

Quelle est la consommation d'espace par les transports et par l'urbanisation ?

Rapport de synthèse et d'expérimentation

Les collections du Certu

Collection Rapports d'étude : Cette collection 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.

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

Collection 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. Ils pourront y trouver des repères qui les aideront dans leur démarche. Mais le contenu présenté ne doit pas être considéré comme une recommandation à appliquer sans discernement, et des solutions différentes pourront être adoptées selon les circonstances.

Collection Références : Cette collection comporte les guides techniques, les ouvrages méthodologiques et les autres ouvrages qui, sur un champ donné, présentent de manière pédagogique ce que le professionnel doit savoir. Le Certu a suivi une démarche de validation du contenu et atteste que celui-ci reflète l'état de l'art. Il recommande au professionnel de ne pas s'écarter des solutions préconisées dans le document sans avoir pris l'avis d'experts reconnus.

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

NOTICE ANALYTIQUE

N° procert : 13023-12

Organisme commanditaire : DAEI / SES		
Titre : Quelle est la consommation d'espace par les transports et par l'urbanisation?		
Sous-titre : Rapport de synthèse et d'expérimentation	Date d'achèvement : juin 2007	Langue : français
Organisme auteur : Certu	Rédacteur : Magali Di Salvo Note de problématique transport réalisée par Nathalie Pitaval	Relecteurs assurance-qualité : Monique Gadais Gilles Quéré
Résumé L'objectif de ce rapport d'étude rédigé dans le cadre du programme IUD8 est de présenter des méthodes de calculs d'indicateurs pour mesurer la consommation d'espace par l'urbanisation et par les transports à l'échelle des aires urbaines. Ce rapport décrit les bases de données possibles et les méthodes de calcul employées. Il montre quelques résultats sur les 10 aires urbaines de test du programme. Après une note de problématique, la méthode est présentée puis testée sur les 10 aires urbaines expérimentales retenues dans le programme IUD8. Elle montre indicateurs, tableaux, graphiques et cartes. Une estimation du coût de réalisation sur les 120 plus grandes aires urbaines est également réalisée.		
Remarques complémentaires : Les sources de données ainsi que l'apport des données à grande échelle sont décrites en annexe.		
Mots-clés : SIG, bâti, urbanisation, transport, surface, aire urbaine, commune, base de données, consommation d'espace		Diffusion : pdf web
Nombre de pages : 64 pages	Confidentialité : non	Bibliographie : non



Les lois portant sur l'urbanisme, les transports et le développement durable ont établi la nécessité de renforcer les liens entre urbanisme et déplacements, de conjuguer les cultures techniques et de les décloisonner au sein des services de l'État, des collectivités locales et des agences d'urbanisme et de développement.

Pour répondre à ce besoin, un programme portant sur l'Interface entre l'Urbanisme et les Déplacements (IUD) a été commandé au Certu dès 2001 par plusieurs directions d'Administration centrale appartenant au ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer, au ministère de l'Écologie et du Développement durable et au ministère de l'Emploi, de la Cohésion sociale et du Logement.

Pour ses orientations, comme dans sa production, ce programme est ouvert aux élus et aux organisations professionnelles publiques et privées des secteurs concernés. Il fait l'objet d'une valorisation dans les domaines de la planification, de l'aménagement, de la politique de la ville et de l'environnement.

Son objectif principal est de produire des documents méthodologiques et pédagogiques pour les collectivités locales et les services déconcentrés de l'État, et de contribuer à une évolution des pratiques dans les services.

Thèmes abordés:

- Suites des lois récentes sur la thématique des déplacements dans le champ de la planification et de la contractualisation territoriale - **IUD 1**
- Politiques de stationnement - **IUD 2**
- Intégration des pôles d'échanges du transport en commun dans l'espace urbain - **IUD 3**
- Impact des mesures PDU sur la vie économique et les commerces - **IUD 4**
- Politique de la ville et déplacements - **IUD 6**
- Aménagement urbain et sécurité des déplacements - **IUD 7**
- Observation de la mobilité locale et des dynamiques urbaines - **IUD 8**
- Effet de serre, politiques de déplacements et organisation urbaine - **IUD 10**

Sommaire

1. Cadre de l'étude	7
2. Problématique	8
3. Sources de données	9
1.1 Les bases de données géographiques	9
1.2 La notion d'échelle	9
1.3 Les sources de données examinées	11
4. Méthodes proposées et résultats	14
1.4 Indicateurs à moyenne échelle : méthode utilisant Corine Land Cover et la BDCarto	14
1.5 Indicateurs à grande échelle : méthode utilisant la BDTopo	20
5. Quelques éléments de coût	26
6. Limites et propositions de développement	27
7. Conclusion	28
Annexe 1 : éléments de cadrage et de problématique sur les choix méthodologiques effectués	29
Annexe 2 : Méthode de calcul des consommations d'espace par commune à partir de BDCarto et Corine Land Cover	33
Annexe 3 : Méthode de calcul des consommations d'espace par commune à partir de BDTopo Pays	40
Annexe 4 : Apport de la grande échelle	47
Annexe 5 : confrontation des espace artificialisés de Corine Land Cover avec les bâtiments de la BDTopo	53
Table des matières	63

1. Cadre de l'étude

Ce travail s'inscrit dans le cadre du thème n°8 du programme d'étude Interface Urbanisme Déplacements (IUD). Ce thème, piloté par la DAEI et le CERTU, porte sur l'observation et le suivi de la mobilité et des dynamiques urbaines.

Deux sous-thèmes sont développés :

- les services offerts aux usagers : accessibilité en transports en commun (TC) et voitures particulières (VP) aux grands équipements et à l'emploi, existence et qualité de l'offre en transports en commun, services accessibles aux populations défavorisées ;
- la consommation de ressources : évaluation des nuisances environnementales dues à la circulation automobile sur une aire urbaine ; consommation d'espace par les transports et par l'urbanisation ; coûts supportés par les usagers et la collectivité.

L'objectif est d'apporter aux acteurs nationaux et locaux un instrument d'observation, d'analyse et de diagnostic permettant :

- de dégager les grandes tendances et de suivre la réalisation des objectifs nationaux ;
- d'effectuer des comparaisons entre aires urbaines ;
- d'éclairer les enjeux locaux de la mobilité urbaine.

Il s'agit, dans un premier temps, de construire des indicateurs de mobilité, en lien avec les dynamiques urbaines, qui puissent être applicables à toute aire urbaine. Ces indicateurs sont expérimentés sur 10 aires urbaines tests, en prévision de leur calcul sur les 120 aires urbaines françaises centrées sur une agglomération de plus de 50 000 habitants au Recensement de la Population de 1999.

La présente étude, qui s'inscrit dans le thème « consommation de ressources », propose une méthode de mesure de l'espace consommé par les transports et l'urbanisation. Cette méthode doit être aisément reproductible : elle repose donc sur des principes simples et des sources et moyens disponibles sur l'ensemble du territoire national.

2. Problématique

Il apparaît difficile de retenir des indicateurs pertinents sans avoir préalablement défini ce que recouvre l'espace consommé, que ce soit par les transports ou par l'urbanisation.

Pour les transport, il est communément admis que la consommation d'espace est équivalente à l'utilisation de l'espace public qui en est faite, qu'il s'agisse d'une utilisation pour la mobilité (circulation) ou pour le stationnement.

Pour l'urbanisation, la demande actuelle en connaissance de la consommation d'espace est souvent liée à des problématiques de connaissance et de suivi des territoires urbains. On souhaite cartographier l'occupation du sol urbain, suivre la consommation d'espace aux franges de ces territoires ou plus exactement, suivre l'évolution de ce que l'on appelle « la tache urbaine ». Mais qu'est ce que la « tache urbaine » ?

Si l'expression « tache urbaine » est très répandue chez les cartographes, urbanistes et autres aménageurs, il en n'existe pas une véritable définition. Comment peut-on mesurer une forme d'occupation du sol (la tache urbaine) qui n'a pas de définition scientifique officielle ?

Ne pouvant répondre aux questions préalables ni mobiliser de données exhaustives et homogènes autre que géographiques, nous avons examiné les spécifications et contenus des bases de données géographiques disponibles au niveau national « sur étagère » par rapport aux 2 thèmes transport et urbanisation. Le contenu et échelle d'observation sont variables d'une base à l'autre.

En effet, il n'existe pas de réponse exacte : mesurer un espace consommé à partir d'une base de données géographique, c'est sélectionner au sein de sa nomenclature, des « postes » ou des thèmes qui sont définis comme espaces « urbanisés » ou « transport ».

Si on se borne à une approche purement géométrique, il est donc possible de mobiliser les indicateurs suivants :

Taux d'occupation pour une zone donnée:

$$taux = \frac{100 \times surface_{transport ou urbanisation}}{surface_{zone}}$$

Les problématiques sont détaillées en Annexe 1.

3. Sources de données

Parmi les sources possibles pour mesurer la consommation d'espace, seules les sources géographiques ont été examinées car elles sont plus facilement mobilisables à l'échelle nationale que des sources foncières comme Perval, la matrice cadastrale, les permis de construire, etc.

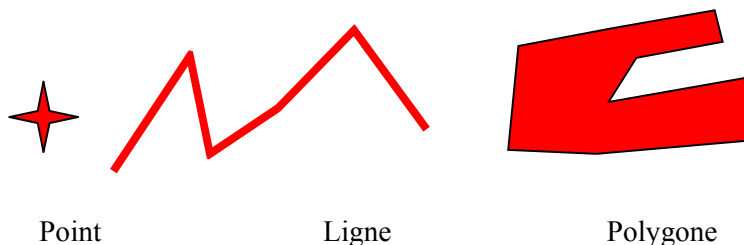
1.1 Les bases de données géographiques

Une base de données géographiques décrit des éléments du territoire par couche d'information chacune décrite par deux niveaux :

- un niveau **sémantique** qui précise leur nature et caractéristique ;
- un niveau **géométrique** qui précise leur forme et localisation.

On peut avoir 3 types d'objets géométriques : des points, des lignes et des polygones.

Au niveau géométrique, les points sont décrits par un couple de coordonnées (X,Y), les lignes et les polygones par une liste de points (appelés aussi noeuds) de coordonnées (X,Y).



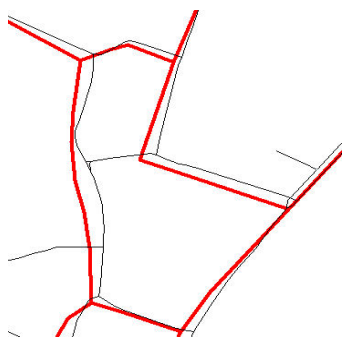
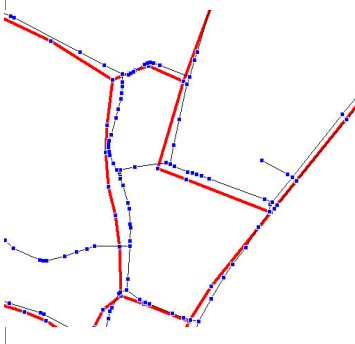
En ce qui concerne la consommation d'espace, s'il est facile de mesurer la surface d'un polygone, il est plus compliqué d'estimer l'emprise au sol de lignes ou de points. Il va donc falloir affecter une largeur aux lignes et un rayon aux points pour estimer la surface des objets correspondants « sur le terrain ».

1.2 La notion d'échelle

La notion d'échelle dans une base de données géographique diffère de la notion d'échelle dans une carte. La donnée étant indépendante de sa représentation, l'échelle est surtout dépendante de :

- la précision de la donnée : sa localisation à M mètres près par rapport à son positionnement « réel » ;
- la géométrie de la donnée : par exemple le nombre de points décrivant une ligne ;
- la densité de la donnée : toutes les données d'un même type sont représentées de manière exhaustive ou non dans la base de données ;
- la représentation de la donnée par une primitive géométrique : ensemble de bâtiments représentés par les bâtiments individuellement ou par une zone englobante.

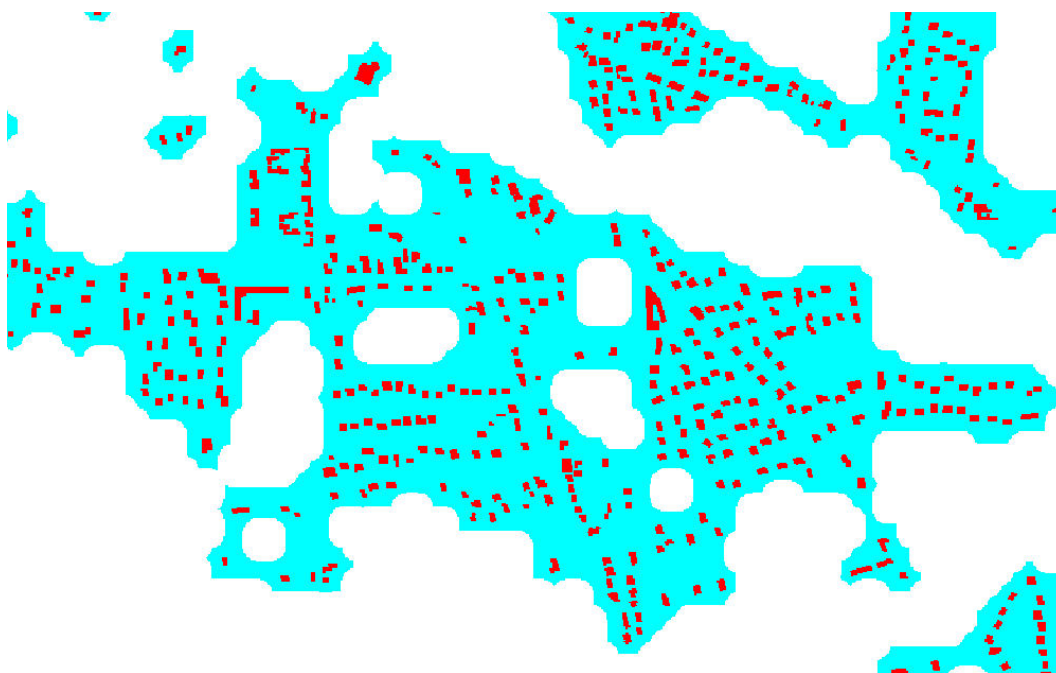
Exemple pour des tronçons de route, en rouge à moyenne échelle (type BDCarto) et en noir à grande échelle (type BDTopo)

La précision	La description géométrique	La densité
		

Pour la représentation du thème routier, une base de données d'échelle moyenne (entre le 1/25 000 et le 1/100 000) sera moins précise et moins dense qu'une base de données à grande échelle (1/1 000 à 1/25 000).

Exemple pour du bâti

Pour le bâti, c'est la définition même de l'objet qui change d'une échelle à l'autre : contour du bâtiment, contour d'un ensemble de bâtiment ou simple point.



Cet exemple est issu de la BDTopo de l'IGN
en rouge : un bâtiment ; en bleu : la zone d'occupation des sols

Pour la représentation du thème bâti, une base de données d'échelle moyenne (entre le 1/25 000 et le 1/100 000) représentera le bâti généralement sous forme de « tache urbaine » alors qu'une base de données à grande échelle (1/1 000 à 1/25 000) représentera chaque bâtiment.

L'apport de la grande échelle pour l'analyse des aires urbaines est détaillé en annexe 4.

1.3 Les sources de données examinées

Les sources mises en oeuvre sont décrites plus précisément en annexes. Faute de disponibilité, toutes ces sources n'ont pas pu être mises en oeuvre sur l'intégralité des 10 aires urbaines de test.

1.3.1 BDCarto®

La BDCarto® est la base de données de référence aux moyennes échelles de l'IGN. Elle contient la description physique du territoire autour de 1/100 000. Tous les éléments du paysage ne sont pas décrits dans BDCarto® mais seulement les plus importants soit par leur taille, soit par leur fonction. Son contenu est similaire à celui des cartes IGN au 1/100 000ème.

Pour le contenu exact de la base, par rapport au thème transport et à la manière de calculer les surfaces, se référer à l'Annexe 2.

1.3.2 Corine Land Cover®¹

La base de données d'occupation des sols CORINE Land Cover est produite dans le cadre du programme européen CORINE, de coordination de l'information sur l'environnement. En France, l'IFEN est chargé d'en assurer la production, la maintenance et la diffusion.

C'est surtout des éléments pour le thème bâti qu'on retrouvera dans Corine Land Cover. Se référer à l'Annexe 3 pour la description de la nomenclature.

1.3.3 BDTopo®

La BDTopo® est une description vectorielle des éléments du paysage de précision métrique exploitable du 1/5 000 au 1/50 000. La BDTopo est la composante topographique du référentiel à grande échelle (RGE) produite par l'IGN. Son contenu est similaire à celui des cartes IGN au 1/25 000ème.

1.3.4 Multinet®

Cette base de données est produite par la société Téléatlas et sert à la navigation et au géocodage. Elle est à grande échelle et assez exhaustive dans son contenu pour le thème transport. Comme sa consœur produite par NavTeq, elle est utilisée dans des outils comme Mappy ou Via Michelin et dans les systèmes GPS.

1.3.5 Spot Théma®

C'est une base de données détaillée de l'occupation des sols à partir d'images Spot produite par Spot Image. Son contenu est assez similaire à Corine Land Cover mais la géométrie est beaucoup plus précise.

