

Détermination d'un MOS et calcul d'une tache urbaine à partir de la BD TOPO® de l'IGN

Étude expérimentale

Détermination d'un MOS et calcul d'une tache urbaine à partir de la BD TOPO ® de l'IGN

Étude expérimentale

The logo for Certu, consisting of the word "Certu" in white sans-serif font on a dark grey rectangular background.

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

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. 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.

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.

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>

Organisme commanditaire : DGUHC			
Titre : Détermination d'un MOS et calcul d'une tache urbaine à partir de la BD TOPO® de l'IGN			
Sous-titre : Étude expérimentale		Date d'achèvement : juin 2008	
Organisme auteur : CETE du sud-ouest		Langue : français	
Rédacteur : Philippe Lorient (CETE SO) Coordonnatrice : Magali Di Salvo (CERTU)		Relecteurs assurance qualité : Gilles Quéré et Thibaut Voisin (CERTU), François Salgé (DGHHC)	
Résumé : La détermination de la tache urbaine est un sujet récurrent et à déjà fait l'objet de plusieurs études méthodologiques se basant sur des données topographiques ou sur des images. Malgré tout, ces études se sont fondées sur des critères rudimentaires (une distance unique entre bâtiments constituant la tache urbaine) et ne sont en outre pas exploitables sur des zones étendues, un département par exemple. Pour aller plus loin dans la fourniture d'un outil indispensable à la planification ou à l'observation des territoires, le Centre d'études techniques de l'Équipement du sud-ouest a réalisé la présente étude qui comporte deux parties. La première partie de l'étude tente de définir quels objets issus de la BD TOPO® peuvent être retenus pour la détermination de l'enveloppe de la tache urbaine. Des critères « métiers » à appliquer aux objets intéressants sont ensuite définis. Enfin, une exploration des informations présentes, directement ou indirectement, dans la BD TOPO® est réalisée afin de définir une nomenclature « MOS urbain ». Le second volet de cette étude approfondit la voie « géomatique » qui a généralement cherché à définir l'enveloppe de la tache urbaine. Une méthode de détermination de cette enveloppe sur une zone étendue (un département) y est présentée en détail. Ces deux parties s'appuient sur la BD TOPO® de l'IGN, seule base de données vectorielles localisées à grande échelle dont tous les services de la sphère « équipement » du ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire disposeront à terme, et utilisent les logiciels SIG bureautique du marché.			
Remarques complémentaires éventuelles Cette étude est accompagnée du programme Map Basic implémenté par l'auteur, et permettant d'extraire automatiquement la tache urbaine sur une zone étendue, à partir de la BD TOPO®.			
Thème et sous-thème - Information géographique / Géomatique thématique - Urbanisme et habitat / Connaissance des territoires			
Ouvrages sur le même thème - Les bases de données géographiques d'occupation du sol : volet tache urbaine. Descriptif et comparatif de 6 bases de données - Méthodes pour réaliser un historique de l'évolution du bâti. Utilisation de cartes anciennes, du cadastre et de photographies aériennes - Quelle consommation d'espace par les transports et par l'urbanisation ? Rapport de synthèse et d'expérimentation			
Mots clés : aménagement du territoire, base de données géographiques, diagnostic de territoire, étalement urbain, géomatique urbaine, observation urbaine, système d'information géographique		Diffusion : sites internet du CERTU http://www.certu.fr http://www.observation-urbaine.certu.equipement.gouv.fr	
Web : oui			
Nombre de pages : 66	Tirage : non	Confidentialité : non	Bibliographie : non

Sommaire

1. Introduction	6
2. Préambule	7
3. Tache urbaine et MOS	10
3.1 Introduction	10
3.2 MOS, MUS et BD TOPO	10
3.3 Orientations choisies	11
3.4 Définition des éléments constitutifs de la tache urbaine et des critères appliqués à chacun d'entre eux	12
3.5 Détermination de l'enveloppe de la tache urbaine	14
3.5.1 Dilatation-érosion à 50 m	15
3.5.2 Dilatation à 100 m	16
3.5.3 Prise en compte des voies de communication	17
3.6 MOS et illustration d'un mode de constitution	23
3.6.1 Définition du MOS	23
3.6.2 Mise en regard avec les autres nomenclatures existantes	25
3.6.3 Illustration d'un mode de détermination de zones homogènes à l'intérieur de l'enveloppe de la tache	39
4. Méthodologie de détermination de la tache urbaine « brute » sur une zone étendue	43
4.1 Problèmes rencontrés, premières précautions et solutions	43
4.2 Détermination de zones tampons de 50 m autour des bâtiments d'habitation	44
4.3 Méthodes « manuelles » d'assemblage des zones tampons	44
4.3.1 Assemblage des zones tampons à l'aide des limites administratives	45
4.3.2 Assemblage itératif	46
4.3.3 Assemblage itératif et limites administratives	52
4.3.4 Conclusion des tests des méthodes manuelles automatisables	53
4.4 Assemblage « semi-manuel » sur les limites de cantons	54
4.4.1 Préparation de l'environnement	54
4.4.2 Assemblage s'appuyant sur les limites des cantons	54
4.4.3 Conclusions sur les méthodes « manuelles » examinées	56
4.5 Méthode automatique	57
4.6 Utilisation de tous les objets de la BD TOPO pour générer l'enveloppe de la tache urbaine	60
4.6.1 Tous les objets dès le départ	60
4.6.2 Premières remarques sur la gestion des tronçons	60
4.6.3 Assemblage des tronçons avant « bufferisation »	60
4.6.4 Sélection des tronçons « utiles »	61
4.6.5 Assemblage total	62
5. Conclusions – questions ouvertes	64

1. Introduction

Le CETE-SO s'est vu confier par le CERTU une étude méthodologique sur le sujet de la tache urbaine en deux volets :

- méthodologie de détermination d'une tache urbaine « brute » à partir de la BD TOPO sur une zone étendue (avec test sur la Gironde) :
 - définition de la tache urbaine et des éléments retenus, des critères liés aux différents éléments
 - conception et test de différentes méthodes d'analyse des résultats
 - validation de la méthode jugée optimale par un test en vraie grandeur sur le département de la Gironde
- méthodologie de détermination d'une tache urbaine « pondérée » à partir de la BD TOPO sur une zone étendue :
 - définition « urbanistique » des typologies de quartiers, des éléments retenus pour les caractériser et des critères liés
 - Comparaison sur certaines zones du résultat obtenu avec les bases de données d'OCS existantes (CLC ou OCS BD CARTO¹)
 - test en vraie grandeur sur le département de la Gironde

La tache urbaine est un élément intéressant dans l'étude de l'urbanisation et de son évolution. Malgré tout, les définitions utilisées sont différentes d'un service à un autre et dépendent fortement de qui parle de tache urbaine.

Plusieurs voies ont été abordées dans les diverses études existantes suivant le domaine de ceux les ayant réalisées.

Le premier volet de l'étude tentera de définir quels objets issus de la BD TOPO peuvent être retenus pour la détermination de l'enveloppe de la tache urbaine. Des critères « métiers » à appliquer aux objets intéressants seront ensuite définis. Enfin, une exploration des informations présentes, directement ou indirectement, dans la BD TOPO sera réalisée afin de définir une nomenclature « MOS urbain ».

Le second volet de cette étude approfondira la voie « géomatique » qui a généralement cherché à définir l'enveloppe de la tache urbaine. Une méthode de détermination de cette enveloppe sur une zone étendue (un département) sera recherchée.

Les deux volets s'appuieront sur la BD TOPO de l'IGN, seule base de données vectorielles localisées grande échelle dont tous les services de la sphère « équipement » du MEDAD disposeront à termes, et utiliseront les outils géomatiques.

¹ Couche occupation du sol de la BD CARTO® de l'IGN

2. Préambule

La plupart des études actuelles s'appuient sur les seuls bâtiments pour étudier l'urbanisation de l'espace.

Mais, au delà des bâtiments d'habitation, on peut considérer que les composantes de la tache urbaine regroupent les zones urbanisées, les emprises industrielles, commerciales, de service, les réseaux de communication, les mines, décharges et chantiers ainsi que les espaces verts artificialisés non agricoles.

On le voit, un choix est à faire ici entre artificialisation de l'espace et détermination des zones d'habitat. Les informations à prendre éventuellement en compte peuvent être de trois natures :

- zones vouées à l'habitat,
- zones vouées à l'activité,
- réseaux de communication.

Au delà de la question du choix d'inclure ou non les zones liées à l'activité, la prise en compte des réseaux de communication dans la détermination de la tache urbaine permet de regrouper les zones séparées par ces réseaux ou de relier des zones proches entre elles.

Les deux exemples qui suivent illustrent ces propos.



Dans ce premier exemple, des zones ont été déterminées à partir d'une dilatation des bâtiments d'habitation. On voit que deux grandes zones (l'une saumon et l'autre bleue) ne se touchent pas mais sont reliées de manière tangentielle par une liaison routière importante qui fait le lien entre elles à un endroit où leur équidistance est très faible (repère 1).

Au nord ouest de cette jonction, on peut également voir qu'une zone industrielle ou commerciale (en rouge) vient « boucher » un trou de la zone générée à partir des bâtiments d'habitation. De même, au sud ouest de l'image, des terrains de sport (en vert) comblent en partie un autre trou.

Au passage, cette image illustre également le problème posé par les cours d'eau importants qui traversent les zones d'habitat et les divisent.



Dans ce deuxième exemple autour d'un aéroport, on peut voir que le réseau routier structure les zones d'habitat et que celles-ci ne sont pas jointives, même si parfois très proches. Intégrer le réseau routier permet de les relier et d'en faire une zone unie plutôt qu'un ensemble de petites zones.

De même, l'aéroport ou d'autres zones d'activités relie entre elles des zones d'habitat non directement jointives.

A travers ces exemples, on voit que deux questions se posent. La première a déjà été évoquée plus haut et concerne le but recherché, artificialisation de l'espace ou détermination des zones habitées. La seconde concerne le résultat recherché. Veut-on une « tache » unique, au moins pour chaque grand ensemble d'habitat, ou un ensemble de zones disjointes d'où on aura éventuellement fait disparaître les zones en dessous d'un seuil de surface ?

Les études actuelles prennent comme principe de réaliser une fermeture (dilatation-assemblage-érosion) sur les bâtiments à usage principal d'habitation et de supprimer du résultat les zones d'une surface inférieure à une UMC (Unité Minimale de Collecte) de 1 ou 2 hectares. Même si cette démarche est intéressante dans le sens où elle est déterministe, c'est à dire rejouable plusieurs fois sur les mêmes données sans que le résultat ne change, elle n'est pas très conforme à ce que ferait « naturellement » un opérateur humain qui, dans certaines configurations, préférerait relier deux zones disjointes mais très proches que d'en supprimer une.

Cette question s'est bien sûr posée lors de la production de bases de données d'occupation du sol telles que l'OCS de la BD CARTO ou CLC (Corine Land Cover) et les réponses apportées par les spécifications de saisie de ces deux bases sont différentes.

Pour la BD CARTO, les zones bâties de moins de 8 hectares ont été systématiquement supprimées. Le choix a donc été de prendre une UMC faible, de considérer que les objets d'une surface inférieure à cette UMC n'étaient pas significatifs et que les conserver ne ferait qu'accroître le mitage résultant (ce que le passage de la version 1 à la version 2 de l'OCS cherchait à limiter).

Pour CLC, l'UMC de l'ensemble des thèmes est de 25 hectares, pour répondre à un souhait d'utilisation à une échelle de l'ordre du 1 : 100 000. Mais, compte tenu de cette UMC, les objets, en particulier des thèmes bâtis, de moins de 25 hectares n'ont pas été systématiquement supprimés, certains ayant été exagérés pour avoir une superficie de 25 hectares et être ainsi conservés.

Ce mode de faire est également utilisé dans certaines généralisation où on considère non pas seulement l'UMC mais également l'erreur faite en traitant les objets inférieurs à l'UMC. Supprimer un objet de 20 hectares revient à faire une erreur de 20 hectares alors que gonfler ce même objet à 25 hectares ne fait commettre qu'une erreur de 5 hectares.

À cette question d'ordre méthodologique vient s'ajouter l'intérêt thématique (ou sémantique) de l'objet en question. Existe-t-il des objets dont le thème a un intérêt plus grand que d'autres ? Pour CLC, les thèmes ont tous le même poids, la vocation de la base de données étant de décrire l'occupation du sol de manière brute. Mais, dans le cas d'une étude d'urbanisme, nous sommes potentiellement amenés à pondérer les objets qui nous intéressent. Avec une UMC de 20 hectares par exemple, il faut décider ce que deviennent les zones urbaines de moins de 20 ha. Cela aura sûrement plus de sens (en réduisant l'erreur commise) d'étendre une zone bâtie de 15 à 20 ha plutôt que de l'affecter en zone de forêt.

Au delà de ce constat, s'il peut être jugé pertinent de ne pas conserver les objets « trop petits » pour un travail à petite ou moyenne échelle, la question de la suppression de ces petits objets se pose à grande échelle. Bien que la suppression de « scories » résultant des calculs puisse sembler légitime, supprimer les objets résultant représentant de petits ensembles de bâtiments le semble moins.

3. Tache urbaine et MOS

3.1 Introduction

Travailler sur la tache urbaine à moyenne ou petite échelle permet de ne pas se poser réellement la question de ce que l'on veut montrer. Affiner ce concept à moyenne ou petite échelle n'est guère utile, les phénomènes que l'on aurait envie de montrer n'étant pas perceptibles à partir des données de base disponibles ou sur un rendu compatible avec ces échelles.

À l'inverse, la disponibilité de données à grande échelle (la composante topographique du RGE en particulier) permet bien sûr une précision géométrique compatible avec des travaux à grande échelle mais également d'avoir envie de différencier des phénomènes « petits » géographiquement mais importants pour l'analyse territoriale fine et dont les données de base existent.

De la même manière, des phénomènes diffus, tels le mitage, sont « visibles » sur la donnée de base et il serait intéressant de les détecter et de globaliser l'information initiale.

Enfin, comme on l'a déjà dit plus haut, d'autres éléments que les seuls bâtiments d'habitation peuvent être pris en compte (les réseaux, les zones d'activité...) à la fois pour produire l'enveloppe de la tache urbaine mais également pour produire une information sémantique à l'intérieur de cette enveloppe.

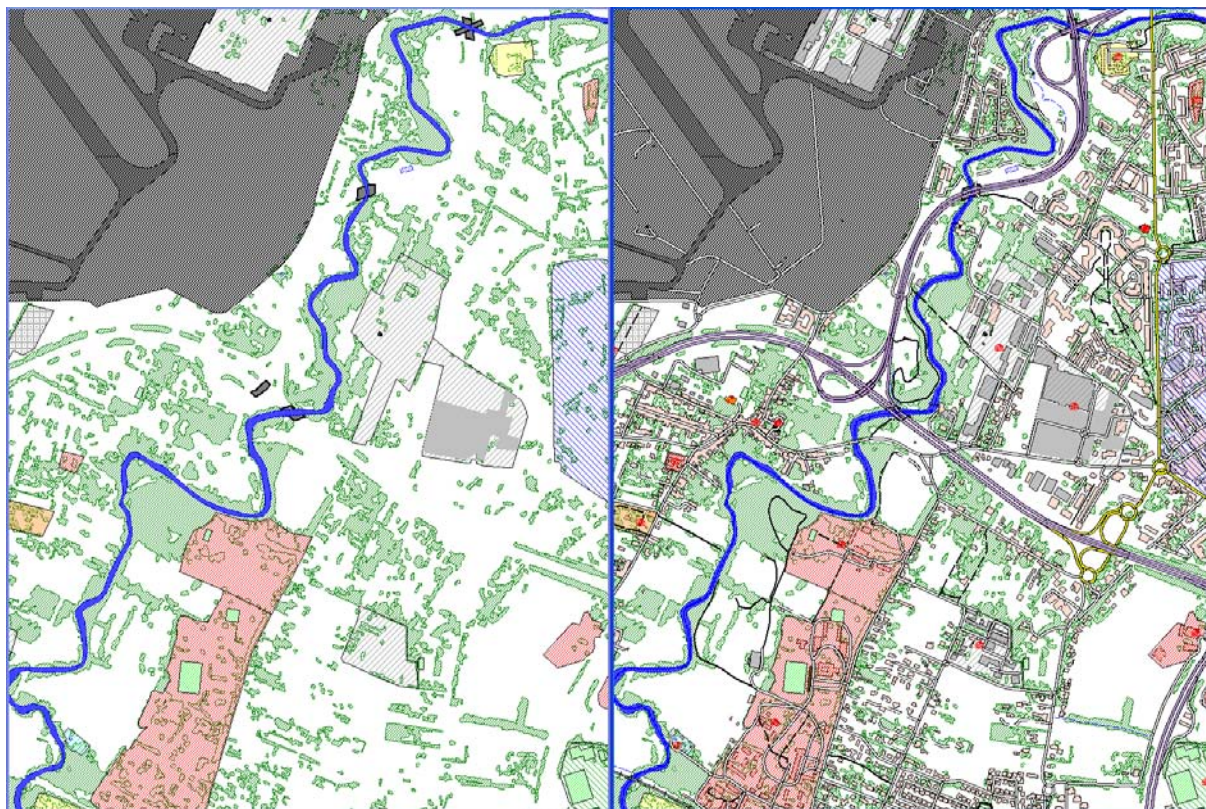
3.2 MOS, MUS et BD TOPO

Mode d'Occupation des Sols (MOS) et Mode d'Usage des Sols (MUS) sont deux notions différentes, souvent confondues à tort.

