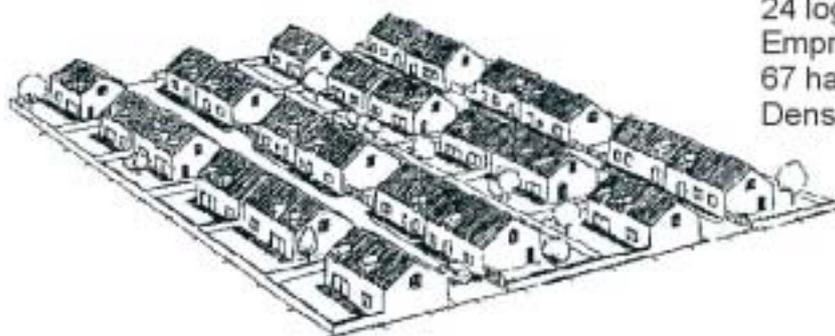
Chaque exemple a une surface de terrain de 5 040 m² et une S.H.O.B. totale de 2 520 m², soit un C.O.S. brut de 0,5.



R + 11
36 logements de 70 m²
Emprise au sol du bâti = 10 %
79 habitants
Densité de 157 habitants / ha.



R + 2
36 logements de 70 m²
Emprise au sol du bâti = 17 %
79 habitants
Densité de 157 habitants / ha.



R + combles
24 logements de 105 m²
Emprise au sol du bâti = 33 %
67 habitants
Densité de 133 habitants / ha.

NB : Le nombre d'habitants est calculé selon le nombre moyen de personnes par ménage en France en 1990 (2,8 personnes pour l'individuel et 2,2 pour le collectif).

Source : V. Fouchier, "Les densités urbaines et le développement durable, le cas de l'Île de France et des villes nouvelles. Editions du Secrétariat Général du Groupe Central des Villes Nouvelles, 1997 (212 pages).

4. L'ELARGISSEMENT NECESSAIRE DU CONCEPT DE DENSITE, CONTRAINTES METHODOLOGIQUES

La densité d'habitants ou de population comporte des limites significatives : à densités égales, des configurations urbaines peuvent cependant être très contrastées. Il est nécessaire d'associer au critère densité d'habitants d'autres indicateurs spatiaux qui ne se calculent pas forcément en terme de densités. Ces critères vont mobiliser des modes de description des phénomènes spatiaux différents : distribution d'objets dans l'espace, semis de points. Les attributs à intégrer complémentirement à la densité humaine peuvent porter sur les activités, les commerces, l'offre de transport (au sens organisation des réseaux à l'échelle du quartier à l'échelle de la ville)...

On verra ainsi que la densité de population, outil traditionnel du géographe, sans pour autant être négligée, n'est qu'une des composantes de l'analyse comparative qui permet de caractériser un territoire.

La deuxième partie de l'étude donne donc différentes versions de la densité en fonction du thème abordé :

- densité d'habitants et de logements pour le thème forme urbaine,
- densité d'activité humaine pour le thème emploi,
- densité de déplacements, de nœuds, d'arrêts bus, de places de stationnement pour le thème mobilité,
- densité d'espaces végétalisés
- etc.

Cette deuxième partie évoque aussi un domaine, celui des équipements de proximité, pour lequel le concept de densité pose problème.

La contrainte méthodologique essentielle réside dans la définition de la surface à laquelle rapporter l'objet et son échelle. Tantôt, il s'agira d'une surface totale, tantôt d'une surface bâtie, avec ou sans voirie. Les zones d'activités d'une certaine importance sont éliminées selon les cas. L'échelle de la surface à laquelle rapporter l'objet peut aussi poser problème ; c'est le cas notamment des parcs publics : espaces verts de proximité ou d'agglomération ?

II – USAGES DE LA DENSITE, OBJETS ET ECHELLES DE REFERENCE

1. DENSITE ET DEVELOPPEMENT SOUTENABLE

Plusieurs thèmes se rapportant au développement durable peuvent se rapporter à la question de la densité :

- La gestion des espaces naturels.
- La protection de l'agriculture.
- La recomposition de la ville sur elle-même.
- La maîtrise des déplacements.

La gestion des espaces naturels et la protection de l'agriculture renvoient implicitement à une maîtrise de la péri-urbanisation. De même, la recomposition de la ville sur elle-même comporte un aspect densification permettant de justifier une modification des pratiques de déplacement et des investissements publics en matière de transport collectif urbain.

Le terme de densification est un concept ambigu pour qualifier une politique d'aménagement du territoire. Il y a eu, en effet, densification globale des campagnes péri-urbaines, 43 habitants/km² en 1975 contre 53 en 1990⁸, et dédensification concomitante des villes. Ce qui est en réalité dénoncé, c'est le processus d'essaimage de la construction. La politique de regroupement est revendiquée autour des bourgs principaux. En ville, c'est la reconstruction souvent, mais pas toujours, en plus dense, autant que la démolition pour aérer le tissu urbain, qui sont proposées.

Sauf à définir des périmètres de référence (et donc des surfaces de référence) et des normes de densités, le terme densification est inopérant. Pourtant, la densification est régulièrement avancée comme un axiome du développement soutenable au regard de la consommation d'énergie notamment, comme le démontre la courbe de Kenworthy et Newman (*planche D*) : les métropoles denses sont les plus vertueuses en matière de consommation d'énergie. De même, selon un rapport de l'INRETS⁹, la consommation énergétique moyenne par personne, liée aux déplacements journaliers, varie considérablement suivant la densité d'habitation par km².

	Entre 40 et 180 hab./km ²	Entre 5100 et 9300 hab./km ²
Consommation énergétique journalière moyenne/pers.	1 240 gep*	697 gep
Emission journalière moyenne/pers. de CO	522 g	325 g

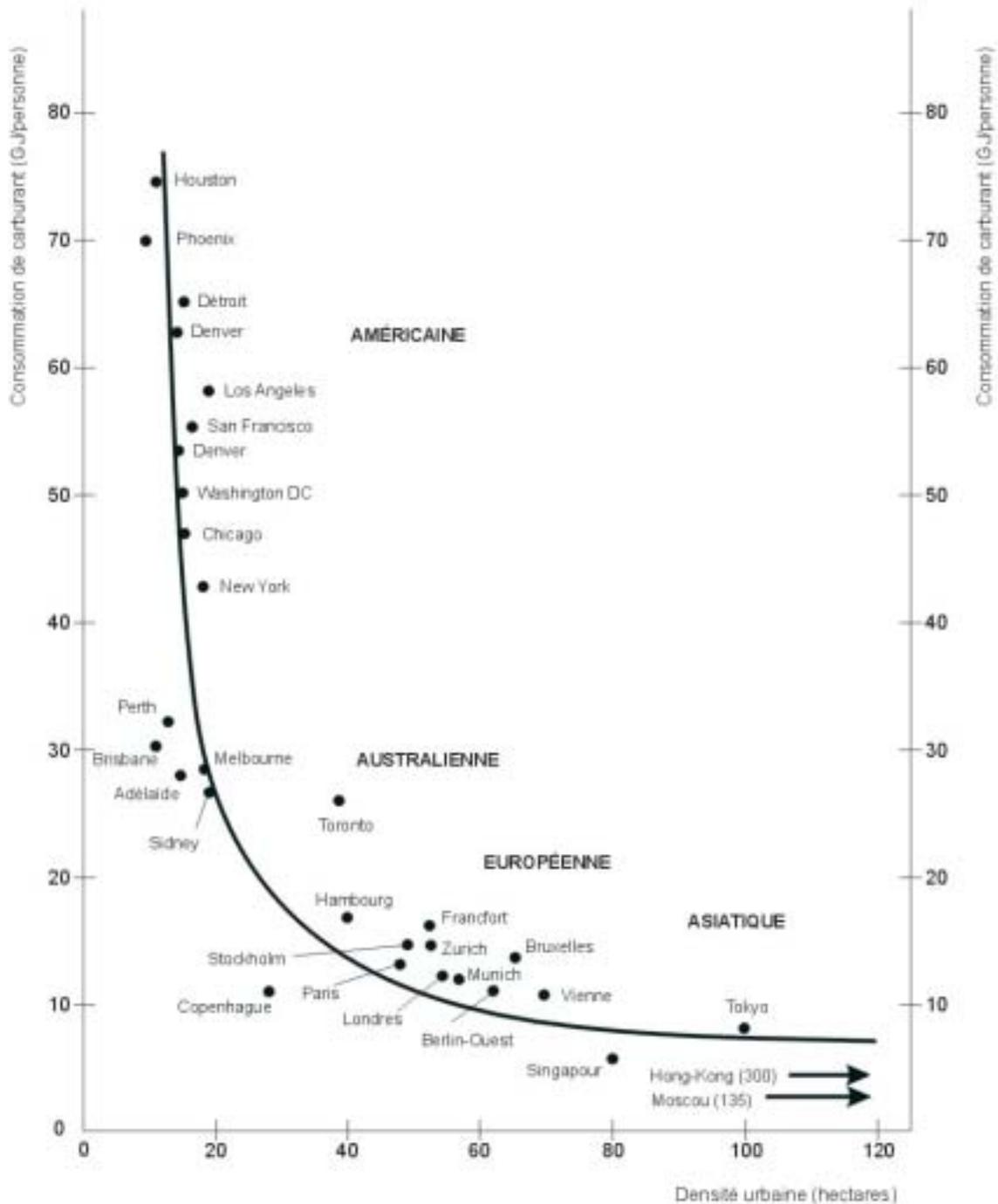
	Pour un déplacement de 2 km	Pour un déplacement de 15 km
Consommation énergétique moyenne/pers.	3170 gep	1262 gep

* grammes équivalent pétrole

⁸ BEAUCIRE F., *Trente ans de déformation de la structure spatiale des villes.*

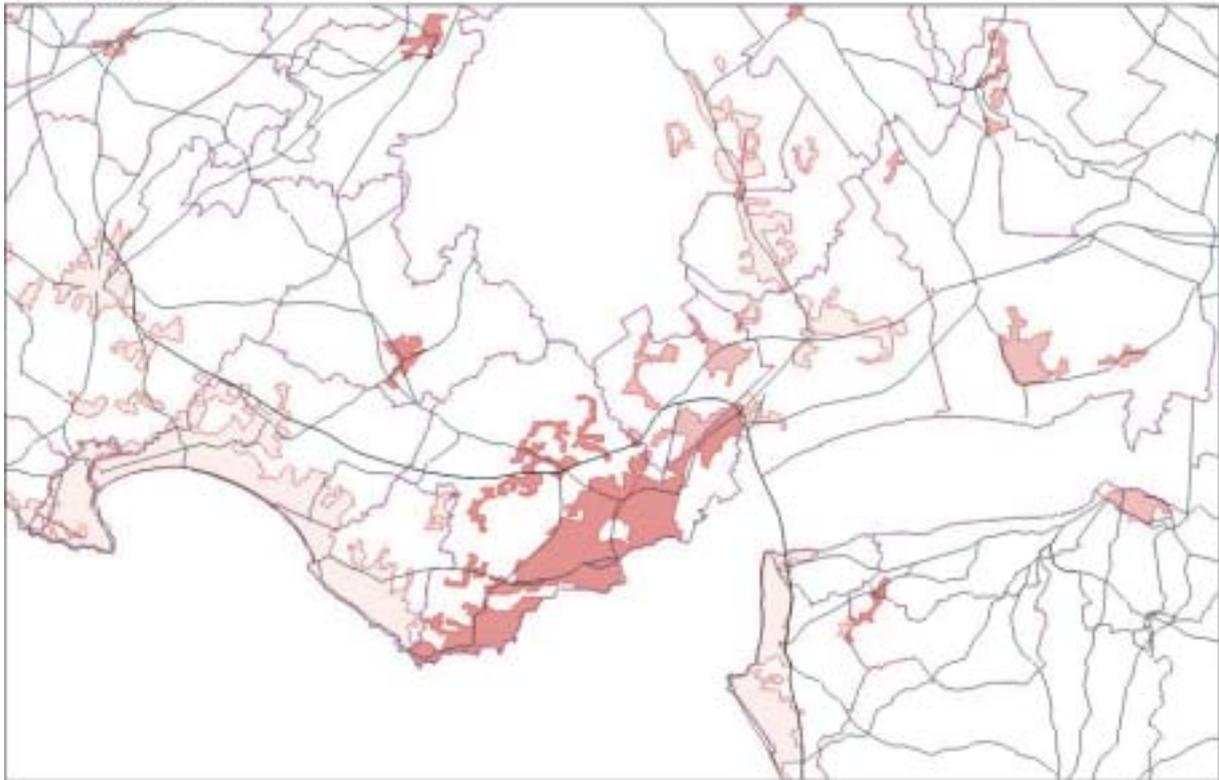
⁹ INRETS – ADEME, *Budgets, Energie, Environnement des déplacements dans l'arrondissement de Lille*, 1996.

Densité urbaine et consommation d'énergie

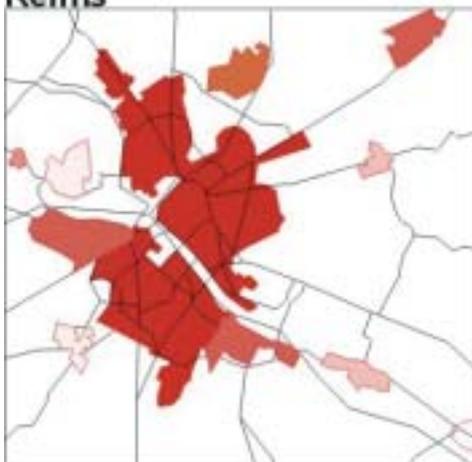


Source : Kenworthy et Newman
Cities and automobile dependence : an international sourcebook
Aldershot, Gower, 1989

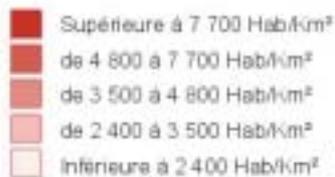
Saint Nazaire



Reims



Classes de densité nettes



Source : BD Cartho



Chaque cadre représente environ 200 000 habitants. Du fait des différences de densités résidentielles nettes et, dans une moindre mesure des proportions d'espaces libres, le même poids de population couvre beaucoup plus d'espace à Saint Nazaire. L'organisation et les pratiques de déplacements s'en ressentent naturellement.

C'est dire si la distribution des espaces bâtis, autrement dit, la consommation d'espace, combinée à celle des densités, peut influencer fortement sur les variables de consommation énergétique et de pollution. Pour s'en convaincre, il suffit de comparer Reims et Saint-Nazaire par exemple, délimitées ici (*planche E*) par 2 rectangles qui couvrent chacun 200.000 habitants.

En même temps, dans le cas d'espaces bâtis très denses, mais tout à la fois très distants et très dépendants les uns des autres, les déplacements entre les uns et les autres risquent d'être de la même intensité et tout aussi dommageables pour l'environnement que dans des structures urbaines étalées, malgré une faible consommation globale d'espace.

La densité, prise comme seul axiome du développement durable, trouve donc vite ses limites si l'on diversifie les angles d'analyse et si l'on descend dans l'échelle d'observation.

L'échelle où l'on peut saisir à la fois les densités de populations rapportées aux surfaces bâties et la distribution des pleins et des vides (ou encore l'étendue de l'agglomération ou de l'aire urbaine) va mieux caractériser les enjeux de consommation énergétique en lien avec la consommation d'espace. On ne pourra vraiment parler de densification vertueuse qu'au regard de configurations locales particulières.

2. DENSITE ET FORMES URBAINES

Sous ce vocable de forme urbaine, se cache une infinité de thèmes d'analyse selon la discipline traitée et l'échelle. On parlera surtout de morphologie urbaine, en articulant distribution de la population et type d'urbanisation, degré de polarisation, poids de population totale... selon les échelles abordées : îlot, quartier, ville-centre, agglomération.

2.1. L'îlot

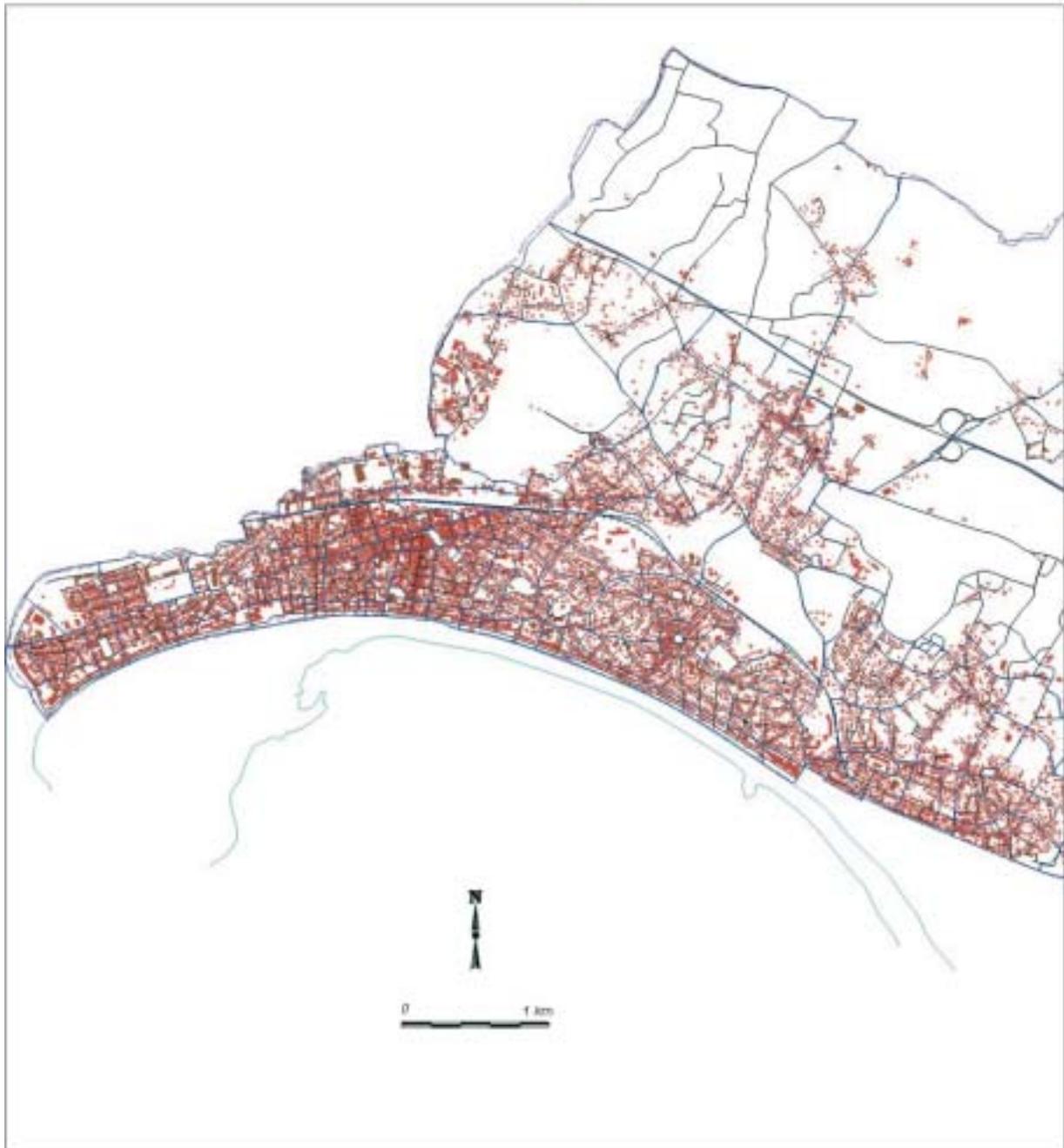
Densité nette de population ou de logements :

<i>Formule :</i>	Numérateur :	habitants ou logements
	Dénominateur :	surfaces bâties hors voirie, hors ZI
	Elimination des vides :	oui, sauf les cœurs d'îlots non bâtis

La première unité spatiale de mesure de la densité d'habitants est l'îlot INSEE, regroupement d'îlots cadastraux au sens d'ensemble de parcelles attenantes entourées de voies. L'îlot INSEE couvre en général plusieurs îlots cadastraux, comme on peut l'observer sur l'extrait de la carte du bâti de La Baule (*planche F*). Si l'on veut établir une densité de logements, il est possible d'utiliser les données du fichier FILOCOM¹⁰. Ce fichier, disponible au ministère de l'Équipement, donne des informations sur le logement, renouvelées tous les 3-4 ans, mais à l'échelle de la section cadastrale.

L'îlot INSEE, unité de base du décompte de la population et des logements, permet d'accéder aux premières données nécessaires aux calculs de densités (habitants et logements), mais pose immédiatement des problèmes de mesure : quelles surfaces prendre en compte pour un calcul de densité bâtie ? Quels vides enlever ?

¹⁰ décrit en annexe 3.



— Limites d'Ilots INSEE
— Trame viaire

Source : cadastre de La Baule, POP INSEE 1999

La méthode utilisée ici est décrite en fin du rapport. Elle élimine les vides de périphérie et surtout la voirie. Sur l'exemple de La Baule, les îlots INSEE de front de mer sont tous longiformes et incluent le boulevard de mer. Le fait de supprimer des surfaces des îlots ces emprises de voirie, fait croître de 1 à 2 les densités. A cette échelle d'analyse des densités, il convient donc de ne retenir que les surfaces hors voirie. L'exercice est facilité par l'accès au cadastre numérisé qu'offre bon nombre de communes.

Sur La Baule toujours, la part de voirie dans les surfaces d'îlots INSEE fluctue entre quelques pourcents et 63 %, selon une opposition entre îlots ruraux, aux voies étroites et peu nombreuses, et îlots urbains aux grandes artères et places (*planche G*). Cette opposition entre espace public viaire et espace privé fluctue, d'une manière générale, très fortement d'un territoire à l'autre (moyenne de 11% à La Baule). Les deux cartes suivantes montrent la différenciation des densités de population et de logements à l'îlot INSEE (*planches H et I*). La forte proportion de résidences secondaires a un impact certain sur la distribution des deux types de densités sur le territoire urbanisé.

La densité de population met en exergue un pôle en arrière du littoral alors que les logements se concentrent plus particulièrement sur la frange côtière.

Le véritable problème de ces calculs de densité à l'îlot INSEE est celui des comparaisons avec des espaces plus étendus. Plus l'unité de surface est faible, plus les écarts de valeurs entre forte et faible densité vont grandir. La méthode de calcul met en relief les petits îlots fortement peuplés, opposés à des îlots bâtis mais peu peuplés. Il suffit d'une tour, comme c'est le cas à La Baule pour faire grimper la densité d'habitants, ou, à l'inverse, d'une forte proportion de bureaux dans les immeubles, pour la faire chuter.

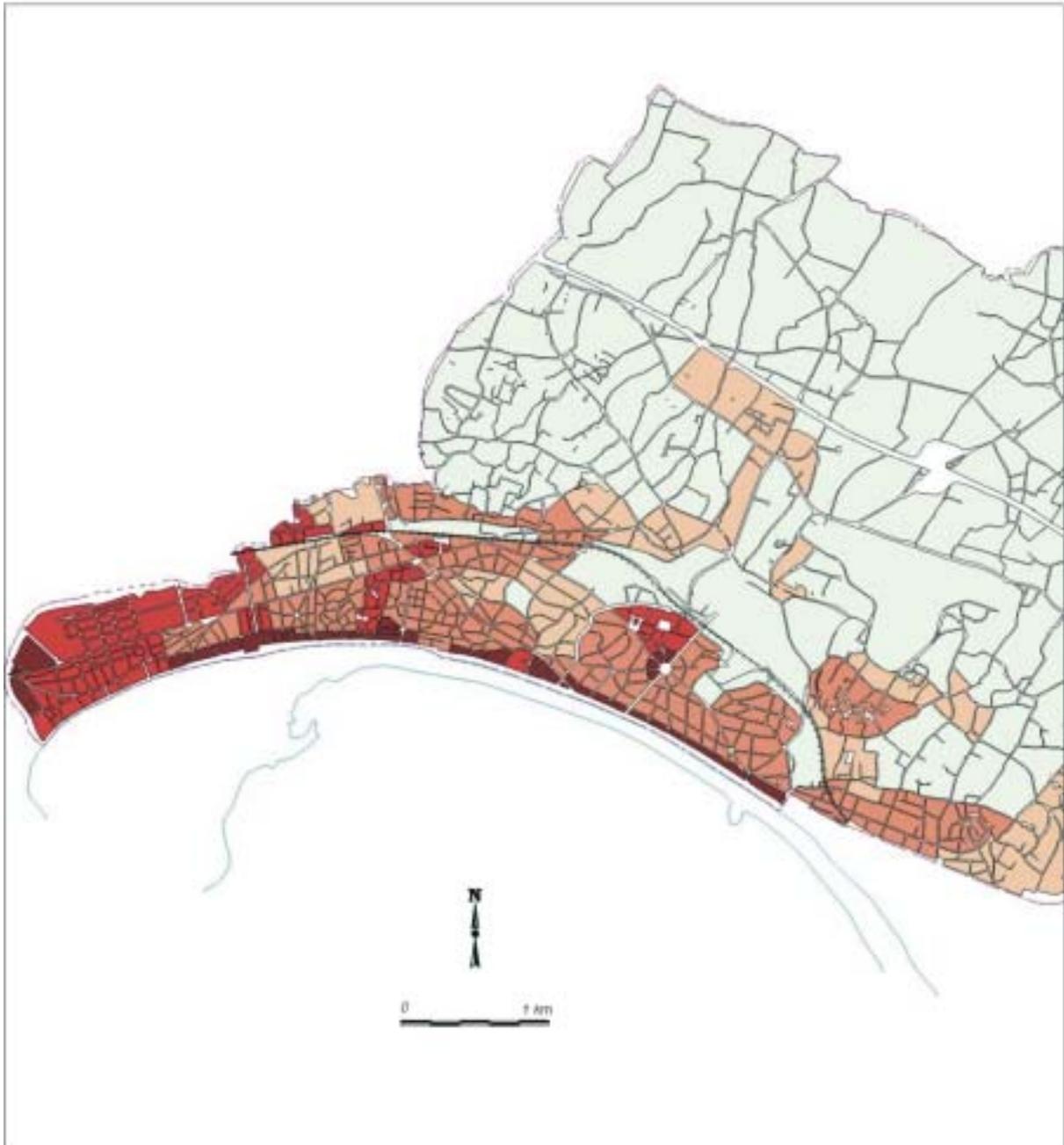
La lecture de ces données à l'îlot INSEE nécessite une interprétation lissant les phénomènes ponctuels. Elle renseigne cependant bien sur la distribution des logements et habitants. Le tableau suivant (n° 3) des densités d'habitants renseigne sur la localisation des centralités estivales (logements) et permanentes (résidents).