¹ Extraits de la documentation Corine Land Cover – IFEN, Département des méthodes données et synthèses – Unité Administration et traitement des données
N/réf. : DMDS/UATD/FB/05-026

Tableaux de comparaison des bases de données, selon leur apport à la mesure de l'espace consommé par les transports et l'urbanisation

Plutôt pour les transports

	BDCarto®	BDTopo®	Multinet®
Généralités			
Producteur	IGN	IGN	Téléatlas
Échelle	1/50 000	1/10 000	1/10 000
Exhaustivité	France Entière	France Entière	France Entière
Présence à l'Équipement	Tous services	Acquisition centralisée en cours	Peu connue dans les services hors services route Utilisée dans Mappy.
Contenu			
Réseau Routier	Routes principales, pas les rues en agglomération	Toutes les voies carrossables, attributs permettant d'affecter une largeur	Tout le réseau, pas d'attribut sur la forme physique de la route (notamment, sa largeur)
Carrefours	Oui, ponctuel	Oui, surfacique pour les grands carrefours	Oui, ponctuels
Réseau Ferré	Tout	Tout	Tout
Voies de triage	Enveloppe	Enveloppe	Non
Gares	Oui, ponctuel	Oui, ponctuel	Oui
Parking	non	Oui, ponctuel pour ceux inférieurs à 5000 m2 sinon surfacique	Oui, ponctuel
Aires de repos, péages	Oui, ponctuel	Oui, ponctuel	Oui, ponctuel
Aérodromes	Oui, surfacique	Inclus dans « habillage des équipements »	Oui, ponctuel

Plutôt pour l'urbanisation

	Corine Land Cover®	BDTopo®	Sport Théma®
Généralités			
Producteur	IFEN	IGN	Spot Image
Échelle	1/250 000	1/10 000	1/25 000
Exhaustivité	France Entière	France Entière	Production À la demande
Présence à l'Équipement	Tous services	En cours d'acquisition pour les services déconcentrés	Certains services seulement
Contenu			
Bâti lié à l'habitat	Si surface supérieure à 25 ha	Tous les bâtiments, la distinction sur le type de bâtiment est indiquée en « bâtiment quelconque »	Si surface supérieure à 4 ha
Bâti lié à l'industrie et/ou au commerce	Si surface supérieure à 25 ha	Tous les bâtiments industriels et/ou commerciaux	Si surface supérieure à 4 ha

Pour la mise en oeuvre sur les 10 aires urbaines, nous avons finalement utilisé :

- la BDCarto pour le thème transport, car c'est la seule base dont nous disposons nationalement à la date actuelle ;
- Corine Land Cover pour le thème bâti ;
- La BDTopo pour les thèmes transport et bâti sur les 8 aires urbaines où elle est disponible au ministère.

NB : il existe également une couche « Habillage » dans la BDCarto qui décrit l'occupation des sols du niveau 1 de Corine Land Cover – avec la distinction bâti/industrie. Son unité minimum de collecte est de 8ha, donc plus précise que celle de Corine Land Cover.

Toutefois, cette couche ne fait pas partie du protocole METL-IGN de 98 et donc nous n'en disposons pas. De plus, elle date de 1994 et n'a jamais été mise à jour. A terme, elle sera remplacée par la couche Corine Land Cover.

C'est pour toutes ces raisons que nous avons préféré employer directement Corine Land Cover 2000 plutôt que la couche « Habillage » de la BDCarto.

Nous proposons donc quatre outils de mesure de la consommation d'espace :

- selon deux échelles : grande et moyenne échelle ;
- selon le mode d'occupation : transports et urbanisation.

4. Méthodes proposées et résultats

La méthode consiste à sélectionner, dans chaque base que nous traitons, les éléments relatifs au transport et à l'urbanisation, et ceci en examinant les spécifications détaillées de chaque base.

Notre objectif est de calculer des surfaces. Or une base de données vectorielles peut tout aussi bien contenir des éléments surfaciques, linéaires ou ponctuels. C'est le cas notamment des routes qui sont généralement représentées par leur axe, soit un objet linéaire.

Dans ce cas, afin de pouvoir calculer des surfaces correspondant à des emprises au sol, nous avons affecté une largeur à cet objet (par attribut déjà rempli ou modélisation) puis calculé un tampon correspondant à cette largeur. De même pour les objets ponctuels auxquels nous affectons un rayon.

Ceci permet de mesurer les surfaces qu'occupent chaque objet et de réaliser une union par commune afin de calculer les surfaces occupées par commune.

Les méthodes sont décrites précisément en annexe 2 et 3.

1.4 Indicateurs à moyenne échelle : méthode utilisant Corine Land Cover et la BDCarto

On travaillera sur les aires urbaines découpées en ville-centre, banlieue (au sens Insee, c'est-à-dire le pôle urbain sans la ville centre) et couronne périurbaine selon la nomenclature Insee. La maille d'étude est la commune.

Les objets conservés dans chaque base sont les suivants².

Source de la donnée et classe	Transport	Urbanisation
CLC	Code = 122 ou 123	Code = 111 ou 112 ou 121 ou 141 ou 142
BDC Tronçons de routes	Tous avec affectation d'une largeur variable en fonction des caractéristiques du tronçon	
BDC Équipements routiers	Tous avec affectation d'un rayon de 40 m	
BDC Tronçons de voie ferrées	Toutes avec affectation d'une largeur de 10 m	
BDC Noeuds ferrées	Les gares avec affectation d'un rayon de 40 m	

Il s'agit de calculer la surface occupée par les objets du thème transport et bâti définis dans la BDCarto et dans Corine Land Cover. On rapporte ensuite ces surfaces à la surface de la commune afin d'obtenir des taux d'occupation par commune. On agrège ensuite les résultats par type de zone : ville-centre, banlieue et couronne.

L'indicateur est un simple taux de consommation :

$$\text{taux} = \frac{100 \times \text{surface}_{\text{consommée}}}{\text{surface}_{\text{zone}}}$$

² La sélection des postes et la méthode est décrite en Annexe pour chaque base.

1.4.1 Tableau

Les surfaces sont en km²

Aire	Zonage	NB com	Surface batie	Surface transport	Surface totale	Taux bati	Taux transport
Agen	1-Ville-Centre	1	7.4	1.1	11.3	65.2	10.0
	2-Banlieue	13	20.4	8.4	194.6	10.5	4.3
	3-Couronne	42	6.6	18.1	626.5	1.1	2.9
	Total Aire	56	34.4	27.6	832.4	4.1	3.3
Angoulême	1-Ville-Centre	1	14.5	2.3	21.8	66.7	10.5
	2-Banlieue	15	41.6	7.6	162.7	25.5	4.7
	3-Couronne	64	38.5	28.6	1050.4	3.7	2.7
	Total Aire	80	94.6	38.5	1234.9	7.7	3.1
Epinal	1-Ville-Centre	1	12.0	2.5	59.3	20.2	4.2
	2-Banlieue	10	16.8	3.7	83.4	20.2	4.4
	3-Couronne	52	19.4	11.3	586.0	3.3	1.9
	Total Aire	63	48.2	17.5	728.6	6.6	2.4
Le Havre	1-Ville-Centre	1	28.3	9.2	54.5	52.0	16.9
	2-Banlieue	13	28.2	5.8	105.8	26.6	5.5
	3-Couronne	58	29.9	19.1	475.3	6.3	4.0
	Total Aire	72	86.4	34.1	635.6	13.6	5.4
Lyon	1-Ville-Centre	1	36.7	7.8	48.0	76.6	16.3
	2-Banlieue	101	310.1	63.6	909.0	34.1	7.0
	3-Couronne	194	164.3	95.2	2361.0	7.0	4.0
	Total Aire	296	511.1	166.6	3318.0	15.4	5.0
Nantes	1-Ville-Centre	1	45.2	8.0	65.7	68.8	12.2
	2-Banlieue	19	108.0	23.4	420.1	25.7	5.6
	3-Couronne	62	86.1	58.4	1815.0	4.7	3.2
	Total Aire	82	239.4	89.8	2300.9	10.4	3.9
Nîmes	1-Ville-Centre	1	45.8	8.4	160.7	28.5	5.2
	2-Banlieue	5	5.5	3.0	59.4	9.3	5.0
	3-Couronne	40	30.9	14.0	534.4	5.8	2.6
	Total Aire	46	82.2	25.4	754.5	10.9	3.4
Rennes	1-Ville-Centre	1	34.0	5.2	50.3	67.6	10.3
	2-Banlieue	9	37.4	10.6	134.9	27.7	7.8
	3-Couronne	130	109.4	77.5	2365.6	4.6	3.3
	Total Aire	140	180.8	93.3	2550.8	7.1	3.7
Roanne	1-Ville-Centre	1	10.8	1.4	16.1	67.0	8.9
	2-Banlieue	12	27.0	7.3	157.6	17.2	4.6
	3-Couronne	34	17.5	18.1	583.1	3.0	3.1
	Total Aire	47	55.3	26.8	756.8	7.3	3.5

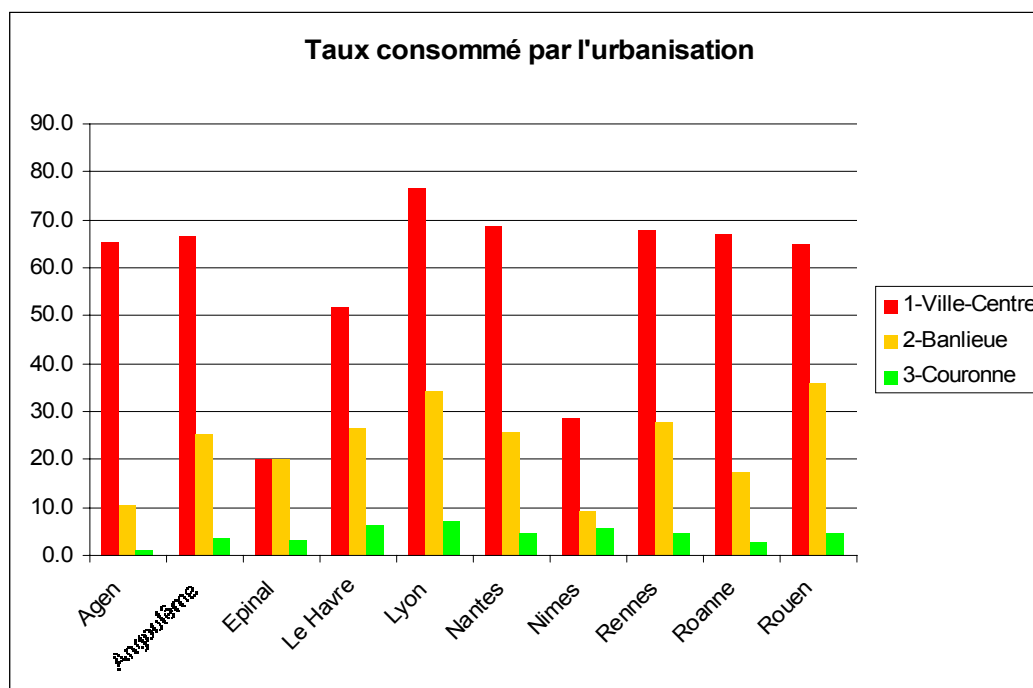
Aire	Zonage	NB com	Surface batie	Surface transport	Surface totale	Taux bati	Taux transport
Rouen	1-Ville-Centre	1	13.9	5.0	21.5	64.8	23.2
	2-Banlieue	30	88.4	21.1	245.4	36.0	8.6
	3-Couronne	158	59.6	42.3	1313.1	4.5	3.2
	Total Aire	189	161.9	68.4	1580.0	10.2	4.3

1.4.2 Graphiques

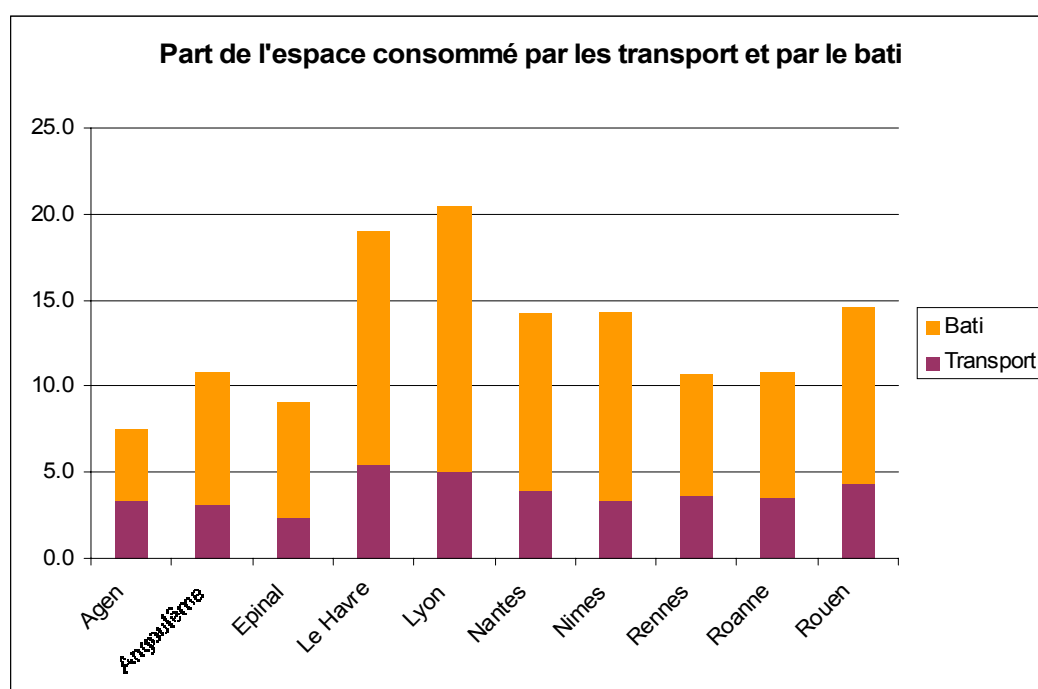
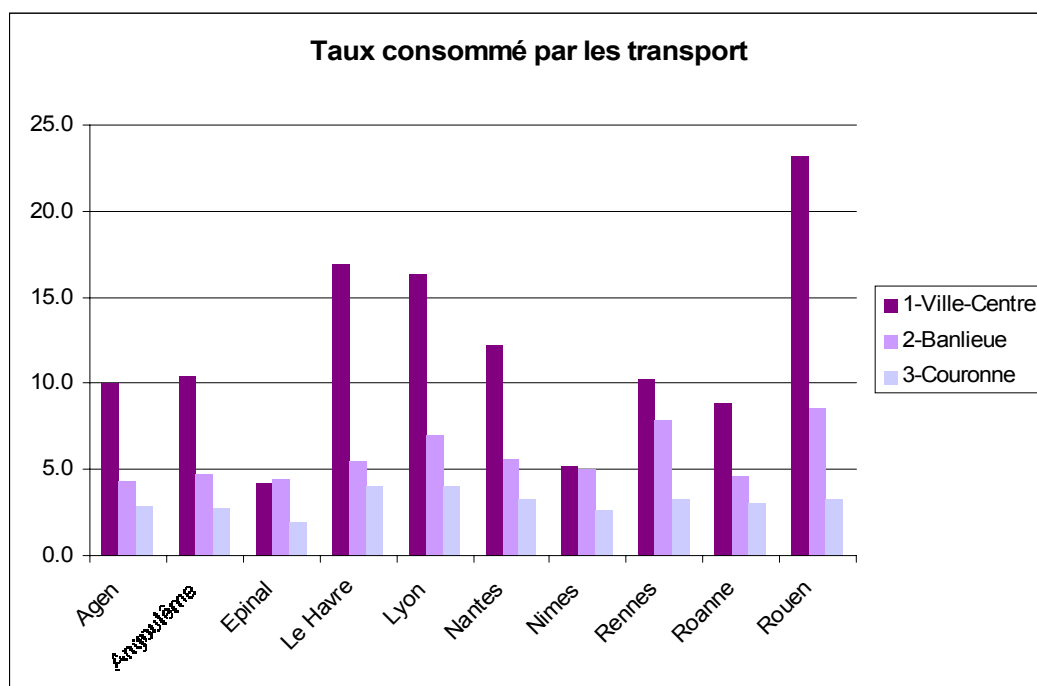
Attention à la source utilisée (Corine Land Cover) qui sous-estime la consommation d'espace par l'urbanisation en périurbain pour cause de spécifications (25 ha d'unité minimum de collecte=> cf Annexe « Apport de la grande échelle »). Les communes ne présentant pas de consommation d'espace bâti selon Corine Land Cover ont été affectée à 0,1 km².

La part de l'espace consommé par les transports avec « BDCarto+Corine Land Cover » est de 10 à 25 % en ville centre mais tombe à moins de 5 % dans le périurbain.

La part de l'espace consommé par le bâti avec « BDCarto+Corine Land Cover » est entre 60 et 80 % en ville-centre (sauf Épinal et Nîmes³) mais tombe à moins de 5 % en périurbain.



³ Ces faibles taux sont explicables immédiatement par la surface importante de ces communes, comparativement à d'autres des même taille (en population)

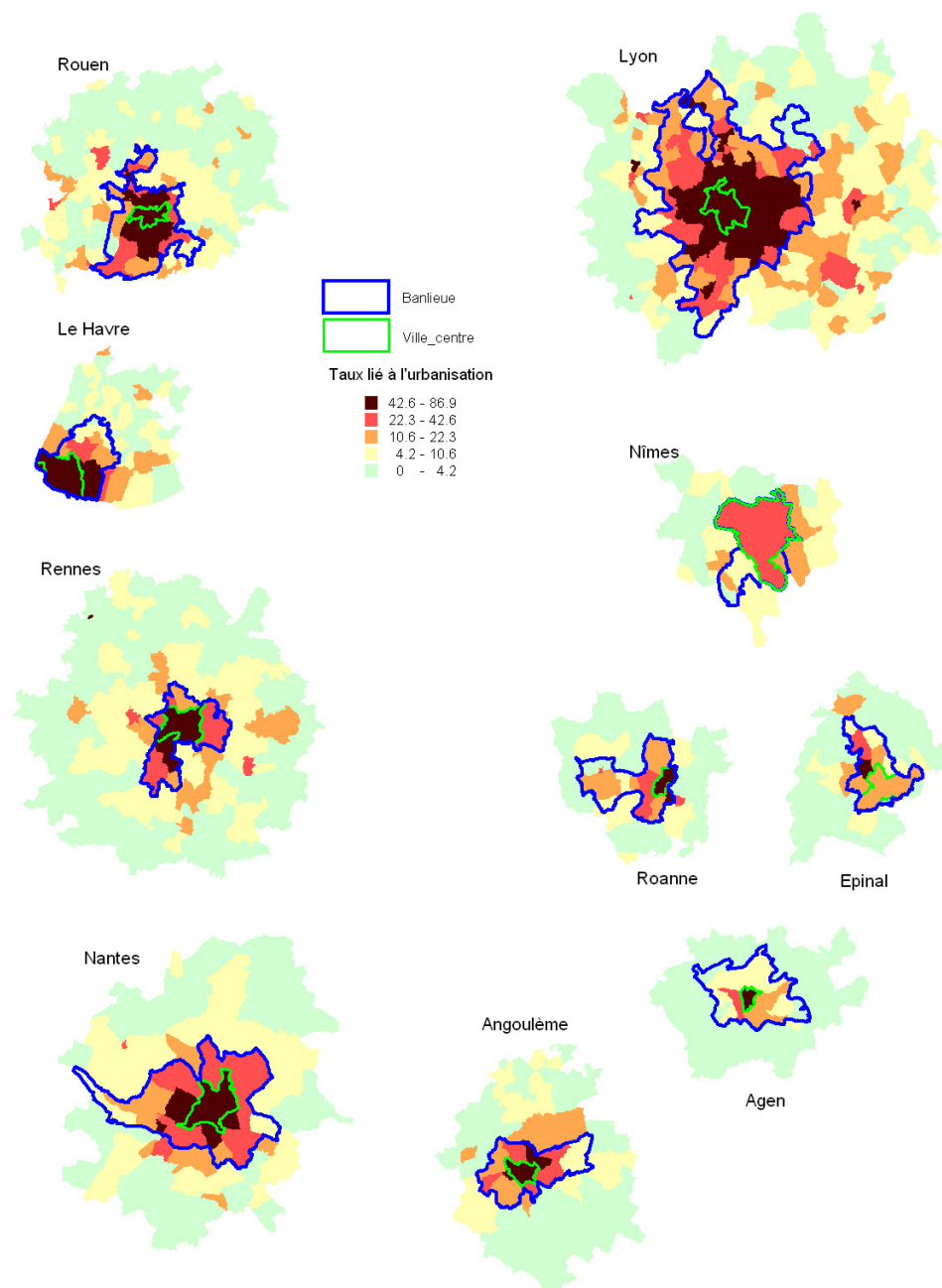


Contrairement à la consommation d'espace par l'urbanisation, attention à la source utilisée qui sous-estime la consommation d'espace par les transports en ville centre pour cause de spécifications (les rues ne sont pas présentes). Les consommations importantes en banlieue peuvent être dues à la présence d'un aéroport inclus dans le calcul de surface.