Ainsi, une zone industrielle peut être un seul objet vu d'un MUS alors qu'un MOS, pour le même territoire, montrera des bâtiments, des zones artificialisées goudronnées ou bétonnées et des espaces verts par exemple. À mi chemin, les zones artificialisées revêtues peuvent être des tronçons de route ou des parkings par exemple...

On voit donc qu'il nous faut d'abord savoir ce que l'on souhaite faire ressortir, le même objet pouvant être défini différemment suivant différentes approches.

En examinant la BD TOPO, on se rend compte que son utilisation ne nous guide pas dans un sens ou dans l'autre puisqu'elle contient des objets de description pure de l'occupation du sol mais également des objets descriptifs de l'usage du sol. Pire, contrairement à l'OCS de la BD CARTO ou à CLC, la BD TOPO n'est pas une partition complète de l'espace et non seulement certaines portions de l'espace ne portent pas d'information sur leur occupation ou usage mais en plus il y a recouvrement des différentes descriptions en certains lieux (les zones boisées dans les zones commerciales par exemple).



L'exemple ci-dessus illustre très bien ce propos. Dans la partie droite, on voit l'ensemble des éléments qu'il pourrait être intéressant de prendre en compte dans la BD TOPO. La fenêtre de gauche montre quelques superpositions, même si on enlève les bâtiments et les réseaux de communication « filaires » dans la BD TOPO.

3.3 Orientations choisies

Explorer complètement ce sujet sort du cadre de cette étude et demanderait une étude complémentaire. Ainsi, après avoir mis en avant une partie des questionnements qui se posent et se poseront au fur et à mesure que le sujet est et sera exploré, nous allons dans cette étude nous attacher à franchir une première étape consistant à :

- choisir les objets de la BD TOPO à retenir pour la détermination de l'enveloppe de la tache urbaine
- déterminer quels ensembles cohérents on veut extraire de la donnée source
- déterminer une nomenclature issue de ces objets
- proposer à titre d'illustration une méthode de découpage de l'enveloppe en zones « thématiques »

3.4 Définition des éléments constitutifs de la tache urbaine et des critères appliqués à chacun d'entre eux

On a exprimé plus haut que la tache urbaine pouvait être constituée à partir des zones urbanisées, des emprises industrielles, commerciales, de service, des réseaux de communication, des mines, décharges et chantiers ainsi que des espaces verts artificialisés non agricoles.

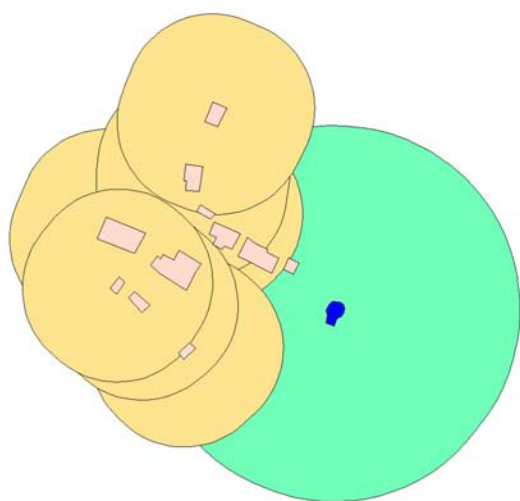
Pour la détermination de l'enveloppe de la tache urbaine, l'exploration des couches de la BD TOPO de l'IGN permet de prendre en compte les objets qui suivent :

- zones urbanisées :
 - bâtiment : Une dilatation-érosion de 50 m sera appliquée sur chaque bâtiment pour détecter les proximités et tenir compte de l'artificialisation du terrain liée à la construction. À noter qu'en zone rurale, cette méthode ne permet pas de mettre le mitage en avant.
- emprises industrielles, commerciales ou de service, mines, décharges et chantiers :
 - réservoir : une dilatation-érosion de 100 m sera appliquée sur chaque élément de cette couche pour détecter les proximités
 - terrain de sport : une dilatation-érosion de 50 m sera appliquée sur chaque élément de cette couche pour détecter les proximités
 - cimetière : une dilatation-érosion de 50 m sera appliquée sur chaque élément de cette couche pour détecter les proximités
 - piste d'aérodrome : une dilatation-érosion de 100 m sera appliquée sur chaque élément de cette couche pour détecter les proximités
 - surface d'activité : une dilatation-érosion de 50 m sera appliquée sur chaque élément de cette couche pour détecter les proximités
 - poste de transformation : une dilatation-érosion de 50 m sera appliquée sur chaque élément de cette couche pour détecter les proximités
- réseaux de communication : le traitement de ces objets est étudié plus spécifiquement au chapitre 4.1.11. Pour le moment, nous décidons de modéliser la consommation d'espace due aux transports et leur insertion dans l'urbanisation, par une dilatation-érosion de 50 m des objets suivants :
 - construction surfacique
 - aire de triage
 - canalisations
 - tronçons de route
 - route surfacique
 - tronçon de fer
- espaces verts artificialisés non agricoles :
 - surface d'activité : ces objets sont retenus plus haut.

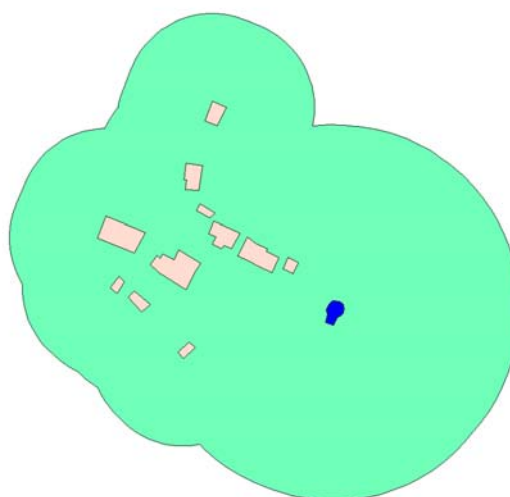
Les distances de dilatation-érosion indiquées sont celles utilisées de manière « classique », et définies dans des études telles le programme ACTEUR², pour détecter les proximité et donc l'inclusion ou non des objets dans la tache urbaine.

Si réaliser une telle opération « manuellement » ne pose pas de problèmes, il en va autrement lorsqu'on automatise les traitements et que les distances de détection de proximité sont différentes d'une classe d'objets à une autre. En effet, le résultat de la dilatation de 50 m d'un bâtiment peut toucher le résultat d'une dilatation de 100 m d'un réservoir. Dans ce cas, on souhaite joindre ces deux objets. Mais quelle distance utiliser pour l'érosion ? N'éroder que de 50 m le résultat de l'assemblage exagérerait les limites du réservoir alors que éroder de 100 m le résultat exclurait le bâtiment du résultat final (voir schémas ci-dessous).

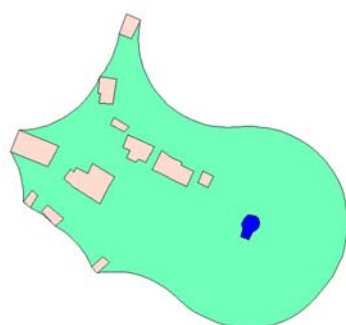
Dilatations différenciées suivant les objets



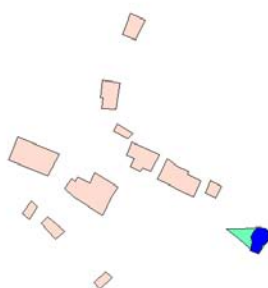
Assemblage



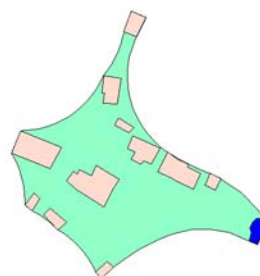
Option érosion de 50 m



Option érosion de 100 m



Résultat « attendu »



2 Analyse Concertée des Transformations et des Équilibres Urbains. Voir notamment l'annexe A2.2 du rapport d'études *Y a-t-il des phénomènes de densification ou de dédensification ?* disponible au catalogue du CERTU

([http://www.certu.fr/catalogue/p958/Y_A-T-](http://www.certu.fr/catalogue/p958/Y_A-T-IL_DES_PHENOMENES_DE_DENSIFICATION_OU_DE_DEDENSIFICATION_/product_info.html)

[IL_DES_PHENOMENES_DE_DENSIFICATION_OU_DE_DEDENSIFICATION_/product_info.html](http://www.certu.fr/catalogue/p958/Y_A-T-IL_DES_PHENOMENES_DE_DENSIFICATION_OU_DE_DEDENSIFICATION_/product_info.html))

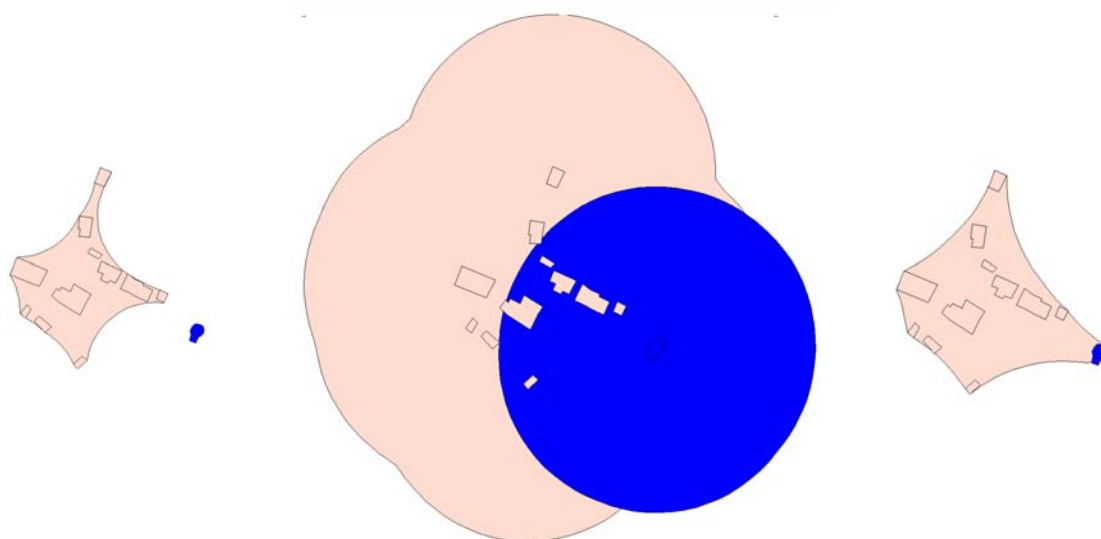
et sur le site des outils et méthodes pour l'observation urbaine

(<http://www.observation-urbaine.certu.equipement.gouv.fr/recherche.php3?recherche=acteur>)

Comme on peut le voir, transcrire directement des « spécifications de saisie » que l'on pourrait donner à un opérateur pour une saisie manuelle en une opération informatique sur les objet n'est pas satisfaisante de cette manière.

Effectuer l'opération en deux fois donne encore un résultat différent.

On commence par faire la dilatation-érosion à 50 m sur tous les objets concernés (ici les bâtiments) puis une dilatation-érosion à 100 m sur le résultat de la première opération et sur les objets concernés (ici les réservoirs) :



Même si cette méthode a l'inconvénient de lisser les courbes originelles du premier résultat de dilatation-érosion, elle donne, sur l'exemple, des résultats plus conformes à ce que l'on cherche à obtenir.

3.5 Détermination de l'enveloppe de la tache urbaine

Classiquement, les opérations de dilatation-érosion se déroulent en plusieurs phases :

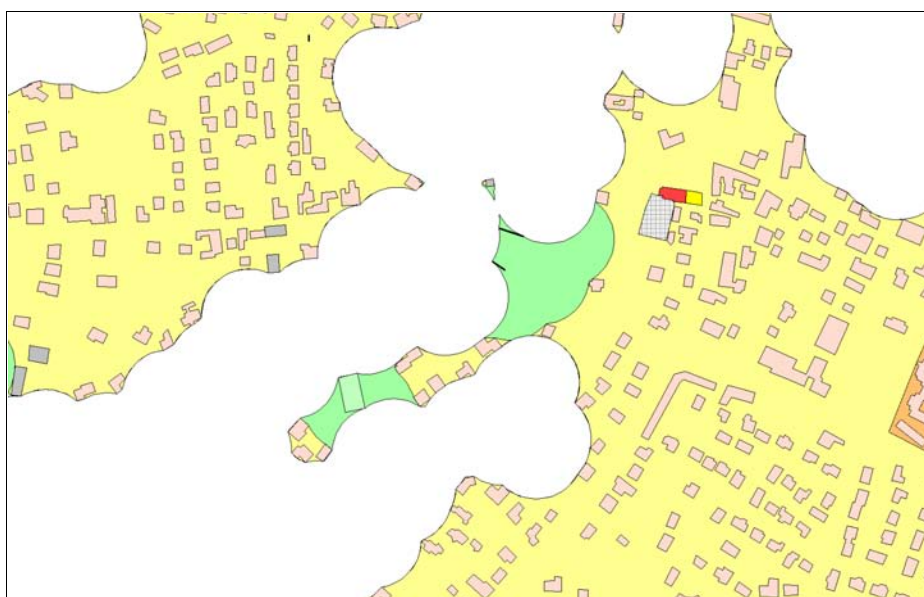
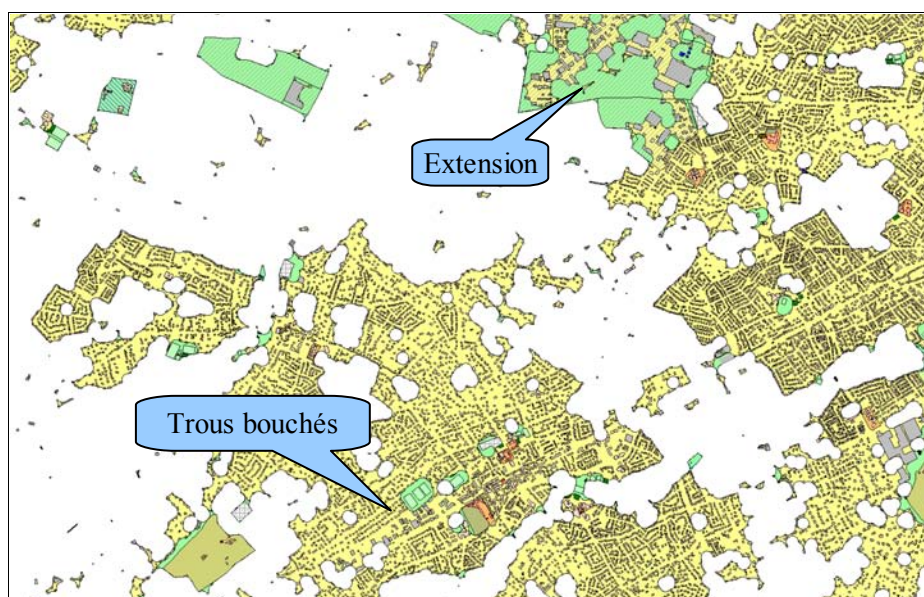
- regroupement des objets pour lesquels la recherche de proximité doit se faire à 50 m (hors réseaux de communication linéaires qui seront traités à part vu leur rôle spécifique encore à déterminer) dans une même table,
- dilatation-érosion à 50 m de cette table,
- regroupement de ce premier résultat et des objets pour lesquels la recherche de proximité doit se faire à 100 m dans une même table,
- dilatation-érosion à 100 m de cette table.