Tableau n° 3 : Densité de population sur surface bâtie nette

(Données 1999)	Îlots non bâtis ou minoritairement bâtis	Îlots bâtis	Surface administrative	Unité urbaine ¹¹
Surface avec voirie	19,27 km ²	7,29 km ²	26,56 km ²	8,29 km ²
Nombre de résidences principales	1 612 logt.	5 951 logt.	7 563 logt.	6 279 logt.
Densité résidences principales	84 logt/km ²	816 logt/km ²	285 logt/km ²	757 logt/km ²
Population sdc*	4 236 habitants	11 592 habitants	15 828 habitants	12 214 habitants
Densité de pop. sdc*	220 Hab/km²	1 589 Hab/km²	596 Hab/km²	1 473 Hab/km²
Nombre logt totaux	2 012 logt.	17 941 logt.	19 953 logt.	18 478 logt.
Densité logt totaux ⁹	104 logt/km ²	2 460 logt/km ²		2 229 logt/km ²
Surf hors voirie km ²	17,75 km ²	5,79 km ²	23,54 km ²	6,88 km ²
surface voirie km ²	1,52 km ²	1,50 km ²	3,02 km ²	1,41 m ²
% voirie	8 %	21 %	11 %	17 %
Densité pop. hors voirie	239 Hab/km²	2 002 Hab/km²	672 Hab/km²	1 775 Hab/km²

* sans doubles comptes

¹¹ définit en annexe 4.

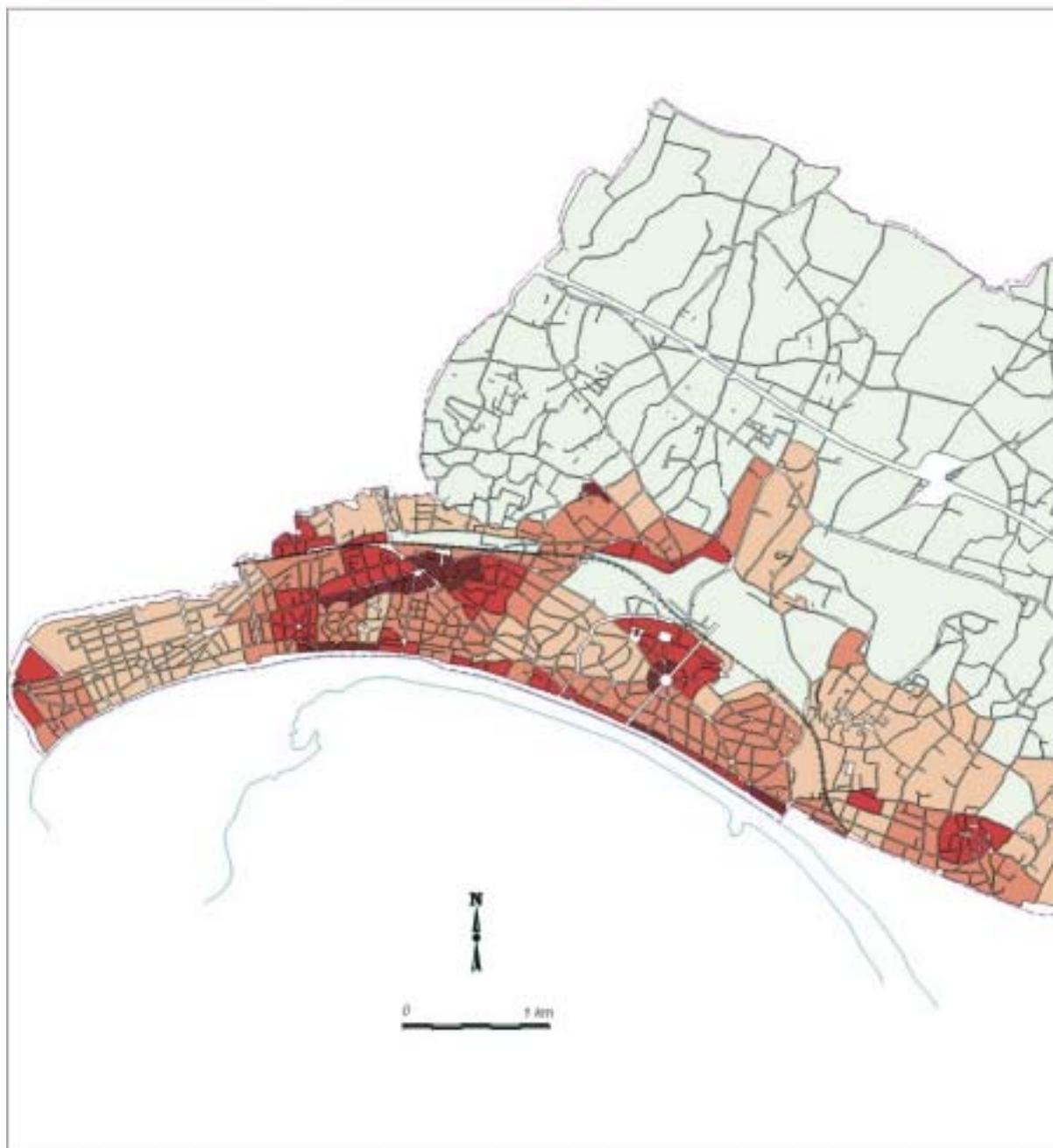


Une station balnéaire fortement
composée par le réseau viaire.

% de voirie sur surface des îlots INSEE



Source : cadastre de La Baule - PDP INSEE 1999



Une population diversement répartie.

Densité d'habitants / Km²



Source : cadastre de La Baule, RSP INSEE 1999



De grandes variations dans la répartition des logements.

Densité de logements / Km²



Source : cadastre de La Baule, RSP INSEE 1999

On observe que :

- la densité nette de population de La Baule est environ 3 fois supérieure à la densité brute que l'on peut assimiler à la densité rapportée à la surface administrative,
- la voirie couvre 11% du territoire administratif, mais la proportion passe à 17 % sur le secteur urbanisé,
- la taille moyenne des îlots varie de 2,5 Ha en périurbain à 1 Ha en zone urbaine (à Vitré, 3 Ha pour le pavillonnaire, 0,6 Ha pour le centre-ville),
- certains îlots sont à plus de 50 % en espace public.

Le tableau qui précède (n° 3) réunit les données de densité d'habitants (population sans doubles comptes) et de logements totaux (résidences principales, secondaires et vacantes) issues du recensement de 1999. Il classe ces données en quatre catégories, suivant la surface d'étude :

- l'ensemble des îlots non bâtis ou à dominante rurale, tous situés au Nord de la voie ferrée,
- l'ensemble des îlots bâtis,
- le territoire communal,
- et l'**unité urbaine**, c'est-à-dire la seule partie urbanisée en continu du territoire communal.

Ce tableau montre les écarts de densités de population par catégorie selon que l'on prend en compte ou non les surfaces de voirie. On voit que ce critère est important pour les îlots bâtis ou l'unité urbaine (passage de 1600 à 2000 habitants/km² pour l'un, de 1500 à 1800 habitants/km² pour l'autre). Les écarts restent faibles pour les deux autres catégories. On notera que les densités de logements pour les îlots bâtis et l'unité urbaine sont significativement plus élevées que celles des habitants (effet de résidences secondaires).

La population estivale résidente n'est pas connue et on ignore le taux d'occupation des résidences secondaires pendant la saison, mais ces chiffres confirment bien ce qu'on pressent à l'analyse de la distribution des fortes densités de logements : les polarisations différentes vont produire un fonctionnement différent, en particulier autour du ruban côtier.

Le rapport entre taille moyenne des îlots cadastraux majoritairement bâtis est de 1 à 4. Les îlots produits par l'urbanisation primitive des dunes de l'Ouest de la commune ont une surface moyenne de 7000 m² (tableau n° 4). Il s'agit de lotissements à dominante orthogonale, construits sur des dunes arasées. Les îlots plus récents de La Baule-les-pins occupent en moyenne 11 000 m². La voirie de ce secteur serpente entre les dunes. La nature et les plantations dunaires ont été relativement préservées lors de la composition des lotissements.

Enfin, pour la partie bâtie à l'arrière de la voie ferrée, l'absence de plan d'urbanisme a produit une occupation au hasard des chemins ruraux avec des grands îlots (moyenne de 25 000 m²) et une faible occupation des cœurs d'îlots. Ce modèle est l'archétype de la péri-urbanisation de la région nazairienne.

Une analyse semblable menée sur la ville de Vitré, (15 000 habitants) montre des densités de population à l'îlot bâti plus élevées qu'à la Baule (entre 55 et 115 habitants à l'hectare, soit 5 500 à 11 500 habitants /km² avec des moyennes de 6 500 habitants/km²).

Les surfaces moyennes des îlots fluctuent entre 5 700 m² dans le centre-ville et 38 000 m² en périphérie. Il s'agit donc de tailles comparables à celles de La Baule.

La différence est dans les densités de population. Le tableau qui suit (tableau n° 4) récapitule quelques-unes de ces données.

Tableau n° 4 :

Espaces bâtis et densités

	La Baule	Vitré
Nombre d'habitants/hectare	20	64
Ilots anciens (surface moyenne)	0,7 hectares	0,6 hectares
Ilots pavillonnaires (surface moyenne)		3 hectares
Lotissement La Baule-les-pins (surface moy. des îlots)	1,1 hectares	
Péri-urbain (surface moyenne des îlots)	2,5 hectares	4 hectares

Les centres historiques (comme le montre une étude réalisée en 1998¹²) présentent fréquemment des îlots bâtis de moins de 2 000 m². Il s'agit souvent d'îlots cadastraux issus d'une division d'îlots plus grands, à l'occasion d'une percée dans le tissu urbain. Mais c'est fréquemment aussi l'héritage direct des époques médiévales ou plus récentes. Nantes présente dans son centre nombre de petits îlots. C'est dans ces quartiers qu'on va trouver les plus grandes proportions d'espaces publics viaires. Mais ce sont aussi des quartiers où l'on observe de grandes disparités dans les tailles d'îlots, liées entre autres à l'héritage des congrégations religieuses transformées, sans modification de la trame, en lycée, logements, bureaux, etc.

Pour conclure cette première analyse, on notera les grandes disparités de situation entre îlots d'une même ville, dans la taille et l'occupation. **Mais le point essentiel à retenir pour mener des analyses urbaines pertinentes est la nécessité d'éliminer du calcul l'emprise des voies de circulation, voire l'emprise d'équipements publics.**

Le raisonnement a été poussé à l'extrême sur le document de l'unité urbaine (*planche J*) de Vitré. Les jardins publics, établissements publics et zones d'activités ont été extraits des surfaces bâties pour construire cette planche. C'est dans cette hypothèse, parfaitement logique, qu'on établit un ratio de 64 habitants/hectare (figurant dans le tableau n° 4) susceptible de comparaison avec les chiffres des opérations contemporaines. Or, la densité calculée globalement pour l'unité urbaine chute à 38 habitants/hectare.

¹² *Morphologie urbaine et mobilité*, CERTU / IGARUN / CETE Ouest, rapport d'étude, 1998.

- Surface bâtie affectée à l'habitat. (îlots)
- Périmètre urbanisé



Moyenne calculée sur îlots seuls : 64 Hab. / Ha.
Moyenne sur périmètre urbanisé : 38 Hab. / Ha.

Source : Cadastre de Vitré

2.2. Le quartier

Densité nette de population :

<u>Formule :</u>	Numérateur :	habitants
	Dénominateur :	surfaces bâties avec voirie, hors ZI de plus de 16 ha
	Elimination des vides :	oui, s'ils font plus de 16 ha

L'analyse des densités de population au quartier correspond à un premier changement d'échelle. La donnée est évaluée au 1/25 000^{ème} et retranscrite au 1/100 000^{ème}.

Le rapport d'étude déjà cité, fait une analyse détaillée de l'exercice et précise les modalités de calcul. Elles seront reprises en fin du présent rapport. L'intérêt de cette analyse menée sur les données du recensement de 1990, mais encore d'actualité dans l'interprétation, est de montrer les grandes disparités de distribution des populations sur le territoire communal de quelques 20 grandes villes françaises. Voici un rappel des quelques conclusions.

- **Dispersion des densités nettes de population sur un échantillon de 10 villes selon la méthode des quartiles**

Les quartiles représentent chacune des quatre parties d'un ensemble. On constate des dispersions fortes (tableaux n° 5 et 6) des densités au quartier lorsque la densité moyenne est élevée (Grenoble), plus faible dans les villes peu denses. Le principal intérêt de cette donnée réside dans l'aide qu'elle peut fournir à la formulation de stratégies adaptées. On peut imaginer que certains quartiers de faible densité peuvent faire l'objet d'un effort de densification, en fonction des disponibilités foncières existantes.

Tableau n°5 :

Les densités de population selon les quartiers (habitants/ha)

	Minimum	1 ^{er} quartile	médiane	3 ^{ème} quartile	maximum	moyenne
Angers	164	2 903	4 460	6 942	12 375	5 019
Nantes	84	2 842	5 905	7 607	12 688	4 914
Rennes	1 571	5136	6 788	9 288	13 890	6 323
Bordeaux	3 186	6 366	8 627	10 738	17 439	7 490
Toulouse	1 297	4 985	7 757	9 547	18 728	5 147
Strasbourg	2 540	4 569	8 198	10 230	17 290	6 427
Reims	3 351	7 171	7 949	9 929	14 642	7 799
Nancy	4 648	6 922	7 665	8 663	13 055	7 987
St Etienne	1 281	7 201	8 986	11 824	17 570	6 992
Grenoble	3 516	8 981	10 602	16 903	28 000	9 978

Tableau n° 6 :

	Ecart entre le 1^{er} et le 3^{ème} quartile
Nancy	1 742
Reims	2 757
Angers	4 039
Rennes	4 152
Bordeaux	4 372
Toulouse	4 563
Saint Etienne	4 623
Nantes	4 765
Strasbourg	5 661
Grenoble	7 921

- **Diversité de polarisation**

La référence à une organisation traditionnellement concentrique des villes, remise en cause par les travaux de l'école de Chicago, l'est également par la répartition des densités.

Si quelques villes de l'échantillon ont les plus fortes densités au centre, beaucoup ont aussi de fortes densités en périphérie, Reims étant de ce point de vue un cas extrême, avec une couronne extérieure plus dense que le centre.

Ce phénomène, bien étudié dans le mémoire d'Alice Chevalier¹³ contrarie l'observation des masses bâties des centres-villes du fait que le calcul, contrairement à l'œil, n'intègre pas tous les modes d'occupation des bâtiments : activités commerciales et bureaux occupent une part importante des centres-villes et imposent, pour une meilleure analyse, un autre type de calcul de densité, traité ci-après.

2.3. La ville - centre

Densité nette de population :

<u>Formule :</u>	Numérateur :	habitants
	Dénominateur :	surfaces bâties avec voirie, hors ZI de plus de 25 ha
	Elimination des vides :	oui, s'ils font plus de 25 ha

Les densités communales ont fait l'objet de beaucoup plus de travaux qu'en infra-communal c'est à dire au quartier ou à l'îlot. Mais ces travaux ont été menés, le plus souvent, sur des surfaces administratives. Or, la relation entre surface bâtie et surface administrative n'est pas linéaire. Du coup, par exemple, on a classé en ville peu dense, Saint-Etienne qui a la particularité de réunir sur son territoire de grands espaces quasi-vierges : Mont du Pilat et enclave de Saint-Victor-sur-Loire.

Les aléas du découpage communal ont produit des situations diverses non déterminées par des questions de taille de ville ou de localisation dans l'agglomération.

¹³ mémoire de maîtrise : IGARUN, université de Nantes, 1997.

Tableau n° 7 :

Densités de population/km² des villes

	Population ville (1999)	Population unité urbaine (1999)	Superficie bâtie km ²	Densité brute de pop/km ² des villes
ANGOULEME	43 171	103 746	12,31	3 507
SAINT-NAZAIRE	65 874	136 886	18,24	3 612
ANTIBES	72 412	888 784	17,94	4 036
MAUBEUGE	33 546	99 900	8,13	4 126
LENS	36 206	518 727	8,76	4 133
NIMES	133 424	148 889	32,04	4 164
THIONVILLE	40 907	130 480	9,64	4 243
POITIERS	83 448	119 371	18,42	4 530
BAYONNE	40 078	178 965	8,65	4 633
DOUAI	42 796	518 727	8,92	4 798
VALENCIENNES	41 278	357 935	8,51	4 851
LIMOGES	133 968	173 299	27,27	4 913
VALENCE	64 260	117 448	12,98	4 951
PAU	78 732	181 413	15,44	5 099
LA ROCHELLE	76 584	116 157	14,67	5 220
TROYES	60 958	128 945	11,53	5 287
CANNES	67 304	888 784	12,07	5 576
AVIGNON	85 935	253 580	15,14	5 676
LE MANS	146 105	194 825	25,6	5 707
ORLEANS	113 126	263 292	18,38	6 155
BESANCON	117 733	134 376	18,9	6 229
METZ	123 776	322 526	19,84	6 239
TOULOUSE	390 350	761 090	62,5	6 246
CAEN	113 987	199 490	18,2	6 263
BREST	149 634	210 055	23,56	6 351
LORIENT	59 189	116 174	9,31	6 358
DUNKERQUE	70 850	191 173	11,09	6 389
CALAIS	77 333	104 852	12,07	6 407
CHAMBERY	55 786	113 457	8,67	6 434
ANGERS	151 279	226 843	23,23	6 512
AMIENS	135 501	160 815	19,76	6 857
DIJON	149 867	236 953	21,63	6 929
CLERMONT-FERRAND	137 140	258 541	19,69	6 965
NANTES	270 251	544 932	38,55	7 010
TOURS	132 820	297 631	18,73	7 091
MULHOUSE	110 359	234 445	15,12	7 299
TOULON	160 639	519 640	21,93	7 325
RENNES	206 229	272 263	28,13	7 331
AIX-EN-PROVENCE	134 222	1 349 772	18,21	7 371
PERPIGNAN	105 115	162 678	13,39	7 850
BORDEAUX	215 363	753 931	26,91	8 003
REIMS	187 206	215 581	22,9	8 175
TOURCOING	93 540	1 000 900	11,44	8 177
MONTPELLIER	225 392	287 981	27,37	8 235
STRASBOURG	264 115	427 245	31,75	8 319
SAINT-ETIENNE	180 210	291 960	21,41	8 417
ROUEN	106 592	389 862	12,42	8 582
MARSEILLE	798 430	1 349 772	90,76	8 797
ROUBAIX	96 984	1 000 900	11	8 817
NANCY	103 605	331 363	11,3	9 169
LE HAVRE	190 905	248 547	20,57	9 281
ANNECY	50 348	136 815	5,38	9 358
LILLE	184 657	1 000 900	18,85	9 796
VILLEURBANNE	124 215	1 348 832	12,41	10 009
GRENOBLE	153 317	419 334	12,9	11 885
LYON	445 452	1 348 832	36,48	12 211
NICE	342 738	888 784	27,59	12 423

Tous les calculs présentés ci-dessus (tableau n° 7) sont réalisés sur les silhouettes urbaines (les surfaces bâties sont déterminées à partir de l'habillage « occupation du sol » de la BD Carto® de l'IGN¹⁴). Il couvre un échantillon de 57 villes toutes de plus de 10 000 habitants au centre d'agglomérations de plus de 100 000 habitants (ou approchant), en 1999. Outre l'analyse des disparités, deux hypothèses ont été testées : y a-t-il un effet régional du type forte densité à l'est, faible densité à l'ouest ? Y a-t-il un effet taille ?

On notera la corrélation entre le nombre d'habitants de la ville et sa densité : les villes les moins denses de France sont généralement dans les moins peuplées. Il n'y a que Nîmes et Limoges qui font plus de 100 000 habitants. Nîmes est de ce point de vue tout à fait atypique par son étendue (32 km², 5^{ème} ville après Marseille, Toulouse, Nantes et Lyon) et la dispersion de la population.

Toutes ces faibles densités peuvent s'expliquer par des vides nombreux mais de petite taille, donc non éliminés de la silhouette, mais les explications principales sont dans des choix d'urbanisme passés ou récents comme la reconstruction de Saint-Nazaire, d'Angoulême et de quelques villes du Nord. Les villes les plus denses sont parmi les plus peuplées. Quatre seulement (hormis Paris non traité ici) dépassent 10 000 habitants/km² : Villeurbanne et Lyon, Grenoble et Nice. Mais Marseille, la deuxième ville française a une densité de 8 800 habitants/km². Toulouse, la quatrième, 6 200 et Nantes la sixième, 7 000, alors que la moyenne de l'échantillon de ville est à 6 800. Ces trois dernières grandes villes partagent une caractéristique commune : l'absence de contrainte à l'étalement à l'intérieur d'un vaste périmètre. Un classement de l'échantillon selon la taille de l'unité urbaine n'a pas d'incidence sur les tendances constatées : les villes peu denses sont plutôt dans les petites unités urbaines et réciproquement. Les périmètres des villes sont aléatoires.

Cependant, la multiplication des exceptions à ces tendances réduit la corrélation entre densité et taille à 0.50 (graphique n°10). Dans les petites villes denses, on trouve Annecy (9 400 habitants/km²), Roubaix et Tourcoing (plus de 8 000 pour un peu moins de 100 000 habitants chacune). Pour les villes peu denses, c'est Toulouse qui fait la plus remarquable exception avec 6 200 habitants/km² pour 390 000 habitants.

Pour mieux comprendre ces résultats, les deux tableaux ci-dessous comparent des communes de surfaces voisines puis de densités voisines :

Tableau n°8 : Exemples de communes de surfaces comparables

	Population ville (1999)	Population unité urbaine (1999)	Superficie bâtie km ²	Densité brute de pop/km ² des villes
BAYONNE	40078	178965	8,65	4 633
CHAMBERY	55786	113457	8,67	6 434
DOUAI	42796	518727	8,92	4 798
LENS	36206	518727	8,76	4 133
LORIENT	59189	116174	9,31	6 358
MAUBEUGE	33546	99900	8,13	4 126
VALENCIENNES	41278	357935	8,51	4 851

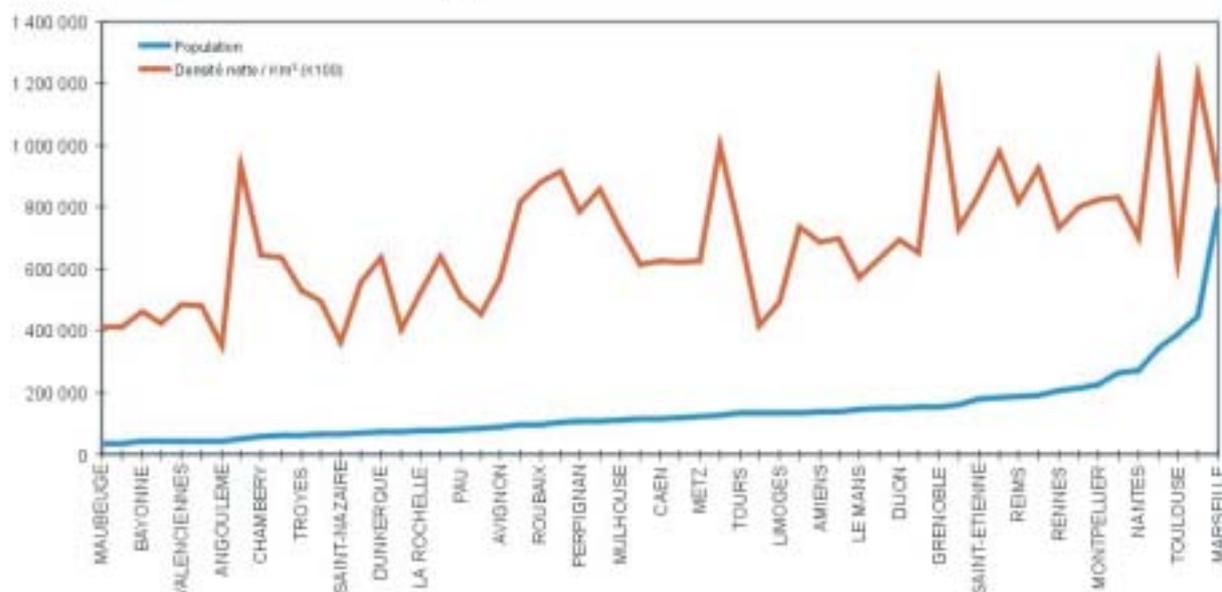
Tableau n°9 : Exemples de communes de densités comparables

	Population ville (1999)	Population unité urbaine (1999)	Superficie bâtie km ²	Densité brute de pop/km ² des villes
BESANCON	117733	134376	18,9	6 229
CAEN	113987	199490	18,2	6 263
CALAIS	77333	104852	12,07	6 407
DUNKERQUE	70850	191173	11,09	6 389
LE MANS	146105	194825	25,6	5 707
ORLEANS	113126	263292	18,38	6 155

¹⁴ définit en annexe 2.

Graphique n° 10 :

Population et densités nettes de population



La carte qui suit (*planche K*) donne une image des tailles de ville (surface du cercle proportionnelle à la surface communale) et des densités (intensité du rose pâle au rouge). Cette carte laisse supposer que la France se divise selon une diagonale Basse Seine – Delta du Rhône, à l’instar des analyses de l’aménagement du territoire : villes plus denses à l’Est avec deux paquets distincts : Lyon, Grenoble et Saint-Etienne d’une part, et la côte méditerranéenne d’autre part, villes de faibles densités à l’Ouest.

Mais à chaque règle son exception : les villes reconstruites sont parfois denses, comme Le Havre, les villes sans contraintes topographiques ne sont pas toutes denses à l’instar de Nice ou Grenoble. Antibes, Cannes font exception. Des trois métropoles millionnaires, seule Lyon se distingue par de fortes densités.

Une analyse de la morphologie urbaine et des formes héritées permettrait d’aller plus loin dans la comparaison mais c’est une étude en soi, qui dépasse ce cadre. Par contre, ces données seront reprises ultérieurement pour les confronter à des critères de mobilité. On retiendra dans l’immédiat un élément qui n’avait pu être mis en évidence dans les études passées de données urbaines : **l’existence d’une légère corrélation positive entre taille de ville et densité d’habitants sur les surfaces bâties.**

- **Silhouette urbaine, coefficient de dispersion.**

Au critère de densité sur ces surfaces bâties peut s’ajouter une analyse de la silhouette urbaine. En effet une ville dense peut être éclatée en plusieurs sous-ensembles : Aix-en-Provence par exemple (*planche L*). Au contraire, Marseille (*planche M*) étend largement l’urbanisation sur son territoire et laisse quelques lambeaux non bâtis à l’intérieur de sa silhouette. **On voit à cette seule opposition que les chiffres de densité ne suffisent pas à caractériser la morphologie urbaine, à cette échelle comme aux autres.**

Structure de l’urbanisation et densité vont de pair. Ce rapport propose à ce titre le calcul d’un coefficient de dispersion de l’urbanisation à partir du centre. Il s’agit de calculer la surface effectivement bâtie dans chaque couronne selon le schéma établi pour Mulhouse (*planche N*).