C'est le taux d'espace consommé par le bâti qui représente la part la plus importante de consommation d'espace en aire urbaine.

1.4.3 Cartes

IUD8 : quelle est la consommation d'espace par les transports et par le bâti
Taux de consommation lié à l'urbanisation

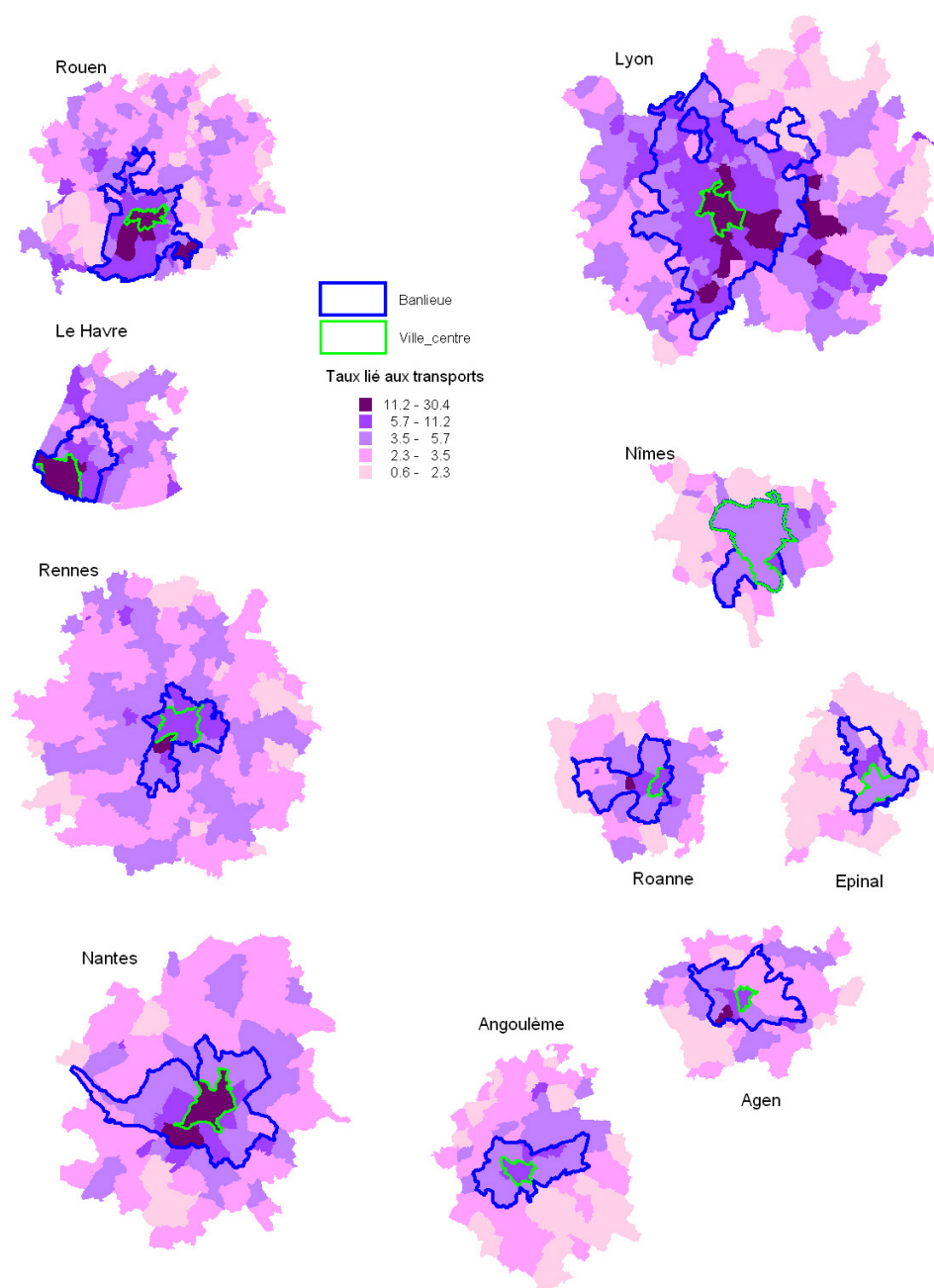


Cartographie CERTU/ Urb / Our - juin 2007

Echelle : 1cm = 10 km

Source : IGN BDCartho 1999-IFEN Corine Land cover 2000- Insee ZAU99

IUD8 : quelle est la consommation d'espace par les transports et par le bâti
Taux de consommation des transports



Cartographie CERTU/ Urb / Our - juin 2007

Echelle : 1cm = 10 km

Source : IGN BDCartho 1999-Insee ZAU99

1.5 Indicateurs à grande échelle : méthode utilisant la BDTopo

On travaillera sur les aires urbaines découpées en ville-centre, banlieue (= pôle urbain-ville centre) et couronne périurbaine selon la nomenclature INSEE. La maille d'étude est la commune.

Les objets sélectionnés sont les suivants⁴ :

Classe	Transport	Urbanisation
Tronçons de route	Sélection : tous surface calculée en fonction la valeur de l'attribut largeur ou du nombre de voies si la largeur est non remplie	
Surfaces de route	Sélection : tous surface calculée automatiquement	
Tronçons de voies ferrées	Sélection : tous surface calculée en fonction d'une largeur estimée de 10 m	
Aires de triage	Sélection : tous surface calculée automatiquement	
Bâtiments		Sélection : Tous
Constructions ponctuelles		Sélection : toutes surface calculée en fonction d'une largeur estimée de 2,5 m
Constructions linéaires	Sélection : toutes surface calculée en fonction d'une largeur estimée de 5 m	
Constructions surfaciques	Sélection : tous surface calculée automatiquement	
Terrains de sport		Sélection : tous surface calculée automatiquement
Cimetières		Sélection : tous surface calculée automatiquement
Pistes d'aérodromes	Sélection : nature = piste en dur surface calculée automatiquement	
Points d'activité ou d'intérêt	Sélection nature = Aéroport, aire d'autoroute, gare, péage surface calculée en fonction d'une largeur estimée de 2,5 m	Sélection nature ≠ Aéroport, aire d'autoroute, gare, péage surface calculée en fonction d'une largeur estimée de 2,5 m
Surfaces d'activité	Sélection catégorie = transport surface calculée automatiquement	Sélection catégorie ≠ transport surface calculée automatiquement

Il s'agit de calculer la surface occupée par les objets du thème transport et bâti définis

⁴La sélection des postes et la méthode est décrite en Annexe pour chaque base.

dans la BDTopo. On rapporte ensuite ces surfaces à la surface de la commune afin d'obtenir des taux d'occupation par commune. On agrège ensuite les résultats par type de zone : ville-centre, banlieue et couronne.

L'indicateur est un simple taux de consommation :

$$taux = \frac{100 \times surface_{consommée}}{surface_{zone}}$$

1.5.1 Tableau

Les surfaces sont en km².

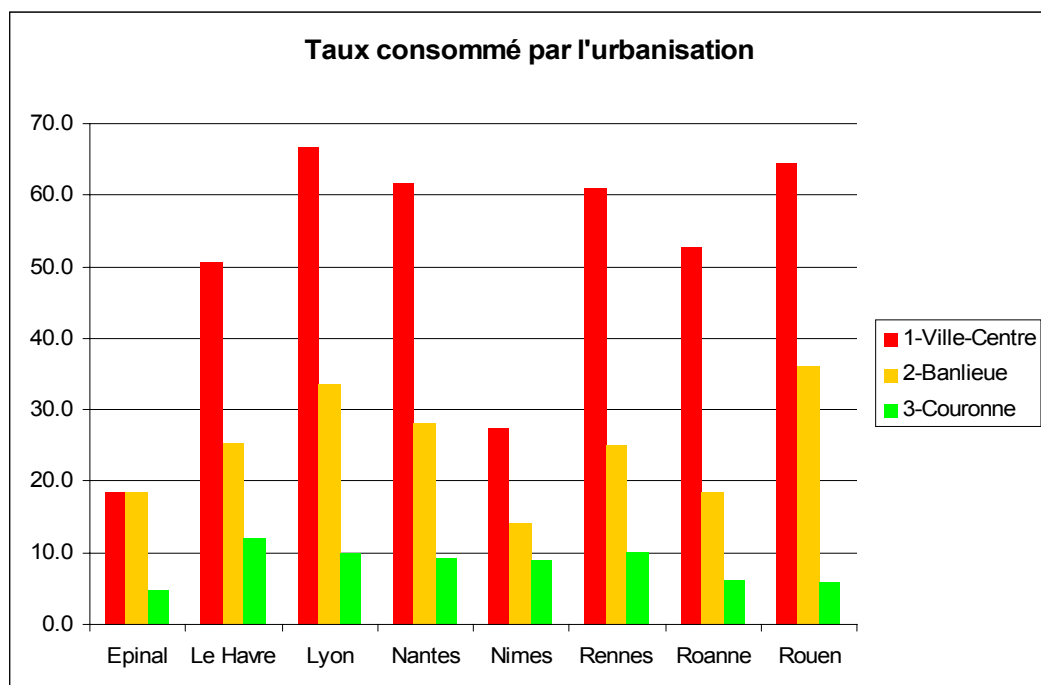
Aire	Zonage	NB com	Surf Bati	Surf Transp	Surface totale	Taux Bati	Taux Transport
Agen	1-Ville-Centre	1	NC	NC	11.3	NC	NC
	2-Banlieue	13	NC	NC	194.6	NC	NC
	3-Couronne	42	NC	NC	626.5	NC	NC
	Total Aire	56	NC	NC	832.4	NC	NC
Angoulême	1-Ville-Centre	1	NC	NC	21.8	NC	NC
	2-Banlieue	15	NC	NC	162.7	NC	NC
	3-Couronne	64	NC	NC	1050.4	NC	NC
	Total Aire	80	NC	NC	1234.9	NC	NC
Epinal	1-Ville-Centre	1	10.9	3.0	59.3	18.4	5
	2-Banlieue	10	15.4	4.2	83.4	18.5	5
	3-Couronne	52	27.8	8.9	586.0	4.7	1,5
	Total Aire	63	54.2	16.1	728.6	7.4	2,2
Le Havre	1-Ville-Centre	1	27.6	9.9	54.5	50.7	18.2
	2-Banlieue	13	26.7	7.2	105.8	25.3	6.8
	3-Couronne	58	57.2	14.1	475.3	12.0	3.0
	Total Aire	72	111.6	31.2	635.6	17.6	4.9
Lyon	1-Ville-Centre	1	32.0	9.9	48.0	66.6	20.7
	2-Banlieue	101	304.5	67.1	909.0	33.5	7.4
	3-Couronne	194	232.1	73.7	2361.0	9.8	3.1
	Total Aire	296	568.6	150.7	3318.0	17.1	4.5
Nantes	1-Ville-Centre	1	40.5	9.7	65.7	61.6	14.8
	2-Banlieue	19	118.0	26.1	420.1	28.1	6.2
	3-Couronne	62	166.3	55.5	1815.0	9.2	3.1
	Total Aire	82	324.8	91.4	2300.9	14.1	4.0
Nîmes	1-Ville-Centre	1	44.1	11.6	160.7	27.5	7.2
	2-Banlieue	5	8.4	2.9	59.4	14.1	4.8
	3-Couronne	40	47.7	12.8	534.4	8.9	2.4
	Total Aire	46	100.3	27.3	754.5	13.3	3.6

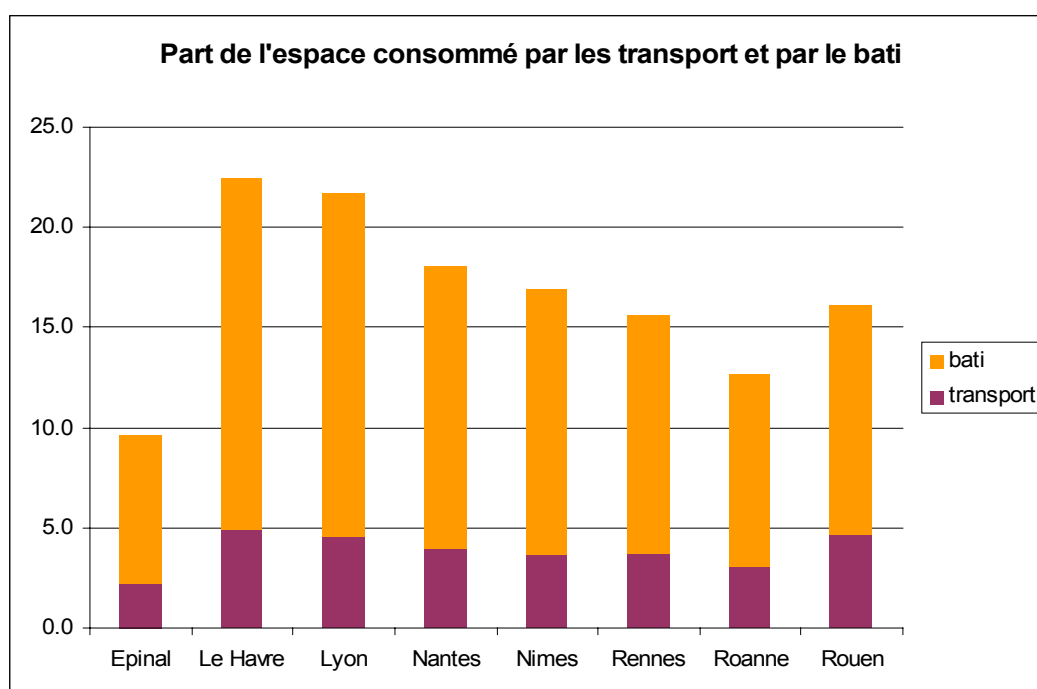
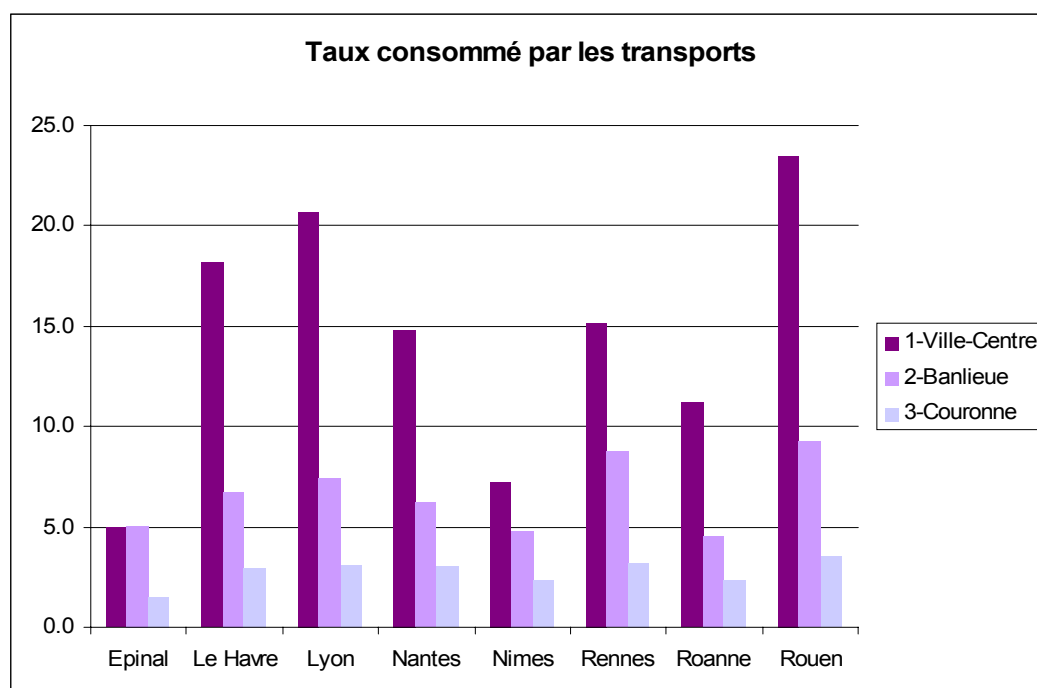
Aire	Zonage	NB com	Surf Bati	Surf Transp	Surface totale	Taux Bati	Taux Transport
Rennes	1-Ville-Centre	1	30.6	7.6	50.3	60.9	15.1
	2-Banlieue	9	33.9	11.8	134.9	25.2	8.8
	3-Couronne	130	238.8	74.9	2365.6	10.1	3.2
	Total Aire	140	303.4	94.3	2550.8	11.9	3.7
Roanne	1-Ville-Centre	1	8.5	1.8	16.1	52.7	11.2
	2-Banlieue	12	28.9	7.1	157.6	18.3	4.5
	3-Couronne	34	35.8	13.9	583.1	6.1	2.4
	Total Aire	47	73.2	22.9	756.8	9.7	3.0
Rouen	1-Ville-Centre	1	13.9	5.0	21.5	64.6	23.5
	2-Banlieue	30	88.7	22.7	245.4	36.1	9.2
	3-Couronne	158	79.1	45.9	1313.1	6.0	3.5
	Total Aire	189	181.7	73.6	1580.0	11.5	4.7

1.5.2 Graphiques

Comme pour la mesure avec BDCarto, la part de l'espace consommé par les transports avec « BDTopo » est de 5 à 25 % en ville centre mais tombe à moins de 5 % dans le péri-urbain. La hiérarchie des villes est globalement conservée avec les deux méthodes.