3.5.1 Dilatation-érosion à 50 m

Comme le montrent les images ci-après, l'inclusion d'objets en complément des seuls bâtiments ne modifie pas fondamentalement l'enveloppe résultante. En jaune est représentée l'enveloppe issue des seuls bâtiments et en vert on trouve la partie ajoutée à cette enveloppe par les autres objets.

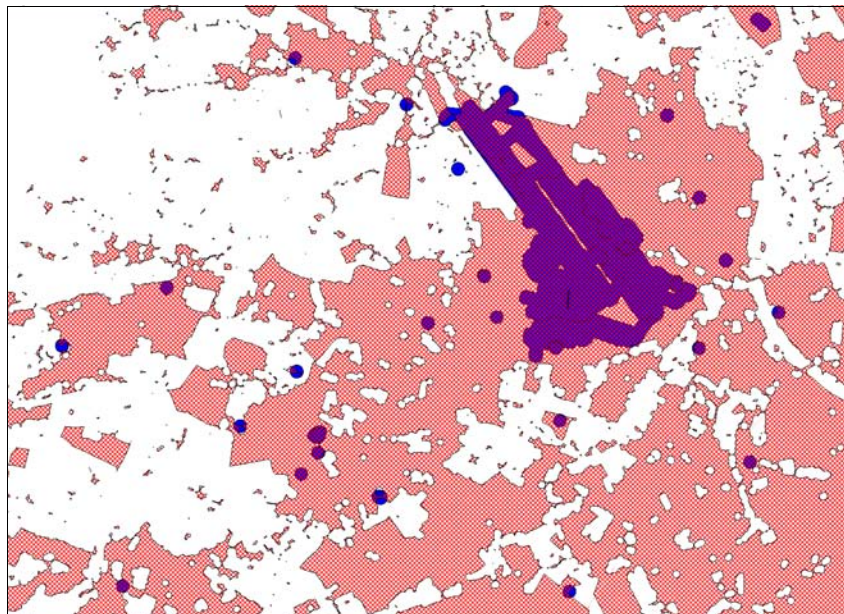
Outre les extensions, dues aux zones d'activités principalement, on peut voir que des trous sont « bouchés » par des terrains de sport et autres équipements sportifs. Dans la seconde image, on peut voir que de petites zones périphériques sont reliées grâce à la présence d'équipements sportifs, ce qui peut sembler logique en termes d'urbanisation.

L'inclusion de ces objets dans la détermination de l'enveloppe de la tache urbaine semble donc être pertinente.



3.5.2 Dilatation à 100 m

La dilatation des objets devant être dilatés à 100 m sont superposée dans l'image ci-dessous avec le résultat de la dilatation-érosion à 50 m obtenue plus haut.



Comme on peut le voir, les réservoirs, malgré une dilatation de 100 m, ne sont que très peu utiles et sont souvent déjà inclus dans la dilatation-érosion à 50 m. De plus, en zone rurale, ils sont souvent isolés. De ce fait, même là où ils pourraient sembler utiles, l'érosion à 100 m les fait disparaître quasi entièrement.

Le second grand ensemble est la dilatation à 100 m des pistes d'aérodromes. Non seulement cette dilatation est contenue dans la dilatation-érosion à 50 m mais elle l'est également dans simplement les zones d'activités.

Si la prise en compte de ces objets est intéressante, les différencier des autres objets par une distance de dilatation-érosion différente ne l'est que très peu voire pas du tout, d'autant que, comme on l'a dit plus haut, pour prendre en compte cette distance différente il faut dilater puis éroder la dilatation-érosion à 50 m... ce qui dégrade le résultat comme le montre l'image suivante.

Couleur « saumon » on trouve la dilatation-érosion à 50 m et en vert les ajouts dus à la dilatation-érosion à 100 m des nouveaux objets considérés... sans même inclure les réservoirs et les pistes d'aérodromes. Les cours d'eau sont plus souvent traversés, des îlots sont comblés... comme on peut le voir cette opération est très « dégradante ».



Cette deuxième opération n'est donc pas plus utile que le fait de prendre en compte les réservoirs et pistes d'aérodromes et on peut même dire que le résultat est moins bon au final.

Il semble donc inutile de réaliser cette seconde opération et nous appliquerons par conséquent une distance de recherche de proximité de 50 m à tous les objets.

3.5.3 Prise en compte des voies de communication

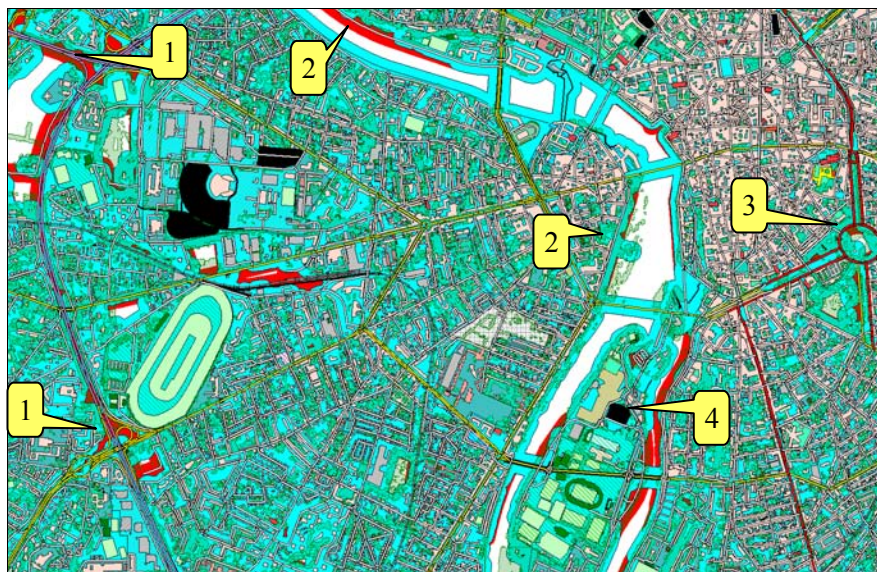
3.5.3.1 Dilatation à 50 m

Pour rappel, les voies de communication comprennent les routes et routes surfaciques, voies ferrées, les aires de triage, les transports d'énergie et les bâtiments surfaciques (qui sont souvent des barrages ou des ponts).

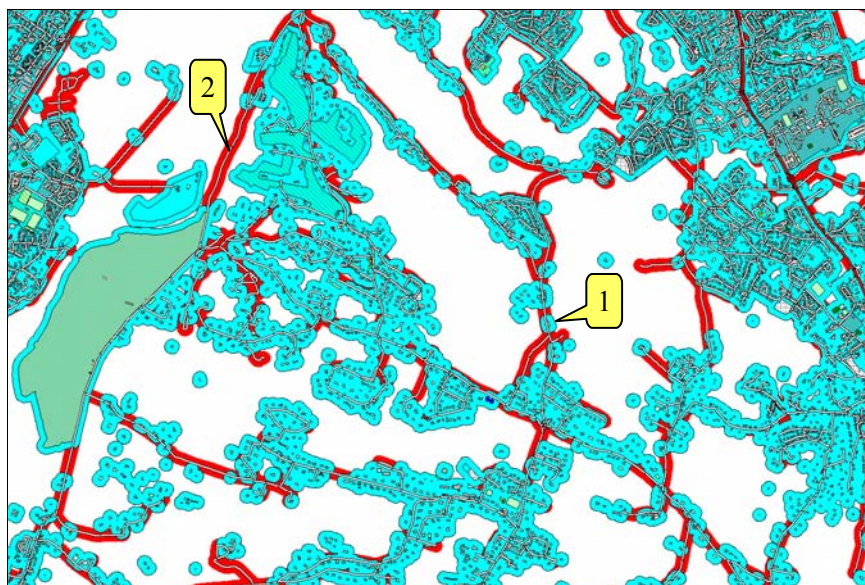
Une dilatation de l'ensemble de ces objets de 50 m (en rouge) superposée à la dilatation de 50 m des autres objets (en bleu) permet d'avoir une vision de l'apport des voies de communication dans l'enveloppe de la tache urbaine.

L'image suivante montre ce qui se passe en zone urbaine dense et en particulier :

- un comblement de trous dans la dilatation initiale dans des espaces dédiés aux communications (repère 1) ce qui est intéressant,
- un lissage des limites en bord de cours d'eau ou souvent des routes bordent la rive (repère 2) ce qui est intéressant,
- un comblement de certains trous sur de grandes places sans constructions (repère 3) ce qui n'est pas toujours intéressant car si on peut penser que certains espaces comblés sont artificialisés d'autres sont des zones arborées,
- une jonction entre certaines rives d'îles et des rives « continentales » (repère 4) ce qui est moins intéressant,

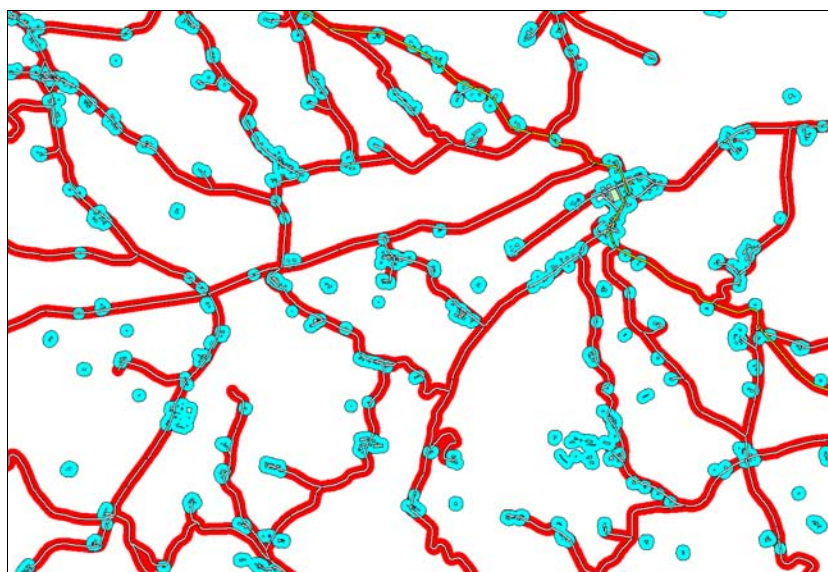


En zone péri urbaine, d'autres phénomènes apparaissent et en particulier le rôle structurant du réseau routier vis à vis de l'urbanisation et le fait que la dilatation des voies de communication relie des zones disjointes autrement (repère 1 ci-dessous).



À l'inverse, certaines parties des voies de communication ne sont pas structurantes vis à vis de l'urbanisation (repère 2 ci-dessus) mais il est fort probable que ces portions disparaîtront lors de l'érosion de l'assemblage de ces deux dilatations.

En zones rurales, le problème du choix des éléments de communication à retenir est encore plus difficile comme le montre l'image ci-dessous. On peut penser qu'en première approche là aussi l'érosion de l'assemblage des deux dilatations devrait donner des résultats intéressants.



3.5.3.2 Assemblage et érosion à 50 m

Les trois exemples ci-dessus sont assez symptomatiques des configurations rencontrées sur un territoire.

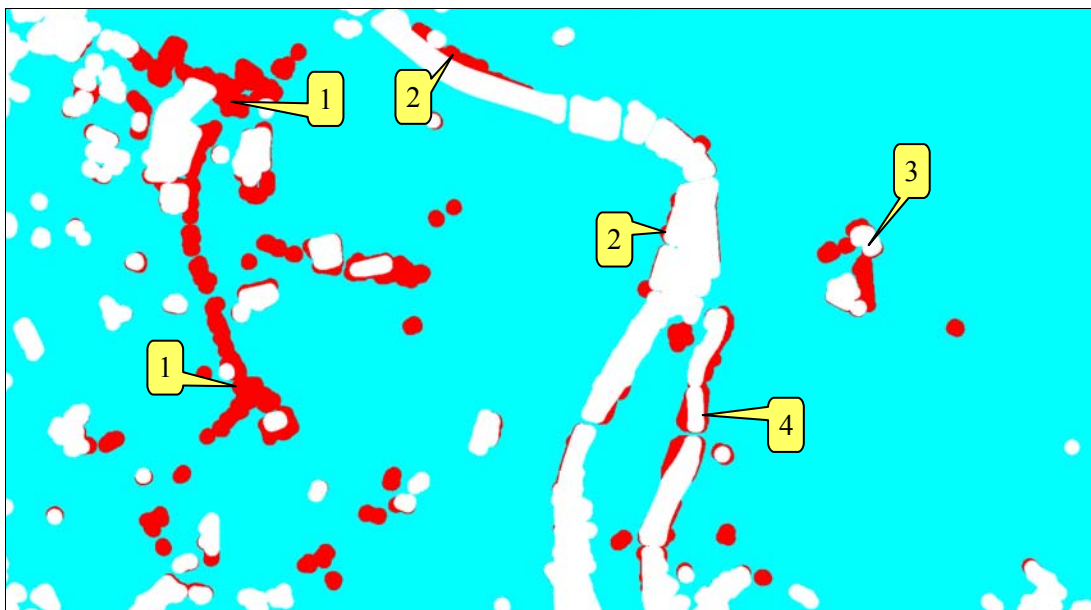
Après avoir ajouté la table des buffers à 50 m sur les voies de communications à la table dilatation originale, l'assemblage des objets est également problématique, en particulier à cause du nombre très élevé d'objets.

Malgré tout, il est intéressant de regarder ce qui se passe dans les exemples pris après cet assemblage et l'érosion à 50 m du résultat. Dans les images suivantes, on a représenté en bleu le résultat de la dilatation-érosion sans les voies de communication et en rouge le résultat de la dilatation-érosion avec les voies de communication.

Dans l'exemple pris en zone urbaine dense, on peut voir que la prise en compte des voies de communication... comble des trous dans l'enveloppe bleue là où les voies de communications sont importantes, là où l'espace urbanisé est totalement dédié à ces voies.

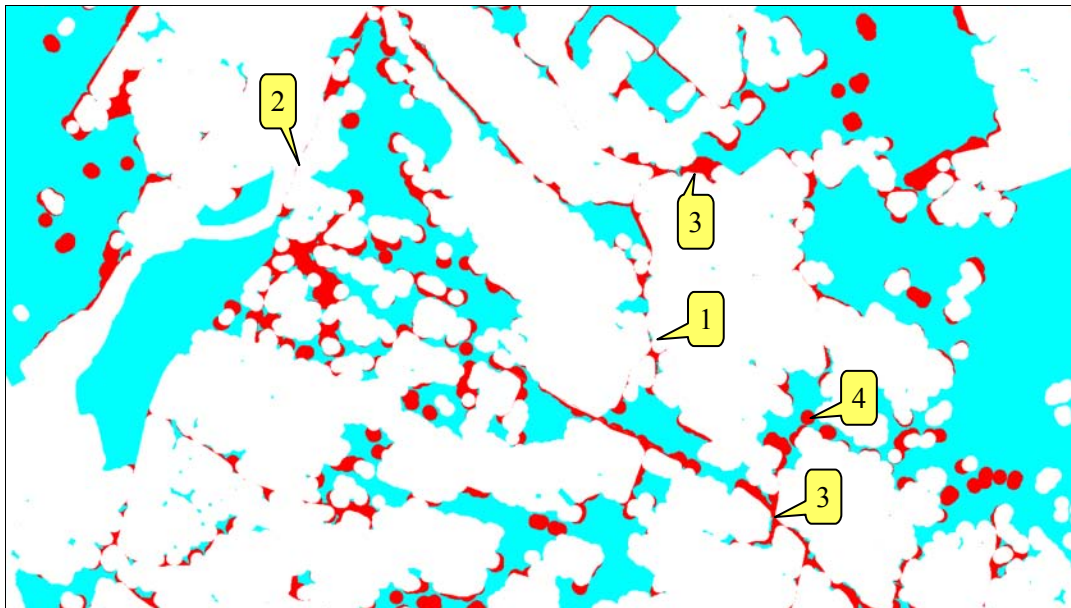
Pour reprendre les même marqueurs, on peut voir que :

- Repères « 1 » l'espace est comblé le long du grand axe passant par ces repères.
- Repères « 2 » les rives sont lissées en limite de route ce qui indique bien l'artificialisation.
- Repère « 3 » les espaces boisés ou artificialisés entourant les voies menant au grand rond point sont également comblés... par contre, l'intérieur du rond point ne l'est pas (son diamètre est de 215 m et donc supérieur à 100 m...).
- Repère « 4 » les berges de l'île et du « continent » ne sont pas jointes lors de l'opération mais elles sont là aussi distantes de légèrement plus que de 100 m.