Villes Françaises de plus de 50 000 habitants en 1999 (villes et agglomérations)

Densités nettes de population
(surfaces bâties hors zones industrielles)

Planche K

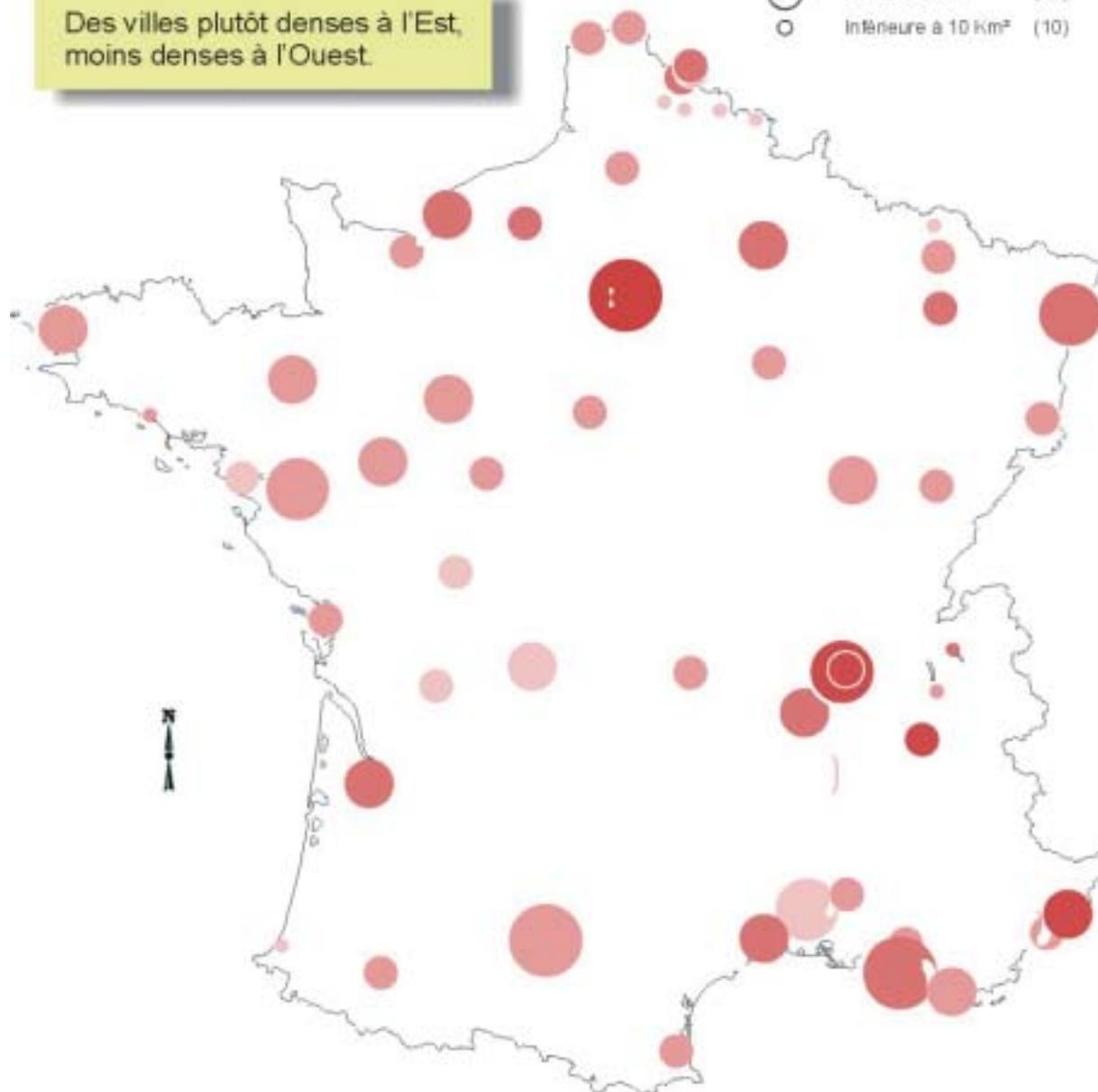
Densité nette de population

- Supérieure à 15 000 Hab/km²
- de 10 000 à 15 000 Hab/km²
- de 8 000 à 10 000 Hab/km²
- de 5 000 à 8 000 Hab/km²
- Inférieure à 5 000 Hab/km²

Importance de la surface bâtie

- Supérieure à 40 km² (3)
- de 30 à 40 km² (4)
- de 20 à 30 km² (13)
- De 10 à 20 km² (29)
- Inférieure à 10 km² (10)

Des villes plutôt denses à l'Est,
moins denses à l'Ouest.



Source : Bdcarto IGN, RGP INSEE 1999.

Une ville dense, éclatée en plusieurs sous-ensembles.



■ Surface bâtie

Source : Bdcarto IGN



Un territoire presque totalement investi par l'urbanisation.



Le coefficient décrit un état de compacité ou d'éclatement de la ville.



Coefficient de dispersion :

$$(S1 \times 1 \text{ Km}) + (S2 \times 2 \text{ Km}) + (S3 \times 3 \text{ Km})$$

population ou surface totale
de la silhouette urbaine

Source : Bdcarto, IGN

Ces surfaces sont pondérées d'une distance au centre puis divisées par la surface bâtie totale pour établir un rayon moyen d'urbanisation de la ville. L'indicateur ainsi établi est une distance moyenne d'autant plus élevée que la silhouette urbaine est éclatée et dispersée. Il décrit donc un état de compacité ou d'éclatement de la ville. Le tableau n° 11 qui suit, donne quelques valeurs de ces indicateurs pour une partie de l'échantillon de villes. Le mode de calcul de ce coefficient est présenté en annexe (fiche Méthode de qualification de l'étalement urbain).

Tableau n° 11 :

	Coefficient de dispersion des surfaces bâties : surface pondérée/surface totale
NANCY	1,93
GRENOBLE	2,05
MULHOUSE	2,23
PERPIGNAN	2,32
ROUEN	2,39
DIJON	2,52
AMIENS	2,55
ANGERS	2,67
LE HAVRE	2,69
CLERMONT-FERRAND	2,69
SAINT-ETIENNE	2,71
RENNES	2,73
REIMS	2,84
LILLE	2,87
BORDEAUX	2,95
METZ	2,95
TOULON	2,98
AIX-EN-PROVENCE	3,13
STRASBOURG	3,23
NANTES	3,37
LYON	3,50
TOULOUSE	4,11
MARSEILLE	5,31
MOYENNE	2,90

Cet indicateur nécessiterait, pour prendre toute sa pertinence, d'être calculé sur la silhouette urbaine complète et non limité à la ville centre. Il est en effet illogique, pour une analyse de la morphologie urbaine, de négliger les parties bâties des communes limitrophes. Dès lors que l'on rapporte le calcul à la population, la question reste posée de l'utilisation du périmètre de l'unité urbaine, plutôt que de la silhouette urbaine.

Ces valeurs différencient bien les villes-centres compactes, mais ne lissent pas totalement l'effet taille, puisque ce sont les grandes villes qui ont les indicateurs les plus élevés. Le même calcul rapporté à la population de la ville donne un classement différent et sans doute plus pertinent (tableau n° 12).

<i>Tableau n° 12 :</i>	Coefficient de dispersion des surfaces bâties : surface pondérée/population totale
GRENOBLE	0,17
NANCY	0,21
ROUEN	0,28
LYON	0,29
LE HAVRE	0,29
LILLE	0,29
PERPIGNAN	0,30
MULHOUSE	0,30
SAINT-ETIENNE	0,32
REIMS	0,35
DIJON	0,36
BORDEAUX	0,37
AMIENS	0,37
RENNES	0,37
CLERMONT-FERRAND	0,39
STRASBOURG	0,39
TOULON	0,41
ANGERS	0,41
AIX-EN-PROVENCE	0,42
METZ	0,47
NANTES	0,48
MARSEILLE	0,60
TOULOUSE	0,66
MOYENNE	0,37

Globalement ces indicateurs constituent des pistes intéressantes à explorer, mais elles comportent un certain nombre de difficultés, qui tiennent notamment au fait que le calcul des distances suppose d'identifier un centre. La « compacité » de la ville pourrait également être mesurée par l'éloignement moyen des surfaces bâties à un point central (barycentre ou mairie de la ville-centre par exemple). Cet éloignement serait donné par la somme des surfaces bâties des îlots pondérées respectivement par les distances des îlots au point central rapportée à la surface totale bâtie de l'ensemble des îlots. Cette approche suppose aussi une agglomération monocentrique, plutôt qu'une agglomération polycentrique ou côtière.

2.4. L'agglomération

Densité nette de population :

<i>Formule :</i>	Numérateur :	habitants
	Dénominateur :	surfaces bâties avec voirie, hors ZI de plus de 25 ha
	Elimination des vides :	oui, s'ils font plus de 25 ha

L'analyse des densités nettes de population pourrait se faire de la même façon sur les grandes agglomérations françaises, à partir des *pôles urbains* ou des *aires urbaines* définies par l'INSEE. Ce travail n'a pas été fait ici, faute de disposer de données actualisées sur les surfaces bâties de l'ensemble des communes des grandes aires urbaines.

L'actualisation des éléments d'occupation des sols de la BD Carto® serait nécessaire à la réalisation de ce travail. Un exercice similaire a été mené par le CNFPT en collaboration avec le CERTU dans le cadre du programme européen SESAME¹⁵. Il conduit les auteurs à une typologie des villes européennes qu'il faudrait affiner sur un échantillon plus large de villes françaises. Les sources sont facilement accessibles. La typologie s'attache davantage à la morphologie des ensembles urbains ainsi étudiés, mais intègre aussi des critères de densité.

Il s'agit d'un nouvel exemple montrant la nécessité d'associer aux densités d'autres critères. Il est à noter que pour les villes et agglomérations, nous n'avons pas étudié la densité bâtie (c'est à dire le nombre de m² bâtis, quelle qu'en soit l'affectation, divisé par la surface totale donnée par les limites administratives) rapportée à l'hectare. Elle pourrait fournir des informations intéressantes sur la morphologie urbaine, avec cependant une restriction méthodologique majeure liée à la surface administrative, aléatoire par nature.

3. DENSITE ET FONCTIONNEMENT URBAIN

Cette partie ambitionne de mettre en vis-à-vis les données de densités d'habitants présentées ci-dessus avec un certain nombre d'autres critères descriptifs des activités urbaines : l'emploi, les équipements et commerces, ou encore les transport-déplacements.

3.1. Les emplois et habitants

Densité d'activité humaine (DAH) :

<i>Formule :</i>	Numérateur :	habitants + emplois
	Dénominateur :	surfaces bâties avec voirie, hors ZI de plus de 16 ha
	Elimination des vides :	oui, s'ils font plus de 16 ha

Lorsqu'on peut disposer, à l'échelle infra communale, d'une donnée fiable sur les emplois et leurs localisations, la lecture de la structure urbaine est plus riche. Elle permet notamment de passer d'une densité perçue en volume bâti à une densité représentative « d'une intensité urbaine d'utilisation de l'espace ». Vincent Fouchier montre l'intérêt et la pertinence de cet indicateur rappelant simplement que « la densité de contenu » diffère (selon l'occupation), pour une densité bâtie identique. Il propose donc un calcul de Densité d'Activité Humaine (D.A.H.) comme étant un nombre d'habitants + un nombre d'emplois divisés par la surface urbanisée.

Le tableau et la courbe qui suivent (n° 13 et 14) donnent quelques valeurs de D.A.H. pour 23 villes¹⁶. On observe, dans le tableau, des valeurs variant de 6 000 à 12 000 habitants/km² et de 10 000 à 19 000 habitants + emplois/km².

Si on rapporte la densité d'emplois + habitants à la densité d'habitants en pourcentage, on s'aperçoit que l'écart entre le pourcentage le plus élevé et le plus faible est de 33 points et que les villes au-dessus de 160 % ne sont pas toutes des métropoles, tant s'en faut puisque Lyon, Grenoble, Nantes, Dijon, Rennes, Marseille et Strasbourg sont en dessous de 160 %.

¹⁵ CNFPT, CERTU, *Surfaces urbanisées et densités des agglomérations européennes*, Paris 1998, 90 p.

¹⁶ Source : SIRENE et divers.

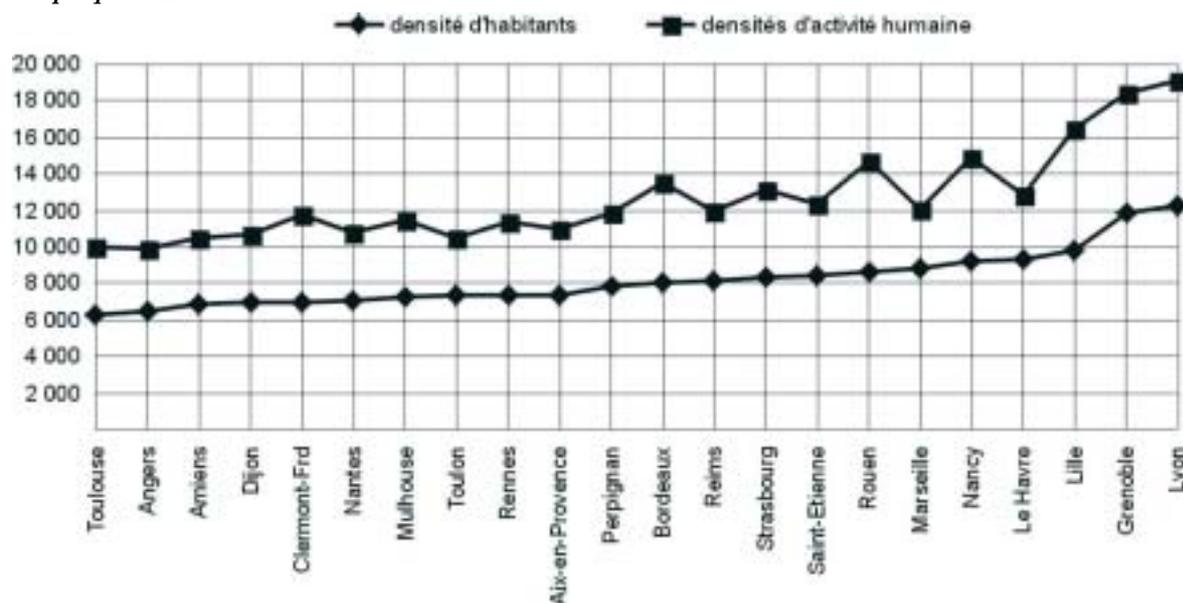
Tableau n° 13 :

Densité de population et densité d'activité humaine

	Habitants/km ² (1)	Habitants+emplois/km ² (2)	Pourcentage (2)/(1)
ANGERS	5 512	9 865	151
METZ	6 239	9 995	160
TOULOUSE	6 246	10 019	160
AMIENS	6 857	10 504	153
TOULON	7 325	10 534	143
DIJON	6 929	10 717	154
NANTES	7 010	10 769	153
AIX-EN-PROVENCE	7 371	10 955	148
RENNES	7 331	11 339	154
MULHOUSE	7 299	11 451	157
CLERMONT-FERRAND	6 965	11 779	169
PERPIGNAN	7 850	11 885	151
REIMS	8 175	11 945	146
MARSEILLE	8 797	12 079	144
SAINT-ETIENNE	8 417	12 350	146
LE HAVRE	9 281	12 841	138
STRASBOURG	8 319	13 088	157
BORDEAUX	8 003	13 490	168
ROUEN	8 582	14 675	171
NANCY	9 169	14 945	162
LILLE	9 796	16 518	168
GRENOBLE	11 885	18 440	155
LYON	12 211	19 136	156

La courbe ci-dessous (n° 14), établie en fonction de la D.A.H. des villes, ne connaît pas la même progression que celle établie en fonction de la densité de population.

Graphique n°14 :



Vincent Fouchier obtient des valeurs comparables avec des petites différences liées au calcul de la surface urbanisée de 6 600, 6 700 pour les villes nouvelles et la deuxième couronne parisienne à 13 000 pour la première couronne. Paris est totalement atypique avec une valeur de 61 000.

L'effet discriminant se retrouve essentiellement dans les D.A.H. des centres-villes. Pour des centres d'étendues comparables (entre 1 et 2 km²), Angers voit chuter sa D.A.H. en dessous de la valeur communale (7 500 au centre-ville pour 8 000 sur le territoire communal), Rennes et Nantes triplent les leurs¹⁷.

L'enseignement le plus important de ces calculs de densité d'activité humaine est dans la localisation des centralités urbaines. Si on a vu que certaines villes, comme Reims, avaient des densités d'habitants plus faibles en centre qu'en périphérie, l'exemple de Nantes va montrer que le phénomène disparaît (du moins sur les villes où le test a pu être fait) en intégrant les emplois au calcul. *La planche O* montre l'effet de polarisation.

La comparaison avec les seules densités d'habitants est possible en se référant aux annexes. Mais le contraste s'exprime réellement en comparant les deux graphiques ci-après, l'une mettant en relation distances au centre et densité d'emplois (*planche P*) et l'autre, distances au centre et densité d'habitants (*planche Q*) sur Nantes.

Les densités d'emplois des 3 zones centrales sont 3,5 fois supérieures aux zones les plus denses en emplois du péri-centre ou de la périphérie. Ce critère est si discriminant qu'il peut constituer, à lui seul, dans les analyses urbaines, un moyen d'isoler le centre-ville, comme lieu d'activité économique, du reste de la ville.

Malheureusement, ces analyses à l'échelle infra-communale sont rarement faites dans la littérature française, faute de disposer de la localisation des emplois. Pourtant, les exemples étrangers montrent des situations très contrastées, avec de véritables « Central Business Districts » développés sur des formes urbaines anciennes. C'est le cas du centre de la capitale fédérale de la Suisse, Berne, avec dix fois plus d'emplois que d'habitants. On retrouvait la même situation à Zurich : 360 000 habitants et 330 000 emplois. Le centre-ville couvre 164 hectares pour 73 400 emplois et seulement 6 700 habitants¹⁸. En terme de D.A.H., Zurich, Nantes et Rennes ont des valeurs comparables, mais ce sont les emplois qui font la différence. A Berne ou Zurich, la pression sur l'immobilier a évacué du centre la quasi-totalité de la population. Ces constats montrent tout l'intérêt d'une meilleure connaissance de la distribution des emplois sur le territoire communal. L'INSEE ne fournit aujourd'hui l'emploi qu'à l'échelon communal¹⁹.

¹⁷ Pour certaines villes, le CETE de l'Ouest a pu faire un contrôle systématique des emplois et de leur localisation (source SIRENE et divers).

¹⁸ Source : BOVY Philippe, *La gestion des déplacements urbains en Suisse*, ENPC, 1979.

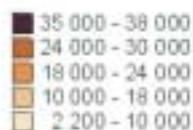
¹⁹ Actuellement en cours à l'INSEE, les travaux d'ilotage du fichier SIRENE vont permettre d'exploiter à un niveau infra-communal la localisation des établissements. Par conséquent, l'exploitation complémentaire du recensement de la population devrait permettre de connaître la distribution des emplois à un échelon infra-communal.

Nantes Densités d'activité humaine (DAH) par quartier

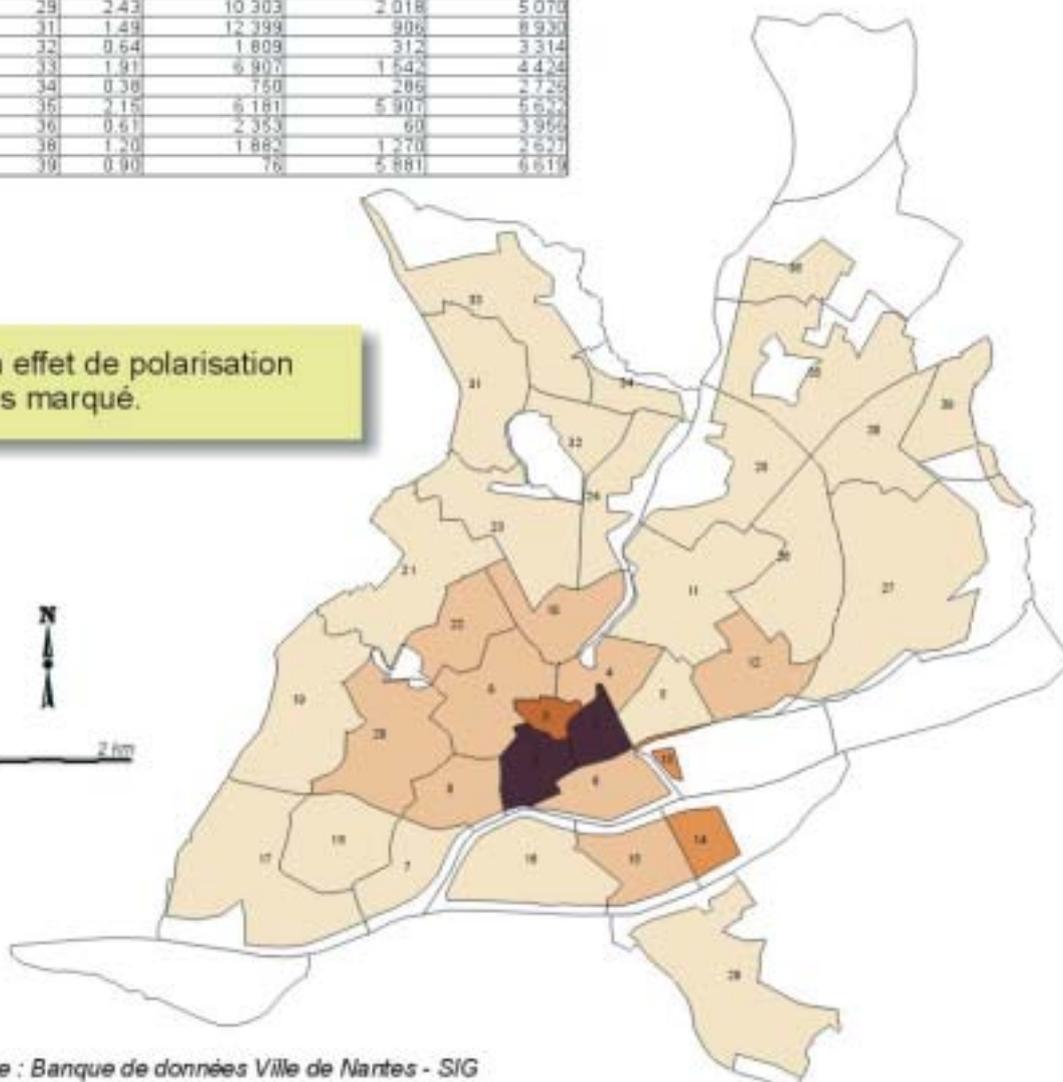
Planche O

Quartiers	km ²	Population totale	Emploi total	D.A.H.
1	0,44	5 304	10 714	35 409
2	0,63	8 120	15 260	37 143
3	0,25	1 618	5 645	29 052
4	0,67	4 973	3 493	12 636
5	0,70	4 885	1 546	9 330
6	0,76	4 543	6 018	13 896
7	0,76	4 211	2 380	8 672
8	0,76	6 055	5 555	15 279
9	1,35	11 951	6 830	13 919
10	0,95	7 911	2 290	10 738
11	2,03	13 656	2 708	8 061
12	1,09	8 987	3 507	11 554
13	0,40	4 589	3 537	20 319
14	0,44	3 759	6 388	23 061
15	0,63	6 554	4 716	13 578
16	1,46	1 201	5 505	4 562
17	2,52	10 919	5 175	6 387
18	1,22	7 880	1 216	7 458
19	2,00	5 594	1 559	3 622
20	1,55	14 050	3 413	10 584
21	1,90	13 211	2 512	8 279
22	0,89	7 769	3 309	12 447
23	1,69	9 398	3 403	7 578
24	0,95	741	1 374	2 226
25	1,37	6 623	4 046	7 789
26	1,83	11 311	2 560	7 634
27	3,56	8 240	629	2 491
29	2,43	10 303	2 018	5 070
31	1,49	12 399	906	8 930
32	0,64	1 809	312	3 314
33	1,91	6 907	1 542	4 424
34	0,38	750	265	2 726
35	2,15	6 181	5 907	5 526
36	0,61	2 353	60	3 950
38	1,20	1 882	1 270	2 629
39	0,90	76	5 881	6 519

Densité d'activité Humaine / Km²

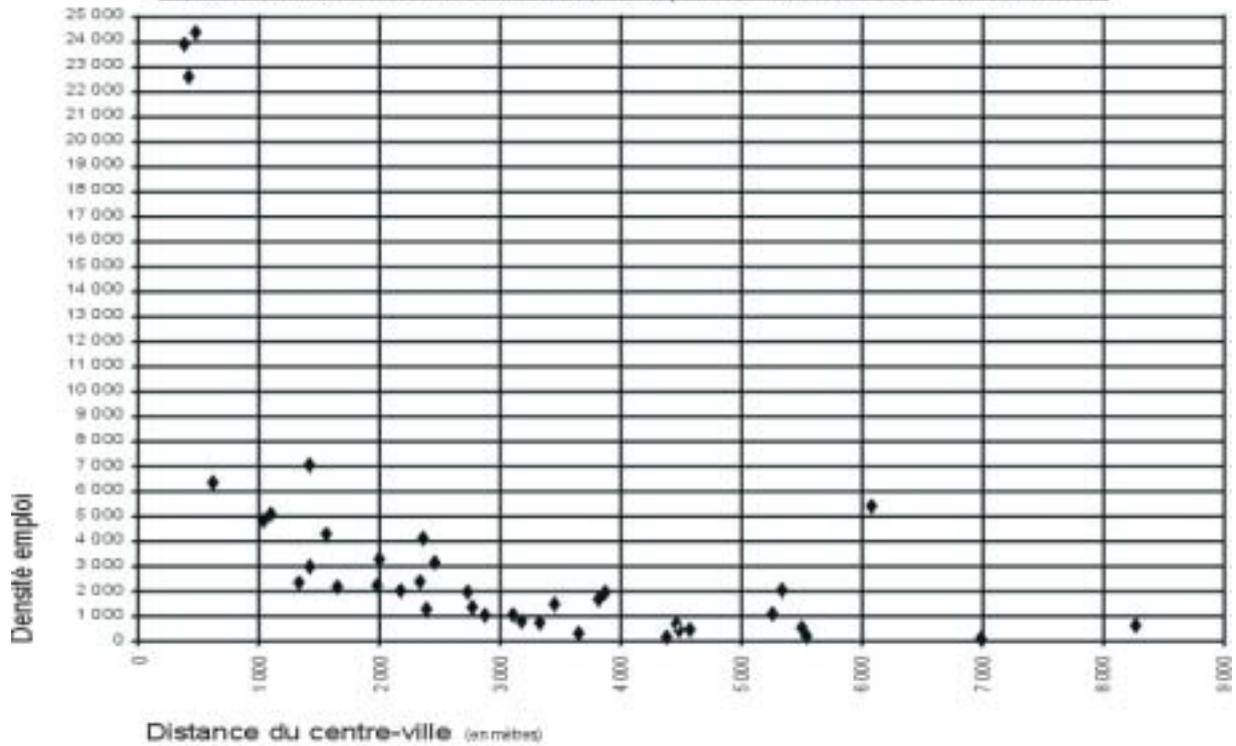


Un effet de polarisation très marqué.