La part de l'espace consommé par le bâti avec « BDTopo » est entre 50 et 70 % en ville-centre (sauf Épinal et Nîmes) mais tombe à moins de 5 % en périurbain.

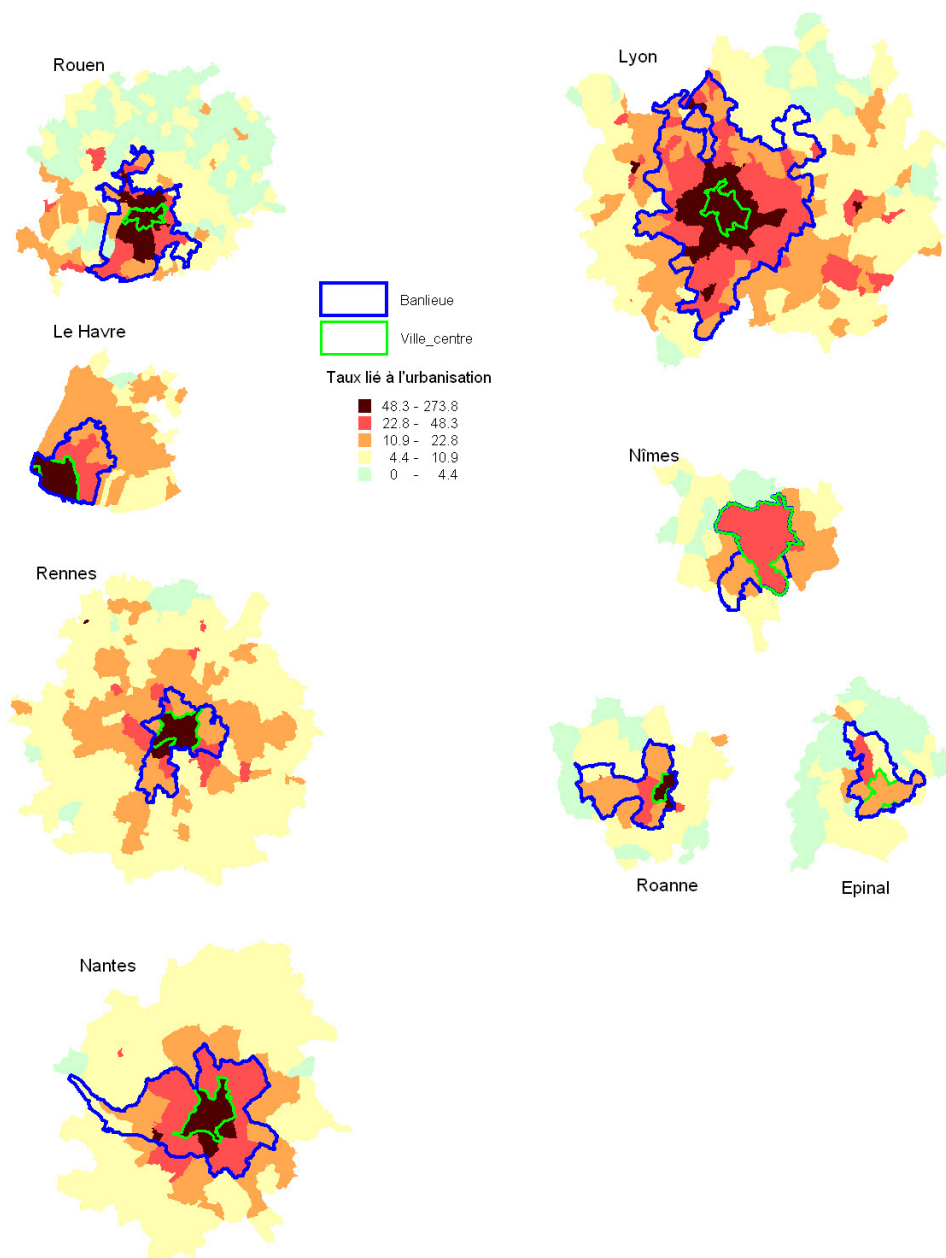




C'est le taux d'espace consommé par le bâti qui représente la part la plus important de consommation d'espace en aire urbaine.

1.5.3 Cartes

IUD8 : quelle est la consommation d'espace par les transports et par le bâti
Taux de consommation de l'urbanisation

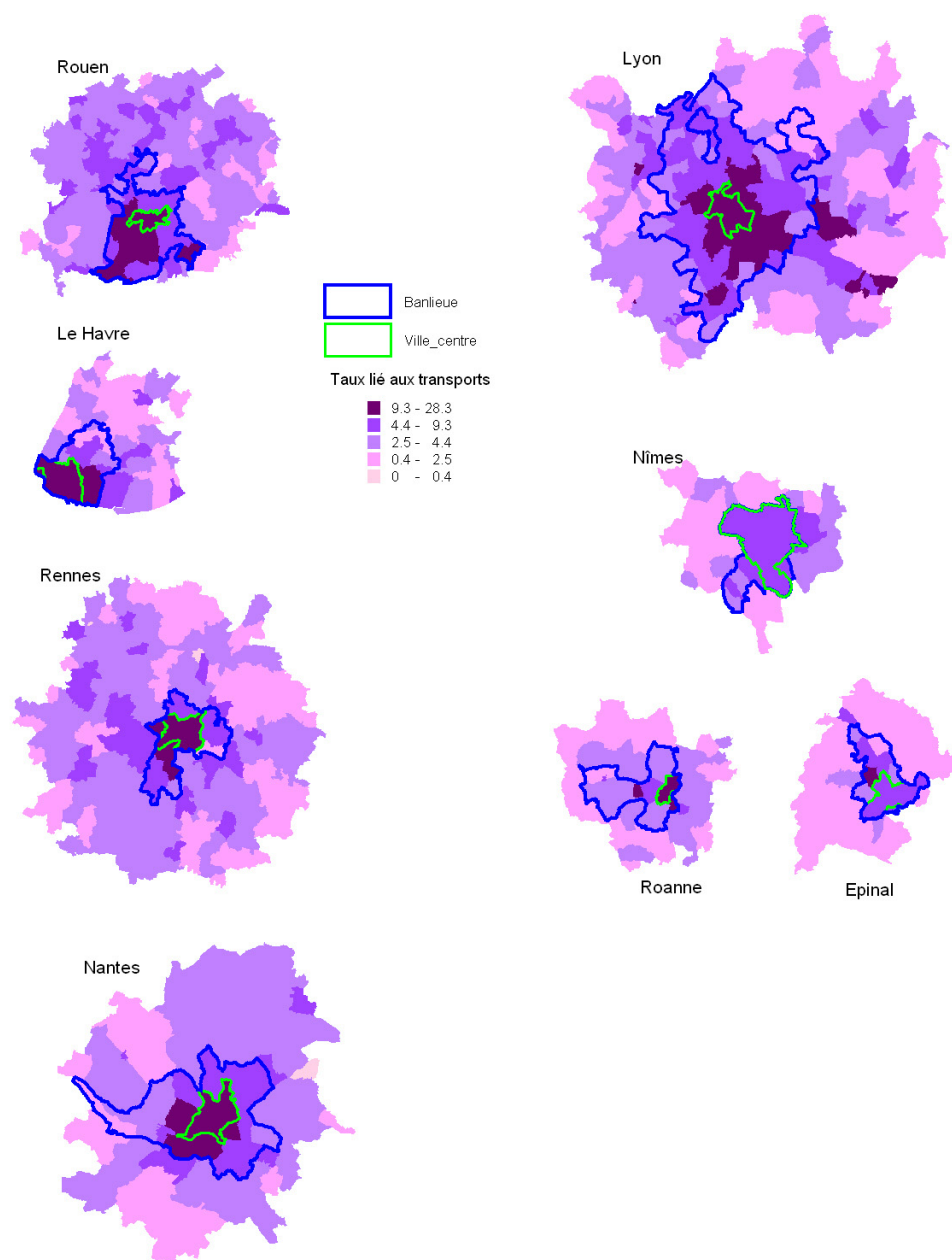


Cartographie CERTU/ Urb / Our - juin 2007

Echelle : 1cm = 10 km

Source : IGN BDTopo 1999-Insee ZAU99

IUD8 : quelle est la consommation d'espace par les transports et par le bâti
Taux de consommation des transports



Cartographie CERTU/ Urb / Our - juin 2007

Echelle : 1cm = 10 km

Source : IGN BDTopo 1999-Insee ZAU99

5. Quelques éléments de coût

Évaluation du coût pour la mise en oeuvre sur les 120 plus grandes aires urbaines, soit environ 122 000 km² en métropole.

	Moyenne Échelle	Grande Échelle
Acquisition des données et mise à jour	Corine Land Cover est disponible gratuitement sur tout le territoire Une mise à jour est prévue tous les 10 ans. La BDCarto est disponible sur tout le territoire au ministère de l'Équipement Donc pas de coût d'achat de données induit. La mise à jour est annuelle	Un processus d'acquisition de la BDTopo, composante topographique du RGE est en cours au Ministère. La mise à jour est continue. Pas d'information actuellement sur la mise à jour envisagée au ministère
Création des zonages	À partir des découpages communaux de la BDCarto ou de GeoFla => une journée	À partir des découpages communaux de la BDTopo => une journée
Extraction des données nécessaires dans la base de données choisie à l'intérieur du zonage	1 jour	3 jours
Prétraitement éventuel des données	Pré traitements décrits en annexe 1 : extraction des largeurs de voies, synthèse, etc... 3 jours	Pré traitements décrits en annexe 2 : extraction des largeurs de voies, synthèse, création du buffer bâti Les traitements sont plus longs qu'avec BDCarto car il y a plus d'objets 20 jours
Calcul des surfaces par commune	1 jour	1 jour
Calcul des indicateurs ; graphiques ; cartes	2 jours	2 jours
Total estimé	8 jours	27 jours

Les traitements peuvent être effectués en régie en préparant des macros s'appuyant sur la structure des bases de données. Ce sont surtout les temps de calcul qui sont longs pour les bases de données à plus grande échelle.

6. Limites et propositions de développement

La limite majeure des deux méthodes (grande et moyenne échelle) est liée au fait qu'on définit les surfaces « transport » et « urbanisation » à partir des spécifications des bases et non pas par une analyse de la problématique : cela revient à « mesurer ce que l'on a ».

Il serait possible d'étoffer cette mesure en complétant avec des données statistiques à la commune (Données SITADEL, données sur le logement, Autres données transport).

Concernant la moyenne échelle, l'utilisation de Corine Land Cover est fortement déconseillée à l'échelle communale, c'est pourquoi les seuls résultats chiffrés sont donnés par zone (pôle et couronne), mais même à cette échelle CLC est sans doute trop imprécise.

Concernant le grande échelle, des analyses plus fines auraient été possibles, notamment à l'IRIS car on dispose d'une donnée à l'échelle topographique donc relativement fine.

Une expertise plus poussée de la tache bâtie de corine land cover peut être faite en la croisant avec les bâtiments de la BDTopo afin d'examiner plus précisément le contenu de la tache urbaine CLC en terme de densité de bâtiments. Ceci fait l'objet de l'annexe 5.

7. Conclusion

Notre zone de travail est l'aire urbaine, la maille d'observation est la commune. Après examen du contenu des bases de données, nous avons calculé pour chaque couche d'information la surface au sol occupée. Puis nous avons fait le ratio entre la surface totale occupée et la surface de la commune afin d'obtenir un taux d'occupation.

Les bases de données à vocation uniquement « occupation des sols » telles que Corine Land Cover ou même Spot Théma, si elles donnent une consommation d'espace bâti conforme à leurs spécifications, ne permettent pas d'estimer de manière suffisamment précise la consommation d'espace dédiée au transport. En effet, les objets liés au transport étant le plus souvent linéaires ou de petite surface, les spécifications de ce type de base de données n'en tiennent pas compte et incluent ces objets dans les postes de type bâti. Les objets linéaires sont très difficiles à distinguer sur une image satellite, qui sert souvent de source à ces bases de données (hormis pour les nouvelles images à très haute résolution).

Pour le test à moyenne échelle, il a donc fallu coupler l'information issue de l'occupation du sol de Corine Land Cover avec les informations filaires de la BDCarto®.

Pour le test à grande échelle, les éléments concernés de la BDTopo ont été généralisés.

En fonction de la source employée, du contenu de « l'espace consommé par les transports et l'urbanisation », et de l'échelle, les résultats sont différents.

La BDCarto® est exploitable sur un territoire périurbain pour le thème transport mais elle sous-estime largement la part de l'occupation des sols dédiée au transport dans les zones urbaines. Sa combinaison avec Corine Land Cover sous-estime la part de l'urbanisation en couronne périurbaine.

L'apport d'une donnée à grande échelle comme la BDTopo est varié en fonction à la fois de la zone (ville-centre, banlieue ou couronne) et du thème (bâti ou transport).

L'apport en terme de mesure de surface est significatif pour le thème transport en ville-centre et pour le thème bâti en couronne périurbaine. Les écarts mesurés ne semblent pas être corrélés à la taille des aires urbaines et sont très variables d'une aire à l'autre.

Quelle que soit la source utilisée, les ordres de grandeur sont les mêmes :

- une consommation d'espace bâti qui passe de 50-80 % en ville centre à moins de 10 % en périurbain
- une consommation d'espace transport qui passe de 10-25 % en ville-centre à moins de 5 % en périurbain

Pour avoir des grandeurs précises, l'apport d'une donnée à grande échelle est indéniable.

Le suivi des évolutions n'a pas été testé, mais chaque base de données étant mise à jour annuellement, il est possible.

Annexe 1 : éléments de cadrage et de problématique sur les choix méthodologiques effectués

La consommation d'espace par les transports⁵

Il apparaît difficile de retenir des indicateurs pertinents sans avoir préalablement défini ce que recouvre l'espace consommé par les transports. Il est communément admis que la consommation d'espace est équivalente à l'utilisation de l'espace public qui en est faite, qu'il s'agisse d'une utilisation pour la mobilité (circulation) ou pour le stationnement.

Toutefois, on ne saurait se satisfaire d'une définition trop imprécise et trop large de la consommation d'espace par les transports. S'agit-il de l'espace consommé par tous les modes de transports (en l'occurrence cela reviendrait à inclure la voirie, les trottoirs...) ou doit-on inclure l'espace dédié aux transports au sens large (infrastructures telles que les gares qui ont également une fonction de commerce, auquel cas seraient également inclus les espaces « dits mixtes »...) ? Doit-on calculer seulement l'espace physique ou également prendre en compte l'intégralité des parcelles occupées, même partiellement ?

Il faudrait également répondre aux questions suivantes concernant le terme de « consommation d'espace » : Veut-on mesurer des surfaces ? Des volumes ? Des longueurs ? Des taux ? Par rapport à quoi ? Des densités ? Sur quelle maille géographique calcule-t-on cet espace : la totalité d'une aire urbaine, par commune ? Avec quels outils ? Et pour quoi faire ?

Tant que les choix de définition ne seront pas établis et devenus consensuels, il reste délicat de faire un choix d'indicateurs dont le fondement serait tronqué. Voici quelques exemples d'approches.

Approche utilisation du Compte Déplacements de la-Roche-sur-Yon

Cette définition est reprise dans le Compte Déplacements de la Roche sur Yon. L'approche « utilisation » est préconisée, il est admis que la consommation d'espace soit entendue au sens de la voirie effectivement utilisée.

Trois approches peuvent être identifiées

- une première approche fondée sur la capacité théorique de chaque mode de transport pour obtenir une consommation d'espace en période de pointe et par mode déplacement donné (méthode de L. Marchand reprise dans le rapport Claude Quin) que l'on nommera « **calcul de la capacité théorique** »
- une seconde approche qui part du postulat qu'il faut estimer l'utilisation effective de l'espace dédié aux transports (calcul espace X temps) : « **calcul par utilisation** »
- une troisième approche qui préconise la répartition entre modes de transport (calcul effectué en considérant la totalité de l'espace consacré à la fois à la voirie et au stationnement) : « **calcul par répartition** ».

⁵ Note réalisée par Nathalie Pitaval du département mobilité du Certu sur les coûts de l'espace consommé

Approche du Compte National du Transport de Voyageurs

Le Compte National du Transport de Voyageurs propose une estimation physique de l'espace consommé par les transports.

Il faut noter que la consommation de voirie banalisée telle que définie par le comité technique du CNVT (c'est-à-dire la voirie publique après déduction des trottoirs, places de stationnement et voies réservées aux transports collectifs), a été imputée aux différents modes de véhicules et ce au prorata des trafics exprimés en véhicules X kilomètres. Une pondération au moyen de coefficients d'encombrement a été ensuite appliquée. Ces coefficients sont les suivants : on applique pour les VP et les VUL le coefficient 1, pour les bus cars et poids lourds, le coefficient 3 et enfin 0,5 pour les deux roues.

Indicateurs possibles

Si l'on observe ce qui a été retenu dans le compte déplacements de la Roche sur Yon, on peut se servir des indicateurs suivants⁶

Espace temps Utilisé par déplacement :

En caractérisant un déplacement en mesurant l'espace physique qu'il mobilise et la durée pendant laquelle il est occupé.

$$espacetemps_{utilisé} = Surface_{utilisée} \times heure_{utilisation}$$

Espace temps consommé pour une année :

$$espacetemps_{consommé} = surface_{stationnement} \times surface_{voirie} \times 365_{jours} \times 24_{heures}$$

$$surface_{stationnement} = \text{surface nécessaire au stationnement des véhicules}$$

$$surface_{voirie} = \text{surface totale de la voirie}$$

Cet indicateur nécessiterait de distinguer dans l'espace consommé par les transports l'espace dédié à la circulation et l'espace dédié au stationnement. Cette distinction n'existe pas dans les bases de données nationales sur étagère.