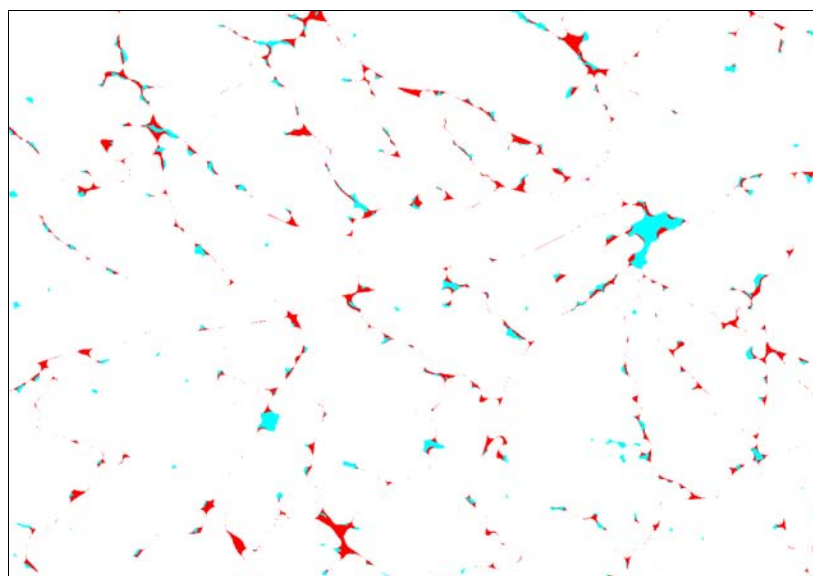


En zone péri urbaine, en reprenant les même marqueurs, on peut voir que :

- ni en repère « 1 » ni en repère « 2 » la présence des voies de communication ne fait se rejoindre les zones diffuse de la dilatation-érosion initiale
- par contre, au niveau des repères « 3 », certaines zones éclatées lors de l'érosion initiale sont à nouveau regroupées par les voies de communication.
- On note également aux repères « 4 » les trous initiaux comblés, les carrefours favorisant en particulier les regroupements.



En zone rurale, il est très rare que les voies de communications regroupent de petites zones isolées, si ce n'est encore une fois lors de la présence d'intersection. C'est donc plus la configuration des carrefours que le positionnement des voies de communication par rapport aux zones bâties qui détermine l'apport de celles-ci. On peut également constater, même si c'était déjà vrai dans les zones urbaines denses et péri urbaines, qu'il y a beaucoup de « résidus », d'objets à surface quasiment nulle, lorsqu'une route est dilatée de 50 m, reste isolée et que la dilatation est érodée de 50 m ensuite. Il conviendra de nettoyer les tables résultantes de ces scories.



3.5.3.3 Conclusions sur l'intérêt de la prise en compte des voies de communication

Comme on pouvait le penser, les voies de communication, qui participent à l'artificialisation de l'espace, ont un rôle utile dans la détermination de l'enveloppe de la tache urbaine.

Même si leur apport est parfois exagéré, en particulier lorsque deux rues sont distantes de moins de 100 m et que l'espace entre elles est comblé par leur dilatation même si l'espace est vide, elles lissent utilement les contours, en particulier sur les berges, comblent des espaces que l'on aurait pu appréhender comme vides sans elles et regroupent des zones construites de façon assez pertinente.

Bien sur, leur utilisation sur de grandes zones pose encore le problème du nombre d'objets à traiter (souvent 150 000 tronçons à traiter pour un département...) en regard des limites de nos outils informatiques et géomatiques. On peut cependant envisager des traitements particuliers pour diminuer ce nombre, en particulier parce que nombreuses voies de communication sont entièrement à l'intérieur de la dilatation obtenue sans elles. Une voie à explorer est donc de produire la dilatation sans les voies de communication, de dilater ensuite les voies, de sélectionner les buffers des voies entièrement inclus dans la dilatation « initiale », de supprimer ces objets (qui n'apporteront rien si ce n'est des problèmes de calculs lors de l'assemblage) et de n'assembler la dilatation initiale qu'avec les buffers des voies restants.

3.6 MOS et illustration d'un mode de constitution

3.6.1 Définition du MOS

L'enveloppe de la tache étant construite, nous pouvons maintenant chercher à définir un MOS basé sur la donnée disponible : la BD TOPO.

Les postes directement disponibles sont :

- zones urbanisées : bâtiment (avec l'attribut hauteur).
- zones d'activités :
 - administratives
 - culture et loisirs
 - enseignement
 - gestion des eaux
 - industrielles ou commerciales
 - santé
 - sport
 - transport
- cimetière
- réseaux de communication :
 - construction surfacique
 - aire de triage
 - canalisations
 - tronçons de route
 - route surfacique
 - tronçon de fer
- espaces verts artificialisés non agricoles
- végétation
- surface d'eau

En ce qui concerne les bâtiments, on peut distinguer différentes classes :

- bâtiments élevés : plus de 12 m (approximativement 3 étages et plus)
- bâtiments moyennement élevés : entre 8 et 12 m (approximativement 2 étages)
- bâtiments pavillonnaire : moins de 8 m de hauteur

Les cimetières peuvent être considérés comme des zones d'activités.

Nous obtenons donc la nomenclature suivante :

code	Niveau 1	Niveau 2
1	Zone bâtie	
1.1		Élevé continu
1.2		Élevé discontinu
1.3		Moyen continu
1.4		Moyen discontinu
1.5		Pavillonnaire continu
1.6		Pavillonnaire discontinu
1.7		Mixte continu
1.8		Mixte discontinu
2	Zone d'activités	
2.1		Administratives
2.2		Culture et loisirs
2.3		Enseignement
2.4		Gestion des eaux
2.5		Industrielles ou commerciales
2.6		Santé
2.7		Sport
2.8		Transport
2.9		Cimetière
3	Zones de végétation	
4	Zones vouées aux communications	(différence fer, route et autre ?)
5	Zones en eau	

3.6.2 Mise en regard avec les autres nomenclatures existantes

La définition d'une nomenclature de MOS à partir de la BD TOPO se heurte à un problème de spécification. En effet, la méthode envisagée consiste à construire une information à partir d'une base de données conçue en fonction d'objectifs différents. Ainsi, le processus de création d'une base de données d'occupation du sol suppose systématiquement de définir une nomenclature préalablement à la construction des données. C'est le cas notamment pour les bases les plus connues telles que CLC, IAURIF, ou l'IPLI...).

De plus, de nombreux travaux ont été réalisés en s'appuyant sur ces nomenclatures de référence. Il est donc intéressant de voir si des correspondances existent entre ces nomenclatures et celle que nous venons de définir, voire si on peut trouver une table de transition entre ces nomenclatures.

3.6.2.1 CLC (Corine Land Cover)

CLC repose sur une nomenclature arborescente à 3 niveaux, parfois déclinés localement en fonction des singularités.

NIVEAU 1		NIVEAU 2		NIVEAU 3		
Code	Libellé	Code	Libellé	Code	Libellé	Description
1	Territoires artificialisés	11	Zones urbanisées	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
		12	Zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication	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
				122	Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	Autoroutes, voies ferrées, y compris les surfaces annexes (gares, quais, remblais). Largeur minimale associée : 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
		13	Mines, décharges et chantiers	131	Extraction de matériaux	Extraction de matériaux à ciel ouvert (sablères, 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
				132	Décharges	Décharges et dépôts des mines, des industries ou des collectivités publiques
				133	Chantiers	Espaces en construction, excavations et sols remaniés
		14	Espaces verts artificialisés, non agricoles	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

NIVEAU 1		NIVEAU 2		NIVEAU 3		
Code	Libellé	Code	Libellé	Code	Libellé	Description
2	Territoires agricoles	21	Terres arables	211	Terres arables hors périmètres d'irrigation	Céréales, légumineuses de plein champ, cultures fourragères, plantes sarclées, et jachères. Y compris les cultures florales, forestières (pépinières) et légumières (maraîchage) de plein champ, sous serre et sous plastique, ainsi que les plantes médicinales, aromatiques et condimentaires. Non compris les prairies
				212	Périmètres irrigués en permanence	Cultures irriguées en permanence ou périodiquement, grâce à une infrastructure permanente (canal d'irrigation). Une grande partie de ces cultures ne pourrait pas être cultivée sans l'apport artificiel d'eau. Non compris les surfaces irriguées occasionnellement.
				213	Rizières	Surfaces aménagées pour la culture du riz. Terrains plats avec canaux d'irrigation. Surfaces régulièrement recouvertes d'eau
		22	Cultures permanentes	221	Vignobles	Surfaces plantées de vignes
				222	Vergers et petits fruits	Parcelles plantées d'arbres fruitiers ou d'arbustes fruitiers : cultures pures ou mélanges d'espèces fruitières, arbres fruitiers en association avec des surfaces toujours en herbe. Y compris les châtaigneraies et les noiseraies
				223	Oliveraies	Surfaces plantées d'oliviers, y compris oliviers et vignes sur la même parcelle
		23	Prairies	231	Prairies	Surfaces enherbées denses de composition floristique composées principalement de graminacées, non incluses dans un assolement. Principalement pâturées, mais dont le fourrage peut être récolté mécaniquement. Y compris des zones avec haies (bocages)
		24	Zones agricoles hétérogènes	241	Cultures annuelles associées aux cultures permanentes	Cultures temporaires (terres arables ou prairies) en association avec des cultures permanentes sur les mêmes parcelles
				242	Systèmes cultureux et parcellaires complexes	Juxtaposition de petites parcelles de cultures annuelles diversifiées, de prairies et/ou de cultures permanentes complexes
				243	Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants	Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par de la végétation naturelle
				244	Territoires agroforestiers	Cultures annuelles ou pâturages sous couvert arboré composé d'espèces forestières

NIVEAU 1		NIVEAU 2		NIVEAU 3		
Code	Libellé	Code	Libellé	Code	Libellé	Description
3	Forêts et milieux semi-naturels	31	Forêts	311	Forêts	
				311	Forêts de feuillus	Formations végétales principalement constituées par des arbres, mais aussi par des buissons et arbustes, où dominant les espèces forestières feuillues
				312	Forêts de conifères	Formations végétales principalement constituées par des arbres, mais aussi par des buissons et arbustes, où dominant les espèces forestières de conifères
				313	Forêts mélangées	Formations végétales principalement constituées par des arbres, mais aussi par des buissons et arbustes, où ni les feuillus ni les conifères ne dominant
		32	Milieux à végétation arbustive et/ou herbacée	321	Pelouses et pâturages naturels	Herbages de faible productivité. Souvent situées dans des zones accidentées. Peuvent comporter des surfaces rocheuses, des ronces et des broussailles
				322	Landes et broussailles	Formations végétales basses et fermées, composées principalement de buissons, d'arbustes et de plantes herbacées (bruyères, ronces, genêts, ajoncs, cytises, etc.)
				323	Végétation sclérophylle	Végétation arbustive persistante, aux feuilles relativement petites, coriaces et épaisses. Y compris maquis et garrigues. Maquis : associations végétales denses composées de nombreux arbrisseaux qui couvrent les terrains siliceux acides en milieu méditerranéen. Garrigues : associations buissonnantes discontinues des plateaux calcaires méditerranéens. Elles sont souvent composées de chênes kermès, d'arbousiers, de lavande, de thym et de cistes blancs. Quelques arbres isolés peuvent y être présents.
				324	Forêts et végétation arbustive en mutation	Végétation arbustive ou herbacée avec arbres épars. Formations pouvant résulter de la dégradation de la forêt ou d'une re-colonisation / régénération par la forêt
		33	Espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation	331	Plages, dunes et sables	Les plages, les dunes et les étendues de sables et de galets du milieu littoral et continental, y compris les lits mineurs des rivières à régime torrentiel
				332	Roches nues	Éboulis, falaises, rochers, affleurements
				333	Végétation clairsemée	Comprend les steppes, toundras et « bad lands » (zones sèches avec peu de végétation et présence de roches nues). Végétation éparse de haute altitude.
				334	Zones incendiées	Zones affectées par des incendies récents. Les matériaux carbonisés étant encore présents
				335	Glaciers et neiges éternelles	Surfaces couvertes par des glaciers ou des neiges éternelles

NIVEAU 1		NIVEAU 2		NIVEAU 3		
Code	Libellé	Code	Libellé	Code	Libellé	Description
4	Zones humides	41	Zones humides intérieures	411	Marais intérieurs	Terres basses généralement inondées l'hiver et plus ou moins saturées d'eau en toute saison
				412	Tourbières	Terrains spongieux humides dont le sol est constitué principalement de mousses et de matières végétales décomposées. Tourbières exploitées ou non
		42	Zones humides maritimes	421	Marais maritimes	Terres basses avec végétation, situées au-dessus du niveau de marée haute, susceptibles cependant d'être inondées par les eaux de mer. Souvent en voie de colmatage, colonisées petit-à-petit par des plantes halophiles (vivant en milieu salé)
				422	Marais salants	Salines actives ou en voie d'abandon. Parties des marais maritimes mises en exploitation pour la production de sel par évaporation. Les marais salants se distinguent nettement du reste des marais par leurs parcelles d'exploitation et leurs systèmes de digues
				423	Zones intertidales	Étendues de vase, de sable ou de rochers généralement sans végétation, comprises entre le niveau des hautes et des basses eaux
5	Surfaces en eau	51	Eaux continentales	511	Cours et voies d'eau	Cours d'eau naturels ou artificiels qui servent de chenal d'écoulement des eaux. Y compris les canaux. Largeur minimale de prise en compte : 100 m
				512	Plans d'eau	Étendues d'eau, naturelles ou artificielles, de plus de 25 ha
		52	Eaux maritimes	521	Lagunes littorales	Étendues d'eau salée ou saumâtre sans végétation, séparées de la mer par des avancées de terres et autres topographies similaires. Ces surfaces en eau peuvent être mises en communication avec la mer à certains endroits ponctuels, soit de façon permanente, soit de façon périodique à certains moments de l'année
				522	Estuaires	Parties terminales à l'embouchure des fleuves, subissant l'influence des eaux marines
				523	Mers et océans	Zones au-delà de la limite des plus basses marées

Un examen minutieux de la nomenclature CLC permet de dégager des lacunes dans celle que nous avons dérivée de la BD TOPO :

- Territoires artificialisés : seuls les éléments des chapitres 1.1 et 1.2 peuvent être tirés de la BD TOPO. Les mines, décharges, chantiers et espaces verts artificiels non agricoles ne sont pas présents.
- Territoires agricoles : à part éventuellement les vergers et oliveraies, aucune information issue de la BDTopo pour ce chapitre.
- Forêts et milieux semi-naturels : seules les forêts sont présentes.
- Zones humides : non présentes dans la BD TOPO.
- Surfaces en eau : seules les eaux continentales sont présentes dans la BD TOPO.