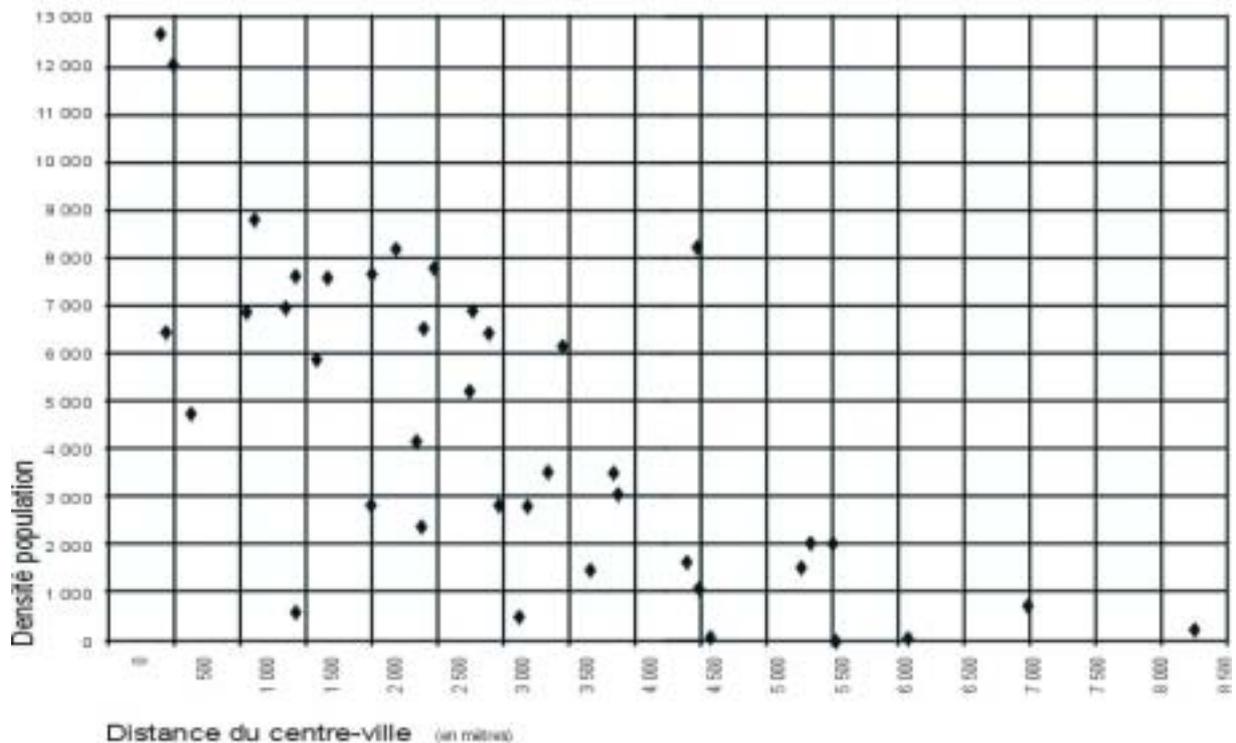


Source : Banque de données Ville de Nantes - SIG

Forte corrélation entre densité d'emplois et distance au centre-ville



Moindre corrélation entre densité d'habitants et distance au centre-ville



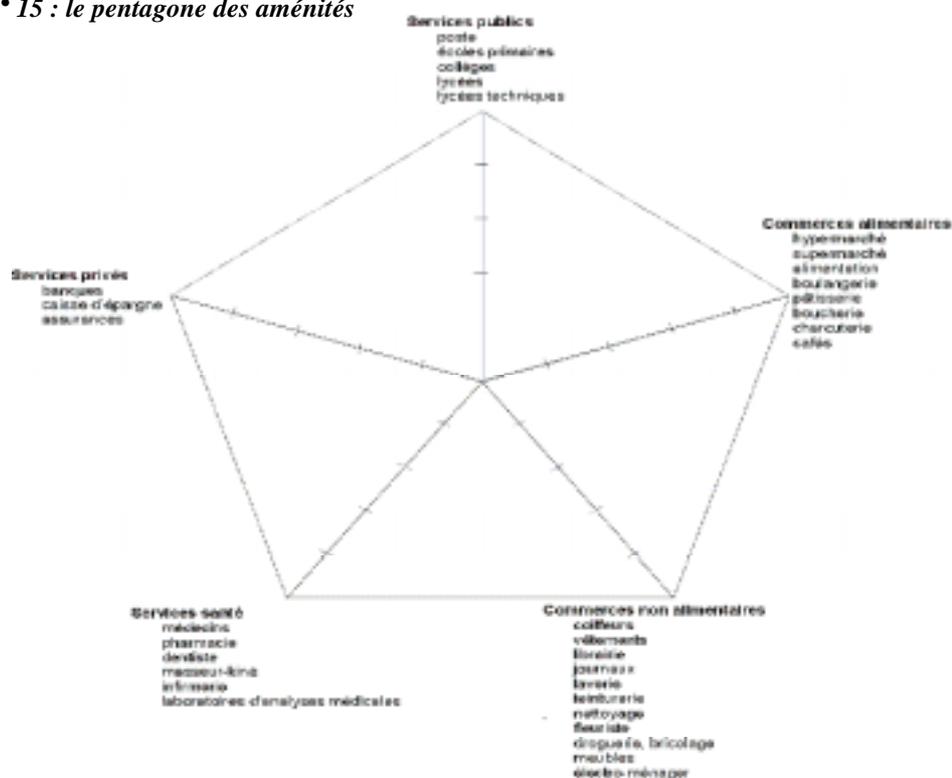
3.2. Les aménités

L'aménité, qui dans son sens premier signifie « l'agrément d'un lieu », représentera ici les différents équipements, complexes culturels et sportifs, services et commerces, qui agrémentent la ville. L'idée qui est derrière l'analyse des aménités, dont l'un des éléments les plus marquants est l'infrastructure commerciale et les services de proximité, est d'en mesurer la distribution spatiale sur un territoire donné. Un calcul de densité n'a guère de sens ici puisque l'on va additionner des éléments hétérogènes : un boulanger, un médecin, un supermarché... En outre, comparer des densités de commerces et services est périlleux, puisqu'on ne sait guère à quel territoire les rapporter. Par ailleurs, la localisation de ces activités obéit, pour une large part, à des traditions historiques d'implantation le long d'anciennes voies de faubourgs ou de grands carrefours, indépendamment de la nouvelle urbanisation. Enfin, il ne faut pas oublier que la tendance actuelle est plutôt au déclin des pôles de quartiers au profit de concentrations périphériques.

Les travaux de l'université de Besançon menés par P. Frankhauser²⁰ pour une approche fractale de la densité, n'ont pas encore fait l'objet d'une vulgarisation suffisante pour en faire un outil opérationnel d'analyse urbaine. Ils devraient pourtant faciliter l'analyse de la distribution des aménités sur le territoire, à toutes échelles, là où les densités sont incapables de caractériser le phénomène. L'analyse de la distribution de ces aménités sort donc du champ de l'étude des densités. Pour autant, elle lui est intimement liée puisque c'est en comparant la richesse d'une infrastructure de commerces et services avec les densités d'habitants (et même d'emplois) qu'on peut juger de l'équipement d'un tissu urbain.

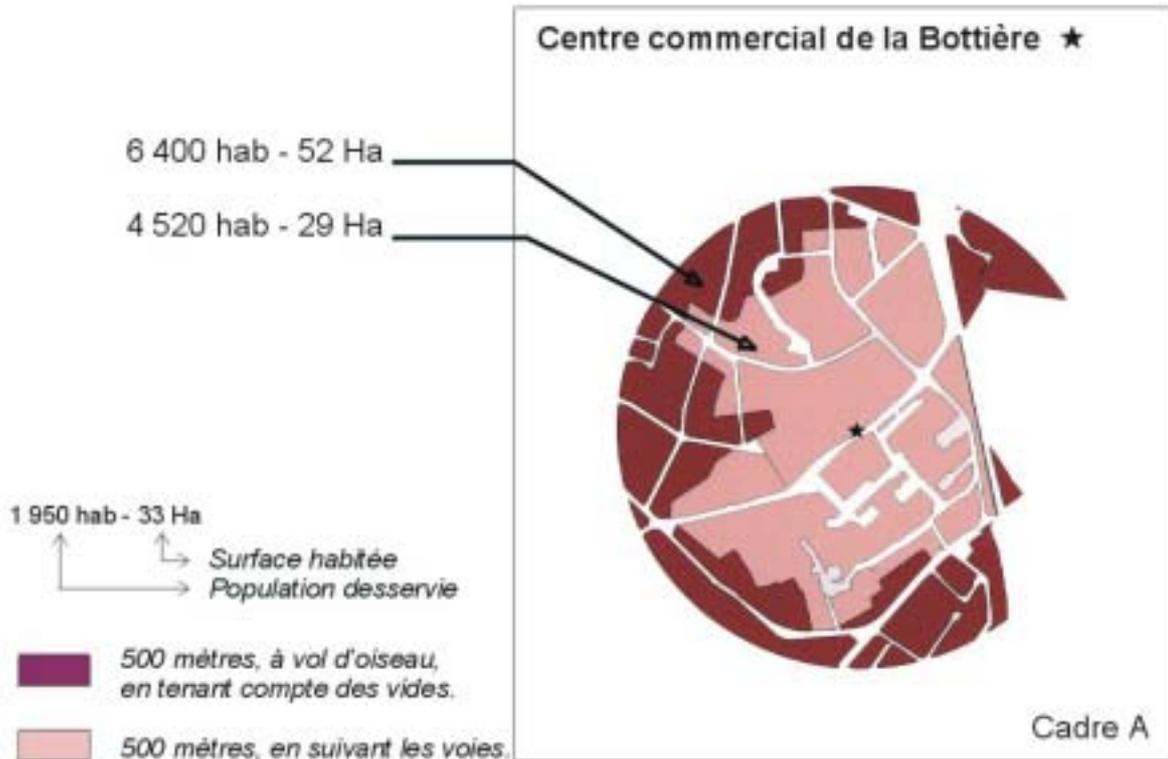
A défaut de calculer une densité, on peut s'inspirer d'un travail mené par B. Oger dans sa thèse sur les bourgs-centres de Vendée²¹, travail qui retraduit 5 catégories d'activités, selon une étoile à 5 branches graduées, indiquant leurs niveaux de présence. Un pentagone non déformé (figure n° 15) confirme l'existence d'un pôle urbain complet. Cette méthode permet au moins de qualifier la richesse des aménités et l'équilibre entre les différentes natures d'aménités.

Figure n° 15 : le pentagone des aménités

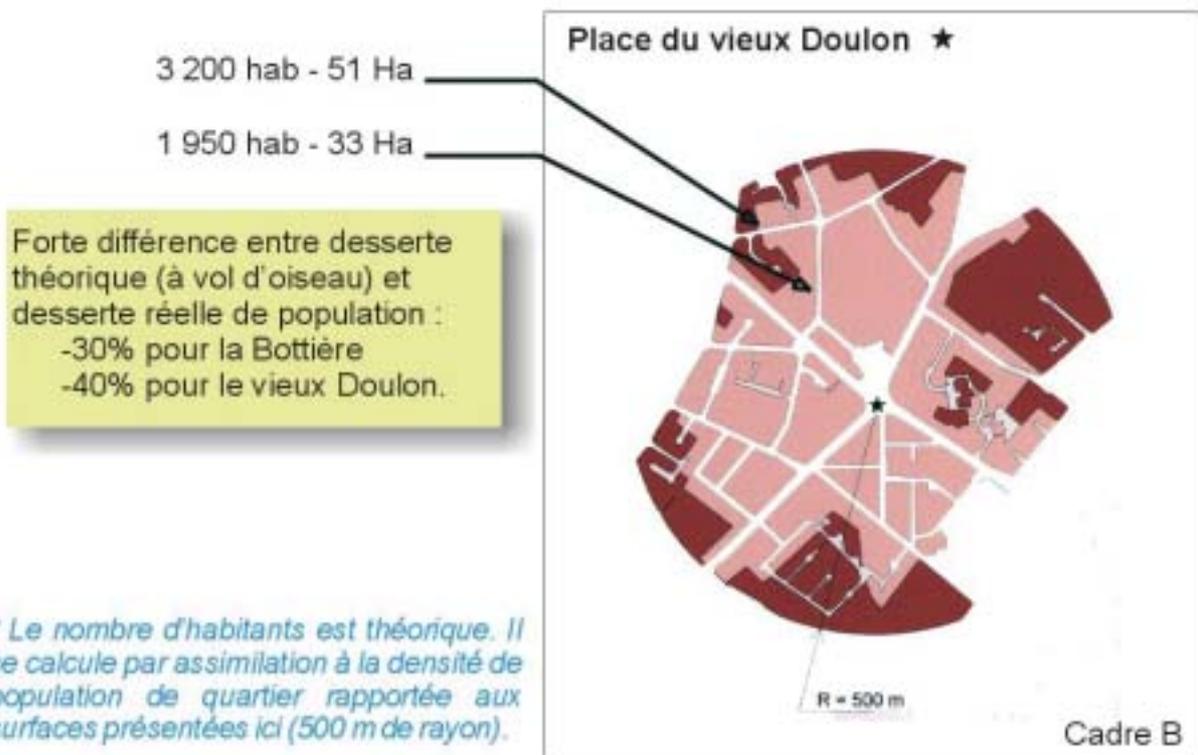


²⁰ FRANKHAUSER Pierre, *La fractalité des structures urbaines*, Anthropos, 1993.

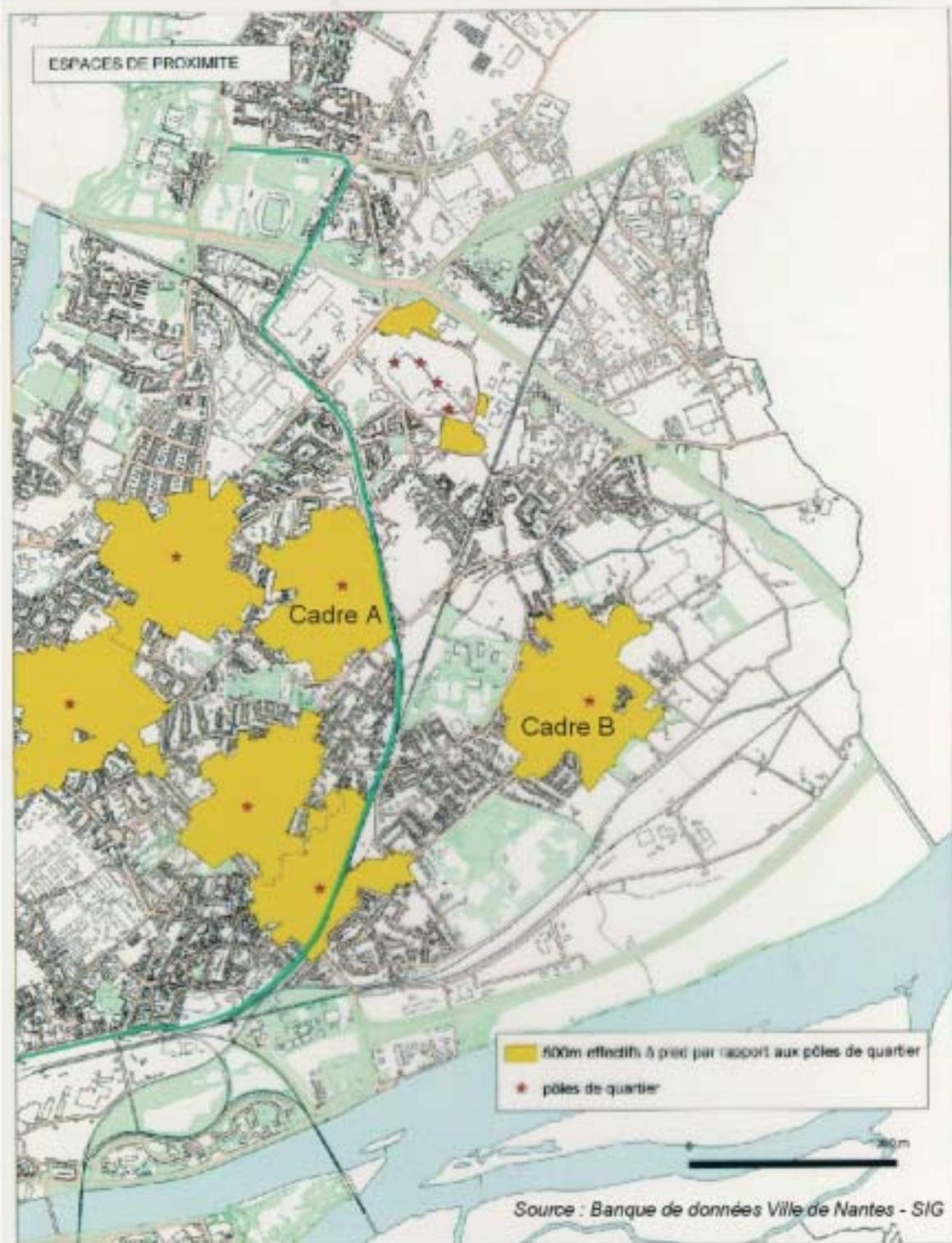
²¹ OGER B., *Les bourgs-centres de Vendée*, thèse de doctorat, Université de Nantes, 1996, 440 p.



Source : Banque de données Ville de Nantes - SIG



Une couverture territoriale incomplète dans un cercle de 500 m autour du pôle



L'exercice a été mené pour sept pôles d'un quartier de Nantes réunissant un minimum de ces services et commerces et identifiés comme tels dans le plan de référence du quartier²². L'information est superposée aux unités de voisinage définies comme des aires couvertes à moins de 500 mètres à pied du pôle ou du point auquel est assimilé le pôle. Deux exemples sont montrés dans la *planche R*.

La carte obtenue sur l'ensemble du quartier (*planche S*) montre une absence de couverture régulière du territoire. Nombre des résidents du quartier ne disposent d'aucun commerce de proximité à moins de 500 mètres. Ces unités de voisinage couvrent, cependant, les formes urbaines les plus denses, à l'exclusion des collectifs situés entre la ligne de tramway et le Parc du Grand Blottereau. On remarquera aussi l'effet de coupure du tramway sur les pôles de la Bottière et de la mairie de Doulon dû à la clôture qui isole la ligne. La structure urbaine qui se dessine ainsi crée des espaces propices à certaines formes de vie locale et des espaces isolés des équipements urbains. La lecture « sensible » de ces situations devrait se compléter de l'analyse de la distribution des écoles pour montrer, par exemple, que le secteur dit des Vesprées est à 800 m de la première école primaire, mais cette remarque ne fait que renforcer le déséquilibre déjà bien visible sur la présente planche.

Les enjeux qui sont illustrés par cette analyse sont une nouvelle fois des questions d'identité, d'appartenance au quartier et de sécurité des déplacements ; s'y ajoutent dans une lecture technicienne des questions de structuration de pôles de quartier et de déplacements de proximité dans l'optique « plan de déplacements de secteur ».

Enfin, une analyse qui sera développée plus loin dans le volet densité d'offre de transport permet, mieux que la densité au micro-quartier, de caractériser autour de ces pôles le périmètre de proximité, donc de chalandise à pied ou à vélo. **A ce stade, l'analyse spatiale prend tout son sens dans la mesure où elle commence à associer plusieurs critères du champ urbain : populations, aménités, réseaux.**

3.3. La mobilité

Ce nouveau chapitre va mettre en relation des informations sur les densités avec des données sur le mouvement dans la ville, selon le terme consacré par I. Cerda. Ce mouvement ne serait traité ici que sous l'aspect mobilité quotidienne des personnes ; il gagnerait évidemment à être élargi aux transports de biens, mais les données manquent encore. Cette mobilité sera référée à trois critères : l'offre de transport, la demande de transport et, bien sûr, les densités et les formes urbaines.

3.3.1. L'offre de transport de personnes

L'offre de transport peut être synthétisée sous forme de densité, puisqu'on cherche à l'étendre à l'ensemble des territoires bâtis, et non à la concentrer sur un espace précis. C'est ainsi que les réseaux les plus performants (voirie, métro parisien) sont plutôt maillés qu'en étoile. On va donc proposer ici une lecture en densité des différents réseaux de transport, réseau viaire et transports collectifs et de leurs accessoires : passages de bus, stations ou offre de stationnement. En matière de voirie, le mode de transport, le premier indicateur de bonne accessibilité à un territoire, est l'existence d'une trame desservant les activités urbaines. De ce point de vue, une autoroute sans échangeur local ne participe pas à cette desserte.

²² Ville de Nantes, Plan de référence du 10^e quartier, 1998.

- **Réseau de voiries**

L'étude déjà citée menée pour le compte du CERTU (morphologie urbaine et mobilité) par le CETE de l'Ouest et IGARUN a montré que le critère le plus pertinent pour caractériser la finesse d'un réseau, ou sa capillarité pour faire analogie avec le système sanguin ou respiratoire, est le nombre de nœuds par unité de surface. Ce nombre de nœuds, c'est-à-dire de carrefours, est directement corrélé au linéaire de voie. On pourrait aussi caractériser un réseau viaire par son linéaire par unité de surface, mais le critère de nœuds pour une surface correspond mieux à une densité. Autre indicateur parfois plus facile à mesurer que les nœuds : le nombre d'îlots cadastraux par unité de surface. Le critère résout le problème des nœuds liés, par exemple, à une place : faut-il prendre chaque carrefour comme nœud ou considérer la place publique comme un seul nœud ?

Offre de transport en matière de voirie : Densité de réseau

<u>Formule :</u>	Numérateur :	nombre de carrefours (nœuds)
	Dénominateur :	surface totale
	Elimination des vides :	non

Dans tous les cas, ces densités des nœuds ou d'îlots caractérisent, eu égard à l'occupation humaine, la capacité d'un réseau à assurer des liaisons faciles entre activités urbaines. Ce critère qualifie bien les quartiers où les déplacements à pied seront dissuadés par des allongements de parcours importants liés à des grands îlots à contourner. La ville de la proximité passe par un réseau viaire dense.

- **Transport collectif**

En matière de transport collectif, l'offre pourrait être aussi résumée à une densité de nœuds, ici d'arrêts à l'unité de surface. Mais ce serait réduire au même niveau d'offre une station de métro ou de tramway avec un passage toutes les trois minutes et un arrêt de bus desservi toutes les demi-heures.

La Fédération des Agences d'Urbanisme (FNAU) a établi un ratio spatio-temporel qualifiant la desserte des zones bâties en transport collectif et intégrant à la fois la densité des arrêts et la fréquence de passage à ces arrêts, tous modes de transports collectifs confondus. Ce calcul a été réalisé²³ sur quelques agglomérations à l'échelle des périmètres de transport collectif. Il montre des différences d'offre, mais ne les localise pas.

Offre de transport collectif : Densité d'arrêts, pondérée par la fréquence de passage

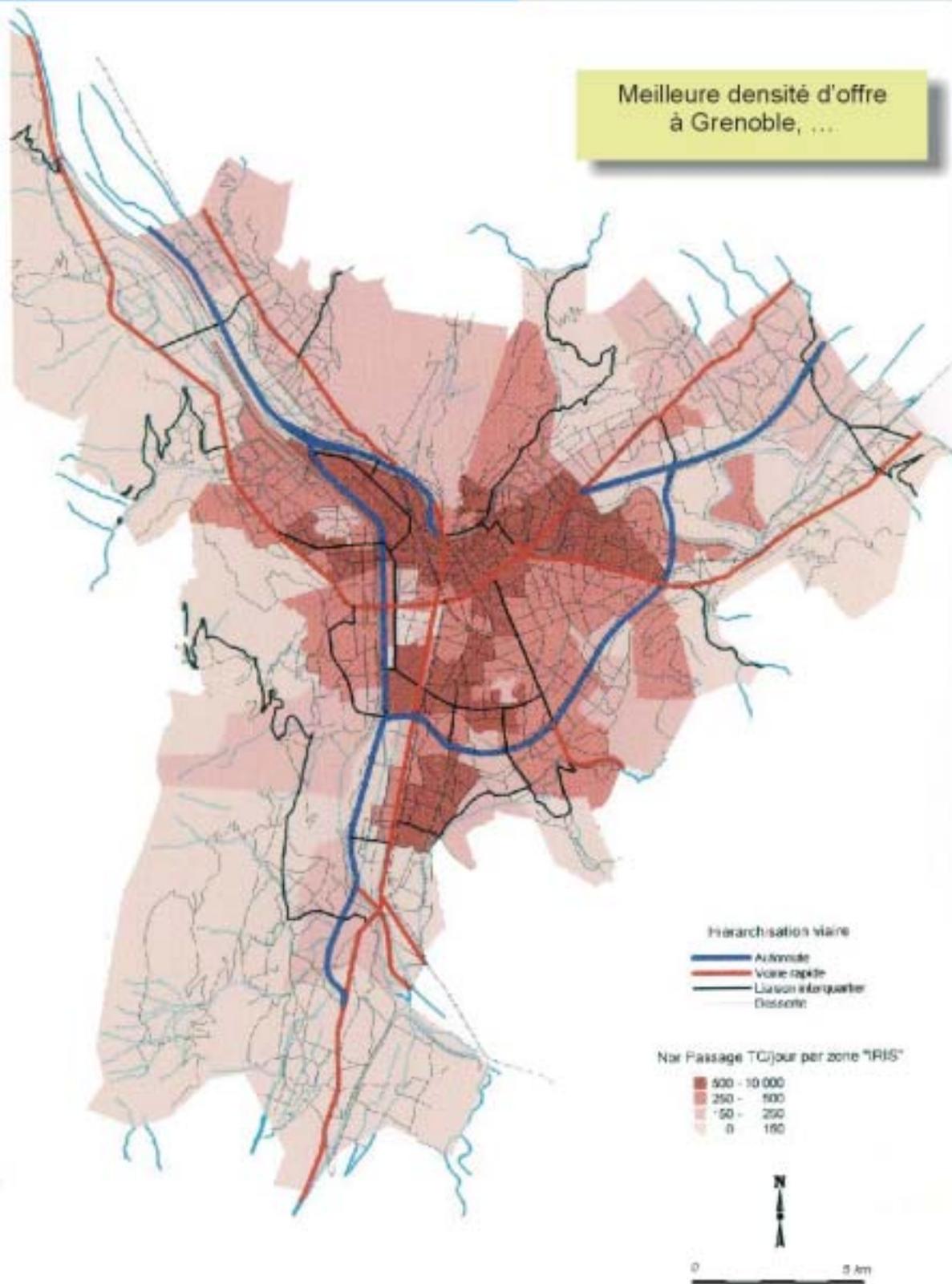
<u>Formule :</u>	Numérateur :	nombre d'arrêts de bus X nombre de passages par jour ouvrable hors congés scolaires
	Dénominateur :	surface totale
	Elimination des vides :	non

Un exercice semblable a été mené²⁴ sur deux agglomérations françaises, Grenoble et Strasbourg. Il montre bien les écarts de niveau d'offre entre ville centre et périphérie, ainsi que des différences notables du niveau de desserte d'un réseau à l'autre. Là aussi, cette information est à mettre en relation avec celle relative aux populations desservies. L'exercice montre bien que le réseau de Grenoble offre une bien meilleure offre dans les zones centrales et même en première couronne que le réseau de Strasbourg. Ces écarts se retrouvent d'ailleurs dans l'usage puisque la part de marché des transports collectifs de Grenoble (13 %) est notablement supérieure à celle de Strasbourg (7 %). Il est vrai aussi que les densités bâties de Grenoble sont en général supérieures à celles de Strasbourg, pour ces différentes couronnes d'urbanisation. **Les planches T et V** et les tableaux n° 16 et 17 illustrent ces éléments.