Indicateur retenu

Ne pouvant répondre aux questions préalables sur les aspects de temps ni mobiliser de données exhaustives et homogènes autre que géographiques, nous avons examiné les spécifications et contenus des bases de données géographiques disponibles au niveau national "sur étagère" par rapport au thème transport. Le contenu et échelle d'observation sont variables d'une base à l'autre.

Si on se borne à une approche purement géométrique, il est donc possible de mobiliser l'indicateur suivant :

Taux d'occupation pour une zone donnée:

$$taux = \frac{100 \times surface_{transport}}{surface_{zone}}$$

⁶ Source : Compte déplacements La Roche sur Yon, rapport méthodologique, pages 85 à 88

La consommation d'espace par l'urbanisation⁷

Tout comme pour les transport, il apparaît difficile de retenir des indicateurs pertinents sans avoir préalablement défini ce que recouvre l'espace consommé par l'urbanisation.

La demande actuelle en connaissance de la consommation d'espace liée à l'urbanisation est souvent liée à des problématiques de connaissance et de suivi des territoires urbains. On souhaite cartographier l'occupation du sol urbain, suivre la consommation d'espace aux franges de ces territoires ou plus exactement, suivre l'évolution de ce que l'on appelle « la tache urbaine ». Mais qu'est ce que la « tache urbaine » ?

Si l'expression « tache urbaine » est très répandue chez les cartographes, urbanistes et autres aménageurs, il en n'existe pas une véritable définition. Comment peut-on mesurer une forme d'occupation du sol (la tache urbaine) qui n'a pas de définition scientifique officielle ? Il n'existe pas de réponse exacte : mesurer la tache urbaine à partir d'une base de données, c'est sélectionner au sein de sa nomenclature, des « postes » ou des thèmes qui sont définis comme espaces « urbanisés » ou « artificialisés ».

Quelle surface mesurer ?

Il est important avant de commencer de bien avoir en tête à quoi correspond la notion de surface. Les appréciations de surface se font généralement à l'hectare (1 ha = 10 000 m²). Par exemple un îlot INSEE au centre-ville de Lyon fait environ 1 ha. Un hameau dans une zone d'habitat dispersé peut faire moins de 8 ha.

Question : est-ce que l'on veut mesurer TOUTES les surfaces présentes sur le terrain ou seulement celles supérieures à un nombre minimum d'hectares (1 ha, 8 ha, 25 ha....) ?

Quel type d'objets mesurer ?

Il n'y a pas de définition officielle du contenu des espaces urbanisés. Il faut donc savoir clairement quels sont les objets sur le terrain qui doivent être pris en compte.

Questions :

- *Doit-on distinguer les fonctions d'occupation du sol (habitat, activité, équipement) et si oui comment ?*
- *Doit-on distinguer l'habitat dense de type centre-ville de l'habitat dispersé de type hameau ?*
- *Doit-on prendre en compte les jardins de l'habitat individuel ou pas ?*
- *Doit-on distinguer les grands équipements urbains (écoles, lycées, universités, hôpitaux, casernes...)?*
- *Doit-on distinguer les zones industrielles, commerciale ou de loisirs ?*
- *Doit-on distinguer les zones de communication (emprise des routes, voies ferrées)*
- *Comment traite-on les cimetières, Parcs, bois et forêts en milieu urbain?*

A quelle date mesurer ?

Question : veut on connaître l'occupation à une date T ou son évolution à plusieurs dates et jusqu'ou veut-on remonter ?

⁷Extrait de « Les bases de données d'occupation des sols – volet tache urbaine » rapport du Cete de Lyon, mars 2005 – édition Certu

Indicateur retenu

Ne pouvant répondre aux questions préalables ni mobiliser de données exhaustives et homogènes autre que géographiques, nous avons examiné les spécifications et contenus des bases de données géographiques disponibles au niveau national "sur étagère" par rapport au thème bâti. Le contenu et échelle d'observation sont variables d'une base à l'autre.⁸

Si on se borne à une approche purement géométrique, on peut donc mobiliser l'indicateur suivant :

Taux d'occupation pour une zone donnée:

$$taux = \frac{100 \times surface_{bati}}{surface_{zone}}$$

⁸Pour une comparaison des bases de données existantes, on pourra se référer à l'étude « Les bases de données géographique d'occupation des sols : volet tache urbaine – Descriptif et comparatif de 6 bases de données » aux éditions du Certu ; auteur : Cete de Lyon

Annexe 2 : Méthode de calcul des consommations d'espace par commune à partir de BDCarto et Corine Land Cover

Description des données utilisées

Corine Land Cover

L'échelle de travail de CLC est autour du 1/100 000ème.

L'unité spatiale est une zone dont la couverture peut être considérée comme homogène sur le territoire. La surface de la plus petite unité cartographiée est de 25 hectares.

La nomenclature de CORINE land cover est une nomenclature hiérarchisée en 3 niveaux. L'élaboration de cette nomenclature d'occupation du sol a été conduite en fonction d'objectifs précis (permettre la cartographie de l'ensemble du territoire de l'Union Européenne, permettre de connaître l'état de l'environnement et ne pas comporter de postes ambigus). Elle a par conséquent été orientée sur l'occupation biophysique du sol et non sur son utilisation ; elle privilégie donc la nature des objets (forêts, cultures, surfaces en eau, roches affleurantes..) plutôt que leur fonction socio-économique (agriculture, habitat...).

L'existence du seuil de description de 25 ha et l'échelle de l'interprétation font que l'exploitation statistique de la base est pertinente à l'échelle nationale, départementale et cantonale. Mais l'analyse de l'occupation du sol avec CORINE land cover à l'échelle communale est limitée : à cette échelle les informations produites sont assez peu précises.

Pour les territoires urbanisés, on a retenu les postes suivants :

Ce sont les postes de territoires artificialisés qui ont été retenus, à savoir ceux de code inférieur à 200, à l'exclusion des extractions de matériaux, des décharges et des chantiers (postes 131, 132 et 133)

Code	Nom	Description
111	Tissu urbain continu	Espaces structurés par des bâtiments. Les bâtiments, la voirie et les surfaces artificiellement recouvertes couvrent la quasi-totalité du sol. La végétation non linéaire et le sol nu sont exceptionnels.
112	Tissu urbain discontinu	Espaces structurés par des bâtiments. Les bâtiments, la voirie et les surfaces artificiellement recouvertes coexistent avec des surfaces végétalisées et du sol nu, qui occupent de manière discontinue des surfaces non négligeables.
121	Zones industrielles ou commerciales	Zones recouvertes artificiellement (zones cimentées, goudronnées, asphaltées ou stabilisées : terre battue, par exemple), sans végétation occupant la majeure partie du sol. Ces zones comprennent aussi des bâtiments et / ou de la végétation

Code	Nom	Description
122	Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	Autoroutes, voies ferrées, y compris les surfaces annexes (gares, quais, remblais). Largeur minimale prise en compte : 100 m
123	Zones portuaires	Infrastructures des zones portuaires, y compris les quais, les chantiers navals et les ports de plaisance.
124	Aéroports	Infrastructures des aéroports : pistes, bâtiments et surfaces associées.
131	<i>Extraction de matériaux (non conservé)</i>	<i>Extraction de matériaux à ciel ouvert (sablières, carrières) ou d'autres matériaux (mines à ciel ouvert). Y compris gravières sous eau, à l'exception toutefois des extractions dans le lit des rivières</i>
132	<i>Décharges (non conservé)</i>	<i>Décharges et dépôts des mines, des industries ou des collectivités publiques.</i>
133	<i>Chantiers (non conservé)</i>	<i>Espaces en construction, excavations et sols remaniés.</i>
141	Espaces verts urbains	Espaces végétalisés inclus dans le tissu urbain. Y compris parcs urbains et cimetières avec végétation.
142	Équipements sportifs et de loisirs	Infrastructures des terrains de camping, des terrains de sport, des parcs de loisirs, des golfs, des hippodromes... y compris les parcs aménagés non inclus dans le tissu urbain.

Les postes 122, 123 et 124 sont classés en « transport » et les autres postes en « urbanisation ».

BDCarto

On utilise la BDCarto au format standardisé METL-IGN V98. On retient les tables RRTR (Réseau routier), VFTR (Voies Ferrées), RREQ (Équipements routiers) et VFSO (Gares). Contrairement à Corine Land cover dans laquelle on retrouve des objets des thèmes « urbanisation » et « transport », les données de BDCarto concernent uniquement le thème transport.

Les tronçons de routes - RRTR.

Les tronçons retenus dans la base de données sont :

- les tronçons d'autoroute ou de voie express et leurs bretelles d'accès ;
- les tronçons de routes classées nationales et départementales ;
- les autres tronçons de routes appartenant au réseau vert auxquels on ajoute :
 1. Premièrement en zone agglomérée ou dans les zones d'activité les autres tronçons de rues ou routes régulièrement entretenues qui :
 - participent à la traversée ou au contournement d'une agglomération,

- permettent l'accès à une voie de contournement, une autoroute ou une voie express,
- constituent une desserte principale d'une zone administrative, industrielle ou commerciale, d'une gare, d'un port, d'un aéroport, d'un lieu d'intérêt touristique, d'un lotissement important ou d'un quartier important vis-à-vis de l'agglomération où il est situé ;

2. Deuxièmement, en dehors des zones agglomérées, on retient les tronçons de voies carrossables régulièrement ou irrégulièrement entretenus.

Les routes étant des objets linéaires, il faut estimer leur largeur. Pour chaque tronçon de route retenu dans la base, on a des informations sémantiques sur les types, nombre de voies et de chaussées des routes, on peut donc en tirer quelques estimations de largeur :

NB_CHAUS : nombre de chaussées (1 ou 2)

NB_VOIES : nombre total de voies (de 1 à 4 et plus)

NB_VOIES_DESC et NB_VOIES_MONT pour les voies à chaussées séparées.

NB : on enlève du calcul les voies non carrossables cad celles dont ETAT < 01

Sélection des tronçons selon la valeur des attributs (requête)	Estimation de la largeur
NB_CHAUS = 2 chaussées ; NBV_MON = 4 voies et plus ; NBV_DESC = 4 voies et plus	20 m
NB_CHAUS = 2 chaussées ; NBV_MON < 4 voies et plus ; NBV_DESC < 4 voies et plus	14 m
NB_CHAUS = 1 chaussée NB_VOIES = : 1 voie ou 2 voies étroites	7 m
NB_CHAUS = 1 chaussée ; NB_VOIES = : 3 voies	10.5 m
NB_CHAUS = 1 chaussée ; NB_VOIES = :4 voies ; NB_VOIES = : Plus de 4 voies	14 m
NB_CHAUS = 1 chaussée ; NB_VOIES = :2 voies larges	14 m
VOCATION = "08" (bretelle d'accès)	7 m

Contrôle des largeurs affectées par comparaison avec une photographie aérienne.

En créant un « tampon » autour de l'axe routier de la largeur de la route, on peut contrôler visuellement la précision de l'estimation en comparant quelques échantillons avec une photographie aérienne où on peut voir l'emprise réelle de la route.

Attention : l'échelle des données est très différente (photo (BDOrtho) au 1/10 000 et BD-Carto au 1/50 000) donc les données ne se superposent pas...



7 m



10,5 m



14 m

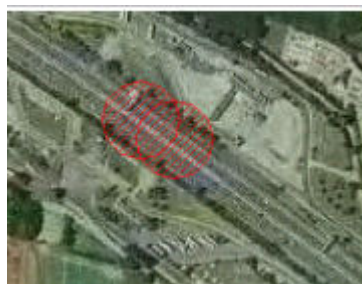
Les équipements routiers – RREQ

Ce sont les gares de péage, les aires de repos et de service, les tunnels routiers.

Les équipements routiers proposés dans la BDCarto et retenus sont :

- Toutes les gares de péage ;
- Les aires de repos et de service quand elles se trouvent sur le réseau de type autoroutier ;
- Les tunnels routiers, quand leur longueur est inférieure à 200 mètres.

Ce sont des points dont on ne connaît pas l'emprise au sol, il va donc falloir leur affecter une emprise moyenne (5000m², pour un rayon de 40m⁹)



Les tronçons de voies ferrées - VFTR

Les tronçons proposés dans la BDCarto et retenus sont :

- Toutes les voies ferrées de transit, en assurant la continuité dans les zones de triage ;
- Les voies industrielles d'une longueur supérieure à un kilomètre ;
- Les voies touristiques d'une longueur supérieure à un kilomètre ;
- Les voies ferrées de type RER au sol
- Les voies constituant l'enveloppe des zones de triage et de garage ;
- Les trains à crémaillère et les funiculaires quelle que soit leur longueur.

Il est difficile de connaître leur largeur, l'attribut « LARGEUR » de la couche ne donnant que l'écartement des rails.

=> Pour simplifier on affectera une emprise au sol de 10 m à toutes les voies...



⁹Valeur fixée à dire d'expert, après observation de photos aériennes

Les nœuds ferrés - VFSD

Sont retenues :

- Les gares SNCF ouvertes aux voyageurs et au fret ;
- Les gares SNCF de fret seul ;
- Les gares SNCF et points d'arrêt SNCF ouverts aux voyageurs seulement.

Ce sont des objets ponctuels dont on ne connaît pas la surface. On peut leur affecter une largeur moyenne de 40 m.

En fonction de l'importance de la gare, la taille peut être sous-estimée...



Les aérodrômes étant déjà présents dans Corine Land Cover on utilisera ces derniers...

Classement des données en transport ou urbanisation

Source de la donnée et classe	Transport	Urbanisation
CLC	Code = 122 ou 123	Code = 111 ou 112 ou 121 ou 141 ou 142
BDC Tronçons de routes	Tous avec affectation d'une largeur variable en fonction des caractéristiques du tronçon	
BDC Équipements routiers	Tous avec affectation d'un rayon de 40 m	
BDC Tronçons de voie ferrées	Toutes avec affectation d'une largeur de 10 m	
BDC Noeuds ferrées	Les gares avec affectation d'un rayon de 40 m	

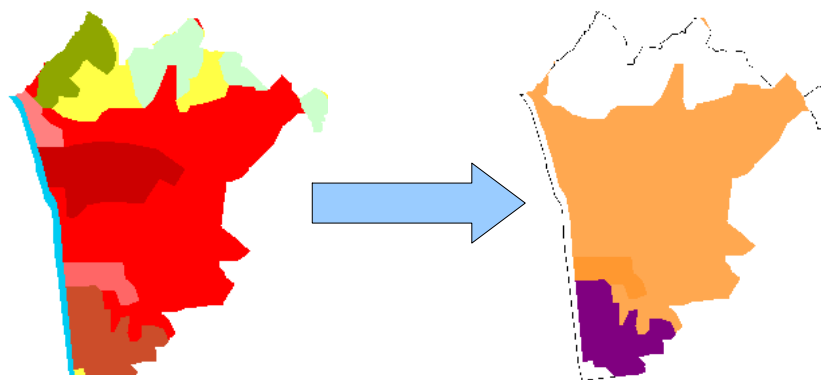
Traitement des données dans MapInfo

Créer des zones tampons que l'on découpera ensuite par commune est trop long pour les grandes Aires Urbaines, aussi il a été décidé de calculer les données commune par commune et d'affecter les surfaces aux communes sans créer de nouvel objet géographique. Pour cela un utilitaire mapbasic basé sur la structure de Corine Land cover et la structure METL-IGN V98 de la BDCarto a été réalisé. Ceci permet une reproductibilité immédiate de la manipulation sur d'autres aires urbaines.

La méthode consiste à créer une nouvelle table « TACHE_URBAINE » issue de la concaténation des éléments de Corine Land Cover et de la BDCarto. Les calculs se font commune par commune pour les raisons citées plus haut.

Les données à la commune sont ensuite calculées à partir de cette nouvelle tache urbaine.

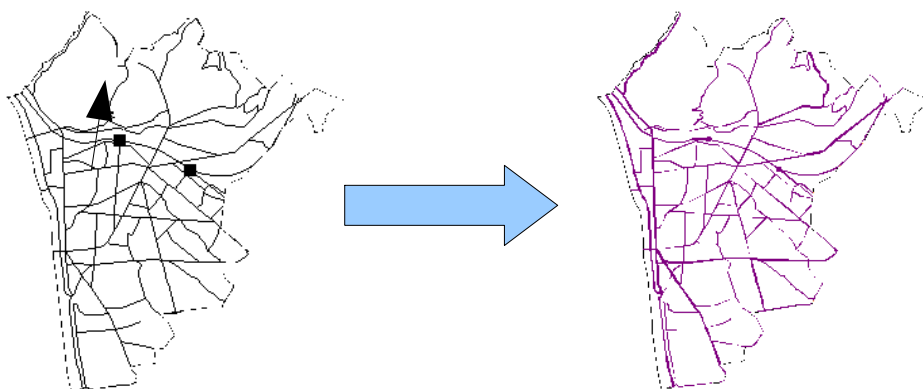
Étape 1 : initialisation de la tache urbaine à partir des éléments de Corine Land Cover par sélection de postes



Installation portuaire

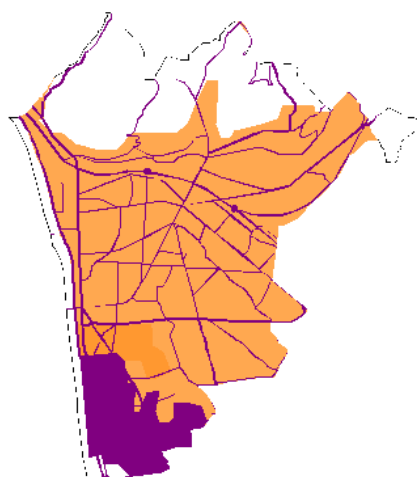
de Corine Land cover à la « Tache Urbaine » : en orange le bâti en violet le transport

Étape 2 : Création d'une « tache transport à partir de la BDCarto »



Des objets ponctuels et linéaires aux tampons surfaciques

Étape 3 : Assemblage des données Corine Land Cover et BDCarto, création d'une partition, c'est à dire que les zones créées à partir de la BDCarto évaluent les surfaces bâties Corine Land cover et s'ajoutent aux surface transport CLC.