Il faut cependant noter que les différences entre les nomenclatures ne sont pas les seuls freins à une « traduction » des données. En effet, les objets de CLC ont un UMC de 25 hectares alors que nous avons choisi de ne pas avoir d'UMC dans le MOS issu de la BD TOPO. De plus, les largeurs minimales de certains objets de CLC (100 m pour les cours d'eau par exemple) effectuent une seconde sélection que nous ne faisons pas non plus.

3.6.2.2 IPLI (Inventaire Permanent du Littoral)

L'inventaire permanent du littoral possède une nomenclature simple, à un seul niveau, dédiée au littoral. On y trouve des spécificités thématiques (tourisme...) difficile à extraire automatiquement de la BD TOPO.

Plutôt que d'essayer de faire une table de correspondance entre la nomenclature de l'IPLI et celle définie dans cette étude, le tableau suivant décrit la nomenclature de l'IPLI et la faisabilité, pour chaque chapitre, d'extraction des informations correspondantes depuis la BD TOPO.

Libellé IPLI	Définition détaillée du poste IPLI	BD TOPO	Remarques
Habitat dispersé récent	Maison isolée autre que bâtiments de fermes d'allure récente, implantée en espace agricole. (mitage)	Oui et non	Impossible de savoir si le bâtiment est récent et si ce n'est pas une ferme
Ensemble habitat collectif	Zones urbaines denses, noyaux de villes anciens, grands ensembles des quartiers périphériques et grands immeubles résidentiels.	Oui	
Ensemble habitat individuel groupé	Zones pavillonnaires denses, maisons à 1 ou 2 étages au plus, avec jardins de petites dimensions, lotissements assez denses et généralement viabilisés, des quartiers périphériques.	Oui	

Libellé IPLI	Définition détaillée du poste IPLI	BD TOPO	Remarques
Habitat individuel diffus	Zones pavillonnaires espacées, maisons individuelles avec jardins ou parcs, zones de résidences secondaires dans les quartiers boisés autour des villes, résidences organisées mais espacées présentant un « maillage » plus ou moins régulier.	Oui	
Tissu mixte	Mélange hétérogène de différents types d'habitats, d'industries, et de commerces.	Oui	Ce chapitre n'est pas prévu dans la nomenclature proposée mais peut être déduit par analyse
Zone industrielle et commerciale	Emprises (y compris les accès) des usines, hangars, silos, carrières en exploitation, commerces en grandes surfaces avec leurs parkings, halles, entrepôts.	Oui et non	Tout sauf carrières
Emprise de grands équipements	Voies ferrées, autoroutes, ports et installations portuaires, aéroports, équipements sportifs, gymnases, stades, cimetières, hôpitaux, établissements scolaires et universitaires.	Oui	
Habitat touristique spécifique	Installations structurées en vue de l'habitat estival organisé. (Petites maisons peu espacées, reliées par des allées géométriques, bungalows dispersés, immeubles parfois) les alignements de constructions légères en bordure littorale ont été également inclus. Ont été exclus les ensembles qui par leurs formes urbaines classiques peuvent se prêter à un habitat saisonnier ou permanent. Ils sont classés dans les rubriques d'habitat.	Non	
Espaces verts	Espaces aménagés tels que les parcs, les aires de loisirs et de pique-nique, hippodromes, golfs, éventuellement les parcs de châteaux.	Oui	Sauf golfs et parcs de châteaux
Camping et stationnement de caravanes	Toute surface (organisée ou non) occupée par des tentes ou des caravanes ou présentant des vestiges visibles de cette occupation.	Non	
Terre cultivée	Terres cultivée, labourée, retournée ou fauchée sans différenciation des cultures.	Non	

Libellé IPLI	Définition détaillée du poste IPLI	BD TOPO	Remarques
Cultures légumières ou florales	Maraîchage, culture légumière de plein champ, serre, rizière.	Non	
Prairie	Prairies naturelles ou artificielles, pâturage, prés de fauche, prés salés.	Non	
Prairie humide	Fond de vallée hydromorphe, parties inondables, parfois drainées ou canalisées, de certaines prairies dont l'engorgement hivernal est constant.	Non	
Vignoble	Vignoble	Non	
Arboriculture	Vergers de hautes tiges ou en espalier, haie fruitière, pépinière, terre ou herbage planté.	Non	Impossible de déduire automatiquement ce chapitre de la BD TOPO
Friche	Espace dont l'exploitation agricole est abandonnée.	Non	
Espace en mutation	Espace dont l'aspect dégradé laisse présager d'un changement d'affectation. (terrain vague, friches industrielles, carrières ou décharges abandonnées)	Non	
Lande, maquis, garrigue	Terrain non cultivé couvert d'une végétation spontanée qui comprend le plus souvent une proportion assez importante (25 % au moins) de plantes ligneuses ou semi-ligneuses (fougères, bruyères, genêts, ajoncs, épineux divers,...). Elle peut comporter quelques arbres épars sous réserve que leur couvert apparent, actuel ou potentiel, occupe moins de 10% de la surface du sol.	Non	
Bois	Surface, non en nature de verger, couverte d'arbres dont le couvert apparent (par projection verticale de leur cime) occupe, ou est susceptible d'occuper à terme, au moins 10 % de la surface du sol.	Oui	
Rochers, falaise	Côtes rocheuses, platiers en bordure de côte et escarpement à pic au-dessus de la mer.	Non	
Plage	Toute surface plane sableuse à graviers fins ou galets en bordure de mer ou de rivière.	Non	
Mer, plans d'eau, estran et platiers	Mer (profondeur inférieure à 20 m.), plans d'eau, estrans et platiers.	Oui et non	Uniquement plans d'eau

Libellé IPLI	Définition détaillée du poste IPLI	BD TOPO	Remarques
Zones humides et plans d'eau associés	Tourbières, vasières, marécages, fonds de vallées hydromorphes, schorres, prés salés et polders non cultivés dont le caractère humide est décelable à partir des clichés couleur.	Non	
Salines et marais salants	Ensemble des aménagements du terrain aboutissant à la production de sel par évaporation des eaux de mer sous l'action conjuguée du soleil et du vent.	Non	
Conchyliculture	Élevage de coquillages. On distingue la conchyliculture traditionnelle comme l'élevage des huîtres (ostréiculture) ou des moules (mytiliculture) et la conchyliculture non classique qui est encore du domaine expérimental. (palourdes, ormeaux, coquilles Saint-Jacques)	Non	
Dunes	Monticules de sables, le plus souvent en bordure des côtes et des plages, éventuellement recouvertes de landes ou de bois.	Non	

3.6.2.3 IAURIF (Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France)

La nomenclature de l'IAURIF est basée sur l'observation du territoire complétée par des données exogènes (magasins...) thématiques que l'on ne retrouve pas dans la BD TOPO.

Comme pour l'IPLI, plutôt que d'essayer de faire une table de correspondance entre la nomenclature de l'IAURIF et celle définie dans cette étude, le tableau suivant décrit la nomenclature de l'IAURIF et la faisabilité, pour chaque chapitre, d'extraction des informations correspondantes depuis la BD TOPO.

Code	Libellé	Définition détaillée	BD TOPO	Remarques
1	Bois ou forêts	Surface d'au moins 10 % d'arbres.	Oui	Directement tiré de la table « végétation »
2	Coupes ou clairières en forêt	Clairières et coupes forestières.	Non	Pour les clairières en forêt on peut tenter de les détecter
3	Peupleraies	Plantations de peupliers	Non	Indiscernable des autres forêts

Code	Libellé	Définition détaillée	BD TOPO	Remarques
4	Terres labourées	Toutes les formes de cultures annuelles.	Non	
5	Surfaces en herbe à caractère agricole	Toutes les surfaces en herbe sauf les gazons	Non	
6	Vergers, pépinières	Toutes les pépinières et les cultures fruitières homogènes et de production commerciale	Non	Indiscernable des autres forêts
7	Maraîchage, horticulture	Cultures intensives annuelles de plein air	Non	
8	Cultures intensives sous serres	Toutes les cultures sous serres, châssis, arceaux	Oui	
9	Eau fermée (étang, lacs...)	Toute surface en eau d'au moins 500 m ²	Oui	Table « eau surfacique »
10	Cours d'eau	Tout cours d'eau permanent	Oui	Table « cours d'eau »
11	Surfaces en herbe non agricoles	Espaces en herbe associés : - aux infrastructures - aux terrains de manœuvre militaire - aux abords des pistes d'aérodromes - aux couloirs de ligne à haute tension - aux grandes pelouses de châteaux	Non	
12	Carrières, sablières	Toute carrière ou sablière en activité	Non	Même si présent dans « points d'activité ou d'intérêt » car pas toujours dans « Surface d'activité »
13	Décharges	Toute décharge autorisée ou non.	Non	
14	Espaces ruraux vacants (marais, friches...)	Zones humides, marais, landes non arborées, friches agricoles, carrières abandonnées, terrains de manœuvres, vergers abandonnés, emprise de déboisement des lignes électriques.	Non	
15	Berges	Espace non aménagé situé entre une voie d'eau courante et une route ou un chemin.	Non	

Code	Libellé	Définition détaillée	BD TOPO	Remarques
16	Parcs liés aux activités de loisirs	Il s'agit des parcs animaliers, zoos, parcs d'attractions, centres de loisirs sans hébergements.	Oui et Non	Extrait de « point d'activité ou d'intérêt » mais les contours ne sont pas toujours dans les tables zones d'activité
17	Parcs ou jardins	Parcs et jardins (publics ou privés) de superficie inférieure à 5000 m².	Non	
18	Jardins familiaux	Petites parcelles de jardin isolées et non contigües à l'habitation.	Non	
19	Jardins de l'habitat individuel	Jardins liés à l'habitat individuel de superficie inférieure à 5000 m².	Non	
20	Jardins de l'habitat rural	Jardins liés à l'habitat rural de superficie inférieure à 5000 m².	Non	
21	Jardins de l'habitat continu bas	Jardins d'agrément des châteaux et des écoles par exemple.	Non	
22	Terrains de sport en plein air	Terrains en plein air autres que tennis et stades municipaux.	Oui	Extrait de terrains de sports mais pas de différenciation « municipaux »
23	Tennis découverts	Tout terrain de tennis.	Oui	Extrait de « terrains de sports »
24	Baignades	Terrains aménagés pour la baignade.	Non	
25	Camping, caravaning	Terrains de camping et de caravaning.	Non	
26	Parcs d'évolution d'équipements sportifs	Pistes de sport spécialisées (rollers, karting, cross...) et grands stades.	Oui	Extrait de « terrains de sports »
27	Golfs	Terrains de golf.	Non	
28	Hippodromes	Champs de courses.	Non	Même si présent dans « points d'activité ou d'intérêt » car pas toujours dans « Surface d'activité »
29	Terrains vacants en milieu urbain	Terrains vagues.	Non	
30	Habitat individuel	Lotissements et constructions individuelles.	Oui	

Code	Libellé	Définition détaillée	BD TOPO	Remarques
31	Ensembles d'habitat individuel identique	Ensemble de maisons le plus souvent identiques et disposées régulièrement.	Non	
32	Habitat rural	Groupement de bâtiments de forme rurale.	Non	
33	Habitat continu bas.	Zones surtout linéaires, en bordure de voirie dans les faubourgs et les centres anciens (les villes nouvelles en font parti).	Oui	
34	Habitat collectif continu haut	Centres urbains.	Oui	
35	Habitat collectif discontinu	Ensembles d'habitats relativement récents.	Oui	
36	Prisons	Centres pénitentiaires.	Non	
37	Habitat autre	Il s'agit essentiellement des hôtels, auberges de jeunesse, centres d'accueil, centre de vacances et de loisirs, foyer de travailleurs et d'étudiants, couvents, séminaires, maisons de retraite, habitat précaire ou mobile.	Non	
38	Activités en tissu urbain mixte	Activités à caractère industriel dispersées dans des zones d'habitat.	Oui	
39	Grandes emprises d'activité	Emprise affectée à l'activité d'une seule entreprise, de type industriel.	Oui	(hiatus : on ne peut savoir s'il n'y a qu'une seule entreprise)
40	Zones ou lotissement affectés aux activités	Activités regroupées sur un territoire propre (ex : Carrefour et Conforama).	Oui	
41	Entreposage à l'air libre	Zones de stockage y compris les zones portuaires.	Non	
42	Activités de production animale	Chenils, haras, installations avicoles, etc.	Non	
43	Centres commerciaux	Établissements commerciaux régionaux ou locaux dont la surface commerciale est supérieure à 5000 m².	Oui	

Code	Libellé	Définition détaillée	BD TOPO	Remarques
44	Hypermarchés	Établissement commerciaux dont la surface de vente est supérieure à 2500 m².	Oui	
45	Grands magasins	Généralement dans Paris (ex : Samaritaine, Printemps).	Non	
46	Stations-service	Stations-service	Non	
47	Autres commerces	Supermarchés, magasins populaires, commerces spécialisés (avec une surface de vente comprise entre 400 et 2500 m²).	Non	
48	Bureaux	Immeubles de bureaux	Non	
49	Installations sportives couvertes	Installations sportives couvertes y compris tennis et stands de tir couverts.	Oui	
50	Centres équestres	Centres équestres	Oui	
51	Piscines couvertes	Piscines couvertes	Oui	
52	Piscines en plein air	Piscines en plein air	Oui	
53	Autodromes	Autodromes	Non	
54	Enseignement de premier degré	Écoles maternelles, primaires du secteur public ou privé.	Oui	
55	Enseignement secondaire	Établissements du secteur public ou privé.	Oui	
56	Enseignement supérieur	Établissements du secteur public ou privé.	Oui	
57	Enseignement autre	Enseignement autre	Oui	
58	Hôpitaux, cliniques	Hôpitaux publics ou privés, cliniques.	Oui	
59	Autres équipements de santé	Dispensaires, instituts médico-pédagogiques, centres de PMI et autres établissements de santé.	Non	
60	Cimetières	Cimetières	Oui	
61	Mairies	Mairies	Oui	

Code	Libellé	Définition détaillée	BD TOPO	Remarques
62	Marchés permanents	Marchés permanents	Oui	
63	Lieux de culte	Lieux de culte	Oui	
64	Grands équipements culturels	Musées, certaines bibliothèques, les châteaux ouverts au public.	Oui	
65	Équipements de proximité	Crèches, centres d'action sociale, locaux d'activité socio-éducative, MJC, conservatoires, écoles d'art, bibliothèques municipales, bâtiments d'activité de loisirs, bureaux de poste, ...	Non	
66	Sièges d'administrations territoriales	Préfectures, sous-préfectures, conseils généraux, sièges d'administrations départementales.	Oui	
67	Équipements de missions de sécurité civile	Commissariats, gendarmeries, casernes de pompiers.	Oui	
68	Installations radioélectriques	Installations radioélectriques	Non	
69	Administrations autres	Immeubles de bureaux ou d'activités de grandes administrations (DDE, DDA, DASS, cadastre, sécurité sociale, ministères, ambassades, grandes installations publiques y compris militaires).	Oui	
70	Production d'eau	Usines d'eau potable, châteaux d'eau, aqueducs.	Oui	
71	Assainissement	Usines de traitement des eaux usées.	Oui	
72	Électricité	Postes de transformation, usines de production.	Oui	
73	Gaz	Installations de stockage.	Non	
74	Pétrole	Installations de production, raffinage et stockage.	Non	
75	Infrastructures autres	Usines de traitements des déchets, centrales thermiques, chaufferies urbaines, ...	Non	

Code	Libellé	Définition détaillée	BD TOPO	Remarques
76	Emprises de transport ferré	Faisceaux de triage, gares, installations d'entretien du matériel et voies ferrées.	Oui	
77	Autoroutes	Autoroutes, leurs bretelles d'accès, les talus de remblais et de déblais, les échangeurs en entier.	Oui	Même si les talus déblais et remblais ne sont pas directement repérables
78	Voies de plus de 25 m d'emprise	Voies en ville à caractère non autoroutier, d'une largeur supérieure à 25 m d'immeuble à immeuble.	Oui	
79	Parkings de surface	Tous les parkings de surface, à l'exclusion des parcs souterrains.	Oui	
80	Parkings en étages	Tous les parkings en étages, à l'exclusion des parcs souterrains.	Non	
81	Gares routières, dépôts de bus	Gares routières, d'autobus et d'autocars pour voyageurs.	Oui	
82	Installations aéroportuaires	L'aérogare, les installations techniques (hangars,...) et les pistes.	Oui	
83	Chantiers	Tous les chantiers de construction et de démolition.	Non	

3.6.3 Illustration d'un mode de détermination de zones homogènes à l'intérieur de l'enveloppe de la tache

On l'a déjà dit plus haut, les informations issues de la BD TOPO se superposent parfois, les espaces boisés et les zones d'activités ou les bâtiments et ces même zones par exemple.