²³ FNAU, CETE de l'Ouest.

²⁴ CERTU, CETE de l'Ouest, *Mobilité et formes urbaines sur 5 agglomérations*, 2001, rapport.

Meilleure densité d'offre
à Grenoble, ...



Source : CETE-Ouest - RGP INSEE

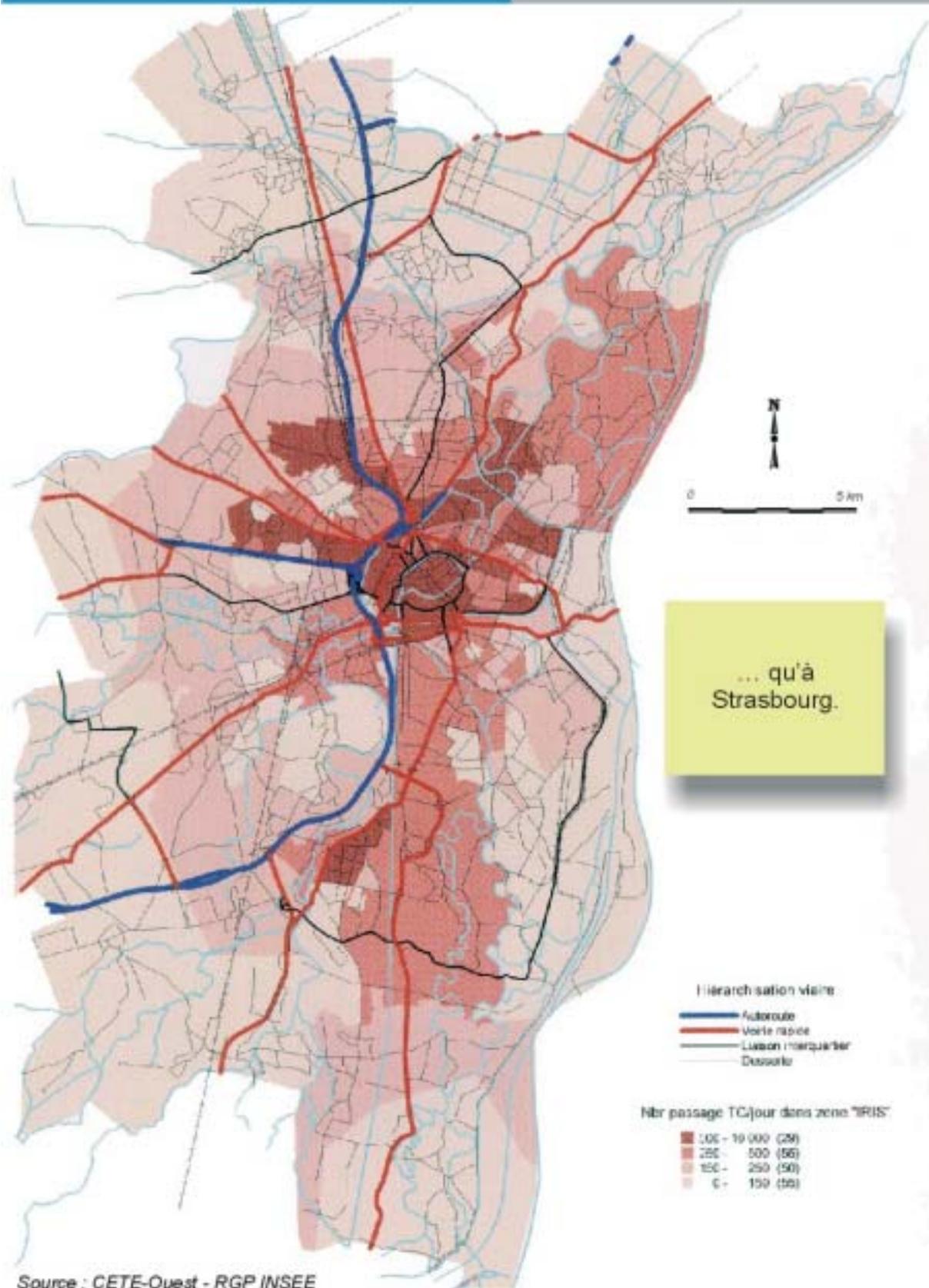


Tableau n° 16 : Niveau d'offre de transport collectif sur les réseaux urbains de Grenoble et Strasbourg

	Agglomération de Strasbourg	Pourcentage	Agglomération de Grenoble	Pourcentage
Population desservie à plus de 500 passages/jours de semaine		0 %	159 878	42 %
Population desservie à plus de 300 passages/jours de semaine	318 579	71 %	114 450	30 %
Population desservie à plus de 200 passages/jours de semaine	38 904	9 %	58 942	15 %
Population desservie à plus de 100 passages/jours de semaine	56 243	12 %	29 838	8 %
Population desservie à moins de 100 passages/jours de semaine	37 407	8 %	21 077	5 %
Total de population de l'agglomération	451 133		384 185	

Tableau n° 17 : Parts de marché Transport Collectif

	Agglomération de Strasbourg	Agglomération de Grenoble
Parts de marché TC à destination ville centre	11 %	17 %
Parts de marché TC à destination périphérie	6 %	12 %

Sources : plans de réseau et fiches horaires – enquêtes ménages

Les densités d'habitants correspondant aux dessertes de Grenoble à plus de 500 passages/jour sont en moyenne de 12 000 habitants/km² avec des pointes à 25 000. Par contre, la desserte de fourchette 300 à 500 passages, pour Strasbourg correspond à des densités de l'ordre de 8 000 habitants/km² avec un seul quartier qui dépasse les 16 000. La densité d'habitants et le niveau d'offre se rejoignent dans la demande.

Le tableau qui suit (n° 18) reprend un autre type d'analyse du lien entre densité et offre de transport : il s'agit du calcul de la population incluse dans le corridor d'un TCSP. Ce tableau est issu de l'application dans un système d'information géographique localisant les lignes de TCSP par rapport au découpage en quartier, d'un « tampon » de 500 m de part et d'autre de l'axe. La population incluse dans ce « tampon » est rapportée à la longueur de réseau. Ces chiffres, comparés au nombre de voyages par km des lignes de Nantes et de Grenoble, montre que l'usage du tramway nantais est supérieur à celui de Grenoble, si on le rapporte à la population desservie.

Tableau n° 18 :

Lignes de TCSP* et populations desservies : dans les périmètres des communes centres des agglomérations

Lignes existantes	Longueur de la ligne en km	Population concernée	Nombre d'habitants par km de ligne**
Toulouse	9,654	82 504	8 546
Nantes	12,463	58 667	4 707
	10,621	48 052	4 524
Saint Etienne	6,538	84 044	12 855
Strasbourg	8,392	57 490	6 850
Grenoble	6,829	71 593	10 484
	2,479	32 230	13 001
Lignes fictives	Longueur de la ligne en km	Population concernée	Nombre d'habitants par km de ligne**
Bordeaux	5,365	40 188	7 491
	7,212	68 044	9 435
	3,102	30 706	9 899
Toulouse	7,505	74 392	9 912
Reims	8,992	75 686	8 417
	1,821	20 972	11 517

Sources : INSEE 1990, exploitation avec un SIG ; plans des TC des agglomérations.

* Transport en Commun en Site Propre

** Ce qui équivaut à la densité de population du corridor de 500 m de large autour de la ligne

L'exercice peut être mené, soit sur la population desservie (*planche W*), soit sur les emplois (*planche X*) de Nantes.

Par extension, ce type d'analyse va permettre de mettre en évidence une meilleure faculté de desserte en transport collectif des villes qui concentrent population et/ou emplois dans leur centre.

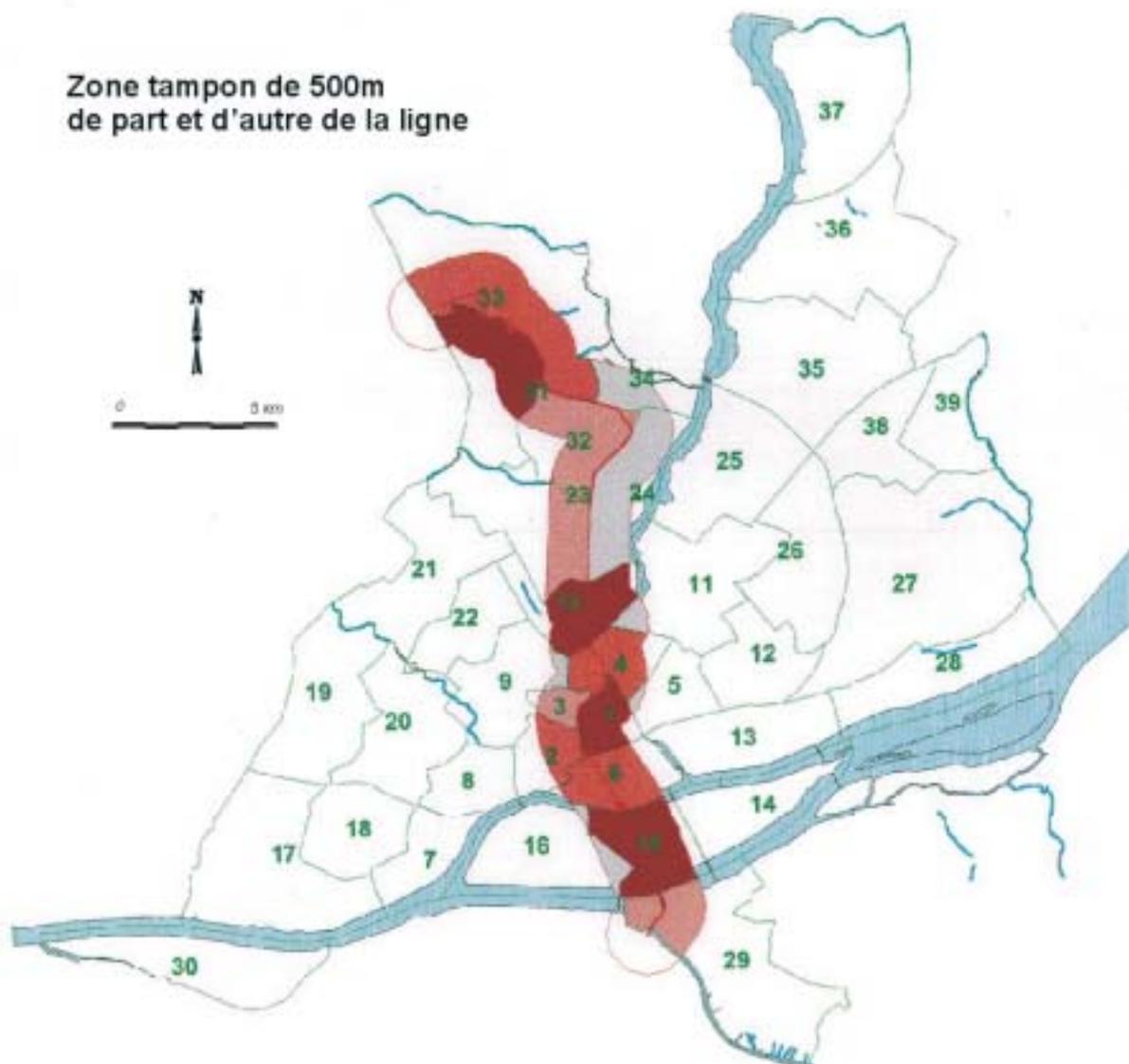
Rennes et Angers, villes proches, montrent un contraste dans la distribution des emplois. Ils sont beaucoup plus concentrés dans le centre de Rennes, au point que les zones de densité d'activité humaine les plus fortes sont, à Rennes, de 38 600 et, à Angers, de 20 000 habitants + emplois/km². Cette approche de la densité met en évidence de fortes différences de structuration urbaine. Pour éclairer ce résultat, il importe de souligner que la situation qui prévaut dans les centres en France est, en général, la mixité entre logements et emplois.

Au-delà des valeurs, on comprend plus facilement en quoi l'organisation des transports vers le centre de Zurich fait l'objet d'une politique de transports collectifs performants, alors que l'automobile reste relativement adaptée aux situations françaises évoquées ici.

A noter aussi l'intérêt d'un calcul, de densité interne, spécifique aux emplois : le nombre d'emplois par m² de bureau. Une valeur de 1 emploi par 40 m² et moins correspond à des locaux de bureaux. Les densités moindres correspondent à d'autres activités de l'artisanat ou de l'industrie. Ces normes sont utilisées au Pays-Bas pour localiser les activités selon la desserte en transport collectif. Aux bureaux réunissant un nombre important d'emplois, correspondent des implantations de centre-ville. Aux activités de production ou de transport nécessitant des accès faciles aux poids-lourds et un nombre moindre d'employés, correspondent des implantations périphériques (zones A, B, C des documents de planification)²⁵.

²⁵ Vers une planification intégrant usage du sol et transports, rapport d'étude, CERTU, 2001.

Zone tampon de 500m
de part et d'autre de la ligne



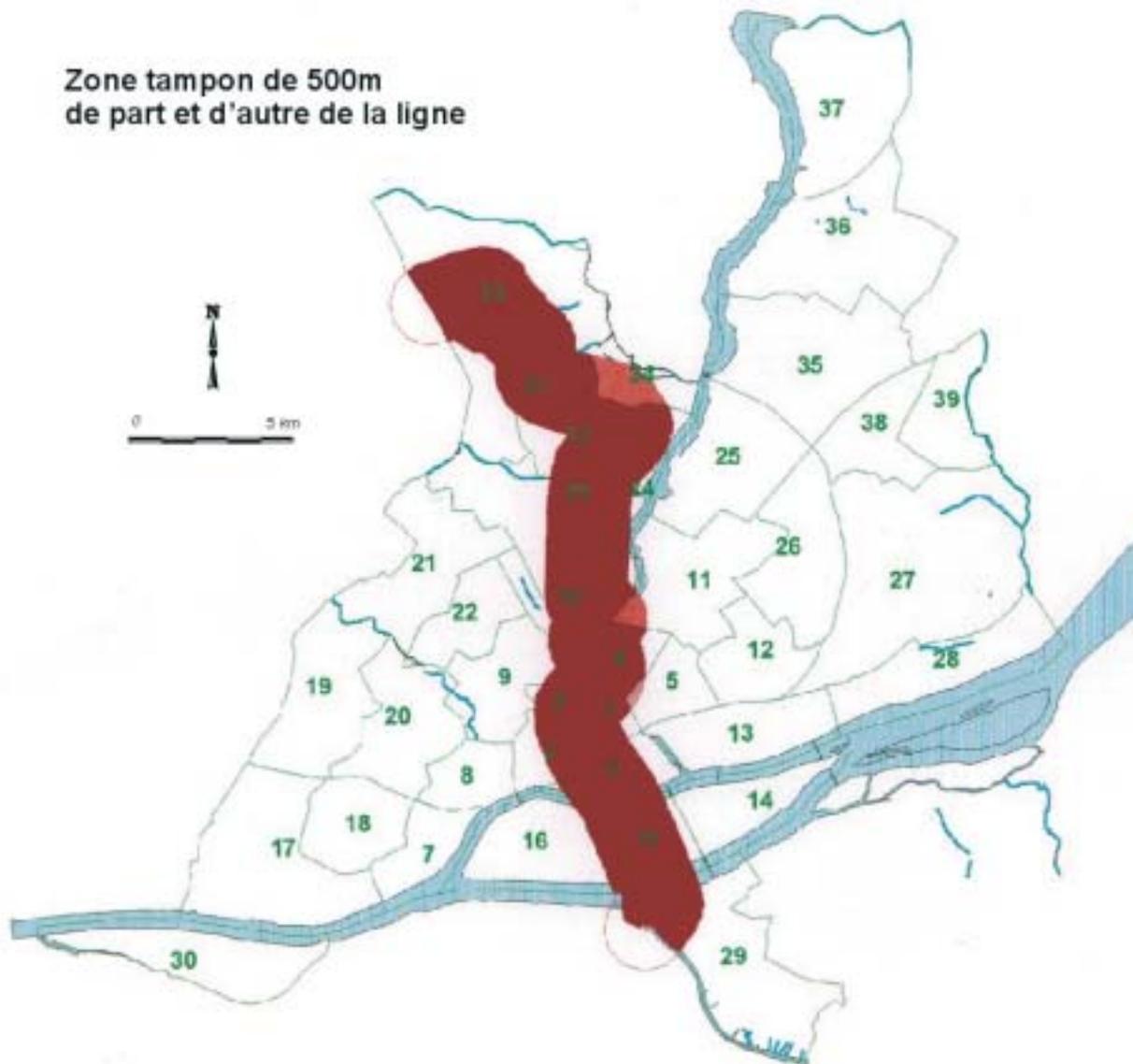
De fortes variations de
population desservie par
la ligne N°2

Nombre d'habitants concernés par la zone

- Supérieure à 4 700 habitants
- de 3 250 à 4 700 habitants
- de 800 à 3 250 habitants
- inférieure à 800 habitants

Source : Banque de données Ville de Nantes, SIG

Zone tampon de 500m
de part et d'autre de la ligne



Une plus grande homogénéité
en terme d'emplois desservis

Nombre d'habitants concernés par la zone

- Supérieure à 150 emplois
- de 140 à 150 emplois
- 90 à 140 emplois

Source : Banque de données Ville de Nantes - SIG

Ces quelques exemples illustrent le fait que la détermination d'une densité d'offre de transport collectif est un outil de connaissance de la qualité d'un réseau, à la fois sur sa capacité à couvrir un territoire (aspect spatial) et à le desservir à fréquence élevée (aspect temporel). Les outils SIG permettent aujourd'hui ce type d'investigation. On caractérise ainsi beaucoup mieux la qualité de l'offre qu'avec le seul plan du réseau.

- **Stationnement**

L'offre de stationnement se prête aussi à une description par densité.

Offre de stationnement : Densité de places		
<i>Formule :</i>	Numérateur :	places de stationnement
	Dénominateur :	surfaces bâties avec voirie, hors ZI de plus de 16 ha
	Elimination des vides :	oui, s'ils font plus de 16 ha

Le tableau n° 19 traite de l'ensemble des différentes offres de stationnement dans quelques centres-villes français et suisses, par estimation en ce qui concerne l'offre privée. Ils montrent des écarts notables rapportés en surface, donc sur les valeurs de densités. Mais ces écarts s'atténuent si l'offre de stationnement est rapportée à la population, ou mieux, à la somme population + emplois. Il reste cependant des différences notables d'un centre-ville à l'autre. Ces chiffres ne sont pas faciles à établir dans la mesure où la collecte des statistiques de stationnement souffre d'un grave défaut : l'absence de délimitation des périmètres où se situe l'offre.

Or, malgré le faible échantillon de villes présenté dans le tableau, on pressent que les disparités mériteraient des investigations supplémentaires pour éclairer la question du lien entre dynamiques urbaines de centre-ville et niveau d'offre de stationnement.

Tableau n° 19 :

Densité de l'offre en stationnement

<i>Centres-villes de :</i>	Nantes	Rennes	St-Nazaire	Zurich	Bale	Berne
Offre de surface (nb de places)	4 260	3 800	7 300	1 884	1 900	1 100
Offre ouvrage (nb de places)	2 559	2 700	2 559	2 396	1 450	1 400
Total offre publique (nb de places)	6 819	6 500	9 859	4 280	3 350	2 500
Surface (hectares)	100	125	140	164	193	76
Nb de places publiques/ha	68	52	70	26	17	33
Offre privée (nb de places)	2 198	10 350	2 200	6 725	7 900	1 300
Nb de places privées/ha	22	83	16	41	41	17
Nb de places totales/ha	90	135	86	67	58	50
Population (habitants)	12 434	19 000	12 434	6 700	18 000	5 000
Emplois	24 065	24 000	8 000	73 400	46 000	26 000
Population + emplois	36 499	43 000	20 434	80 100	64 000	31 000
Places pub/1000 habitants	548	342	793	639	186	500
Places pub/1000 hab.+emplois	187	151	482	53	52	81
Densité de population (hab/ha)	124	152	89	41	93	66
Densité pop + emplois (hab+empl/ha)	365	344	146	488	332	408

Le calcul connexe de la place occupée par les automobiles en stationnement dans les centres-villes interroge aussi sur les formes urbaines produites. Le premier enjeu du stationnement est donc la consommation d'espace. Il y a, par exemple, autant de places de stationnement que d'habitants dans le centre de Nancy. Si on admet un chiffre moyen de 25 m² par place, les voitures consomment probablement autant de surface de plancher que la surface nette habitée par personne. Piero Galanti, de la ville de Bologne, relatait dans une monographie²⁶ sur les déplacements en Italie, que la « surface moyenne occupée par chaque habitant est de l'ordre de 50-60 mètres carrés, y compris les espaces verts. Or, l'adjonction d'un garage comporte un complément de surface de l'ordre de 25-30 mètres carrés ». C'est dire que **l'espace occupé par le stationnement est en concurrence directe avec les espaces de vie des habitants.**

3.3.2. La demande de déplacements

Demande de déplacements tous modes : Densité de déplacement à destination

<i>Formule :</i>	Numérateur :	nombre de déplacements à destination
	Dénominateur :	surface totale
	Elimination des vides :	non

Il est possible d'estimer, par enquêtes - ménages et modélisation, le nombre de déplacements à destination d'un territoire donné. Ce critère ne prend pas en compte les déplacements qui traversent ce territoire sans s'y arrêter, mais il reste assez représentatif d'une pression des mouvements sur un espace. Et, puisqu'il s'agit d'un dénombrement, cette pression va pouvoir être qualifiée par une densité : la densité de déplacements à destination d'une unité de surface. Les chiffres qui sont produits ici sont calculés sur des surfaces brutes, puisque les vides dans l'urbanisation sont, en général, traversés par des déplacements (sauf exceptions comme les plans d'eau ...).

L'objet de cette analyse n'est pas de démontrer qu'il y a des liens entre densités d'habitants (ou D.A.H.) et pratiques de mobilité ; d'autres travaux s'y emploient. La question traitée ici est plutôt d'observer quel visage ces densités de déplacements donnent à la ville, à différentes échelles.

La première planche (planche Y1) présente des densités de déplacements à destination de différents quartiers de la ville de Toulouse. Elle a été établie à partir de données de population, d'emplois et d'effectifs scolaires. C'est une estimation de ces déplacements puisque les valeurs ont été reconstruites à partir de valeurs de mobilité affectées à ces critères démographiques et socio-économiques²⁷.

On notera que l'imprécision due à la méthode de calcul est toute relative dans la mesure où l'échelle des valeurs s'établit de 500 à 138 000 déplacements par jour et par km². On voit ici tous les enjeux de concurrence sur l'espace public sur les quartiers centraux accueillant les plus forts taux. Bien entendu, la répartition entre modes de transport est différente entre ces quartiers centraux et la périphérie : presque exclusivement automobiles sur la couronne périurbaine, les déplacements sont majoritairement piétons, deux roues et TC (modes dits écomobiles ici).

Ainsi, le quartier dont la densité de déplacements à destination est la plus forte (133 000 déplacements par km²) réunit majoritairement des déplacements à pied (46 000) et en TC (37 500). Cette approche ouvre des horizons nouveaux au moment où les PDU attirent l'attention sur la promotion des modes alternatifs à la voiture. Ces fortes densités piétonnes identifiées dans certains quartiers sont des indicateurs utiles à la construction de politique de partage de l'espace public. Il

²⁶ CETUR, *Déplacements en Italie*, 1992, 237 p.

²⁷ PROCHASSON F., *Les territoires de la rue, enjeux sur l'espace public*, Thèse de doctorat, Université de Nantes, 2000.

n'existe aujourd'hui aucun outil d'évaluation de la présence piétonne dans un réseau de voies. Tout au plus sait-on mesurer les flux piétons sur un trottoir, en un point ponctuel.

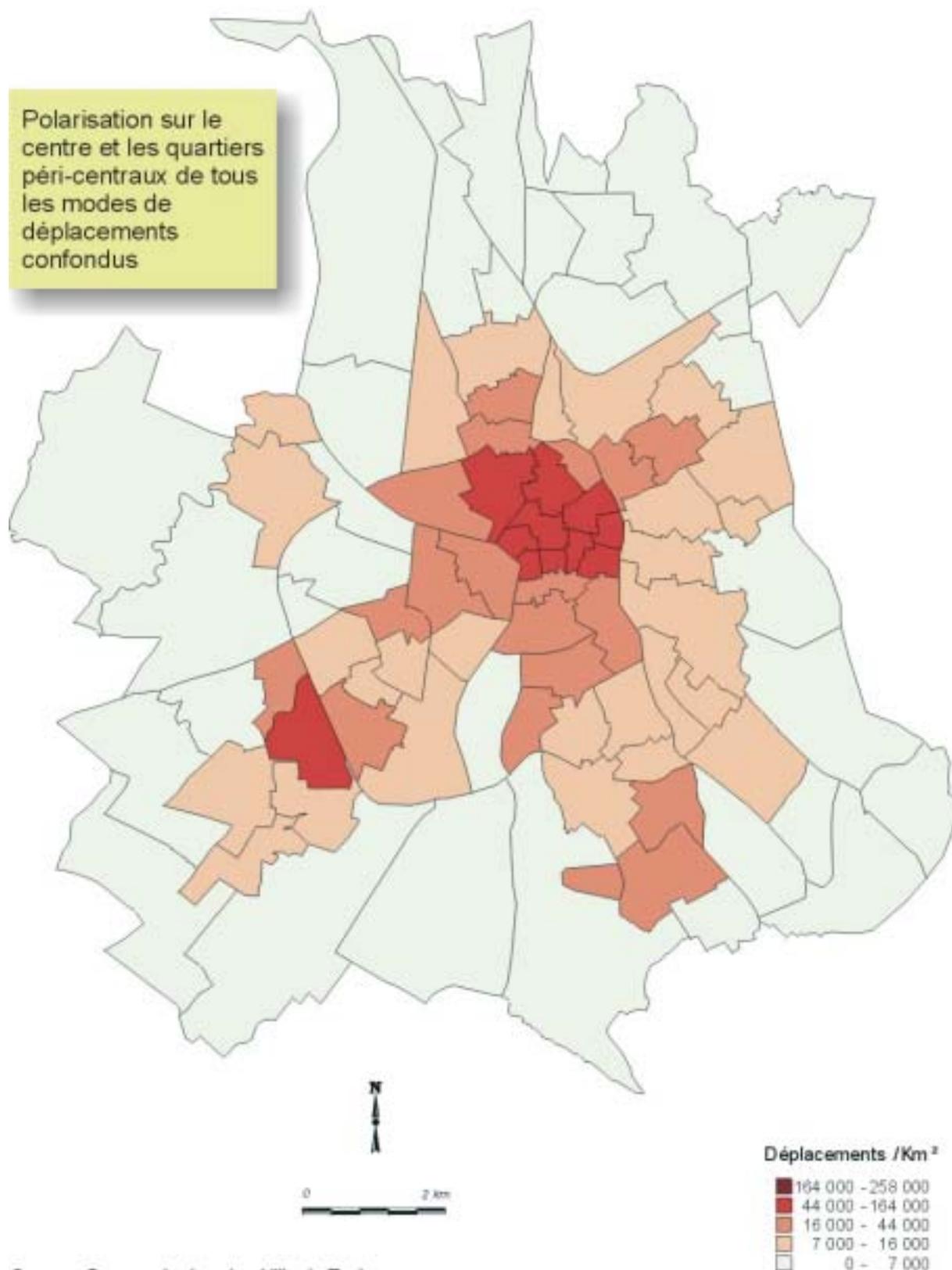
Cette approche du type modélisation des densités de déplacements piétons est plus pertinente car associée aux lieux de ces déplacements et non, comme pour l'automobile, aux axes principalement utilisés. Cette association à un espace plutôt qu'à quelques voies reflète bien la réalité des pratiques piétonnes pour lesquelles il n'y a pas de plan de circulation, mais des choix d'itinéraires fluctuant d'une personne à l'autre, dans la diversité des origines et des destinations.