Étape 4 : Affectation des valeurs de surface au découpage communal de la BDCarto.
On utilise directement les fonctions de MapInfo pour obtenir les surfaces occupées par les transports et par l'urbanisation, par commune.

<

Annexe 3 : Méthode de calcul des consommations d'espace par commune à partir de BDTopo Pays

Description des données utilisées

On utilise les spécifications de la BDTopo Pays V1.2 de décembre 2002. Elle contient 10 thèmes : voies de communication routières, voies ferrées, réseaux de transport d'énergie et de fluide, hydrographie terrestre, surface d'activité et de bâti, végétation, orographie, limites administratives, toponymie et altimétrie.

Concernant le thème urbanisation, chaque bâtiment est décrit dans la BDTopo®, de manière surfacique, linéaire ou ponctuelle.

Les thèmes et classes retenus pour le calcul des consommations d'espace urbanisation et transport sont les suivants :

Thème A : voies de communication routières

Les tronçons de route

Ce sont des portions de voies de communication destinés aux automobiles. Elles représentent uniquement la chaussée, délimitée par les bas-côtés ou les trottoirs. Toutes les routes et les rues revêtues sont retenues sauf les routes sommairement revêtues qui sont classées en tronçon de chemin. Comme pour la BDCarto, les tronçons de chemin ne sont pas retenus pour le calcul de consommation d'espace.

C'est l'axe du tronçon qui est représenté. Un attribut largeur donne la largeur de chaussée au demi-mètre près. On peut donc en déduire des surfaces.

Seul un peu plus de 50 % de cet attribut surface est rempli. Pour les objets non renseignés, on affecte la largeur de chaussée à 5m x nombre de voies, à condition que le champ nombre de voies soit lui aussi non nul. Lorsque ce dernier est nul, on affecte enfin, arbitrairement, une largeur de chaussée de 5 m.

Les surfaces de route

Ce sont des parties de la chaussée d'une route caractérisées par une largeur exceptionnelle (place, carrefour, péage, parking). Toutes les zones revêtues pour le roulage ou le parage des automobiles et faisant plus de 50 m de large sont incluses (environ 0,5 ha pour les parkings). Les zones de moins de 50 m de large sont incluses dans la table des tronçons de route. Ce sont des objets surfaciques dont on déduit la surface automatiquement.

Thème B : voies ferrées et autres moyens de transport terrestre

Les tronçons de voie ferrée

Ce sont des portions de voie ferrée homogènes. La largeur n'étant pas donnée en attribut, on l'estimera à 10m comme pour la BDCarto, afin de calculer les surfaces.

Les aires de triage

C'est un ensemble de tronçons de voies, voies de garage, aiguillages permettant le tri des wagons et la composition des trains. Les faisceaux de moins de 25 m de large sont classés en tronçons de voie ferrée. En tant qu'objet surfacique sa surface est calculée automatiquement.

Thème E : Surfaces d'activités et bâti

Les bâtiments

Tous les bâtiments de plus de 50 m² sont inclus. Les bâtiments entre 20 et 50 m² sont sélectionnés en fonction de leur environnement et leur aspect. Ceux de moins de 20m² sont exclus sauf s'ils sont très hauts, ils sont alors classés en construction ponctuelle.

Afin de calculer une surface d'occupation des sols « artificialisée » liée au bâtiment, et donc de tenir compte des « terrains » environnants, une zone tampon de 50 m est créée autour de l'ensemble des bâtiments. Les objets liés au transport seront exclus de cette zone tampon.

Les constructions ponctuelles

Toutes les constructions de plus de 50 m de haut et de moins de 20 m². Pour calculer leur surface on réalisera un rayon de 2,5 m correspondant à une surface maximale de 20 m².

Les constructions linéaires

Les constructions dont la forme générale est linéaire : barrage, mur anti-bruit, pont, quai, ruine, mur, etc. On estimera leur largeur à 5 m afin de pouvoir calculer une surface.

Les constructions surfaciques.

Ce sont des ouvrages de grande surface liés au franchissement d'un obstacle par une voie de communication : barrage, écluse, etc. En tant qu'objet surfacique on obtient leur surface directement.

Les terrains de sport.

Équipements sportifs de plein air. En tant qu'objet surfacique on obtient leur surface directement.

Les cimetières

Tous les cimetières sont inclus. En tant qu'objet surfacique on obtient leur surface directement.

Les pistes d'aérodrome

Ce sont les aires situées sur un aérodrome afin de servir au roulement des aéronefs au décollage et à l'atterrissage. Un attribut permet de différencier les pistes en dur des pistes en herbe. En tant qu'objet surfacique on obtient leur surface directement.

Les points d'activité ou d'intérêt

Ce sont des objets ponctuels localisant un équipement public, un site ou une zone ayant un caractère administratif, culturel, sportif, industriel ou commercial.

Puisque ce sont des objets ponctuels, il faut leur affecter un rayon pour estimer leur surface. La largeur estimée est de 2,5 m. Un attribut spécifique « catégorie » permet de distinguer les points liés au transport (aérodromes, aires d'autoroute, gare, péage) de ceux liés à l'urbanisation.

Les surfaces d'activité

Ce sont des enceintes d'équipement public, de sites ou de zone ayant un caractère administratif, culturel, sportif, industriel ou commercial. Un attribut spécifique catégorie permet de distinguer les surfaces liées au transport (aérodromes, aires d'autoroute, gare, péage) de ceux liés à l'urbanisation. En tant qu'objet surfacique on obtient leur surface directement.

NB : Toute surface d'activité contient un point d'activité.

Classement des données en transport ou urbanisation

Classe	Transport	Urbanisation
Tronçons de route	Sélection : tous surface calculée en fonction la valeur de l'attribut largeur ou du nombre de voies si la largeur est non remplie	
Surfaces de route	Sélection : tous surface calculée automatiquement	
Tronçons de voies ferrées	Sélection : tous surface calculée en fonction d'une largeur estimée de 10m	
Aires de triage	Sélection : tous surface calculée automatiquement	
Bâtiments		Sélection : Tous Fermeture au seuil de 50 m (dilatation+érosion) ¹⁰
Constructions ponctuelles		Sélection : toutes surface calculée en fonction d'une largeur estimée de 2,5 m
Constructions linéaires	Sélection : toutes surface calculée en fonction d'une largeur estimée de 5m	
Constructions surfaciques	Sélection : tous surface calculée automatiquement	
Terrains de sport		Sélection : tous surface calculée automatiquement
Cimetières		Sélection : tous surface calculée automatiquement

¹⁰La dilatation, l'érosion et la fermeture sont des opérations de morphologie mathématique.

Dilatation = création d'un buffer de XX m autour des objets

Érosion = création d'un buffer de -Xxm autour de l'objet

Fermeture = Dilation suivie d'une érosion

Classe	Transport	Urbanisation
Pistes d'aérodromes	Sélection : nature = piste en dur surface calculée automatiquement	
Points d'activité ou d'intérêt	Sélection nature = Aérodrome, aire d'autoroute, gare, péage surface calculée en fonction d'une largeur estimée de 2,5 m	Sélection nature ≠ Aérodrome, aire d'autoroute, gare, péage surface calculée en fonction d'une largeur estimée de 2,5 m
Surfaces d'activité	Sélection catégorie = transport surface calculée automatiquement	Sélection catégorie ≠ transport surface calculée automatiquement

Méthode de calcul

Créer des zones tampons que l'on découpera ensuite par commune est trop long pour les grandes aires urbaines, aussi il a été décidé de calculer les données sur une grille au pas de 2km. En effet, même le maillage communal était trop important pour la puissance de calcul d'un micro bureautique.

Pour cela un utilitaire mapbasic basé sur la structure de la BDTopo Pays V1.2 a été réalisé. Ceci permet une reproductibilité immédiate de la manipulation sur d'autres aires urbaines, à condition de créer pour chaque zone une grille au pas de 2km dont la maille servira de base au calcul.

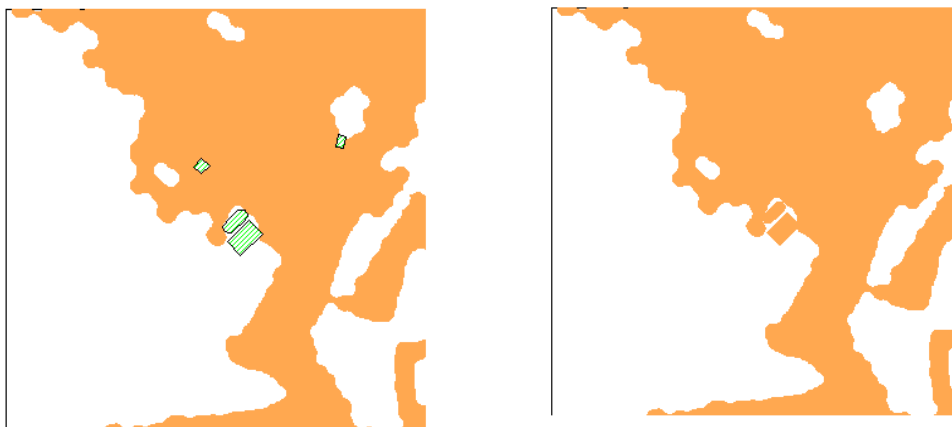
Étape A : Création de la tache bâtie

Étape 1 : Fermeture des bâtiments.



Des bâtiments à la tache urbaine

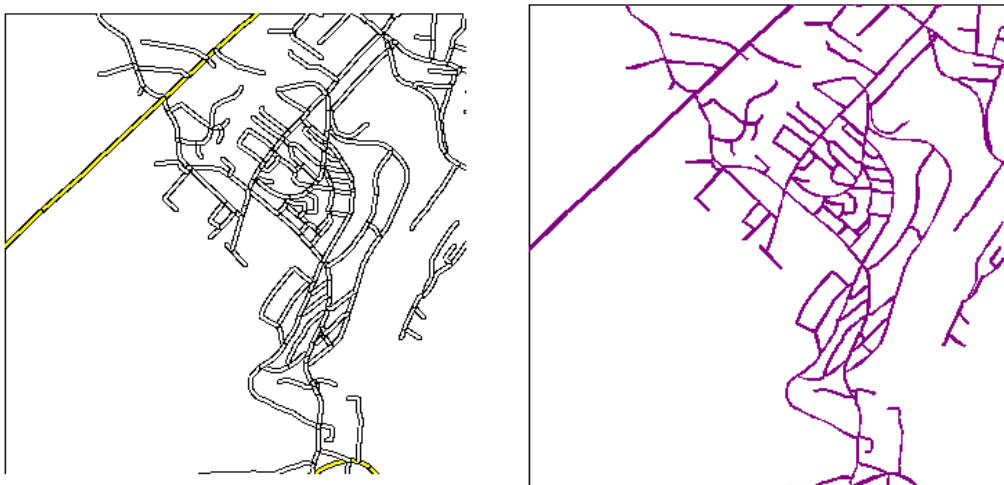
Étape 2 : Ajout des éléments surfaciques cimetière, terrain de sport, surface d'activité (≠ transport) par UNION



Étape 3 : Ajout des buffers de points d'activité ($\neq$ transport), de constructions ponctuelles et de réservoirs par UNION



Étape B : Création de la tache transport
Étape 1 : Buffer autour des routes



Étape 2 : Ajout des éléments surfaciques : surface de routes, aires de triage, surfaces d'activité (=transport), et constructions surfaciques



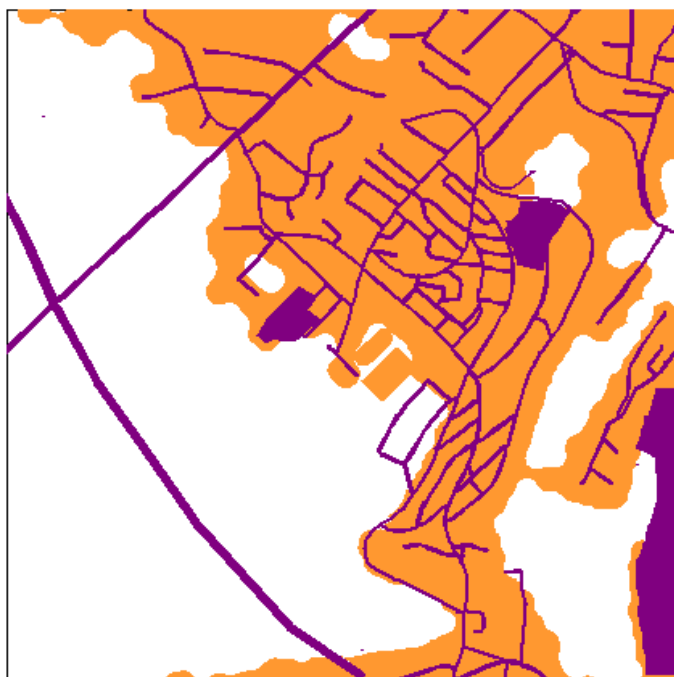
Étape 3 : ajout des buffers autour des linéaires de voies ferrées, constructions linéaires, pistes d'aérodromes



Étape 4 : ajout des buffers de points d'activité.



Étape C : Création de la tache urbaine par SOUSTRACTION de la tache transport à la tache bâtie



Étape D : Affectation des valeurs de surface au découpage communal de la BDCarto.

On utilise directement les fonctions de MapInfo pour obtenir les surfaces occupées par les transports et par l'urbanisation, par commune.

ADCO Données

	CODE_ZAI	CAT_ZAU	NOM_CAT_ZAU	surface_urbanisati	surface_transpor
☐	082	3	Ville-Centre	7.39091	1.1327

Annexe 4 : Apport de la grande échelle

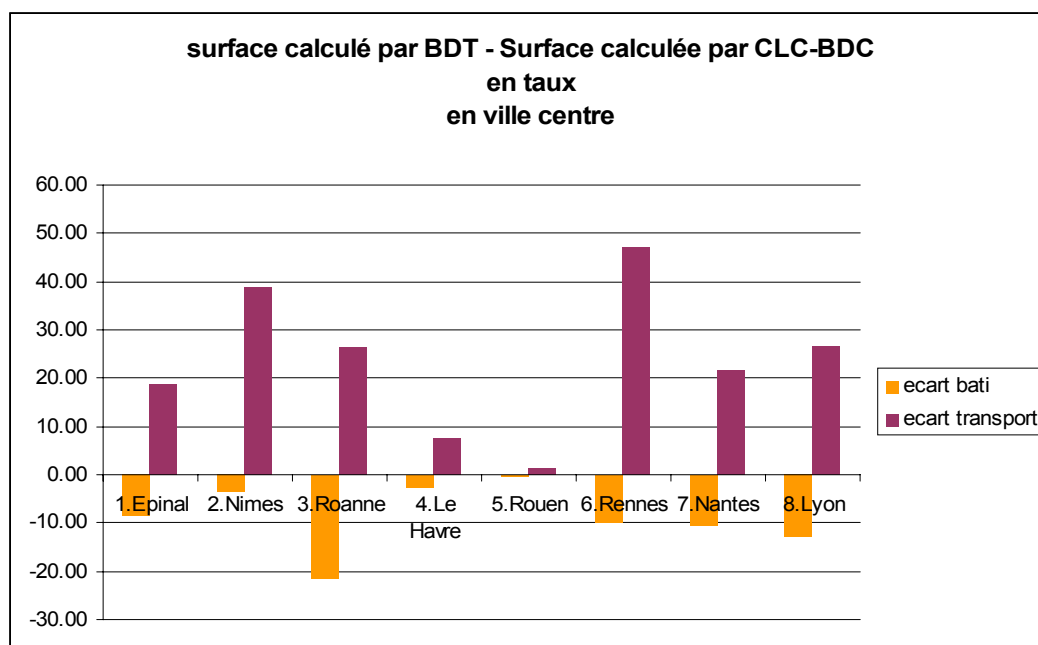
Comparons les données calculées grâce à (BDCarto+Corine Land Cover) et celles calculées avec la BDTopo, appelées respectivement dans la suite du texte CLC et BDT.

Pour mesurer un indicateur d'écart, on calcule le ratio :

$$ecart = \frac{100 * (surface\ BDT - surface\ CLC)}{(surface\ CLC)}$$

Les résultats, zone par zone sont les suivants. En orange sont représentés les écarts sur le thème bâti et en violet les écarts sur le thème transport.

En Ville-Centre



Pour le thème bâti

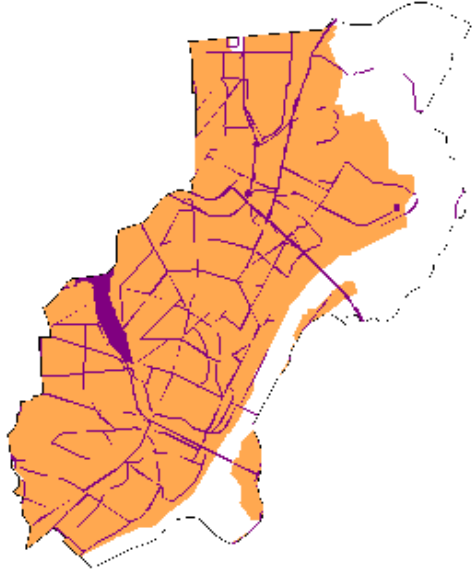
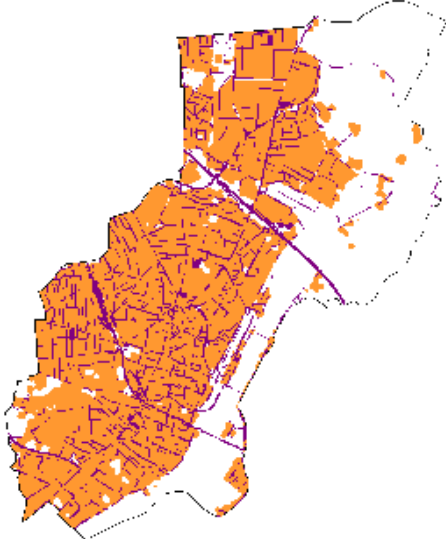
En ville centre, la surface BDT est toujours inférieure à la surface CLC.

Les écarts semblent plus importants dans les grandes aires (de 10 à 15 %) que dans les petites (0 à 10 %), excepté pour Roanne où l'écart atteint 20 %, pour une différence de 2 km² toutefois.