On a donc le choix entre découper l'enveloppe en une partition complète ou en zones superposées. C'est le premier choix qui semble le plus cohérent, en particulier en ce qui concerne les zones bâties mais ce choix impose de définir des priorités entre les différents thèmes de la nomenclature.

Lorsqu'on regarde les éléments constitutifs de la tache urbaine, certains sont des objets zonaux définissant déjà une emprise et représentant déjà un phénomène. Ces éléments doivent être conservés en tant que tel, contrairement aux bâtiments, par exemple, qui sont généralisés pour obtenir des zones homogènes.

On commencera donc par découper l'enveloppe suivant les zones d'activités, puis par les terrains de sport non inclus dans des zones d'activités puis par la végétation.

En ce qui concerne le bâti, la détermination des zones de bâti haut continu, bâti haut discontinu... se fait à nouveau à l'aide de zones tampons. Pour les zones continues, la dilatation-érosion sera réalisée à 15 m et pour celles discontinues à 50 m. On se rend compte immédiatement que si on garde l'ensemble des objets dilatés puis érodés à 15 m, l'ensemble

des bâtiments seront considérés comme continus. Ne seront donc conservés que les zones résultant de la dilatation-érosion qui contiennent plus de 10 bâtiments. Même ainsi, il est évident que les zones déterminées comme « bâti haut continu » sont à l'intérieur des zones de « bâti haut discontinu ». On ne garde donc pour ce dernier poste que les zones extérieures à celles de « bâti haut continu ».

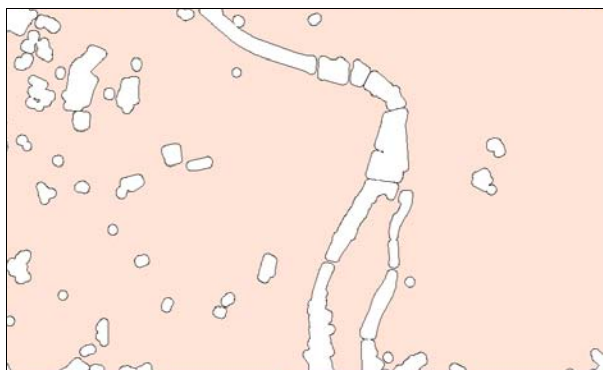
Il en va de même pour les autres postes liés au bâti. Mais s'il semble évident qu'il faille traiter les zones discontinues après les zones continues pour le même type de bâti, la question de l'ordre se pose encore entre, par exemple, les zones de « bâti haut discontinu » et celles de « bâti moyen continu ». Lequel de ces postes traiter en premier, sachant que le résultat trouvé dépend de l'ordre des traitements. Dans le déroulement des opérations qui suit, nous avons choisi de traiter l'ensemble des bâtiments hauts puis l'ensemble des bâtiments moyennement élevés puis l'ensemble des bâtiments de type pavillonnaire et enfin le bâti mixte.

Le découpage de l'enveloppe de la tache urbaine suivant les postes définis plus haut peut donc se faire comme suit :

- découpage suivant les surfaces en eau
- découpage suivant les zones d'activités
- découpage suivant les zones de végétation sans redécouper les objets des zones d'activité
- détermination des zones de bâtiments haut continu
- découpage suivant ces zones sans redécouper les zones d'activités ou la végétation
- détermination des zones de bâtiments haut discontinu
- découpage suivant ces zones sans redécouper les zones d'activités ni la végétation ni les zones de bâti haut continu
- détermination des zones de bâtiments moyennement haut continu
- découpage suivant ces zones sans redécouper les zones d'activités ni la végétation ni les zones de bâti haut continu ou discontinu
- détermination des zones de bâtiments moyennement haut discontinu
- découpage suivant ces zones sans redécouper les zones d'activités ni la végétation ni les zones de bâti haut continu ou discontinu ni les zones de bâti moyennement haut continu
- détermination des zones de bâtiments pavillonnaire continu
- découpage suivant ces zones sans redécouper les zones d'activités ni la végétation ni les zones de bâti haut continu ou discontinu ni les zones de bâti moyennement haut continu ou discontinu
- détermination des zones de bâtiments pavillonnaire discontinu
- découpage suivant ces zones sans redécouper les zones d'activités ni la végétation ni les zones de bâti haut continu ou discontinu ni les zones de bâti moyennement haut continu ou discontinu ni les zones de bâti pavillonnaire continu
- détermination, dans ce qui reste de l'enveloppe de la tache, des zones de bâtiments divers continu, le reste étant des zones de bâtiments divers discontinu

Déroulement des étapes (exemple en zone de centre urbain) :

Enveloppe initiale



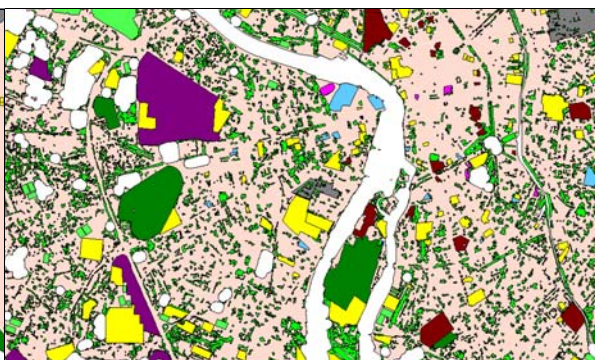
Découpage « eau »



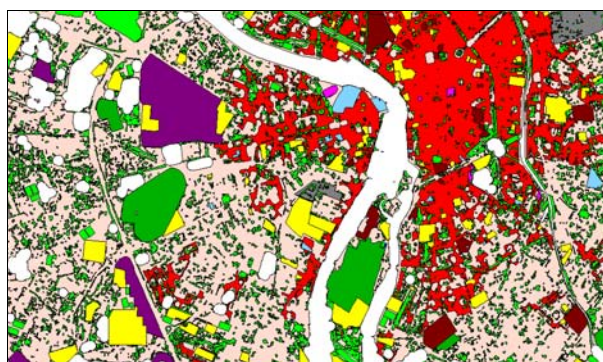
Découpe par activités



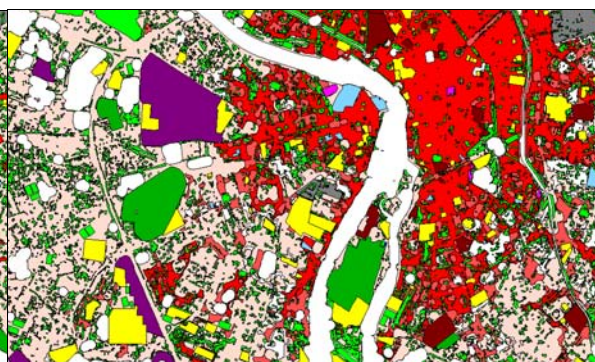
Découpe par végétation



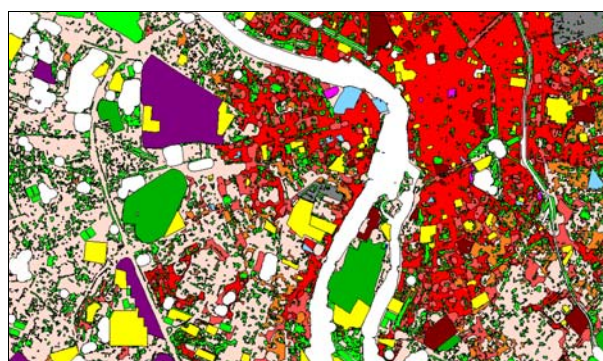
Découpe par bâti haut continu



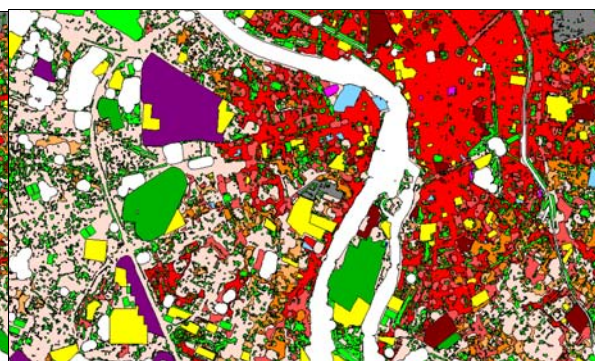
Découpe par bâti haut discontinu



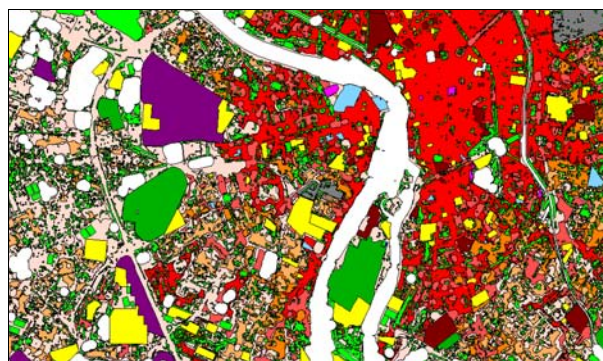
Découpe par bâti moyen continu



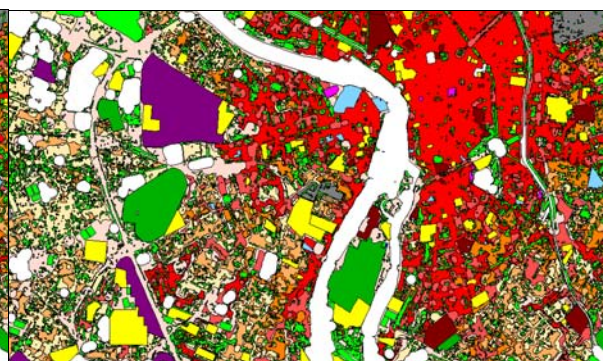
Découpe par bâti moyen discontinu



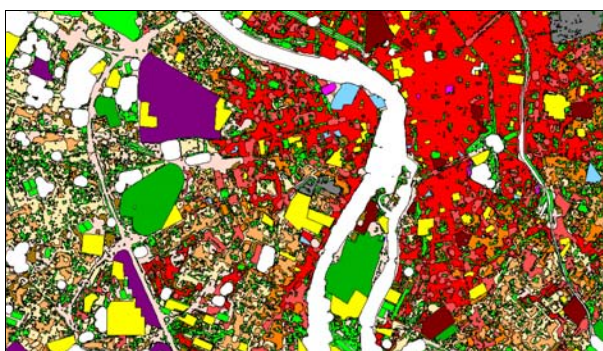
Découpe par bâti pavillonnaire
continu



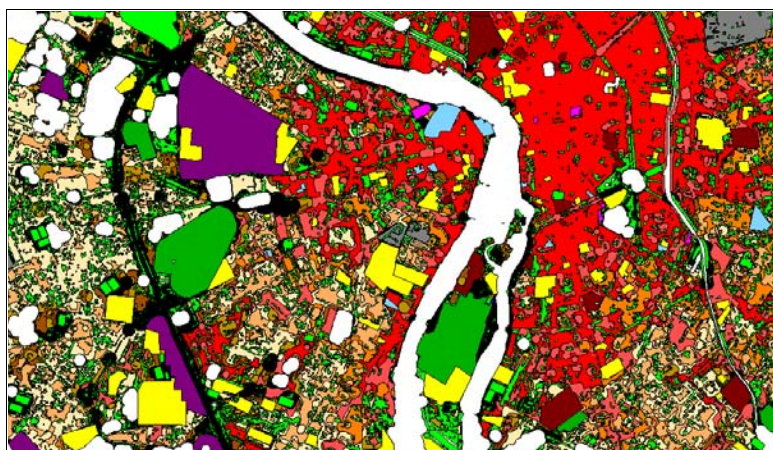
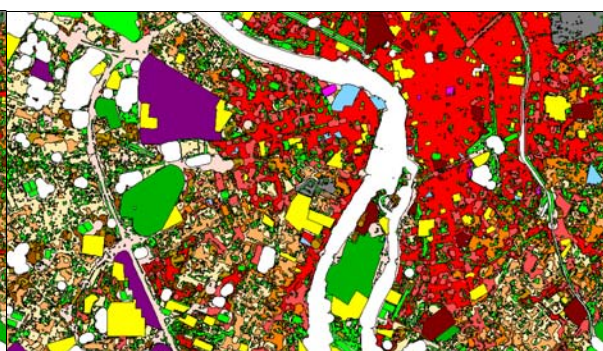
Découpe par bâti pavillonnaire
discontinu



Découpe par bâti mixte continu



Découpe par bâti mixte discontinu



Une fois toutes ces opérations réalisées, ce qui reste de l'enveloppe de la tache est la participation des voies de communication à sa constitution. Comme on peut le voir en noir sur l'image suivante, cette participation est importante.

4. Méthodologie de détermination de la tache urbaine « brute » sur une zone étendue

Dans ce chapitre nous nous appliqueront à trouver une méthode la plus optimale possible pour assembler les zones constitutives de la tache urbaine que sont les tampons autour des objets retenus, quels que soient ces objets. Nous travaillerons en première approche sur les bâtiments d'habitation puis affinerons par l'inclusion des autres objets.

4.1 Problèmes rencontrés, premières précautions et solutions

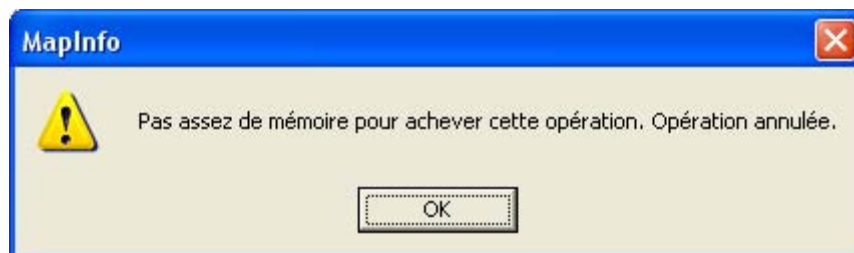
Si l'opération d'obtention d'une zone tampon appliquée aux bâtiments d'une petite agglomération ne pose pas de problèmes, il en va autrement lorsque l'on travaille sur une zone plus étendue.

Pour cerner le problème il faut mettre quelques chiffres en avant. Sur le canton de Libourne, qui comporte environ 11 000 bâtiments, il est possible d'effectuer directement une zone tampon assemblée sur les bâtiments. Sur celui de Bordeaux, environ 16 000 bâtiments, il est déjà difficile d'effectuer directement une zone tampon assemblée sur les bâtiments.

Par contre, si le canton peut paraître suffisant pour déterminer la tache urbaine de Libourne, il faut dépasser les limites du canton pour avoir l'ensemble de ce qui semble être la tache urbaine de Bordeaux. Il faut alors prendre en compte environ 170 000 bâtiments et l'opération de fusion des zones tampons n'est alors plus possible directement dans MapInfo.

Un travail sur le département de la Gironde revient à prendre en compte plus de 500 000 bâtiments et la fusion est encore moins réalisable directement.

Contrairement à ce peuvent annoncer les messages d'erreur de MapInfo, les capacités des machines ne sont pas en cause. En effet, lors de l'arrêt de l'opération un message annonce :



mais si on regarde l'onglet « performances » du gestionnaire des taches, on peut voir que le plantage a lieu alors que environ 900 Mo de mémoire est utilisé par MapInfo. Les tests ayant été réalisés sur une machine équipée de 4 Go de RAM, on voit que l'outil atteint ses limites avant la machine. Très vraisemblablement, ce n'est pas un problème de gestion de mémoire mais plutôt une limite dans le nombre de nœuds que peut comporter un objet polygonal qui pose problème, et en particulier des objets intermédiaires utilisés par MapInfo pour produire le résultat.