Par ailleurs, la lecture des lieux qui concentrent les fortes densités, donc là où sont les enjeux soit TC, soit VP, soit piétons – pour rester sur les modes principaux – renseignent sur l'organisation de la ville et la concentration des nuisances.

En terme d'organisation de la ville, la planche des déplacements écomobiles (planche Y3), montre la très forte polarisation de Toulouse sur son centre, avec une exception périphérique liée au campus de l'université du Mirail (Sud-Ouest). Le noyau historique, délimité par le canal à l'est et les faubourgs, rive gauche à l'est, se lit comme un seuil déterminant des pratiques de déplacements « alternatifs » à la voiture. Par contre, la planche des déplacements automobiles (planche Y2) est beaucoup moins polarisée sur le centre. Bien des quartiers périphériques dépassent les 10 000 déplacements à destination par km². Encore faudrait-il pouvoir ajouter le transit à ces déplacements à destination, de manière à avoir une image plus proche de la réalité. **La ville de « l'automobile » s'avère donc, sur l'exemple de Toulouse, beaucoup plus diluée que la ville « à pied » ou en TC.** Cependant, en termes d'émission de polluants atmosphériques, on constate malgré tout que les densités à destination de déplacements automobiles les plus fortes sont toujours dans les quartiers du centre. Le raisonnement concerne aussi les enjeux de bruit ou de sécurité routière, comme d'autres études le montrent. En restant sur le seul enjeu pollution atmosphérique, on constate à la lecture de cette carte de Toulouse que le centre, malgré une bonne pratique de la marche et des Transports en Commun, n'est pas à l'abri de cette pollution. Même s'il était plus pertinent de partir d'une carte générale des trafics automobiles pour estimer ces émissions de polluants, on voit par cette approche densité que sont soulevés des enjeux urbains sensibles : bruit, pollution atmosphérique et sécurité routière sont le lot des quartiers de fortes densités de déplacements et, par voie de relation, de forte densité d'activité humaine. La réduction de la part de l'automobile dans le total des déplacements ne fait qu'atténuer le problème.

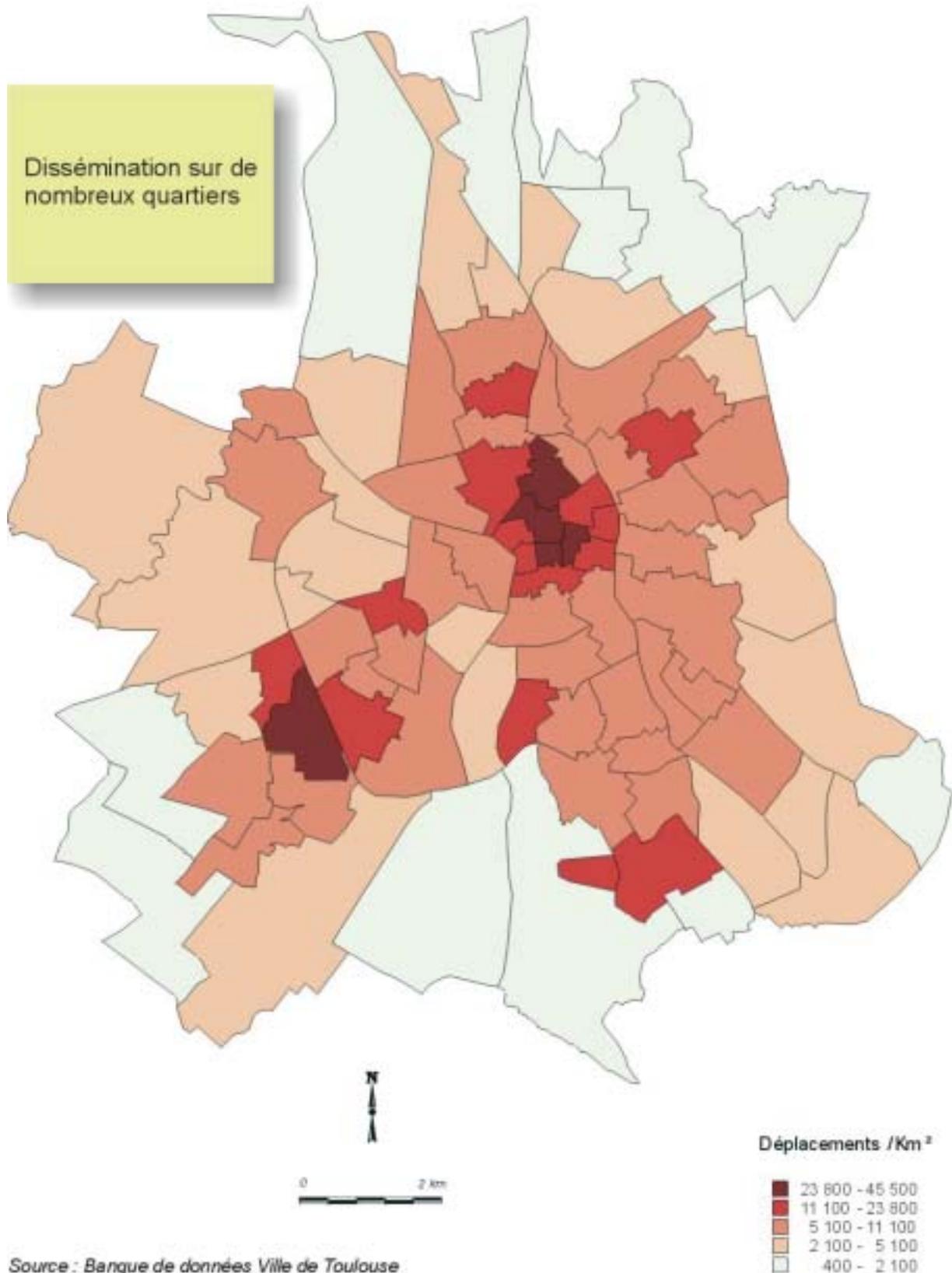
Cet exemple toulousain nécessiterait un approfondissement pour mesurer toute la pertinence d'une approche densité. Au moins, le premier intérêt de ces documents est de refléter, au travers des pratiques de déplacements, des lieux de concentration des fonctions, ou plus exactement des activités urbaines.

Polarisation sur le centre et les quartiers péri-centraux de tous les modes de déplacements confondus

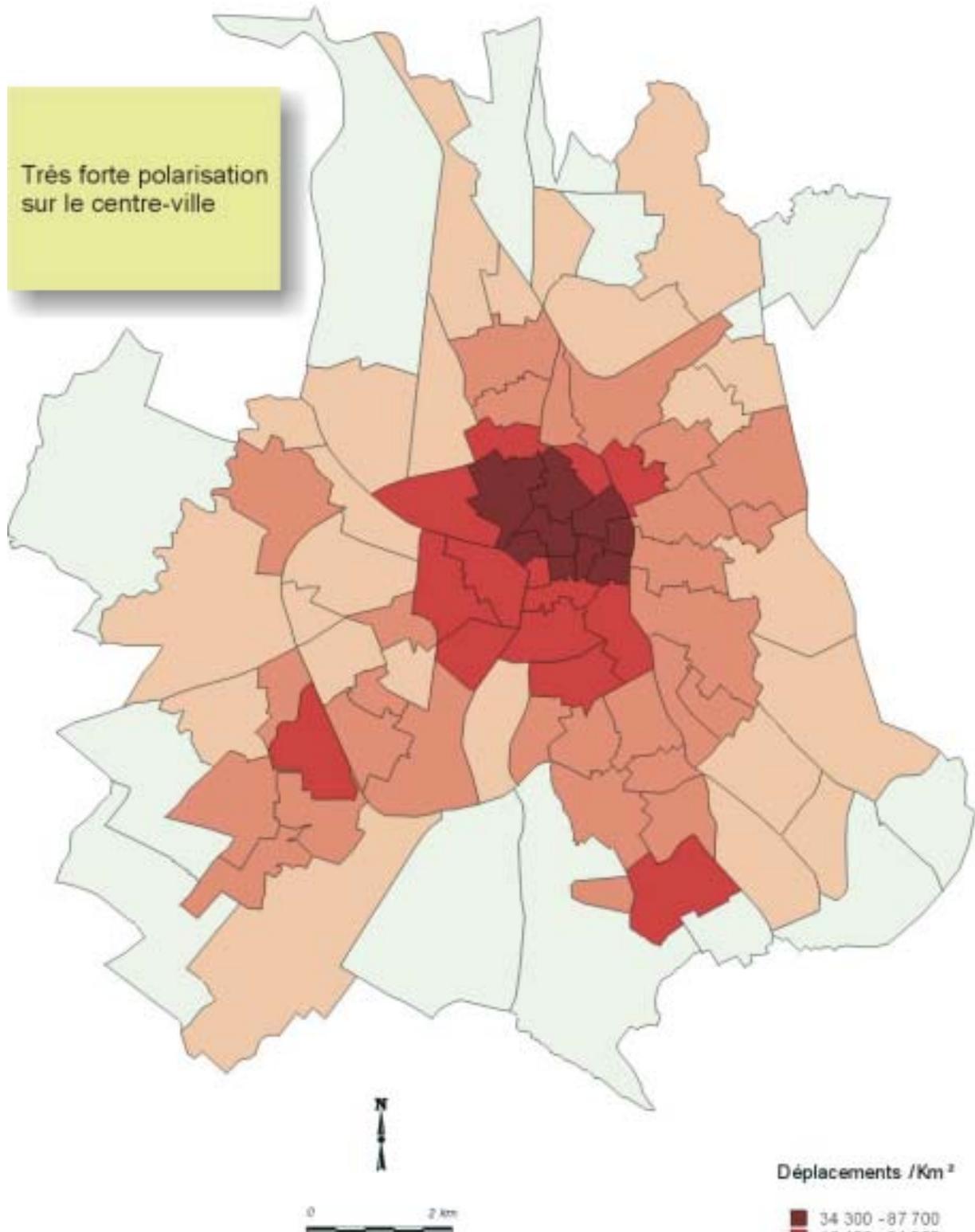


Source : Banque de données Ville de Toulouse

Dissémination sur de nombreux quartiers



Très forte polarisation
sur le centre-ville



Source : Banque de données Ville de Toulouse

4. DENSITE VEGETALE

Densité d'espaces végétalisés :

<i>Formule :</i>	Numérateur :	m ² d'espaces végétalisés à usage public
	Dénominateur :	surface totale
	Elimination des vides :	oui, en référence à la BD-Carto® (élimination des cimetières, des pépinières, des carrières, des plans d'eau de plus de 4 hectares, des espaces de culture, ...)

On doit considérer les surfaces végétalisées comme des éléments de caractérisation qualitative du tissu urbain, à côté d'autres facteurs comme la desserte viaire, l'offre de transport collectif, les équipements de proximité ... pour lesquels nous avons proposé des modes de mesure.

Une présence végétale abondante en milieu urbain est généralement considérée comme une réelle plus-value en terme d'usage et d'agrément, mais aussi en terme patrimonial. Il suffit, pour s'en rendre compte, d'observer comment fonctionne le marché immobilier dans bon nombre de villes, avec des prix sensiblement plus élevés dans les « quartiers verts », résultat d'une pression de la demande d'implantation dans ces quartiers. De ce point de vue, tous les habitants ne sont pas placés à la même enseigne. Il y a souvent conjonction entre marquage social et forte végétalisation : immeubles haussmanniens bordant un jardin public, lotissements pavillonnaires haut de gamme fortement végétalisés, ...

Pour autant, les habitants des quartiers HLM ne sont pas dépourvus d'espaces verts. Ils sont même souvent vastes et, en même temps, non aménagés, ce qui leur confère peu de valeur d'usage. Les conflits sociaux, dont ces quartiers font parfois l'objet, se transposent surtout sur les espaces collectifs, y compris les espaces verts, qualificatif d'ailleurs flou qui spécifie bien le peu de cas qu'on leur accorde.

Il y a, à l'évidence, une forte dimension psychologique qui affecte le terme « espaces verts » : on peut tout à la fois apprécier fortement un quartier pavillonnaire pour la profusion végétale de ses jardins pourtant strictement privés et dénigrer l'espace vert attendant à un immeuble, pourtant à usage public ou semi-public, du fait de la pauvreté de ses aménagements ou de son inconvénient (accessibilité, ensoleillement ...) ou du défaut d'entretien.

La mesure comparative de la densité végétale paraît pourtant intéressante, ne serait-ce que pour observer le déficit important de végétalisation de certains territoires ou quartiers urbains et étayer l'idée de dédensification du bâti (remplacé par des jardins publics par exemple, lorsque l'opportunité se présente) ou pour valoriser l'image d'une ville. Le ratio habituellement utilisé de m² d'espaces verts par habitant est, à cet égard, peu significatif car on ne sait pas trop ce qui est agrégé dans ces m², à quelles limites territoriales (la ville, l'agglomération ?) et encore moins à quelles représentations mentales ce ratio fait référence.

La mesure comparative de la densité végétale pose donc deux problèmes essentiels :

- **Celui de l'échelle d'usage des espaces végétalisés.**
- **Celui du statut de ces espaces.**

En matière d'échelle d'usage, on voit bien que certains espaces, tels qu'un parc de loisirs, s'adresse à l'agglomération au minimum et un square, au quartier. Le choix de l'échelle de référence de la surface territoriale à laquelle rapporter les m² d'espaces végétalisés est donc une question délicate, sauf à désagréger les m² verts comptabilisés selon le type de fréquentation. On peut, cependant, admettre le

postulat qu'un espace végétalisé qui bénéficie d'une fréquentation à l'échelle de l'agglomération est a fortiori un espace particulièrement apprécié au niveau du quartier dans lequel il est implanté.

En matière de statut des espaces végétalisés, bien des subtilités peuvent être introduites entre espace à statut et usage public, espace à statut public restreint, espace - propriété publique mais non ouvert au public, espace semi-public, espace privé ouvert au public ... Par ailleurs, des forêts privées peuvent-elles être comptabilisées au même titre que des forêts domaniales ? Un complexe sportif arboré peut-il être considéré comme un espace vert ? Doit-on compter comme espaces végétalisés des avenues abondamment plantées, dans la mesure où elles sont perçues comme un facteur réel d'agrément urbain ?

Le tableau qui suit (n° 20) tente de dresser une typologie des espaces végétalisés en fonction de leurs statuts et de l'échelle d'usage. Il n'a pas de prétention à l'exhaustivité.

Tableau n° 20 :

Typologie des espaces végétalisés

Type	Statut	Echelle d'usage
Jardin public	Public	Selon la taille : Ville / quartier
Parc de loisirs	Public, parfois privé (soumis à tarification)	Région, Agglomération
Espaces sportifs	Public restreint	Agglomération, Quartier
Bois et forêts	Public ou privé	Région, Agglomération
Centre aéré	Public restreint ou privé	Agglomération
Voirie arborée	Public	Quartier
Espaces verts attenants à des ensembles immobiliers	Public, semi-public ou privé	Quartier

On pourrait ne considérer, dans une comptabilisation des m² d'espaces végétalisés, que ceux qui ont réellement un statut public sans restriction, c'est à dire les jardins publics, les parcs de loisirs publics, les bois domaniaux insérés dans les zones urbaines, les voiries arborées. Ce choix a le mérite de calculer une densité végétale sur une base pertinente, celle de l'usage réellement public. Il élimine des espaces végétalisés à caractère public restreint ou privé. Mais il est parfois difficile, dans la pratique, d'opérer cette sélection.

En ce qui concerne les voiries arborées, on peut arbitrairement transformer en surface ce qui se présente souvent comme un linéaire d'arbres d'alignement, en prenant en compte la couverture végétale, telle qu'elle apparaît en vue aérienne (cas de Nantes) ou en multipliant le linéaire par une largeur donnée.

Préciser la notion de densité végétale comme cela vient d'être proposé, suppose de disposer de données géographiques numérisées pour les grandes agglomérations ou d'informations précises (statut, limites cadastrales, photos aériennes...) pour les plus petites.

L'exercice a été mené sur la ville de Nantes qui dispose d'un SIG calé sur le cadastre, avec une nomenclature d'occupation du sol détaillée. On a pu isoler les espaces verts publics ou assimilés dans la mesure où ce sont ceux qui sont gérés par la ville ou qui ont un statut public clairement identifié. Cette définition recouvre en partie la typologie précédente : on retrouve les jardins publics, les parcs de loisirs, les bois, les voiries arborées et engazonnées, mais aussi quelques terrains de sport, à l'exclusion des surfaces bitumées ou en stabilisé, et des espaces verts attenants aux immeubles HLM,

entretenus par la ville. La cartographie (*planche Z1*) est accompagnée de calculs de densités végétales par quartier (*planche Z2*) montrant de grandes disparités, de 2 m² par hectare pour le centre-ville à 121 m²/hectare pour Nantes Nord et Dervallières-Zola. La densité végétale moyenne est de 49 m²/hectare.

La limite communale s'inscrit dans une agglomération beaucoup plus importante qu'il aurait été plus pertinent de prendre comme base de calcul de surface, mais pour laquelle les données géographiques n'existent pas. La surface totale prise en compte au dénominateur, la surface administrative, n'est pas toujours satisfaisante si on l'applique, par exemple, à des villes qui possèdent de vastes zones agricoles périphériques qu'il faudrait, en toute logique, éliminer.

Dans le cas de Nantes, les espaces vides non bâtis, non affectés à des bois, forêts, parcs, pelouses, en fait espaces agricoles ou divers, représentent une assez faible surface.

Le premier biais méthodologique dans ce genre d'exercice est que l'on assimile à de la zone végétalisée des types d'espaces dont les échelles d'usage sont très différentes. Comme nous l'avons déjà postulé, on peut cependant considérer qu'un espace végétalisé, quelle que soit son échelle de fréquentation, bénéficie avant tout, dans le quotidien, aux habitants proches.

L'autre biais méthodologique est que l'on rapporte les densités végétales à des quartiers de surfaces variables. Ainsi, les 11 quartiers nantais ont été définis par la municipalité en fonction d'un découpage en îlots INSEE. Rapporter le nombre d'habitants du quartier à sa surface végétalisée (par exemple, nombre d'habitants pour 100 m² d'espace végétalisé) ou établir un ratio plus traditionnel qui rapporte les m² d'espaces végétalisés au nombre d'habitants du quartier, perpétue ce biais méthodologique.

Pour une analyse de la redistribution spatiale, il serait plus pertinent de ne considérer que les habitants des îlots INSEE entièrement inclus dans une zone de 1 km par exemple autour des espaces végétalisés (1 km correspond environ à un quart d'heure de marche à pied). On s'apercevrait ainsi que certaines portions de quartier sont fortement dépourvues en matière d'espaces verts, alors que d'autres sont surabondamment dotées en la matière.

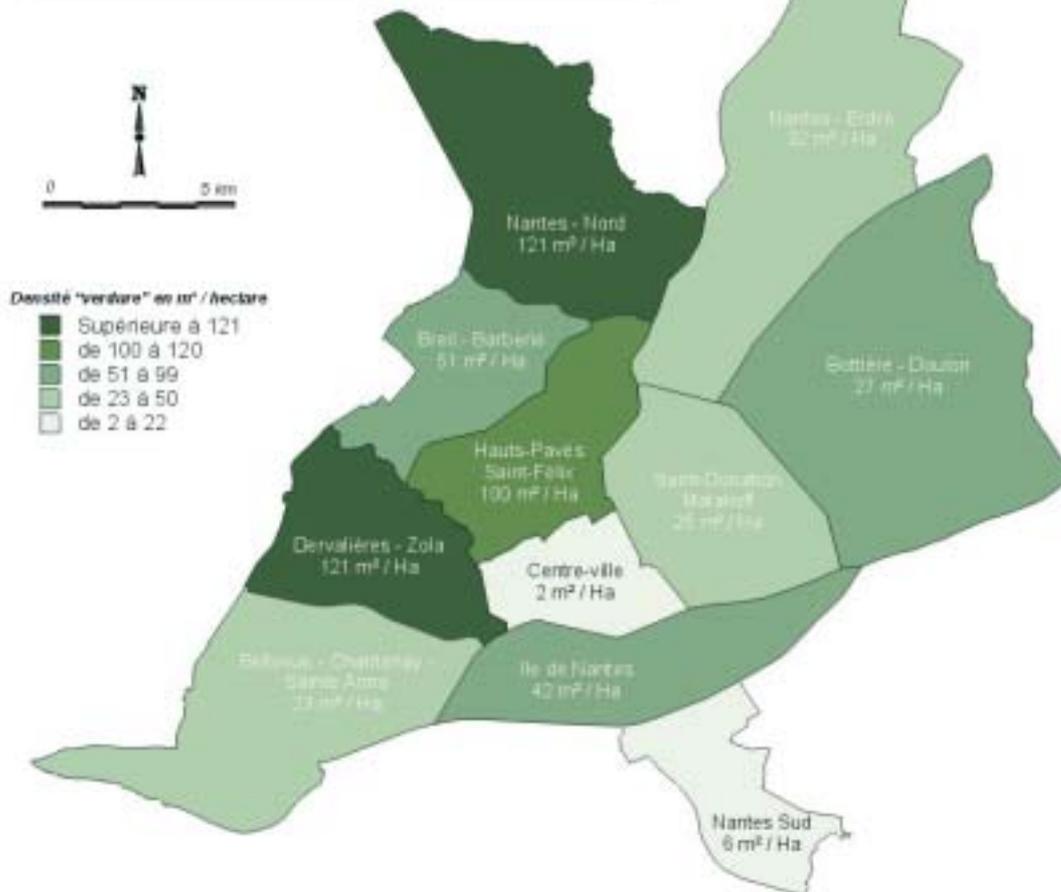
Un calcul de densité végétale peut être mené à une échelle plus vaste, par exemple celle d'une aire urbaine ou d'un département. Dans ce cas, on agrégera des catégories d'espaces telles que définies par la BD Carto® d'I.G.N., selon la nomenclature qui lui est propre, pour définir un ensemble d'espaces végétalisés de plus de 8 hectares. La contrainte méthodologique est bien entendu celle de la limite, administrative ou fonctionnelle en l'occurrence. La densité végétale est ici une traduction d'un mode d'occupation du sol.



Une répartition inégale des
espaces verts publics...

Source : Banque de données Ville de Nantes, SIG

... qui se traduit par une forte variation de la densité végétale.



Nom de la zone	zone	Surface de la zone en m ²	Surface des espaces boisés en m ²	Surface des espaces "pelouse" en m ²	Somme de espaces verts en m ²	Densité végétale en m ² /Ha
Centre Ville	1	2 430 071	480	0	480	2
Bellevue -Chantenay -Sainte Anne	2	7 313 148	4 899	11 977	16 876	23
Dervallières -Zola	3	4 405 101	5 835	47 736	53 371	121
Hauts -Pavés -Saint-Félix	4	4 279 402	15 094	27 748	42 842	100
Saint-Donatien -Malakoff	5	5 020 163	2 254	10 542	12 796	25
Ile de Nantes	6	4 613 284	1 095	18 718	19 813	42
Breil -Barberie	7	3 572 003	1419	16 857	18 276	51
Nantes Nord	8	7 583 381	1 627	90 275	91 902	121
Nantes -Erdre	9	11 935 831	391	37 713	38 104	32
Bottière -Doulon	10	11 696 559	4 181	26 980	31 161	27
Nantes Sud	11	2 934 129	1 726	0	1 721	6
Total par colonne :		65 782 872	38 603	288 546	327 149	49

Source : Banque de données Ville de Nantes, SIG

III – ESSAI DE TERMINOLOGIE DES DIFFERENTS CONCEPTS DE DENSITE, ELEMENTS DE MESURE, CONCLUSION

Dans ce chapitre, sont proposés une terminologie pour les différents types de densité. Devant la diversité de significations possibles du concept de densité, on a pris conscience de la nécessité de relier la mesure à l'échelle d'étude et au questionnement : « **que va apporter la détermination d'une densité par rapport à l'analyse urbaine menée** » ?

Ceci renvoie à la conclusion sur les champs de validité des différentes formes urbaines, assortis de quelques exemples d'utilisation du critère de « densité » pour les questions de transport. Il importe d'avoir un vocabulaire commun. La pertinence de ces règles n'apparaîtra qu'à l'usage. Elles sont donc posées ici a priori et devraient faire l'objet de débats et bilans. Ce document doit être considéré comme une base de départ.

1. TERMINOLOGIE

Le vocabulaire utilisé ici peut apparaître un peu lourd. Ce choix s'est imposé pour sortir des ambiguïtés constantes de définition, ambiguïtés qui conduiraient à comparer des valeurs incomparables. Plutôt que densité résidentielle, on a préféré donc densité d'habitants ou de population. On ne parle jamais de densité sans autre précision, sauf lorsqu'il s'agit du seul concept. Enfin, on réserve des unités différentes aux différentes échelles. En infra-communal et petites communes, le calcul sera fait à l'hectare. A l'échelle de la ville et des unités urbaines, il sera fait au km².

1.1. Densités brutes, densités nettes de population

La densité brute de population est le mode de calcul le plus courant de la densité, c'est-à-dire le rapport entre une population ou un nombre de logements ou tout autre type de dénombrement et la surface du territoire administratif à laquelle ils appartiennent.

La *densité d'habitants sur les surfaces bâties* est le rapport d'une population à la surface bâtie qu'elle occupe, par exemple la surface bâtie d'une commune pour calculer une densité communale (on en exclut alors les zones agricoles, les zones d'activités, les plans d'eau et boisements « réputés inconstructibles »). Cette notion se rapproche de celle que l'on peut trouver depuis presque vingt ans dans la littérature spécialisée sur le sujet : *la densité « nette » de population*. On utilise dans la même logique la densité nette de logements.