Cet écart est sans doute dû au fait que CLC englobe plus de surface que l'agrégation de bâtiments à 50m, et que plus de surfaces dédiées au transport sont enlevées du calcul.

Pour le thème transport

Contrairement au bâti, en ville centre, la surface BDT est toujours supérieure à la surface CLC. C'est sans doute dû au fait que dans ces zones la densité du réseau routier BDT est bien supérieure à la densité du réseau BDC. Les écarts vont de 1 à 50 %, indépendamment de la taille des villes-centre.

Ville centre de Roanne avec BDCarto+CLC	Ville centre de Roanne avec BDTopo
	

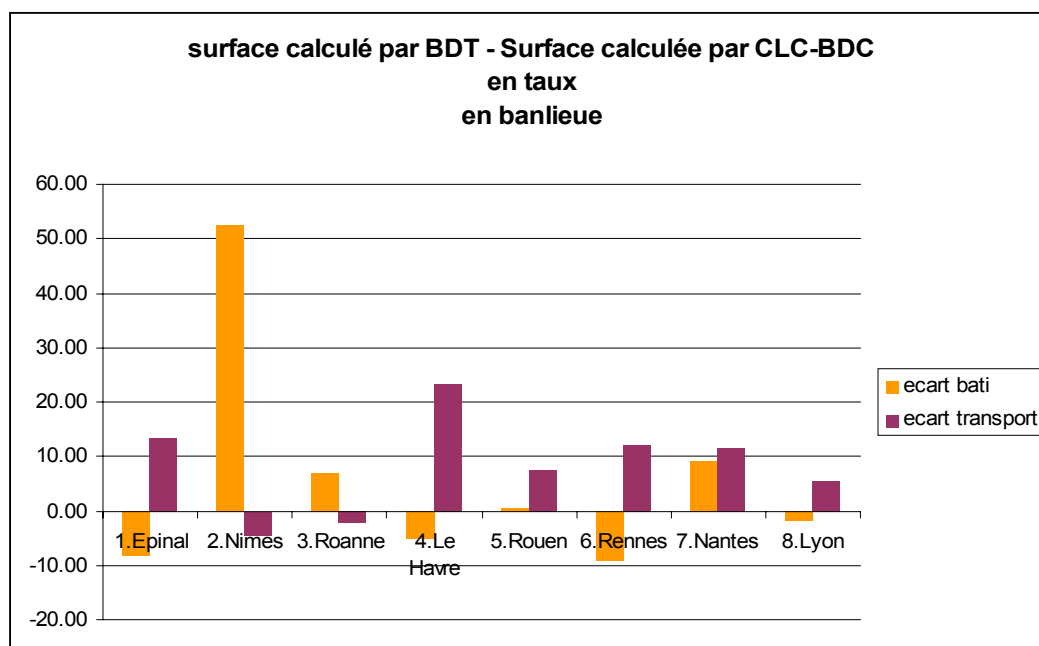
Sur l'apport de la grande échelle en ville-centre :

Sur le thème bâti, la grande échelle apportera une mesure plus précise en « ôtant » les surfaces bâties qui n'en sont pas à petite échelle et donc en donnant une surface bâtie inférieure de 15 % environ.

Sur le thème transport, la grande échelle apportera une mesure plus précise en « ajoutant » au contraire des éléments non présents à petite échelle, et ce jusqu'à 50 % comme pour Rennes.

En banlieue

Pour les zones de banlieues les écarts ne sont pas homogènes :



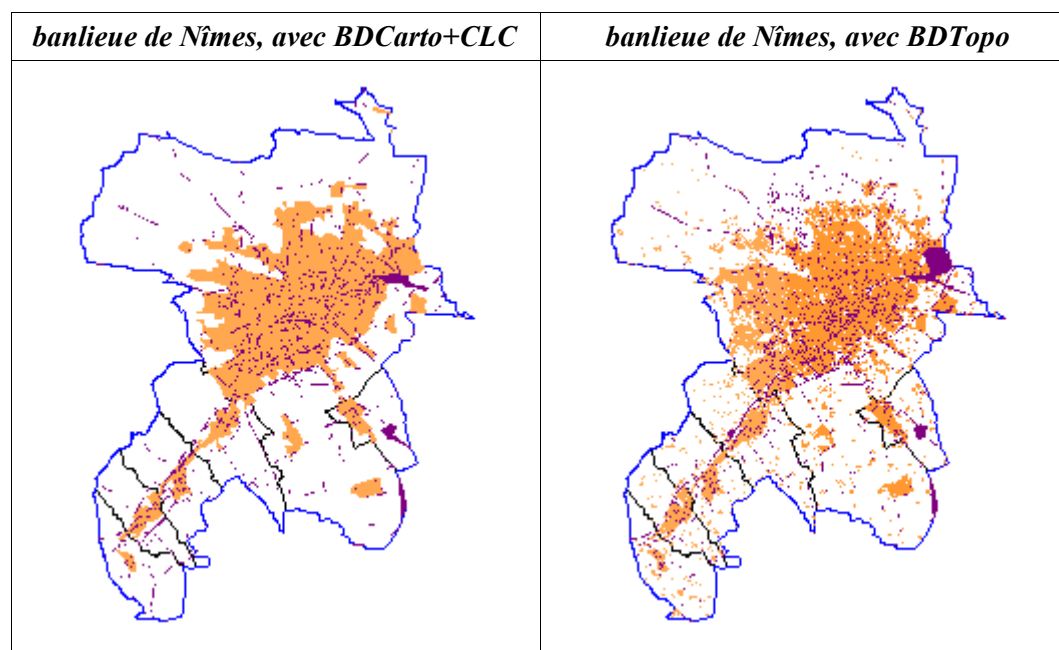
Pour le thème bâti

Tantôt la surface BDT est supérieure à la surface CLC (jusqu'à 50 % pour Nîmes, sinon moins de 10 %) tantôt c'est le contraire.

Pour Épinal, Le Havre, Rennes et Lyon l'écart est de -10 % environ.

Pour le thème transport.

Pour la surface calculée par les transports, c'est identique : des écarts tantôt supérieurs tantôt inférieurs, de l'ordre de 10 à 20 % en plus et de 5 % en moins.

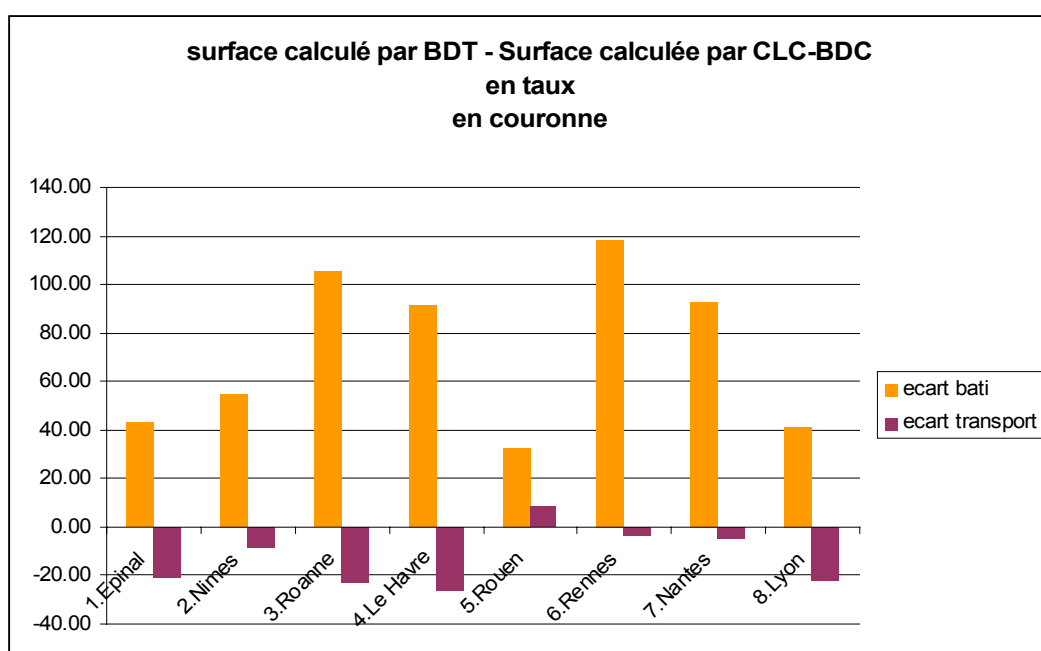


Il y a sans doute un mélange, en banlieue, de zones où comme pour la ville-centre la surface mesurée CLC est supérieure du fait des spécifications CLC et de la densité du réseau, et des zones de type « périurbain » où il y a beaucoup de mitage ce qui fait augmenter la surface BDT par rapport à la surface CLC.

Sur l'apport de la grande échelle en banlieue

Il est difficile de conclure quoique ce soit sur ces zones sur l'apport de la grande échelle, qui est sans doute un mixte de ce qu'apporte la grande échelle en ville-centre et en péri urbain.

En couronne périurbaine

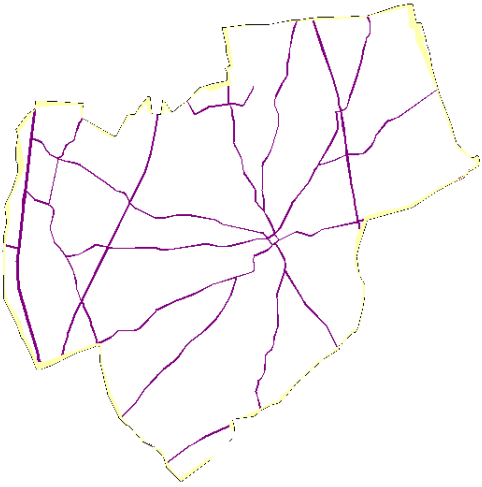
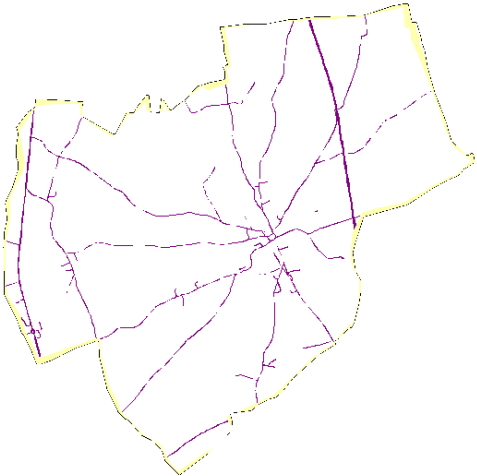


Pour le thème bâti

L'écart entre BDT et CLC va de 40 à plus de 100 %, avec une surface mesurée par BDTopo toujours supérieure. Cela est sans doute dû à la présence de zones bâties de moins de 25 ha qui ne sont pas détectées dans CLC mais sont conservées dans BDT.

Pour le thème transport

Pour le transport les écarts sont moindres et la plupart du temps négatifs, c'est à dire que la surface mesurée avec BDTopo est inférieure à celle mesurée avec BDCarto – sauf pour Rouen, et tourne autour de 20 %.

<i>Exemple en couronne périurbaine du Havre, transport avec BDCarto</i>	<i>Exemple en couronne périurbaine du Havre, transport avec BDTopo</i>
	

Les écarts sont sans doute dûs au fait que la densité du réseau est quasiment la même avec les 2 bases dans le périurbain, mais que la largeur des routes de la BDCarto est surestimée par rapport à celle de la BDTopo.

NB : Ces écarts se font sur des surfaces calculées la plupart du temps $< 2 \text{ km}^2$ par commune.

Sur l'apport de la grande échelle en couronne périurbaine

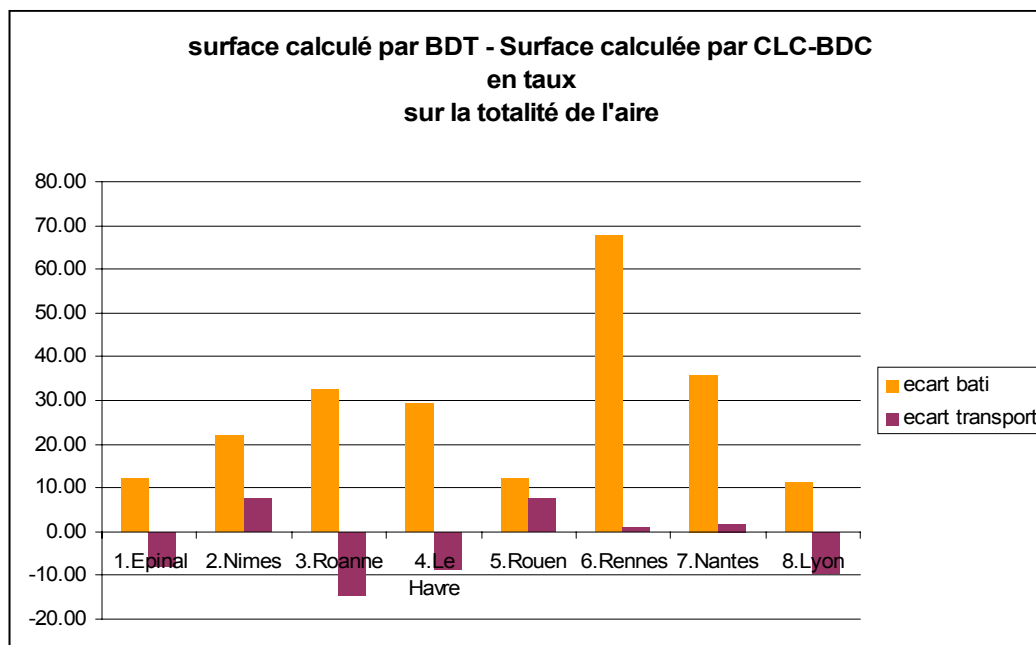
Pour le thème bâti la grande échelle apporte sa plus grande précision dans le calcul des petites zones qui ne sont pas conservées dans CLC et donc on mesure aussi le mitage plus présent en couronne que dans le reste de l'aire. Les surfaces mesurées peuvent varier du simple au double.

Pour le thème transport, les écarts sont moins significatifs.

Sur la totalité de l'aire

Pour le thème bâti

Les surfaces BDT sont toujours supérieures aux surfaces CLC, et ceci de 10 à 70 %, les écarts n'étant pas liés à la taille de l'Aire (cf : Lyon 11 % et Rennes 68 %). Les écarts sont sans doute en majeure partie dûs aux écarts du péri urbain.



Pour le thème transport

Les résultats ne sont pas homogènes d'une aire à l'autre, avec des écarts positifs ou négatifs autour de 10 % d'écart et pas plus de 2 km².

Sur l'apport de la grande échelle sur toute une aire

L'apport est surtout significatif pour le thème bâti, donc la surface peut aller du simple au double.

Sur l'apport de la grande échelle en général

L'apport est varié en fonction à la fois de la zone (ville-centre, banlieue ou couronne) et du thème (bâti ou transport).

L'apport de la grande échelle en terme de mesure de surface est significatif pour le thème transport en ville-centre et pour le thème bâti en couronne périurbaine. Les écarts mesurés ne semblent pas être corrélés à la taille des aires urbaines et sont très variables d'une aire à l'autre.

Annexe 5 : confrontation des espace artificialisés de Corine Land Cover avec les bâtiments de la BDTopo

Cette Annexe est fournie à titre indicatif et doit faire l'objet de développement ultérieurs dans le cadre d'autres dossiers.

Concernant les espaces artificialisés, on peut considérer Corine Land Cover (CLC) comme un filtre qui englobe ou pas un certain nombre de bâtiments avec un certain nombre de caractéristiques géométriques et sémantiques.

On appellera « Zone CLC » les zones de Corine Land Cover de code 111, 112, 121, 122, 123 et 124 qui selon les spécifications peuvent englober un ou plusieurs bâtiments.

On appellera « semis » les points représentant les centroïdes des bâtiments surfaciques de la BDTopo dans chaque zone CLC.

Des tests ont été réalisés sur l'aire urbaine de Lyon uniquement (*au vu des temps de calculs*) afin de tenter de répondre aux questions suivantes. Les questions ne sont pas exhaustives, d'autres tests pourraient être mis en oeuvre :

- Y a-t-il des zones CLC qui ne contiennent pas de bâtiment ?
- Y a-t-il des bâtiments qui n'appartiennent pas à une zone CLC ?
- Quelles sont les caractéristiques géométriques des bâtiments contenus dans une zone CLC ?
- Quelles sont les caractéristiques sémantiques des bâtiments contenus dans une zone CLC ?
- Quelles sont les caractéristiques géométriques des bâtiments non contenus dans une zone CLC ?
- Quelles sont les caractéristiques sémantiques des bâtiments non contenus dans une zone CLC ?
- Dans quelle type de zone CLC non bâtie sont inclus les bâtiments non contenus dans une zone CLC bâtie ?

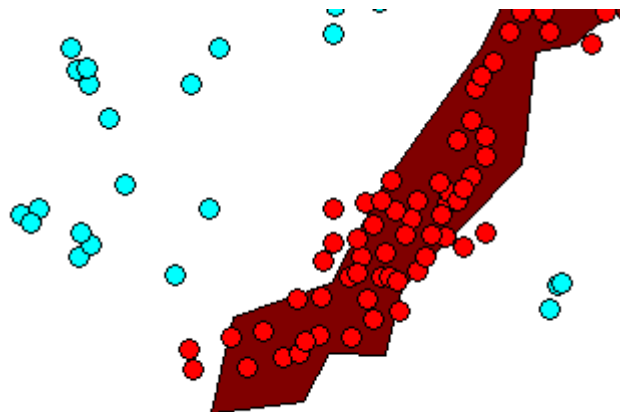
Méthode générale

La première chose à faire consiste à affecter à chaque point du semis (bâtiment) l'identifiant de la zone CLC à laquelle il appartient, et 0 sinon.

Afin de tenir compte de la précision de la saisie des limites des zones CLC, les bâtiments qui sont très proche d'une zone CLC (moins de 75 m, empiriquement) se voient affectés le code de la zone en question.

Un attribut « id_CLC » est ainsi ajouté à la table des bâtiments. Cet attribut est rempli à 0 pour les bâtiments n'appartenant pas ou n'étant pas très proche d'une zone CLC.

Une sélection SQL par regroupement de « ID_CLC » permet de compter le nombre de bâtiments par zone.



En bleu les bâtiments extérieurs et en rouge les bâtiments appartenant à une zone CLC.