Au vu de cette première constatation, on va scinder l'opération en deux étapes :

- réalisation des zones tampons
- assemblage des tampons

4.2 Détermination de zones tampons de 50 m autour des bâtiments d'habitation

La couche Bâtiments de la BD TOPO contient des objets dont la nature ou la catégorie indiquent clairement que ce ne sont pas des bâtiments voués à l'habitat. Aussi, même s'ils englobent plus que les seuls habitations, nous avons effectué une première sélection pour ne retenir que les bâtiments dont l'attribut « Nature » a pour valeur « Autre ». cette première sélection nous laisse environ 490 000 objets.

Les objets restants ont de multiples attributs qui ne seront d'aucune utilité dans le résultat final, la tache urbaine. Avant de commencer les traitements, et pour les alléger, nous allons donc les supprimer de la table. Il est malgré tout incontournable que la table ait au moins un attribut et nous garderons donc la « hauteur » qui est l'attribut qui prend le moins de place dans la base de données.

Pour alléger encore les traitements, les réglages suivant sont opérés lors de la création des zones tampons :

- lissage : 3 segments par cercle, c'est le nombre minimal autorisé par MapInfo
- détermination d'un tampon pour chaque objet pour ne pas réaliser l'opération de fusion des tampons en même temps
- méthode de calcul : cartésien pour accélérer les calculs. Les erreurs résultantes sont très faibles vu le rayon de dilatation utilisé
- agrégation des données : la case « aucune donnée » est cochée, les attributs n'ayant pas d'intérêt au niveau du résultat

La génération des zones tampons prend malgré tout environ une demi-heure... et doit déjà être aux limites des capacités du logiciel, l'opération ayant échouée deux fois sur les 10 où elle a été tentée sur le département de la Gironde.

Sur le département de la Haute Garonne, cette opération ne réussit pas. Il faut donc la réaliser en plusieurs fois, en s'appuyant sur une sélection sur les limites d'arrondissement par exemple pour sélectionner moins de bâtiments en une seule fois.

4.3 Méthodes « manuelles » d'assemblage des zones tampons

Assembler les zones tampons en une seule fois sur l'ensemble du département se révèle impossible. L'opération s'arrête alors que la barre d'avancement n'en est qu'à moins de 10 % et que MapInfo utilise environ 850 Mo de mémoire.

Il va donc falloir explorer d'autres voies permettant de diviser de travail d'assemblage :

- assemblage suivant des limites administratives (arrondissements, cantons...)
- assemblage itératif depuis des points d'intérêt (les lieux-dits habités ou non par exemple)

4.3.1 Assemblage des zones tampons à l'aide des limites administratives

4.3.1.1 Utilisation des limites d'arrondissement

Nous utiliserons ici la fonction « sélection par polygone » pour sélectionner toutes les zones tampons incluses dans un arrondissement et les assembler. Une fois cette opération réalisée sur tout les arrondissements du département, nous assemblerons les objets résultats pour obtenir un objet départemental.

Les tampons se répartissent comme suit sur le département de la Gironde :

Nom de l'arrondissement	Nombre de zones tampons
Lesparre-Médoc	41 500
Blaye	29 500
Libourne	60 000
Langon	52 500
Bordeaux	307 000...

Le nombre d'objets par arrondissement est élevé et l'assemblage direct ne réussit sur aucun d'entre eux.

4.3.1.2 Utilisation des limites de cantons

Le département de la Gironde comporte 55 cantons, ce qui rend l'opération plus réalisable mais augmente également le nombre de manipulations à réaliser, sauf à développer une petite application.

Les tampons se répartissent comme suit sur le département de la Gironde :

Canton	Nb Buf 50m habitat	Canton	Nb Buf 50m habitat
AUDENGE	36760	LA REOLE	6684
LA TESTE-DE-BUCH	23934	LORMONT	6648
CASTELNAU-DE-MEDOC	19561	PAUILLAC	6473
SAINT-MEDARD-EN-JALLES	18977	BLAYE	6336
BLANQUEFORT	18688	BOURG	6234
PESSAC	16470	BAZAS	5992
CREON	15403	BRANNE	5768
BORDEAUX	15090	FLOIRAC	5703
LESPARRE-MEDOC	15027	SAINTE-FOY-LA-GRANDE	5689
CARBON-BLANC	14732	BEGLES	5428
MERIGNAC	14694	ARCACHON	5104
LA BREDE	13395	TALENCE	5040
GRADIGNAN	12811	CASTILLON-LA-BATAILLE	4709
SAINT-VIVIEN-DE-MEDOC	12170	CADILLAC	4708
LIBOURNE	11271	LUSSAC	4412
VILLENAVE-D'ORNON	9864	MERIGNAC	4255
COUSTRAS	9758	AUROS	4198
SAINT-SAVIN	9678	PUJOLS	4114
BELIN-BELIET	9230	VILLANDRAUT	3845
CENON	8694	SAINT-MACAIRE	3839
PODENSAC	8565	SAINT-SYMPHORIEN	3647
SAINT-LAURENT-MEDOC	7807	SAUVETERRE-DE-GUYENNE	3453
LE BOUSCAT	7728	TARGON	3323
LANGON	7497	MONSEGUR	3058
GUITRES	7278	GRIGNOLS	2756
SAINT-CIERS-SUR-GIRONDE	7223	CAPTIEUX	2164
SAINT-ANDRE-DE-CUBZAC	7201	PELLEGRUE	1998
FRONSAC	6773		

Comme on peut le voir, 9 cantons contiennent plus de 15 000 zones tampons.

Les premières tentatives pour assembler les tampons de ces cantons montrent que l'opération aboutit pour les cantons de Lesparre-Médoc et pour Créon alors qu'elle échoue pour les cantons de Bordeaux, Pessac, Blanquefort, Saint-Médard-en-Jalles, Castelnau-de-Médoc, La Teste-de-Buch et Audenge.

Le nombre de zones tampons n'est donc pas le seul facteur, Créon ayant plus de zones tampons que Bordeaux. La complexité des objets intermédiaires et leur nombre de nœuds interviennent également. Cela est d'autant plus vrai que MapInfo ne fait pas qu'assembler les objets se touchant mais l'ensemble des objets sélectionnés en un seul objet résultant. De ce fait, la limite du nombre de nœuds par polygone est plus vite atteinte.

On pourrait diminuer encore la taille des objets administratifs sur lesquels on s'appuie pour réaliser l'assemblage mais les opérations manuelles seraient alors encore plus lourdes. De plus, le canton de Bordeaux est la commune de Bordeaux et l'assemblage direct n'est donc pas non plus possible par cette voie.

4.3.2 Assemblage itératif

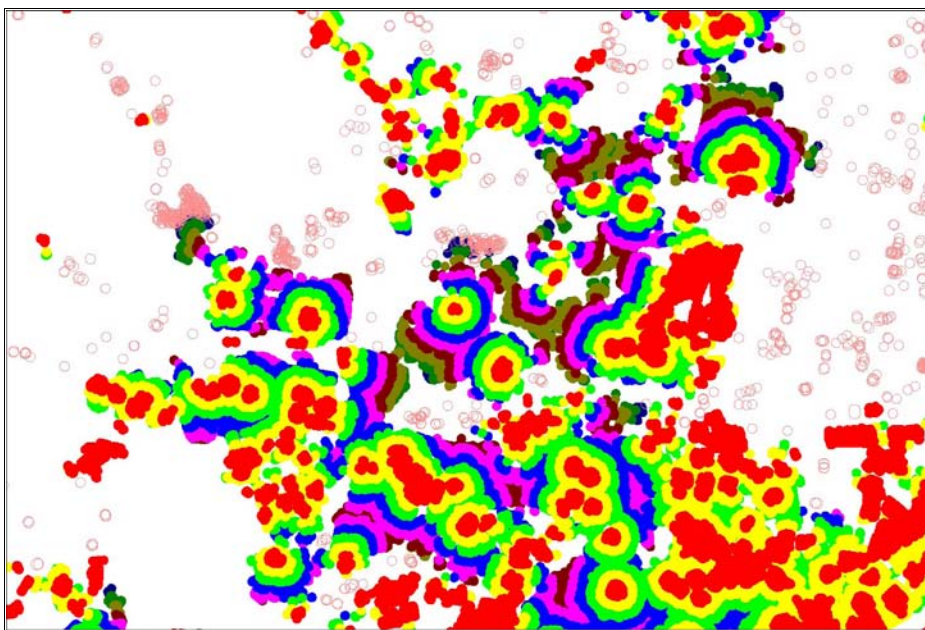
4.3.2.1 Généralités

Comme il n'est pas possible d'assembler les zones tampons du département en une seule fois et que découper le département en objets administratifs ne permet pas non plus d'aboutir, nous allons réaliser cette opération en plusieurs fois avec une méthode itérative.

En partant de points remarquables situés sur l'ensemble du département, nous allons sélectionner les zones tampons qui contiennent un de ces points puis les assembler.

Une fois l'assemblage réalisé, nous chercherons les zones tampons intersectant ce premier assemblage et les assemblerons à leur tour. En opérant de manière itérative, nous obtiendrons des objets « cœur » autour desquels viendront s'enrouler des couronnes, comme sur l'illustration ci-dessous.

Une fois que les couronnes couvriront la majorité du département, nous assemblerons les zones tampons restantes puis l'ensemble des objets.



Sur l'illustration, on voit les « cœurs » en rouge, les couronnes successives en jaune puis vert clair puis bleu marine puis rose puis lie de vin puis kaki puis vert foncé puis...

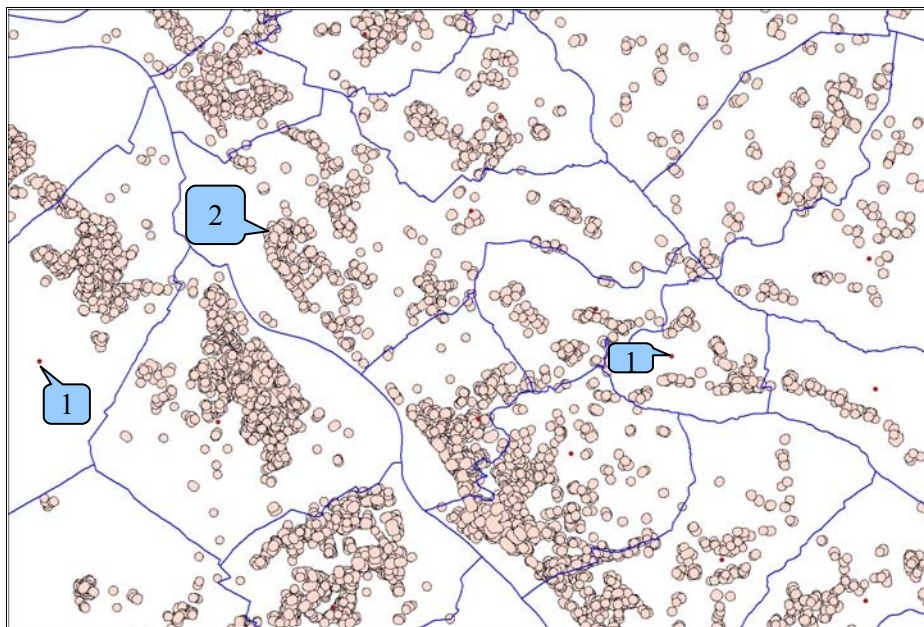
On peut également voir que le groupe de zones tampons repéré « 1 » restera isolé puisque ne touchant pas les tampons pouvant être pris dans l'itération, bien que très proche de ceux-ci.

On peut également remarquer que certains « cœurs » sont très proches et concernent le même ensemble de zones tampons. Il faut donc bien choisir les objets de départ pour ne pas omettre certaines zones importantes sans multiplier les tampons de départ au risque de voir échouer l'assemblage initial.

4.3.2.2 Objets de départ

Différents objets de départ ont été testés :

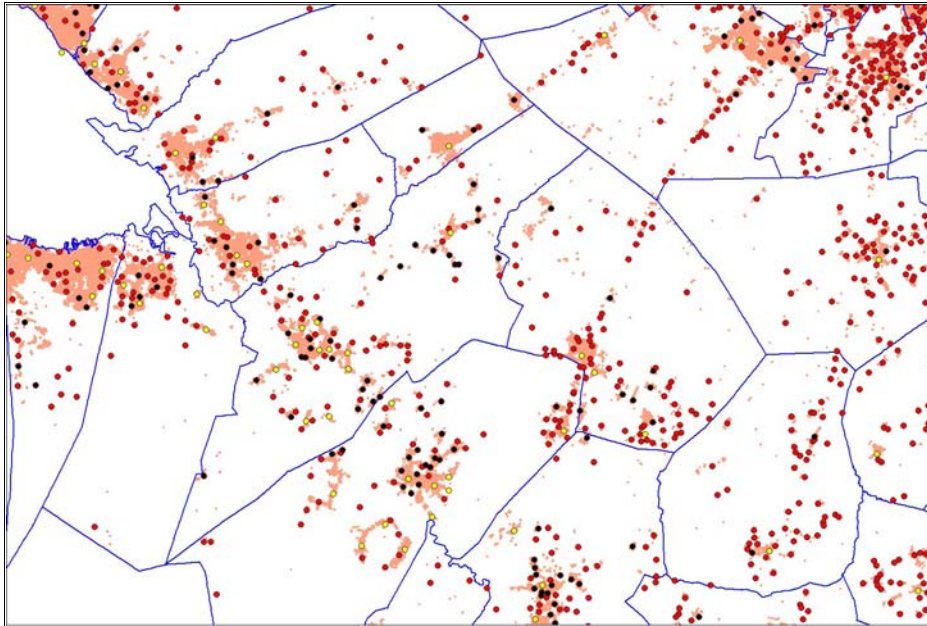
- centroïdes des communes : comme le montre les illustrations ci-dessous, ils ne sont pas toujours au contact de zones tampons (marqués 1 ci-dessous), surtout en zone rurale. À l'inverse, de nombreux agrégats possibles ne sont pas touchés (marqués 2 ci-dessous).



Ces objets ne conviennent donc pas, étant mal répartis et pas assez nombreux.

- Centroïdes des bâtiments à caractère administratif : ils sont très généralement situés dans des agglomérats de zones tampons mais encore une fois de nombreux agrégats possibles ne sont pas touchés. Ils ne conviennent donc encore pas.
- Centroïdes des bâtiments non dédiés à l'habitat : les remarques sont les mêmes que ci-dessus et ils ne conviennent donc pas non plus.
- Objets de la couche « lieu-dit habité » : ces objets sont intéressants et une grande majorité des agrégats possibles sont touchés. À l'inverse, ils sont trop nombreux (environ 20 000 sur la Gironde) et les zones tampons qu'ils touchent sont trop nombreuses pour être assemblées directement. Pire, comme le montre l'illustration ci-dessous, de nombreux points sont hors des zones d'agrégats possible. Les spécifications de la BD TOPO précisent que les lieux-dits ont un attribut « importance » dont la valeur va de 1 à 8. Une valeur de 8 (représenté par un disque rouge sur l'illustration) correspond à une construction isolée et ne nous intéresse que très peu. Une valeur de 7 (représenté par un disque noir sur l'illustration) correspond

à un « groupe d'habitations », ce qui n'est pas très explicite mais une valeur de 6 correspond à un lieu de moins de 200 habitants. Outre le fait que les constructions isolées ne devraient que peu nous intéresser, la répartition des lieux-dits dont l'importance va de 1 à 7 semble correspondre à ce que nous cherchons. Les lieux-dits dont l'importance à une valeur allant de 1 à 6 sont représentés avec un disque jaune.



Il y a sur le département de la Gironde 4 900 lieux-dits de ce type. Ils touchent 23 000 zones tampons. Les objets à agréger étant peu complexes, l'opération d'assemblage réussit. On obtient donc un objet départemental dont la géométrie est composée de multiples polygones.

Dans le cas de départements où cette opération ne réussirait pas avec les lieux-dits dont l'attribut « importance » est inférieur à 8, on pourrait envisager de la réaliser à partir de ceux dont l'importance serait inférieure à 7.