Par exemple, dans une étude sur les densités de la ville nouvelle de Cergy-Pontoise²⁸, le terme de densité nette est employé pour désigner le rapport entre un nombre de logements et la surface sur laquelle ils sont implantés, c'est-à-dire les surfaces affectées uniquement à l'habitat et à ses annexes.

²⁸ EPA Février 1991

Ceci ne remet pas en cause l'intérêt de rapporter les dénombrements à des surfaces administratives. Ainsi, suivant la façon dont la population est répartie sur le territoire de la commune, l'écart entre des densités nettes et des densités brutes est plus ou moins grand.

Voici deux exemples extrêmes : la limite administrative de Nancy donne un territoire de 15 km², la surface bâtie de la commune est de 12,4 km². La différence entre les surfaces brutes et bâties n'est pas très grande, les densités communales brutes et les densités nettes seront assez proches.

Par contre, à Saint-Etienne, la superficie communale est de 80 km². Or la surface bâtie ne fait que 28,5 km² (valeur 1990). La différence est considérable. Alors que la densité brute de Saint-Etienne fait dire que c'est une ville peu dense : 2 493 habitants/km², la densité nette montre que c'est une ville assez dense : 7 000 habitants/km². Sa population est concentrée sur une partie seulement de son territoire.

On verra plus loin les conditions de délimitation du bâti.

1.2. Densité d'habitants, de logements, de déplacements, densité végétale ...

Puisque la densité est le rapport d'éléments dénombrables sur une surface, elle peut s'appliquer sur une multitude d'objets géographiques pouvant être affectés à cette surface. On conclut ainsi que le concept de densité ne s'applique pas au mouvement. On parle alors de flux rapporté à une échelle de temps. Par contre, on a vu qu'il était possible de calculer une densité de déplacements à destination d'un espace prédéfini. On utilise aussi cette notion pour un nombre de voyageurs par m² dans un train ou un métro, ou une densité de véhicules en stationnement.

Les premiers chapitres de la deuxième partie de ce rapport parlent de densité d'habitants et de logements. Ils retiennent systématiquement les principaux critères²⁹ de l'INSEE pour affecter ces habitants ou logements à un espace : populations sans double compte, résidences principales... Le chapitre 3.1. a traité des densités d'emplois, en considérant l'emploi au lieu habituel de travail. A noter, la notion synthétique de densité d'activité humaine, établie en additionnant les habitants et les emplois (avec certes un biais méthodologique, celui de double compte lié à des habitants qui résident et travaillent au même endroit).

Le chapitre 3.3. a proposé des densités liées à l'offre de transport ou à la demande de déplacements : densité d'arrêts ou stations de transports collectifs, densité de nœuds (carrefours) d'un réseau viaire, densité de places de stationnement pour ce qui permet de décrire une offre de transport, densité de déplacements à destination, pour ce qui décrit la demande de déplacements.

Le chapitre 4 constitue une sorte d'extrapolation du concept de densité, en l'appliquant aux espaces végétalisés. Le rapport entre surface végétalisée et surface totale est ramené à un nombre de m² par hectare, en considérant ces m² comme des objets dénombrables.

Compte tenu des restrictions imposées au concept de densité dans cette approche spatiale, on ne parlera pas de densité pour des rapports de surfaces comme les COS ou la part d'espaces verts dans la

²⁹ Eléments de la population légale fournis par l'INSEE ; résidences principales ; population sans double compte ; nombre moyen de personnes par résidences principales ; nombre de logements occasionnels en 1999 ; nombre de résidences secondaires ; nombre de logements vacants en 1999 ; nombre de logements taux.

ville, ou encore les emprises bâties. Ce sont des coefficients ou des pourcentages, non des densités et il n'y a pas dénombrement d'objets.

Il a aussi été décidé de considérer comme impropre au calcul de densité les dénombrements dans un espace d'éléments qui s'agrègent pour fonctionner au mieux. **La densité est un concept de mesure de la distribution d'objets dans l'espace.** Ce n'est pas vraiment le cas pour les activités de commerces et de services qui sont regroupées en pôle à l'échelle d'un quartier ou dans des centres commerciaux. La notion de densité commerciale est donc impropre à décrire la présence des aménités dans un espace.

2. ELEMENTS DE MESURE

La véritable difficulté de mesure des densités n'est pas dans le dénombrement, mais dans le choix du périmètre contenant. Malgré toute la simplicité d'un calcul rapporté à une surface administrative, on a vu sur l'exemple de Saint-Etienne la non-pertinence du résultat pour travailler à l'échelle urbaine (et non communale). Il faut donc définir une surface contenant ce dénombrement ou un périmètre. On veillera à ce propos à vérifier si le découpage administratif utilisé n'est pas trop grossier. L'INSEE a ainsi fourni des produits très schématiques de représentation de son découpage IRIS sur lesquels tout calcul de surface était faussé.

Les règles préconisées ici s'appliquent principalement pour les densités d'habitants, de logements, d'emplois. Elles sont adaptées à la précision des sources disponibles aujourd'hui. Elles sont en fait le fruit d'une évolution entre les premières mesures menées sur SIG au milieu des années 1990 et le contexte actuel. Vers 1995, quand le CETE de l'Ouest s'est avisé de calculer des densités nettes à l'échelle communale ou infra-communale, les délimitations des silhouettes bâties ont été digitalisées sur des fonds de cartes IGN au 1/100 000^e. La précision tirée de l'exercice interdisait l'identification de surfaces non bâties à l'intérieur de ces silhouettes de moins de 16 hectares. Aujourd'hui, l'IGN fournit avec la BD Carto® des documents suffisamment précis pour les travaux présentés ici : la couche occupation du sol.

Les zones d'occupation du sol de la BD Carto® sont détaillées en annexe 2. Les deux classes qui nous intéressent sont le bâti (classe 01) et les zones industrielles, commerciales, ou de loisirs (classe 02). Les superficies minimales prises en compte sont :

- 8 ha pour les postes "bâtis et forêts".
- 4 ha pour le poste "eau libre".
- 25 ha pour les carrières, cultures, végétations naturelles.

On notera cependant que, malgré ces progrès sur l'identification des surfaces bâties, la fiabilité des informations se heurte à une autre difficulté majeure, celle de la mise à jour de ces données. La date de cette mise à jour coïncide rarement avec celle des données du recensement. Le technicien est alors devant deux alternatives : soit mener ses calculs sur la base des préconisations proposées ici, et il prend le risque de biais au moins sur les extensions périurbaines qui évoluent fortement entre deux recensements, soit mener ses propres calculs sur des informations synchrones : surfaces bâties et données de recensement concomitantes. Cette méthode, plus orthodoxe, a, elle aussi, ses inconvénients puisqu'elle donne une part plus forte à l'interprétation des techniciens qui délimitent les surfaces urbanisées. Du coup, les comparaisons qu'ils pourraient faire avec des densités issues d'autres sources seront sujettes à caution. Dans les deux cas, il faut garder à l'esprit le fait que la précision voulue dépend d'abord de l'utilisation ultime de la donnée calculée, la densité. Le plus souvent, les écarts sont tels qu'une imprécision de 10 % ou plus ne nuit pas forcément à l'analyse.

Le calcul des densités végétales s'appuie, par contre, sur des données plus fines que la BD Carto®. Il s'agira de mobiliser un SIG local (ou un MOS type Île-de-France) qui établit une nomenclature détaillée d'occupation du sol, singularisant les espaces boisés, les pelouses, etc. La question délicate reste celle du statut, public ou privé, des espaces végétalisés. Le problème a été résolu en partie sur Nantes. Faute d'information sur le statut, un repérage, sur le terrain, des espaces verts publics est nécessaire. Si le cadastre est numérisé, il est relativement facile de repérer les parcelles publiques par croisement avec la matrice des propriétaires.

Les principes, qui vont régir les propositions qui suivent, s'appuient sur quelques critères qui devraient simplifier les mesures de surfaces :

- Utiliser les banques de données SIG disponibles : cadastres numérisés, sources IGN, découpages îlots et IRIS de l'INSEE (sous l'intitulé « contours »), nomenclatures locales d'occupation du sol (cf. Nantes).
- Définir les surfaces à prendre en compte par leur enveloppe, en cherchant plutôt à définir ce périmètre enveloppe qu'à essayer d'agréger des espaces bâtis.
- Enlever à l'intérieur de ces périmètres un nombre réduit d'espaces vides, soit pour leurs seules étendues importantes à l'échelle étudiée (bois, plan d'eau ...), soit parce qu'ils font coupure (fleuve, faisceau ferroviaire ...).

2.1. Mesure à l'échelle de la parcelle

La notion de densité n'est pas pertinente à l'échelle de la parcelle. Les ratios utilisés ici sont les coefficients d'occupation du sol ou emprises bâties rapportées à la surface de la parcelle.

2.2. Mesure à l'échelle de l'îlot

Le terme *îlot* recouvre deux espaces différents, l'îlot « cadastral » et l'îlot « INSEE ». Le premier est un espace intérieur continu limité par l'espace public ou ouvert au public. L'identification géométrique de l'îlot, base constitutive du tissu urbain, est donc sans équivoque à partir d'un fond cadastral. L'espace public (domaine public affecté aux déplacements, cours d'eau) est par nature sans discontinuité et délimite des mailles fermées qui constituent ces îlots. On peut donc attribuer, à tout îlot, un périmètre, une surface et donc calculer des densités pour tout élément contenu à l'intérieur de cette surface. Malheureusement, l'accès aux dénombrements de logements et d'habitants est limité par les règles de collecte et de confidentialité. L'îlot INSEE – plus petit objet sur lequel on accède à des données de recensement – est un assemblage d'îlots du cadastre.

Cette unité de mesure est donc particulièrement intéressante puisqu'elle donne divers dénombrements de logements et d'habitants. Les cadastres numérisés permettent très simplement de connaître les surfaces de ces îlots INSEE sous deux approches, avec ou sans les espaces publics viaires. Les densités d'habitants et de logements à l'îlot sont calculées ici « hors voirie », en additionnant les surfaces d'îlots cadastraux contenus dans les îlots INSEE. L'exercice est facilité par la généralisation des cadastres numérisés.

Il n'y a pas lieu dans la grande majorité des cas de soustraire des espaces vides des îlots bâtis tels que, par exemple, ceux non bâtis en cœur d'îlot. Par contre, on éliminera des surfaces les îlots dont une

bonne partie est vide (zone agricole ou naturelle³⁰). La délimitation préalable du périmètre bâti à l'échelle de la commune pourra être utile à l'élimination de ces espaces.

Dans les zones périurbaines, le calcul d'une densité bâtie peut s'avérer impossible pour deux raisons. La première est liée à l'étendue des îlots INSEE (qui ne couvrent pas les territoires à dominante rurale). Ceux-ci couvrent souvent quelques dizaines d'hectares avec une grande dispersion des logements dans le tissu, autour de fermes ou hameaux. Il est impossible dans ces conditions de délimiter un périmètre bâti homogène et dissociable des vides. Le statut majoritairement agricole ou naturel de ces îlots ôte tout sens au calcul. La deuxième réserve, contenue implicitement dans la première partie, est l'impossibilité d'avoir une donnée de population ou de logement à une unité de surface inférieure à l'îlot INSEE. La solution choisie dans ce rapport est donc de ne pas produire de valeurs de densité pour ces espaces.

Pour éviter toute confusion, on parlera d'îlots cadastraux et d'îlots INSEE.

2.3. Mesure à l'échelle du quartier

La notion de quartier recouvre une grande diversité de situation d'une ville à l'autre. L'INSEE a produit beaucoup d'inventaires de données au quartier avant de généraliser un découpage dit IRIS correspondant à des populations de l'ordre de 2000 habitants. L'exploitation systématique du recensement de 1990 sur une vingtaine de villes françaises³¹ a été réalisée selon une méthode adaptée à la précision du calcul des surfaces prises en compte. Il serait en effet inutile de viser une précision supérieure aux possibilités de digitalisation d'une carte papier. Aujourd'hui, le travail se ferait différemment, mais il plane encore une grande incertitude sur la précision des différents produits de cartographie informatique mis sur le marché, en particulier par l'INSEE. Dans le cas présent, il avait été convenu de travailler sur des zones bâties hors vides de plus de 16 Ha, surface adaptée aux marges d'erreurs liées à la digitalisation. On se référera à l'étude citée en référence pour de plus amples détails.

2.4. Mesure à l'échelle de la ville-centre, de la commune

Les données urbaines sont parfois difficiles à collecter à l'échelle infra-communale. Par contre, elles sont très nombreuses à l'échelle communale. Ainsi, il est très rare de disposer des données d'emplois sur un découpage fin, au quartier. En la matière la référence est la commune. C'est avec cette unité statistique que Vincent Fouchier a pu mener ses travaux sur l'Île de France, autour des densités d'activité humaine. Pour la mesure des surfaces bâties, l'application du principe préconisé « identification de l'enveloppe bâtie, puis suppression des vides d'une taille minimum » reste la règle. L'outil BD Carto® d'IGN donne directement les surfaces proposées ici : il s'agit d'additionner à l'intérieur de ce périmètre les surfaces de la classe « bâti » si on travaille sur les logements ou la population, et des classes « bâti (01) et zones industrielles, loisirs (02) » si on travaille sur une densité « habitants + emplois » (densité d'activité humaine).

La seule réserve porte sur la mise à jour des données, réserve déjà évoquée plus haut. Les valeurs sont calculées au km². Elles sont cent fois supérieures à l'hectare.

³⁰ En général de périphérie des unités urbaines

³¹ CHEVALIER A., *Liens entre densité et pratique modale*, mémoire de maîtrise, Université de Nantes, 1998, 66 p. et ann.

Le tableau suivant (n° 21) montre tout l'intérêt de bien différencier les densités sur surfaces bâties ou totales, et le poids variable des emplois d'une ville ou d'un centre à l'autre (tableau n° 22).

Tableau n° 21

**Densités nettes et brutes de population
Densités d'activité humaine de villes**

Ville:	surface commune km ²	surface bâtie km ²	population 1990 Habitants	emplois 1994 Emplois	densité nette Hab/ km ²	densité brute Hab/ km ²	DAH Hab+emplois/ km ²	ratio emp/hab.
Angers	44,38	27,17	146 163	72 846	5 379	3 294	8 060	0,50
Rennes	50,32	22,96	203 533	106 573	8 864	4 044	13 506	0,52
Nantes	65,71	36,36	252 029	137 293	6 932	3 835	10 709	0,54
St-Nazaire	48,09	16,04	66 087	33 193	4 120	1 374	6 189	0,50
Brest	48,95	26,55	153 099	72 517	5 767	1 482	8 498	0,47

Tableau n° 22

**Densités nettes et brutes de population
Densités d'activité humaine de centre-villes**

Centre ville :	surface centre ville	population 1990	emplois 1991	densité nette	densité brute	DAH	ratio emp/hab.
Angers	2,23	11 867	4 866	5 322	5 322	7 504	0,41
Rennes	1,61	21 521	29 239	13 359	13 359	31 508	1,36
Nantes	1,07	13 424	25 994	12 546	12 546	36 839	1,94
Zurich	1,64	6 717	73 437	4 096	4 096	48 874	10,93

A noter que Zurich a 360 000 habitants et 330 000 emplois.

Le centre de Zurich a 11 fois plus d'emplois que d'habitants. Si la densité résidentielle est faible, sa densité d'activité humaine est très forte.

2.5. Mesure à l'échelle de l'agglomération

Le processus est strictement le même que pour les villes-centres. On peut s'intéresser lors du calcul à une donnée connexe aux densités : les pourcentages de vide. Il faudrait aussi développer des coefficients de mesure de l'étalement de l'urbanisation pour mieux caractériser, à l'instar de ce qui a été fait ici pour les villes-centres, ce rapport entre plein et vide et la distribution des pleins dans l'espace.

2.6. Usage des densités brutes

Certaines densités brutes peuvent être pertinentes pour décrire des phénomènes urbains. Ainsi, dans un espace urbain de type archipel, très morcelé, les densités brutes de déplacement à destination seront assez représentatives des pratiques : à de faibles densités brutes d'habitants correspondra un usage quasi-exclusif de la voiture. On a vu plus haut que des densités de déplacements à destination pouvaient éclairer aussi sur les pratiques urbaines, et là aussi la logique du calcul porte sur des surfaces brutes.

3. CONCLUSION

3.1. Echelles d'application préférentielle des différents types de densité

Tableau n°23 : Echelles d'application préférentielle des types de densité

Type de densité	Parcelle	Ilot INSEE	Quartier	Commune	Agglomération	Aire urbaine
Population		x	x	x	x	x
Logement		x	x	x	x	x
DAH			x	x	x	x
Noeuds				x	x	
Arrêts TCU				x	x	
Places PK				x	x	
Déplacements				x	x	x
Végétale			x	x	x	x

Les différents types de densité mentionnés précédemment sont repris dans le tableau ci-dessus (tableau n° 23) ainsi que les différentes échelles d'application évoquées.

Nous avons proposé une colonne « parcelle » pour mémoire, mais on voit bien que l'outil densité n'a pas vraiment de pertinence à cette échelle, d'autant que les données démographiques ou de logements sont inexistantes. Le seul intérêt de calculer de façon théorique une densité de population ou de logements, à la parcelle, résiderait dans la mise au point d'un programme spatialisé de ZAC par exemple.

Dès que l'on aborde l'échelle « îlot », les calculs de densité comparative (population, logement) deviennent intéressantes, a fortiori pour les échelles supérieures. A l'échelle de l'aire urbaine, par exemple, on peut ainsi rendre compte, si on fait une évolution rétrospective, de phénomènes d'expansion urbaine.

La densité d'activité humaine (DAH) peut s'appliquer au quartier mais avec une difficulté majeure qui est celle de l'existence de données à cette échelle (emploi au lieu de travail), ce qui oblige à les construire par soi-même à partir d'informations recueillies sur les effectifs des établissements. Pourtant, c'est à cette échelle que l'on peut reconstituer les zones de forte polarisation au sein d'une agglomération ou d'une commune. Aux échelles supérieures, le calcul de la DAH ne pose pas de problème de données. A l'échelle de l'agglomération, on va ainsi pouvoir identifier les communes polarisatrices et celles qui ne le sont pas, ce qui renseigne déjà sur le fonctionnement interne de l'agglomération.

Tous les types de densité relatifs aux déplacements (nœuds, arrêts TC, places de stationnement, véhicules stationnés, déplacements à destination) sont véritablement intéressants à calculer à l'échelle de la commune, de l'agglomération et de l'aire urbaine.

On verra dans les tableaux suivants (n° 24 et 25) à quoi ces types de densité peuvent servir et quelles en sont les conditions de mesure.

La densité végétale, comparée entre quartiers d'une ville ou d'une agglomération, et combinée à d'autres types de densités (population, logement), est un élément de caractérisation d'une ville ou d'une agglomération. Appliquée à l'échelle d'une aire urbaine, elle n'a d'intérêt que comparée à d'autres aires urbaines pour justifier des politiques d'image ou de développement soutenable comportant un volet majeur de création ou de préservation d'espaces naturels.

3.2. Quelques exemples d'utilisation de critères de densité pour les questions de transport

Les tableaux qui suivent (n° 24 et 25) font le bilan des utilisations possibles de la densité dans le champ des transports. Les exemples développés ci-dessus ont montré la pertinence de ce critère dans les études de déplacements.

Le tableau ci-dessous précise la relation entre les densités nettes d'habitants et d'activité humaine et le champ transport-déplacements selon l'échelle de territoire.

Tableau n°24 :

Echelles et indicateurs pour les transports

	Indicateur de densité	Echelle	Finalité	Information associée	Lien avec les transports	Lien avec la mobilité	Divers
I	Densité nette d'habitants en péri-urbain	1/100 000	Analyser l'usage de l'automobile dans les espaces péri-urbains.	% de vides et nombre d'unités urbanisées prises en compte pour le calcul de densité bâtie	La dispersion des masses bâties incite à l'utilisation de l'automobile et allonge les distances de déplacement.	Distances quotidiennes en voiture particulière.	Exemple : planches de Reims, Angers, St Nazaire
II	Densité nette d'habitants en péri-urbain	1/25 000	Evaluer le potentiel de clientèle des TC non urbains	% de vides et nombre d'unités urbanisées prises en compte pour le calcul de densité bâtie	Les fortes valeurs de ces indices dégradent le ratio TC des km parcours/voyages	Essentiellement déplacements scolaires	Mobilité TC liée à l'offre de TC scolaire Exemple : St Nazaire
III	Densité nette d'habitants en péri-urbain	1/25 000	Impact sur la mobilité MAP et VELO du péri-urbain	Population communale en centre bourg et nombre d'unités urbanisées hors centre bourg		Concentration des populations en centre bourg, villages, favorable aux déplacements de proximité	Exemple : St Nazaire et Reims
IV	Densité nette d'habitants en urbain continu	1/100 000	Impact sur la mobilité MAP et VELO de l'urbain	Dessin de l'unité urbaine	Situation favorable à l'organisation des TC dans les silhouettes étirées sur un ou plusieurs axes	Bonne pratique des modes de proximité dans les villes compactes et denses	Exemple : opposition entre villes de vallée et de plaine dans l'échantillon étudié
V	Densité nette d'habitants intra-communale	Quartier 1/10 000	Mobilité MAP VELO	Distribution des pôles de quartier, trame viaire serrée ou non, discontinuités		Les modes de proximité sont en interaction avec réseau viaire, densités et pôles de quartier	Exemple : quartier Doulon à Nantes
VI	DAH agglomération	1/100 000	Transport : TC	Dessin de l'unité urbaine et polarisation des emplois	Performance des TC	Pratique des TC	Exemple : Angers et Nantes densité d'activité humaine
VII	DAH intra-communale	1/25 000	Transport : TSP	Corridor desservi	Ratios km parcours/voyages	Pratique des TC	

Le tableau ci-dessous récapitule les conditions de mesure des densités d'habitants et d'activité humaine pour les études de transport-déplacement selon le type de territoire.

Tableau n°25 :

Conditions de mesure pour les transports

	Indicateur de densité	Echelle	Type de transport	Unité	Type de surfaces	Taille moyenne des surfaces
I	Densité nette d'habitants en péri-urbain	1/100 000	Mobilité : VP	Habitants	Surface bâtie	10 x 10 km
II	Densité nette d'habitants en péri-urbain	1/25 000	Transport : TCNU	Habitants	Surface bâtie	1 km ²
III	Densité nette d'habitants en péri-urbain	125 000	Mobilité : MAP VELO	Habitants	Surface bâtie	1 km ²
IV	Densité nette d'habitants en urbain continu	1/100 000	Mobilité : MAP VELO	Habitants	Unité urbaine	10 x 10 km
V	Densité nette d'habitants en urbain continu	Quartier 1/10 000	Mobilité : MAP VELO	Habitants	Unité de voisinage, micro-quartier	10 ha
VI	DAH agglomération	1/100 000	Transport : TC	Habitants + Emplois	Unité urbaine	10 x 10 km
VII	DAH intra-communale	1/25 000	Mobilité : TCSP	Habitants = Emplois		Corridors de 600 m à 1 km de largeur.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES UTILISEES

- **Ouvrages**

- BEAUJEU-GARNIER J., *Géographie Urbaine*. - 4^{ème} édition, Paris, Armand Colin, 1995, 349 p.
- BENEVOLO L., *Histoire de la ville*, (première édition 1975), Roquevaire, Editions Parenthèses, 1987, 509 p.
- BENEVOLO L., *La ville dans l'histoire européenne*, Paris, Le Seuil, 1993, 284 p.
- BERTRAND M.J., *Pratique de la ville*, Paris, Masson, 1977, 210 p.
- CERDA I., *La théorie générale de l'urbanisation*, traduction française, Paris, Seuil 1979, 248 p.
- DUPUY G., *Systèmes, réseaux et territoires*, Paris, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1985, 168 p.
- GOURDON J.-P., *Mobilité pour un environnement durable*, congrès ATEC, 28-30 janv. 1997, Paris, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, pp. 131-139.
- KAUFMANN V., J.M. GUIDEZ, *Les citadins face à l'automobilité*, Lyon, CERTU, 1998, 121 p.
- LABORDE P., *Les espaces urbains dans le monde*, Paris, Nathan, 1994, 239 p.
- LAVEDAN P., *Histoire de l'urbanisme*, 3 vol., Paris, H Laurent, 1966-1974-1982.
- PANERAI Ph., *Formes urbaines, de l'îlot à la barre*, Paris, Dunod, 1980, 232 p.
- PELLETIER J. et DELFANTE Ch., *Villes et urbanisme dans le monde*, Paris, Masson, 1994, 200 p.
- PINOL J. L. (dir.), *Atlas historique des villes françaises*, Barcelone, Centre de Cultura Contemporania de Barcelona, 1996, 318 p.
- PUMAIN D. GODARD F (dir.), *Données urbaines*, 2 tomes, Paris, Anthropos, 1996-1998.

- **Thèses, rapports, périodiques et comptes rendus de colloques**

- Annales de la recherche urbaine, « Densités et espacements », 1995.
- BAYS P. et CHRISTE P., *Le stationnement*, cahier TEA n° 7, Lausanne, EPFL, 1994, 177 p.
- BEAUCIRE F. et EMANGARD P.-H., *Dynamique spatiale de l'agglomération nantaise*, DDE 44, CETE de l'Ouest, 1995, 41 p.
- BOVY Philippe, *La gestion des déplacements urbains en Suisse*, Paris, ENPC, 1979.

- CARDET N., *La densité, un élément d'interface entre morphologie urbaine et mobilité quotidienne, l'exemple nantais*, Mémoire de maîtrise d'aménagement, université de Nantes, 1999 191 p.
- CETE de l'Ouest, *Trame viaire*, Nantes, 1998, 90 p. et annexes.
- CETE de l'Ouest, *Ville de Nantes, Plan de déplacement du quartier Doulon-Bottière*, 1999, rapport, 107 p.
- CETE de l'Ouest, *Ville de la Baule, politique de déplacements, 2000*, rapport.
- CETE de l'Ouest, *Ville de la Baule, politique de déplacements, 2001*, rapport.
- CETE de l'Ouest, *Ville de la Saint-Malo, plan de circulation du projet urbain*, 2000, rapport .
- CERTU, CETE de l'Ouest, *Morphologie urbaine et hiérarchie de réseau viaire*, 2000, rapport.
- CERTU, CETE de l'Ouest, *Morphologie urbaine et mobilité*, 1998, rapport.
- CERTU, CETE de l'Ouest, *Mobilité et formes urbaines sur 5 agglomérations*, 2001, rapport.
- CERTU, CETE Normandie-Centre et CETE de Lyon, *Densité de population et morphologie bâti*, 2002, rapport.
- CERTU, CETE du Sud-Ouest, *Calculs de densité d'environnement par lissage cartographique*, 2001, rapport.
- CERTU, BORDAS F., ...*Vers une approche de la densité urbaine*, Atelier « Vivre en Ville »,1999, rapport.
- ELLION B., *Structure urbaine et mobilité : l'exemple angevin*, mémoire de maîtrise de Géographie, Université de Nantes, 1998, 196 p.
- EMANGARD P.H., *L'efficacité commerciale et financière des transports publics urbains de province*, thèse de 3^{ème} cycle, 2 tomes et annexes, 1991.
- EMANGARD P.-H., *Contribution au Programme européen SESAME, liens entre formes urbaines et pratiques de mobilité*, Lyon, CERTU, 1999, 92 p.
- FOUCHIER V., *Les densités urbaines et le développement durable, le cas de l'Ile de France et des villes nouvelles*, Ed. du secrétariat général du groupe central des villes nouvelles, 1997, 212 p.
- FOUCHIER V., DREIF, *Contribution au Plan de Déplacements urbains de la Région Ile de France*, 1998, 3 volets, 44 p.
- FRANKHAUSER Pierre, *La fractalité des structures urbaines*, Paris, Anthropos, 1993.
- OGER B., *Les bourgs-centres de Vendée*, thèse de doctorat, Université de Nantes, 1996, 440 p.
- CHEVALIER A., *Liens entre densité et pratique modale*, mémoire de maîtrise, Université de Nantes, 1998, 66 p. et annexes.
- PROCHASSON F., *Tendances d'évolution du stationnement dans les centres-villes*, DRAST, 1999.
- PROCHASSON F., *Les territoires de la rue, enjeux sur l'espace public*, thèse de doctorat, Université de Nantes, 2000, 395 p.
- ROULEAU B., *Parcelle et tissu urbain dans les quartiers périphériques de Paris*, Revue Ville en parallèle, p 147-163.
- Revue URBANISME, n° 284, sept/oct 1995.