**Sur l'aire urbaine de Lyon, il y a 295 545 bâtiments
pour 406 zones CLC urbanisées.**

Y a t il des zones CLC qui ne contiennent pas de bâtiments ?

Il y a 1 zone CLC qui ne contient pas de bâtiment. C'est une zone de type 122 (Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés) sur la commune de Corbas, mais il n'est pas incohérent que ce type de zone dédiée au transport ne contienne pas de bâtiments.

**On peut donc considérer que toute zone Corine Land Cover
définie comme urbanisée contient au moins un bâtiment.**

Y a t il des bâtiments qui n'appartiennent pas à une zone CLC ?

Sur les 295 545 bâtiments de l'aire urbaine de Lyon, 61 839 ne sont pas inclus dans une zone CLC urbanisée, soit 20 %.

**On peut donc considérer que 80 % des bâtiments sont inclus
dans une zone CLC urbanisée.**

Quelles sont les caractéristiques géométriques des bâtiments contenus dans une zone CLC ?

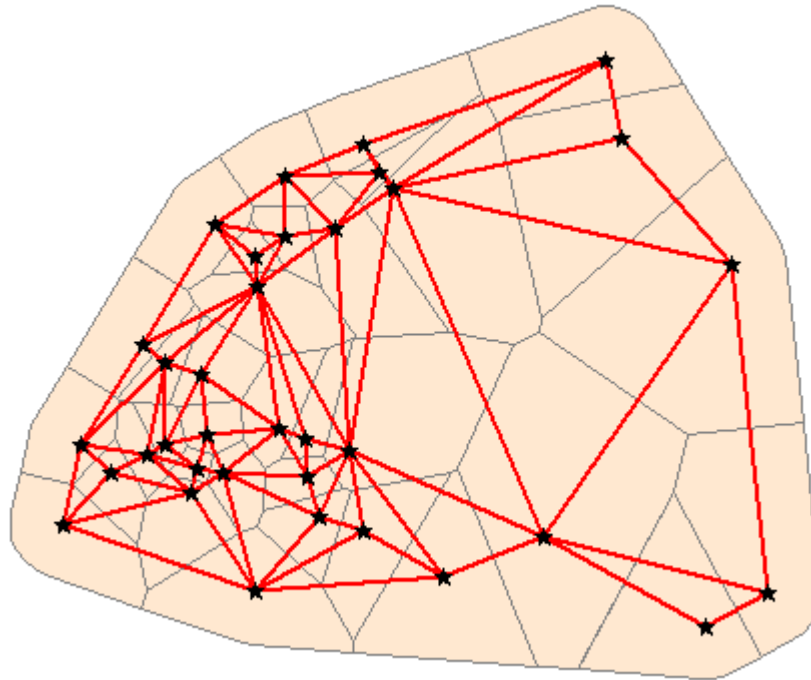
Il s'agit d'estimer, en plus du nombre moyen de bâtiments par zone, quelle est la distance moyenne entre ces bâtiments.

Méthode

Sachant que sur l'aire de Lyon on a près de 300 000 bâtiments, il est nécessaire d'optimiser la recherche du plus proche voisin. On va pour cela utiliser les polygones de Voronoi qui sont les zones de « plus proche voisinage » de chaque point.

Une table « batiments_interieurs » est créée par extraction de la table des bâtiments tel que l'identifiant de zone CLC soit différent de 0.

Des polygones de Voronoi (zones de plus proche voisins) sont calculés par chaque bâtiment intérieur. .



Les centroides des bâtiments et les polygones de Voronoi leur correspondant. La triangulation de Delaunay est représentée en rouge.

On déduit de la surface de chaque zone de Voronoi un rayon moyen tel que

$$r = \sqrt{\frac{s}{\pi}}$$

et on recherche le plus proche voisin dans un rayon de $2*r$ du point considéré, ce qui réduit considérablement le champs de recherche. Pour chaque zone CLC, on peut calculer ainsi la distance moyenne au voisin le plus proche sans avoir à traiter tout le semis inclus dans la zone.

$$d_0 = \frac{\sum_i dist(bat_i, plus_proche_voisin_i)}{n_bat}$$

On calcule ensuite la distance attendue selon un modèle aléatoire de référence

$$d_1 = 0.5 * \sqrt{\frac{surface_zone}{Nb_bat_zone}}$$

Le ratio R (statistique R du voisin le plus proche) est égal au rapport des distances moyennes minimales observées aux distance moyennes minimales attendues

$$R = \frac{d_0}{d_1}$$

Si R=0 la distribution est concentrée sur la zone CLC

Si R= 1 la distribution est aléatoire sur la zone CLC

Si R = 2,149 la distribution est régulière¹¹

Résultats

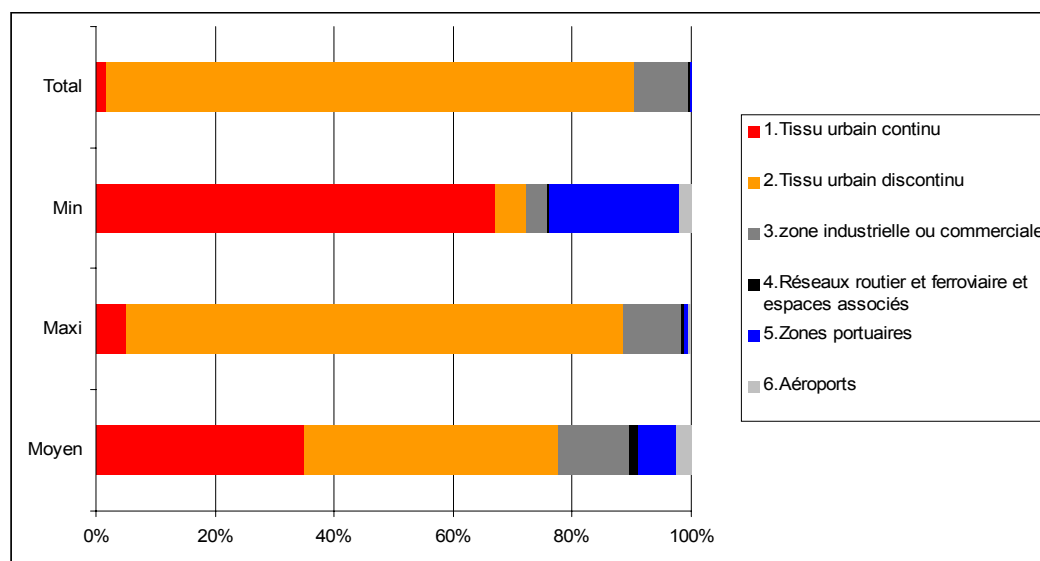
Nombre de bâtiments par zone

On a de 1 à 20 662 bâtiments par zone, avec une moyenne de 580 bâtiments par zone et un écart type de 1655. 73 % des bâtiments sont inclus dans les 20 % des zones qui ont plus de 580 bâtiment.

On peut réaliser également une analyse par type de Zone CLC de 111 à 124. On obtient les résultats suivants

Type de zone	Nb Tot bat.	Nb Moy bat	Nb Max bat	Nb Min bat
Tissu urbain continu	3 845	641	1 258	133
Tissu urbain discontinu	207 567	775	20 662	10
zone industrielle ou commerciale	21 128	218	2 411	7
Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	844	30	148	1
Zones portuaires	226	113	183	43
Aéroports	96	48	92	4
Toutes zones	233 706	580	20 662	1

¹¹Source : « statistique spatiale-méthodes et applications géomatiques » - Jean-Marc Zaninetti aux éditions Hermès-Lavoisier.



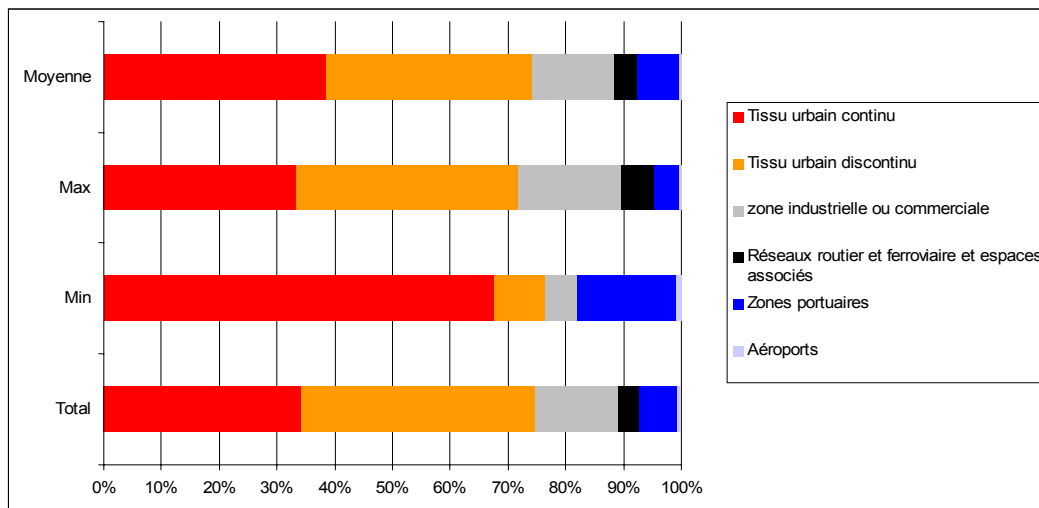
Ce sont les zones de tissus urbain discontinu qui contiennent la majeure partie des bâtiments, puis les zones industrielles ou commerciales.

Mais en moyenne une zone de tissu urbain discontinu contient autant de bâtiments qu'une zone de tissu urbain continu.

Densité de bâtiments par zone

L'unité de surface est l'ha. On a une densité moyenne de 4,1 bâtiments à l'hectare pour une moyenne des densité de 3,6 et une densité maximum de 10,2 bâtiments à l'ha.

Type de zone	Densité moyenne	Moyenne des densités	Max des densités	Min des densités
Tissu urbain continu	4.3	5.0	8.7	3.0
Tissu urbain discontinu	5.1	4.7	10.2	0,4
zone industrielle ou commerciale	1.8	1.8	4.7	0,2
Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	0.5	0.5	1.5	0.0
Zones portuaires	0.8	0.9	1.1	0.8
Aéroports	0.1	0.1	0.1	0.0
Total	4.1	3.6	10.2	0.0



Les zones de tissu urbain, continu ou discontinu ont les densités les plus élevées mais les densités minimum les plus fortes (3 bâtiments /ha) se retrouvent surtout en tissu urbain continu.

Distance moyenne minimum entre bâtiments d'une zone

Type de zone	Distance moyenne minimum entre bâtiments d'une zone (en m)
Tissu urbain continu	30
Tissu urbain discontinu	29
zone industrielle ou commerciale	48
Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	132
Zones portuaires	62
Aéroports	258
Toutes zones confondues	42

La distance moyenne entre bâtiments d'une zone CLC quelconque est de 42m, et pour le tissus urbain qu'il soit continu ou discontinu cette distance est de 30m environ.

Dans les zones industrielles ou commerciales on approche les 50m.

Statistique R du voisin le plus proche

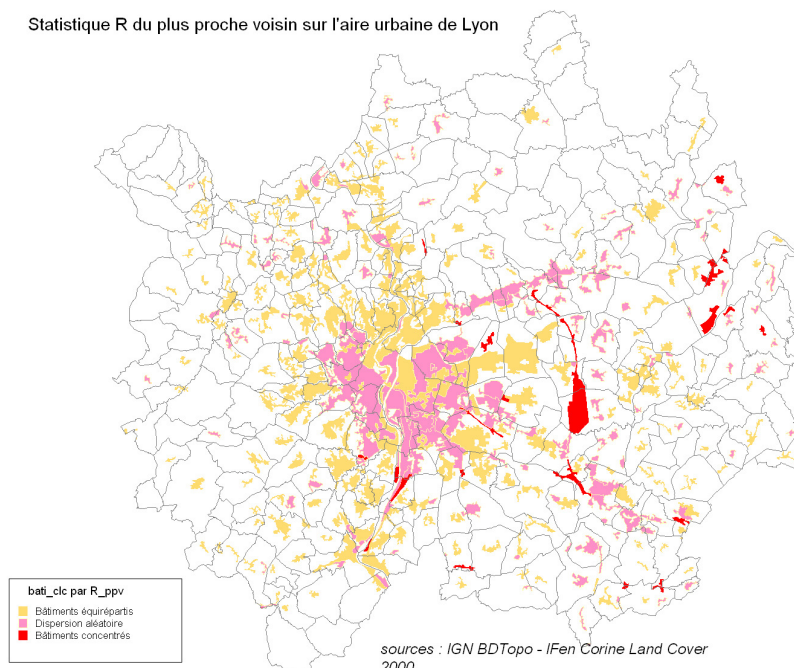
Type de zone	Statistique R (moyenne)
Tissu urbain continu	1.31
Tissu urbain discontinu	1.22
zone industrielle ou commerciale	1.22
Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	1.35
Zones portuaires	1.19
Aéroports	1.09
Total	1.23

Plus R est proche de 1 plus la distribution est aléatoire. Pour R tendant vers 0 la distribution est concentrée et pour R tendant vers 2 elle est équirépartie.

Les R donnés ici sont tous proches de 1 et supérieurs à 1, donc on est dans une distribution aléatoire mais pas concentrée.

Une représentation cartographique permet de visualiser cette répartition

Statistique R du plus proche voisin sur l'aire urbaine de Lyon



Quelles sont les caractéristiques sémantiques des bâtiments contenus dans une zone CLC ?

Type zone	Nombre de bâtiments industriels et commerciaux	Nombre de bâtiments autre
Tissu urbain continu	22	3 823
Tissu urbain discontinu	678	206 889
zone industrielle ou commerciale	1 477	19 651
Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	33	811
Zones portuaires	3	223
Aéroports	8	88
Total	2 221	231 485

Même si la majeure partie des bâtiments industriels et commerciaux de la BDTopo se trouvent dans des zones industrielles ou commerciales de CLC, on ne peut pas dire grand chose de cette répartition sémantique car presque tous les bâtiments de la BDTopo sont classés en « Autre ».

Quelles sont les caractéristiques géométriques des bâtiments non contenus dans une zone CLC ?

Une enveloppe des bâtiments extérieurs est créée en utilisant une fermeture à 50 m.

Les statistiques mises en oeuvre pour les bâtiments intérieurs sont ensuite reproduites pour les zones extérieures à Corine Land Cover.

On obtient en moyenne 5,1 bâtiments par zone non CLC, avec un minimum de 1 et un maximum de 400 bâtiments.

On obtient une moyenne de 3,36 bâtiments à l'hectare avec un minimum de 1,4 et un maximum de 12,6 bâtiments à l'hectare.

Les autres indicateurs seront traités dans la version définitive du rapport d'étude.

Quelles sont les caractéristiques sémantiques des bâtiments non contenus dans une zone CLC ?

Seuls 715 des 61 839 bâtiments extérieurs sont des bâtiments industriels et commerciaux, soit 1 % environ.

On peut donc considérer que les bâtiments qui ne sont pas inclus dans une zone bâtie CLC sont des bâtiments BDTopo de type « Autre »

Dans quelle type de zone CLC non bâtie sont inclus les bâtiments non contenus dans une zone CLC bâtie ?

CODE_00	% de bâtiments extérieurs
Systèmes cultureux et parcellaires complexes	41.46
Prairies	23.75
Terres arables hors périmètres d'irrigation	14.09
Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants	6.37
Forêts de feuillus	4.38
Vignobles	4.27
Equipements sportifs et de loisirs	1.62
Vergers et petits fruits	1.55
Extraction de matériaux	0.74
Espaces verts urbains	0.38
Forêts et végétation arbustive en mutation	0.37
Plans d'eau	0.37
Cours et voies d'eau	0.22
Forêts mélangées	0.16
Forêts de conifères	0.14
Landes et broussailles	0.04
Marais intérieurs	0.04
Décharges	0.03
Pelouses et pâturages naturels	0.02

C'est essentiellement dans les zones CLC de type « Systèmes cultureux et parcellaires complexes » et « Prairies » que se trouvent les bâtiments qui ne sont pas inclus dans une zone CLC bâtie

Cette Annexe, non complète, est fournie à titre indicatif et doit faire l'objet de développement ultérieurs dans le cadre d'autres dossiers.

Table des matières

1. Cadre de l'étude.....	7
2. Problématique.....	8
3. Sources de données.....	9
1.1 Les bases de données géographiques.....	9
1.2 La notion d'échelle.....	9
1.3 Les sources de données examinées.....	11
1.3.1 BDCarto®.....	11
1.3.2 Corine Land Cover®.....	11
1.3.3 BDTopo®.....	11
1.3.4 Multinet®.....	11
1.3.5 Spot Théma®	11
4. Méthodes proposées et résultats.....	14
1.4 Indicateurs à moyenne échelle : méthode utilisant Corine Land Cover et la BDCarto.....	14
1.4.1 Tableau.....	15
1.4.2 Graphiques.....	16
1.4.3 Cartes.....	18
1.5 Indicateurs à grande échelle : méthode utilisant la BDTopo.....	20
1.5.1 Tableau.....	21
1.5.2 Graphiques.....	22
1.5.3 Cartes.....	24
5. Quelques éléments de coût	26
6. Limites et propositions de développement.....	27
7. Conclusion.....	28
Annexe 1 : éléments de cadrage et de problématique sur les choix méthodologiques effectués.....	29
Annexe 2 : Méthode de calcul des consommations d'espace par commune à partir de BDCarto et Corine Land Cover.....	33
Annexe 3 : Méthode de calcul des consommations d'espace par commune à partir de BDTopo Pays.....	40
Annexe 4 : Apport de la grande échelle.....	47
Annexe 5 : confrontation des espace artificialisés de Corine Land Cover avec les bâtiments de la BDTopo.....	53

CARTOGRAPHIE :

BDCarto ® © IGN-Paris – 1999 – Autorisation n° GC05-06

BDTopo ® © IGN-Paris – 1999 – Autorisation n° GC05-06

BDOOrtho ® © IGN-Paris – 1999 – Autorisation n° GC05-06

© ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables
centre d'Études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques

Toute reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement de 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.

Dépôt légal : 3^e trimestre 2007

ISSN : 1263-2570

ISRN : Certu/RE--07-13--FR

Certu

9, rue Juliette-Récamier

69456 Lyon cedex 06

☎ (+33) (0) 4 72 74 59 59

Internet www.certu.fr