LISTE DES PLANCHES

Stratification de l'urbanisation nantaise : Centre et 1 ^{ère} couronne	Planche A
Stratification de l'urbanisation nantaise : 2 ^{ème} couronne	Planche B
Formes urbaines et densités	Planche C
Courbe densité et consommation d'énergie (Newman)	Planche D
Densités sur les agglomérations de Reims et St-Nazaire	Planche E
La Baule : Ilots INSEE, trame viaire	Planche F
La Baule : part de voirie	Planche G
La Baule : densités d'habitants	Planche H
La Baule : densités de logements	Planche I
Vitré : surface affectée à l'habitat et périmètre urbanisé	Planche J
Densités nettes des villes françaises	Planche K
Silhouette urbaine d'Aix en Provence	Planche L
Silhouette urbaine de Marseille	Planche M
Mesure graphique d'étalement sur Mulhouse	Planche N
Nantes : densité d'activité humaine par quartier	Planche O
Nantes : distance au centre, densité d'emplois et de population	Planches P et Q
Commerces Nantes-Doulon, desserte théorique et desserte réelle	Planche R
Commerces Nantes-Doulon, couverture territoriale	Planche S
Grenoble : offre TC et densité	Planche T
Strasbourg : offre TC et densité	Planche V
Population du corridor tramway de Nantes	Planche W
Emplois du corridor tramway de Nantes	Planche X
Toulouse : déplacements tous modes à destination	Planche Y1
Toulouse : déplacements automobiles à destination	Planche Y2
Toulouse : déplacements écomobiles à destination	Planche Y3
Espaces végétalisés publics à Nantes	Planche Z1
Densités végétales par quartier à Nantes	Planche Z2

ANNEXES

ANNEXE 1 : Méthode de qualification de l'étalement urbain

ANNEXE 2 : Nomenclature BD Carto®

ANNEXE 3 : La source FILOCOM

ANNEXE 4 : Définitions Unités urbaines –Aires urbaines

ANNEXE 5 : « Densité de population et morphologie du bâti »

ANNEXE 6 : « Calculs de densité d'environnement par lissage cartographique »

ANNEXE 1 : Méthode de qualification de l'étalement urbain

1. Méthodes

Le coefficient recherché est une distance représentative des distances quotidiennes parcourues par les résidents d'une aire urbaine. Les données sont tirées d'un M.O.S., pour le critère zones bâties. Le processus est le suivant :

- agrégation des zones bâties des communes de l'aire urbaine en 4 types d'urbanisation : ville centre, banlieues, couronnes péri-urbaines urbaines et péri urbaines rurales
- choix d'un centroïde de l'aire urbaine correspondant au cœur de l'urbanisation
- application sur les 4 agglomérats de surfaces bâties ainsi définies de tampons concentriques définis par des cercles de rayons $R_1= 1$ km, $R_2= 2$ km, $R_3= 3$ km, $R_4= 4$ km, etc. (noté R_i)
- calcul des surfaces respectives de chaque type de zone urbaine dans chaque tampon
- pondération de ces surfaces par les distances $(R_{i-1} + R_i)/2$
- les valeurs obtenues sont additionnées et divisées par la surface totale de l'aire urbaine.

1.1 Distribution des surfaces par couronnes

Le choix des rayons est à définir, soit il est pris pour obtenir une surface constante du cercle initial et des couronnes, soit il est constant comme dans l'énoncé ci-dessus.

Cas 1 : avec rayon initial à 2,5 km.

cercle ou couronne j	rayon extérieur couronne	rayon moyen couronne r_j
cercle centré sur CV=	2,5	1,77
1ère couronne =	3,53	3,02
2ème couronne =	4,33	3,93
3ème couronne =	5	4,66
4ème couronne =	5,59	5,29
5ème couronne =	6,12	5,86
6ème couronne =	6,61	6,37
7ème couronne =	7,07	6,84
8ème couronne =	7,5	7,28
9ème couronne =	7,9	7,7
10ème couronne =	8,29	8,1
11ème couronne =	8,66	8,47
12ème couronne =	9,01	8,84
13ème couronne =	9,35	9,18

chaque couronne a la même surface de 19,625 km² que le cercle d'origine (rayon 2,5 km). L'inconvénient de ce critère est l'effet asymptotique. Les grandes aires urbaines nécessitent un nombre impressionnant de couronnes pour dépasser les 10 km. L'option privilégiée est donc la seconde.

Cas 2 : option avec cercle initial de 1 km et 2 km.

rayon en km, pas de 1km	surface cercle j	rayon moyen couronne rj	rayon en km, pas de 2km	surface cercle j	rayon moyen couronne rj
1	3,14	0,5	2	12,56	1
2	9,42	1,5	4	37,68	3
3	15,7	2,5	6	62,8	5
4	21,98	3,5	8	87,92	7
5	28,26	4,5	10	113,04	9
6	34,54	5,5	12	138,16	11
7	40,82	6,5	14	163,28	13
8	47,1	7,5	16	188,4	15
9	53,38	8,5	18	213,52	17
10	59,66	9,5	20	238,64	19
11	65,94	10,5	22	263,76	21
12	72,22	11,5	24	288,88	23
13	78,5	12,5	26	314	25
14	84,78	13,5	28	339,12	27
15	91,06	14,5	30	364,24	29

1.2 Calcul du coefficient

Cas 1 ou 2 :

Prendre la surface bâtie si contenue dans chaque cercle ou couronne.

Appliquer la formule : coef. d'étalement pour chaque type d'urbanisation = $(\sum s_j \times r_j) / \text{surface totale}$.

Le cercle le plus grand doit contenir toutes les villes sauf une partie de Marseille. Par contre les unités urbaines dépassent les 10 km de rayon.

Le centre à prendre est celui dessiné sur les cartes 1/100 000^{ème}. Il est choisi dans la ville centre au cœur du centre historique.

1.3 Champ d'application

La méthode vaut pour la ville centre comme pour l'aire urbaine complète.

Pour les aires urbaines, le calcul produit une matrice de valeurs à pondérer et additionner du type :

	R 1	R 2	R 3	R i
S VC				
S banlieue				
Spériurb urbain				
Spériurb rural				

Chaque case de cette matrice est multipliée par la valeur du rayon tiré des tableaux précédents (chiffres en gras).

2. Données nécessaires

Le calcul nécessite la donnée OCS, zone d'occupation du sol (nature = bâti) de la BD Carto® sur l'ensemble des communes des 59 aires urbaines.

3. Condition du calcul

Le choix d'un centroïde de l'aire urbaine correspondant au cœur de l'urbanisation est fait à partir des bases de données géographiques disponibles. La base Michelin retient un carrefour central ; Map Info fournit une base des villes de plus de 10 000 habitants proposant une localisation du point central sur la mairie ou un lieu proche. Ce point a une précision de l'ordre de 300 m. La méthode peut se satisfaire de cette imprécision dans la mesure où cette question du centrage est assez secondaire.

ANNEXE 2 : Nomenclature BD Carto®

OCS99 Zone d'occupation du sol

Définition :

Le territoire est partitionné en zones connexes et de nature homogène. Chaque zone est donc localisée et possède une nature. Tout point du territoire a été interprété lors de la saisie, et appartient à une zone et une seule. En mer, l'occupation du sol est saisie jusqu'à la limite des plus basses eaux. L'occupation du sol est saisie jusqu'à la laisse des plus basses eaux. Au delà de cette laisse, et jusqu'à la limite du territoire BD CARTO®, on trouve la mer.

Type :

Simple, surfacique.

Relations concernant l'objet :

Néant

Remarque :

Il s'agit bien d'occupation du sol, et non d'usage du sol, sauf pour le poste "zone industrielle...").

Surfaces minimales de sélection d'une zone selon la nature

La superficie minimale des zones d'occupation du sol est fixée à :

- 8 ha pour les postes "bâti", "forêt" et "glacier, névé" ;
- 4 ha pour le poste "eau libre" ;
- 25 ha pour les autres postes.

Cas particuliers :

- dans le cas des îles de moins de 25 ha, les seuils de saisie, pour tous les postes, descendent à 1 ha ;
- en zone d'éstran, et en limite de laisse lorsque la zone d'éstran n'existe pas, le seuil de saisie des postes "plage..." et "rocher..." descend à 4 ha.

Attributs

1- NATURE : nature

(Caractère : 2)

Table de référence : Ocs_nat

01 : Bâti

Surface à prédominance d'habitat :

- tissu urbain dense, noyaux urbains et faubourgs anciens, bâtiments formant un tissu homogène et continu, y compris les équipements divers inférieurs à 25 ha ;
- tissu urbain continu mixte, habitat pavillonnaire ou continu bas avec jardins ;
- type faubourg, associant quelques petits secteurs d'activités ;
- grands ensembles, lotissements, cités jardins ;
- villages et hameaux importants en milieu agricole y compris les aménagements associés ;
- cimetières voisins de bâti ou de plus de 8 hectares.

02 : Zone industrielle, commerciale, de communication ou de loisirs

Surface à prédominance d'activités :

- ensembles industriels et commerciaux, y compris leurs emprises, parkings, accès, entreposages... ;
- constructions et surfaces liées à la fabrication et au transport de l'énergie (centrales ou postes électriques) ;

ANNEXE 3 : La source FILOCOM

Référence : « le fichier FILOCOM, une base de données sur les logements et leur occupation », Ministère de l'équipement, des transports et du logement, Direction des Affaires Economiques et Internationales/SES, 2001.

Intérêt pour la démarche : Cette source donne des éléments à l'échelle infra-communale (section cadastrale) sur les populations, les logements et leurs caractéristiques. A ce jour, le Ministère dispose des fichiers des années 1995, 1997 et 1999.

1. Présentation

1.1. Constitution, exploitation

Le fichier FILOCOM (Fichier des LOGements par COMMunes) est un fichier construit par la Direction Générale des Impôts (DGI) pour les besoins du ministère de l'équipement. Il est constitué par le rapprochement du fichier de la taxe d'habitation (TH), du fichier foncier (pour ce qui concerne les propriétés bâties soumises à la TH), du fichier des propriétaires (idem) et du fichier de l'impôt sur les revenus des personnes physiques (IRPP ou IR).

L'obtention de ce fichier et son exploitation ont nécessité une autorisation de la Commission Nationale Informatique et Liberté (CNIL), suivi d'une prise d'arrêté ministériel en date du 11 juillet 1994, publié au J.O. du 13 juillet 1994.

Les mises à jour sont annuelles pour les fichiers de la taxe d'habitation (1^{er} janvier) et de l'IRPP, en continu pour le fichier des propriétaires et le fichier foncier. Ce dernier est mis à jour lors de chaque acte administratif (acte notarié, déclaration de fin de travaux, acte de géomètre...), sur déclaration ou sur demande du centre local des impôts.

La première version fournie par la DGI est celle de 1995. Jusqu'à présent, le Ministère de l'Équipement a acheté à la DGI trois versions successives du fichier (1995, 1997, 1999). Du fait de l'enrichissement progressif du fichier par de nouvelles variables ou de nouvelles modalités, des différences existent entre les trois versions.

Du fait que ce fichier est constitué de données indirectement nominatives, sa diffusion est soumise à des règles de secret statistique. Une convention a été passée entre la DGI et la DAEI, définissant la finalité du traitement FILOCOM et les services ou collectivités auxquels des informations peuvent être transmises par la DAEI (SES).

Pour le fichier de données individuelles : les données transmises par la DGI sont localisées par référence à la section cadastrale, mais l'article 2 de la convention précise que les sections comportant moins de 11 locaux sont regroupées dans une section fictive afin de garantir la confidentialité. De même, si une commune comporte moins de 11 locaux, ces derniers sont regroupés dans une commune fictive ne possédant pas de code commune INSEE. Pour ce qui concerne la localisation des locaux, c'est donc la DGI qui applique les règles du secret statistique en évitant de transmettre une information trop fine.

1.2. Diffusion

Des données statistiques agrégées confidentialisées peuvent être transmises aux :

- Directions régionales de l'équipement,
- Directions départementales de l'équipement,
- Services de l'Etat compétents en matière d'habitat, de politique de la ville et d'aménagement du territoire,
- Collectivités locales et leurs groupements dotés d'une fiscalité propre.

Pour ces données, il y a trois modalités de constitution et de diffusion :

- le SES applique lui-même les règles du secret statistique à des exploitations spécifiques ponctuelles effectuées par lui ou par un CETE mais sur sa demande,
- le SES diffuse aux cellules statistiques régionales des DRE un fichier de données standard agrégées à la commune, non confidentialisé (croisements de données prédéterminées, en conservant toutes les informations calculées). Les statisticiens régionaux doivent alors appliquer les règles du secret (au même titre que le SES) à toute utilisation ponctuelle de ce fichier à des fins de diffusion (même en interne au sein de la DRE). Ce fichier constitue le module GEOKIT régional. *(DAEI - SES - Le fichier FILOCOM 7 Juillet 2001)*
- le SES diffuse (aux services ou collectivités énumérés dans la convention) un fichier de données agrégées après application des règles du secret statistique (les croisements de données sont prédéterminées et les informations sont confidentialisées). Cette diffusion est assurée à l'ensemble des services déconcentrés du ministère de l'équipement (module communal confidentialisé).

Les demandes d'exploitation du fichier de données individuelles doivent être faites au SES. Ce fichier permet d'effectuer tous les croisements entre les différentes variables. Les demandes d'exploitation du module GEOKIT régional doivent être faites aux statisticiens régionaux. Le descriptif complet des variables du fichier brut fourni par la DGI est en annexe, ainsi que les variables retenues après test ou calculées. La situation géographique du logement étant connue au niveau le plus fin par sa section cadastrale, c'est donc l'échelle minimale à laquelle les données peuvent être fournies. FILOCOM permet donc des exploitations par quartiers, dans la mesure où il est possible de faire coïncider des quartiers et des sections cadastrales ou des groupements de sections cadastrales. Dans certaines communes, les données peuvent être fournies directement à l'échelle de quartiers prédéterminés (existence d'un code quartier). Au-delà, les données peuvent être fournies par communes ou pour tout groupement de communes jusqu'à l'échelle de la France métropolitaine. Les DOM figurent dans le fichier brut fourni par la DGI à partir de 1997, mais ne sont pas encore exploités par la DAEI. Les tableaux standard du module GEOKIT régional ne permettent que des exploitations à partir de l'échelle communale.

ANNEXE 4 : Définitions Unités urbaines – Aires urbaines

1. Le concept d'unités urbaines

Défini par l'INSEE, le concept d'unité urbaine recouvre les notions d'agglomération et de ville isolée. La notion d'unité urbaine repose sur la continuité de l'habitat et sur la population.

Une **unité urbaine** est un ensemble formé par une ou plusieurs communes dont le territoire est partiellement ou totalement couvert par une zone bâtie continue d'au moins 2 000 habitants. Dans cette zone bâtie, les constructions sont séparées de leurs voisines de moins de 200 mètres. Pour chaque agglomération multi-communale, on a défini un « centre ». La *ville centre* est la commune qui représente plus de 50 % de la population de l'unité urbaine ; à défaut, toutes les communes qui ont une population supérieure à la moitié de la population de la commune la plus peuplée forment, avec cette dernière, les villes centres de l'unité urbaine. Les communes de l'unité urbaine qui ne sont pas ville centre constituent la *banlieue*.

Une unité urbaine composée d'une seule commune est appelée une **ville isolée**.

2. Le concept d'aires urbaines

Pour étudier les villes et leurs territoires d'influence, l'INSEE a défini, en 1997, un nouveau concept spatial, celui d'aire urbaine. Constituées pour la première fois à partir des données du recensement de la population de 1990, les aires urbaines ont été délimitées à nouveau lors du recensement de 1999.

L'**aire urbaine** est constituée d'un ensemble de communes d'un seul tenant et sans enclave comportant un **pôle urbain** et une **couronne périurbaine** formée de communes rurales ou d'unités urbaines dont au moins 40 % de la population résidente (ayant un emploi) travaille dans le pôle ou dans des communes attirées par celui-ci.

Il peut arriver qu'une aire urbaine se réduise au seul pôle urbain. Pour la définition des aires urbaines des pôles frontaliers, dont une partie de l'agglomération est située à l'étranger, les flux à destination de la partie étrangère de l'unité urbaine sont comptabilisés pour déterminer les communes appartenant à la couronne périurbaine.

Le **pôle urbain** est constitué par une unité urbaine offrant 5 000 emplois ou plus et n'appartenant pas à la couronne périurbaine d'un autre pôle urbain. Certaines unités urbaines dépassant le seuil de 5 000 emplois sont sous la dépendance économique d'une unité urbaine plus importante (plus de 40 % de leur population active résidente travaille dans le pôle ou dans les communes attirées par celui-ci). Ces unités urbaines sont alors incluses dans la couronne périurbaine du pôle sous l'influence duquel elles se trouvent.

La **couronne périurbaine** (d'un pôle urbain) correspond donc à l'ensemble des communes de l'aire urbaine à l'exclusion de son pôle urbain.

Au cours de la constitution des aires urbaines, les unités urbaines ne sont pas dissociées. Toutes les communes qui les forment sont affectées en bloc à une même aire.

Remarque - L'aire urbaine ne représente pas toujours l'échelle la plus pertinente pour observer certains phénomènes urbains. Elle reste cohérente pour mettre en évidence la dynamique de l'extension de l'attractivité des pôles urbains, mais paraît souvent trop vaste pour mesurer l'étalement urbain ou ses caractéristiques. En effet, la définition de l'aire urbaine, prend en compte l'attractivité du pôle au regard de l'emploi, contrairement à celle du pôle urbain qui se réfère à des critères physiques de continuité de l'habitat. La pertinence des limites du territoire observé reste très dépendante du phénomène étudié.

ANNEXE 5 : « Densité de population et morphologie du bâti »

(CETE Normandie-Centre / CETE de Lyon / DEIOA ; Publication téléchargeable sur le site Internet du CERTU : <http://www.certu.fr>)

Les études d'impact doivent aujourd'hui traiter du risque sanitaire encouru par les riverains d'un projet. Pour estimer l'exposition des populations, il convient de quantifier à la fois le degré de nuisances subies et le nombre de personnes exposées à ces nuisances.

La présente étude vise à recenser les méthodes d'estimation de la population employées actuellement dans les études d'impact _méthodes reposant sur les données du Recensement de la population réalisé par l'INSEE_ et à rechercher d'éventuelles méthodes alternatives en milieu urbain.

Ainsi, la première partie de l'étude présente les méthodes basées sur les données du Recensement ainsi que les résultats d'une recherche bibliographique axée sur les méthodes alternatives d'estimation de la population.

La seconde partie est consacrée à deux études de cas, supports de test à une première hypothèse qui suppose que le type de bâti et la densité de population sont fortement corrélés, le type de bâti étant un descripteur qualitatif du tissu bâti.

La mise en évidence d'une corrélation insuffisante pour la mise au point d'une méthode d'estimation de la population à partir de la typologie de bâti a conduit à explorer la relation existant entre le coefficient d'occupation du sol, descripteur quantitatif du tissu bâti, et la densité de population. Cette investigation, qui mène à des résultats plus encourageants pour l'estimation des populations, est présentée dans la troisième et dernière partie de l'étude

ANNEXE 6 : « Calculs de densité d'environnement par lissage cartographique »

(CERTU - Département Urbanisme / CETE du Sud-Ouest ; Note méthodologique téléchargeable sur le site Internet du CERTU, dans la rubrique Urbanisme et habitat : <http://www.certu.fr>)

Ce travail a été mené en vue de proposer des indicateurs permettant de déterminer s'il existe des phénomènes de *densification* ou de *dédensification*, sur un territoire d'étude.

Les indicateurs les plus classiques, basés sur l'étude des densités brutes communales, n'apportent pas de réponse directe et satisfaisante à cette question, les limites communales créant des ruptures artificielles dans un phénomène dont la réalité est bien souvent plus continue. Pour contourner cet obstacle, il faut donc travailler sur des mailles d'observation plus fines, par exemple l'îlot, permettant de visualiser les états et les évolutions de façon plus réaliste.

Pour répondre à cette question, le CERTU et le CETE du Sud-Ouest ont mis au point un indicateur permettant d'identifier et de visualiser sur une carte des zones ayant connu de « fortes » variations de leur densité de population entre deux recensements.

Une exploitation directe des données à l'îlot crée un effet mosaïque qui ne permet pas de mettre en évidence l'importance et la continuité des phénomènes dans l'espace. Il apparaît donc nécessaire d'utiliser une méthode de lissage qui va permettre d'atténuer cet effet mosaïque et de faire disparaître les épiphénomènes.

La méthode de lissage utilisée, dite *des moyennes mobiles*, repose sur l'affectation à chaque îlot d'une densité moyenne calculée à partir des données qu'il porte, mais aussi des données portées par un nombre limité de ses voisins. Le calcul permet ainsi de faire apparaître *des continuités de tendance* dans l'espace.

Ces travaux sont publiés dans les *Notes méthodologiques* du programme Acteur, programme multi-partenarial plus large dédié à l'observation des mutations urbaines. Un rapport d'étude présentant la méthode d'analyse retenue dans le cadre de ce programme est également disponible sur le site Internet du CERTU (« *Méthode d'analyse transversale pour l'observation des mutations urbaines* »).

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	3
<u>I – ECLAIRAGE SUR LE CONCEPT DE DENSITE</u>	<u>4</u>
1. LE POIDS DE L’HISTOIRE URBAINE : L’EXEMPLE NANTAIS	5
1.1. SAINT-DONATIEN	5
1.2. LA PREMIÈRE COURONNE PÉRI-CENTRALE	5
1.3. LA DEUXIÈME COURONNE	6
1.4. L’ORGANISATION VIAIRE	7
2. LES QUATRE DIMENSIONS DE LA DENSITE	10
2.1. LA DIMENSION HYGIÉNISTE	10
2.2. LA DIMENSION PSYCHOSOCIOLOGIQUE	10
2.3. LA DIMENSION GÉOGRAPHIQUE	11
2.4. LA DIMENSION JURIDICO-ÉCONOMIQUE ET PLANIFICATRICE	12
3. LES RELATIONS ENTRE LES DIFFERENTES DIMENSIONS	13
4. L’ELARGISSEMENT NECESSAIRE DU CONCEPT DE DENSITE, CONTRAINTES METHODOLOGIQUES	16
<u>II – USAGES DE LA DENSITE, OBJETS ET ECHELLES DE REFERENCE</u>	<u>17</u>
1. DENSITE ET DEVELOPPEMENT SOUTENABLE	17
2. DENSITE ET FORMES URBAINES	20
2.1. L’ÎLOT	20
2.2. LE QUARTIER	29
2.3. LA VILLE - CENTRE	30
2.4. L’AGGLOMÉRATION	39
3. DENSITE ET FONCTIONNEMENT URBAIN	40
3.1. LES EMPLOIS ET HABITANTS	40
3.2. LES AMÉNITÉS	45
3.3. MOBILITÉ	48
3.3.1. L’offre de transport de personnes	48
3.3.2. La demande de déplacements	57
4. DENSITE VEGETALE	62

III – ESSAI DE TERMINOLOGIE DES DIFFERENTS CONCEPTS DE DENSITE, ELEMENTS DE MESURE, CONCLUSION **67**

1. TERMINOLOGIE	67
1.1. DENSITÉS BRUTES, DENSITÉS NETTES DE POPULATION	67
1.2. DENSITÉ D’HABITANTS, DE LOGEMENTS, DE DÉPLACEMENTS, DENSITÉ VÉGÉTALE ...	68
2. ELEMENTS DE MESURE	69
2.1. MESURE À L’ÉCHELLE DE LA PARCELLE	70
2.2. MESURE À L’ÉCHELLE DE L’ÎLOT	70
2.3. MESURE À L’ÉCHELLE DU QUARTIER	71
2.4. MESURE À L’ÉCHELLE DE LA VILLE-CENTRE, DE LA COMMUNE	71
2.5. MESURE À L’ÉCHELLE DE L’AGGLOMÉRATION	72
2.6. USAGE DES DENSITÉS BRUTES	72
3. CONCLUSION	73
3.1. ECHELLES D’APPLICATION PRÉFÉRENTIELLE DES DIFFÉRENTS TYPES DE DENSITÉ	73
3.2. QUELQUES EXEMPLES D’UTILISATION DE CRITÈRES DE DENSITÉ POUR LES QUESTIONS DE TRANSPORT	74

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES UTILISEES **76**

LISTE DES PLANCHES **78**

ANNEXES **79**

ANNEXE 1 : MÉTHODE DE QUALIFICATION DE L’ÉTALEMENT URBAIN	80
ANNEXE 2 : NOMENCLATURE BD CARTO®	82
ANNEXE 3 : LA SOURCE FILOCOM	83
ANNEXE 4 : DÉFINITIONS UNITÉS URBAINES –AIRES URBAINES	85
ANNEXE 5 : « DENSITÉ DE POPULATION ET MORPHOLOGIE DU BÂTI »	86
ANNEXE 6 : « CALCULS DE DENSITÉ D’ENVIRONNEMENT PAR LISSAGE CARTOGRAPHIQUE »	86

© ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer
centre d'Études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques

Toute reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement du Certu est illicite (loi du 11 mars 1957).
Cette reproduction par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du code pénal.

Reprographie: CETE de Lyon ☎ (+33) (0) 4 72 14 30 30 (août 2002)
Dépôt légal: 3^e trimestre 2002
ISSN: 1263-2570
ISRN: Certu/RE -- 02 - 15 -- FR

Certu
9, rue Juliette-Récamier
69456 Lyon cedex 06
☎ (+33) (0) 4 72 74 59 59
Internet <http://www.certu.fr>