4.3.2.3 tests d'itérations

Les « cœurs » ont été obtenus en sélectionnant les objets de la table « lieux-dits » dont l'attribut « importance » a une valeur inférieure à 8, en cherchant les zones tampons générées depuis les bâtiments d'habitation touchant ces « cœurs » et en les assemblant.

L'objet résultant de l'assemblage est sauvegardé dans une table « Cœur_lieu_7 ».

Les zones tampons ayant été utilisées pour l'assemblage des « cœurs » sont toujours sélectionnés. En inversant la sélection sur cette table, on obtient les zones tampons n'ayant pas été utilisées et on peut sauvegarder cette sélection dans une table « buffer_50m_habitat_1 ». C'est sur cette table que se fera la première itération pour éviter de resélectionner les zones tampons déjà assemblées.

La table d'origine est alors fermée sans sauvegarde pour en garder la version initiale complète.

Une nouvelle fenêtre carte est ouverte avec les tables « Cœur_lieu_7 » et « buffer_50m_habitat_1 » pour sélectionner les zones tampons intersectant les « cœurs ».

Trois méthodes ont été testées pour effectuer ces sélections :

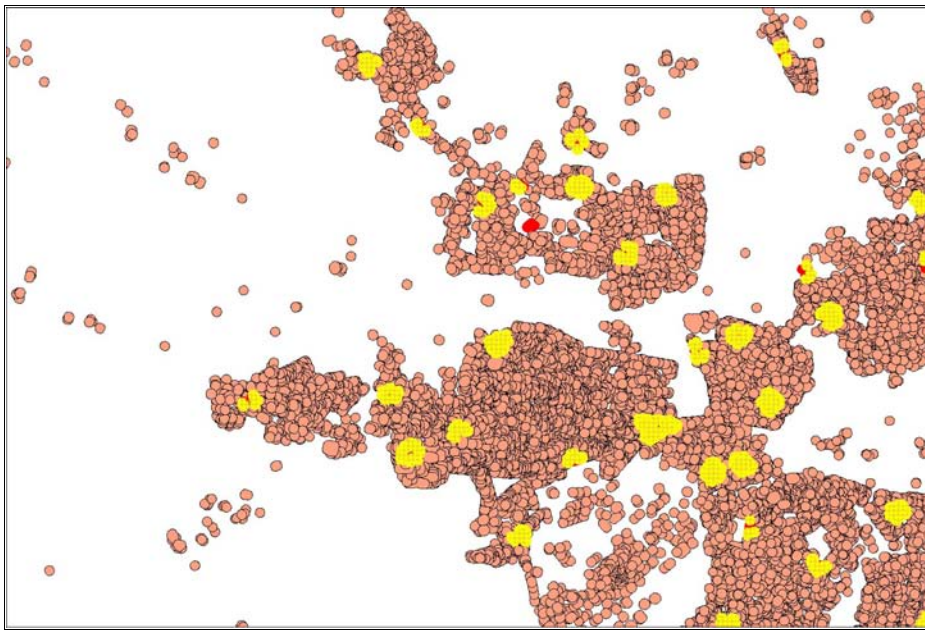
- utilisation de la fonction « sélection par polygone » à partir du « cœur » départemental,
- utilisation de la sélection SQL à partir du « cœur » départemental,
- utilisation de la sélection SQL à partir du « cœur » départemental désagrégué.

. Utilisation de la fonction « sélection par polygone »

L'utilisation de cette fonction est très longue (2 heures pour la sélection) et sélectionne 26 500 zones tampons.

Malheureusement, comme le montre l'illustration ci-dessous, ce mode de sélection ne sélectionne pas toutes les zones tampons qui touchent le « cœur » (en rouge) mais uniquement les objets dont le centroïde est à l'intérieur du « cœur »...

De ce fait, la propagation ne se fait pas et ne se fera pas vers certaines zones tampons qui devraient pourtant faire partie de l'agrégat final.



Cette méthode ne permettra donc pas de réaliser l'assemblage de toutes les zones tampons se touchant et ne peut être retenue.

. Sélection SQL sur le « cœur » départemental

Comme l'utilisation de la fonction « sélection par polygone » ne donne pas un résultat satisfaisant, nous allons tester la sélection via l'éditeur de requêtes SQL comme indiqué ci-dessous.

Malheureusement, cette méthode ne donne pas non plus de résultats et les diverses tentatives ont dû être arrêtées après entre trois et quinze heures de travail. Cependant, un test réalisé sur un jeu de données plus réduit montre que les zones tampons ainsi sélectionnées sont réellement celles qui touchent les « cœurs » et pas seulement celles dont le centroïde est à l'intérieur du « cœur ».

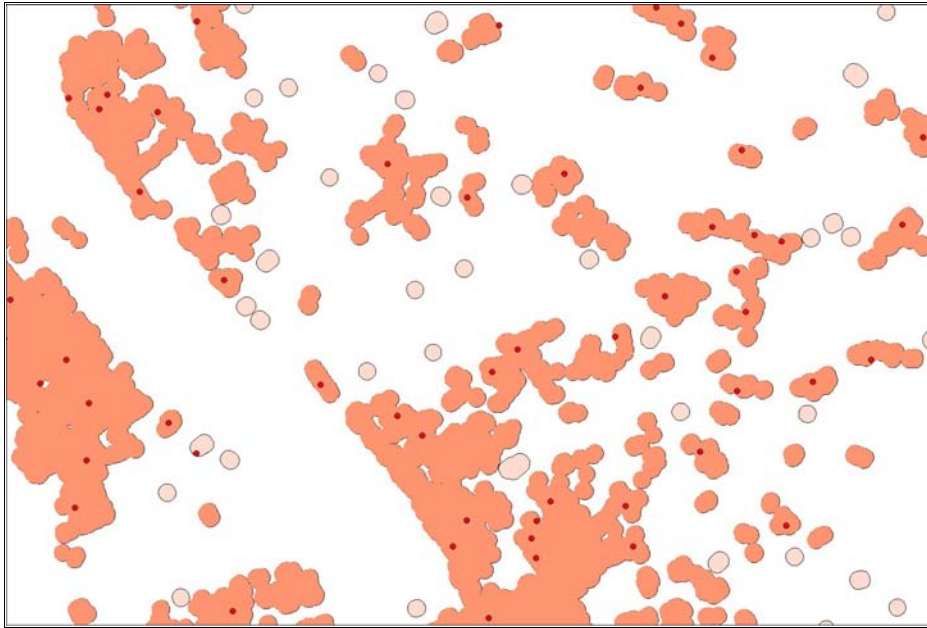
. Sélection SQL sur le « cœur » départemental désagrégé

Détermination du « cœur »

Nous allons ici tenter d'alléger les traitements de deux manières :

- Certaines zones tampons sont isolées et ne participeront donc pas à l'opération d'assemblage. Par contre, leur présence alourdit les traitements. Nous allons donc les supprimer³. Environ 15 000 zones tampons, correspondant à des bâtiments isolés, sont ainsi enlevées.
- Le « cœur » départemental est un objet complexe, constitué de plusieurs polygones. Nous allons le désagréger pour obtenir des objets plus simples. Il sera recalculé à partir de la couche des zones tampons non isolées, certains lieux-dits retenus (points rouges dans zones roses ci-dessous) étant dans des zones tampons isolées.

³ Pour ce faire, on duplique la table puis on compte par jointure spatiale le nombre d'objets de l'une intersectant les objets de l'autre



Il reste environ 4 800 lieux_dits, au lieu de 4 900, qui permettent d'obtenir environ 22 800 zones tampons, au lieu de 23 000 avec la première méthode testée.

Avant de lancer l'assemblage, nous supprimons de la table « Cœur_lieu_7 » tout les attributs sauf l' « importance » afin d'alléger les traitements et le résultat.

L'assemblage est réalisé (une dizaine de minutes) en ne calculant pas les attributs de l'objet résultant. Le résultat est désagréé à son tour puis la table est compactée pour obtenir 4 350 objets.

Les zones tampons n'ayant pas été utilisées sont sauvegardées dans une nouvelle table « Buffer_50m_habitat_mitoyen_1 ».

Détermination des couronnes

À partir de la table « Cœur_lieu_7 », nous sélectionnons les zones tampons de la table « Buffer_50m_habitat_mitoyen_1 ». 65 000 objets sont ainsi sélectionnés.

L'opération d'assemblage ne réussit pas...

Un autre problème est apparu lors de cette sélection. Des tampons touchés par plusieurs objets de la table « Cœur_lieu_7 » sont sélectionnée plusieurs fois, sans doute une fois pour chaque objets de la table « Cœur_lieu_7 » qui les touchent. Pour éviter cette erreur, la sélection est inversée, le résultat est sauvegardé dans une table « Buffer_50m_habitat_mitoyen_2 » qui contient donc les tampons qui ne seront pas assemblés lors de cette itération, puis la sélection est de nouveau inversée pour ne plus avoir de doublons avant assemblage.

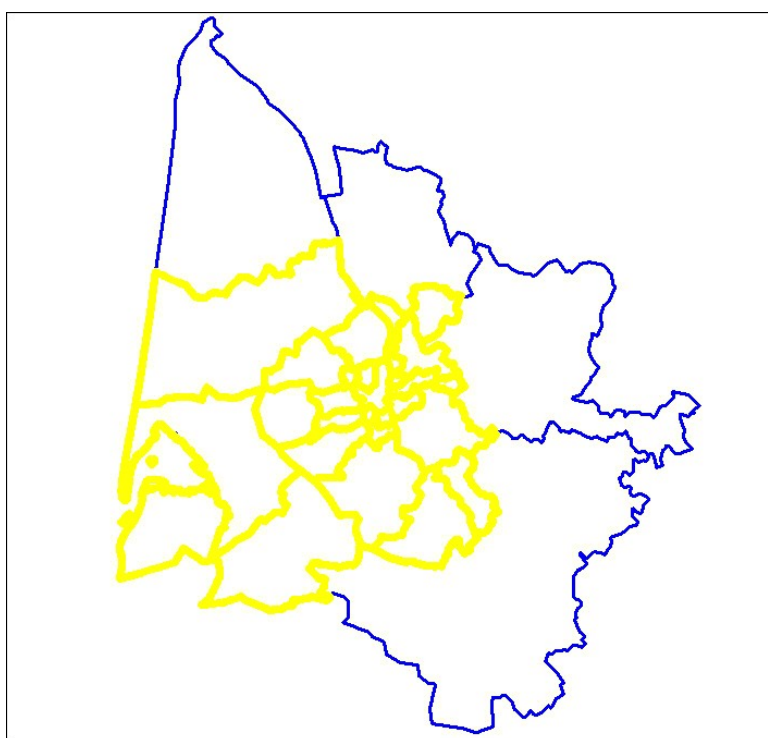
Malgré cette manipulation supplémentaire, l'assemblage ne réussit pas.

4.3.3 Assemblage itératif et limites administratives

Le nombre d'objets à assembler finissant par être trop important avec les méthodes précédentes, nous allons les mixer pour réduire encore le nombre d'objets par opération d'assemblage.

Pour ce faire, nous allons utiliser une sélection itérative des tampons puis réaliser des assemblages s'appuyant sur des limites administratives.

Dans le cas du département de la Gironde, il est flagrant que les difficultés sont concentrées sur l'arrondissement de Bordeaux. Nous allons donc utiliser les arrondissements sur l'ensemble de la Gironde et les cantons de l'arrondissement de Bordeaux.



Comme dans le chapitre précédent, les objets de départ seront les lieux-dits dont l'importance est inférieure à 8 : table « Lieux_dits_imp7 ».

Les tampons initialement générés sont dans la table « Buffer_ini ». Afin de ne pas traiter les tampons isolés lors des assemblages, ils sont repérés et enregistrés dans une table « Buffer_isolés ». Les tampons mitoyens sont enregistrés dans une table « buffer_0 ».

On sélectionne les objets de la table « Lieux_dits_imp7 » qui sont contenus dans au moins un des tampons de la table « Buffer_0 » afin de ne garder que les lieux-dits « mitoyens ». Ils sont sauvegardés dans la table « Lieux_dits_mitoyens_imp7 ».

Une table des arrondissements de Gironde est ouverte. L'arrondissement de Bordeaux est supprimé.

Les cantons de l'arrondissement de Bordeaux sont enregistrés dans une table « Cantons » qui est ensuite ouverte.

Une fois cet environnement mis en place on effectue les opérations suivantes :

- sélection SQL des tampons de la table « Buffer_0 » qui contiennent un objet de la table « Lieux_dits_mitoyens_imp7 »
- sauvegarde de la sélection dans une table « Couronne_0 »
- inversion de la sélection
- sauvegarde de la sélection dans une table « Buffer_1 »
- fermeture des tables « Buffer_0 » et « Lieux_dits_mitoyens_imp7 »
- ouverture des tables « Couronne_0 », rendue modifiable, et « Buffer_1 »
- sélection SQL des objets de la table « Couronne_0 » qui intersectent le premier objet de la table « Arrondissements »
- assemblage des objets sélectionnés
- répétition des deux dernières opérations sur tous les objets de la table « Arrondissements »
- répétition de ces mêmes deux opérations sur tous les objets de la table « Cantons »
- assemblage de l'ensemble des objets de la table « Couronne_0 »
- désagrégation de l'objet de cette table
- compactage de la table

La première itération est terminée et on entreprend la seconde :

- sélection SQL des tampons de la table « Buffer_1 » qui intersectent un objet de la table « Couronne_0 »
- sauvegarde de la sélection dans une table « Couronne_1 »
- ...

malheureusement, cette méthode finit par poser problème, en particulier sur le canton de bordeaux mais également lors de l'assemblage des couronnes.

4.3.4 Conclusion des tests des méthodes manuelles automatisables

De l'ensemble de ces tests et de quelques autres n'ayant pas donné de résultats satisfaisants, il ressort qu'une méthode de détermination de l'enveloppe de la « tache urbaine » sur une zone étendue de manière quasi automatique n'est pas envisageable avec les outils utilisés actuellement.

Pour évacuer complètement la question des outils, des tests ont également été réalisés sur ArcGIS qui avait l'avantage de proposer une génération de tampons plus conforme à ce que l'on cherche puisque ne sont assemblés que les tampons se touchant, ce qui devait limiter le problème des limites techniques des logiciels. Même si les tests n'ont pas été très poussés, il ressort que la génération de tampons assemblé sur le département de la Gironde ne passe pas... idem sur la commune de Bordeaux. Les tests n'ont donc pas été plus loin pour le moment avec ArcGIS.

Restent alors deux voies envisageables :

- le développement d'un petit programme qui tentera d'assembler les tampons d'une manière « intelligente » en gérant les erreurs et les limites du logiciel : nous ne souhaitons pas ici aller dans cette direction pour pouvoir donner à tous un outil, une méthode, qui ne nécessite pas l'installation d'un programme qu'il faudrait valider ou faire évoluer avec chaque nouvelle version de MapInfo.
- La détermination d'une méthode permettant de traiter la plus grande partie de l'assemblage quasi automatiquement et demandant des opérations manuelles pour finaliser le travail : c'est cette voie que nous allons continuer d'explorer.

4.4 Assemblage « semi-manuel » sur les limites de cantons

4.4.1 Préparation de l'environnement

Quatre tables sont ici ouvertes :

- La table « Cantons » : elle est reconstituée depuis la table des communes par fusion sur le champ « Canton ». certaines communes ayant ce champ rempli à « Pseudo-canton », il faut tout d'abord renseigner ce champ en y mettant le nom de la commune pour éviter de constituer un canton regroupant ces communes, qui sont généralement les plus importantes, qui de plus ne sont pas toujours voisines.
- La table « Buffer_limites_cantons » : issue de la table « Cantons » par transformation en polygone des polygones de cette table puis par bufférisation de ces polygones avec un rayon de 50 m.
- La table « Buffer_bati_50m » : c'est la table sur laquelle nous allons travailler et elle est rendue « modifiable » dans le gestionnaire des couches. On aura pris soin d'en faire une copie auparavant.
- La table « Tache_50m_brute » : vide, elle est créée avec la même structure que la table « Buffer_bati_50m ». C'est la table résultat.

4.4.2 Assemblage s'appuyant sur les limites des cantons

Nous allons donc sélectionner les buffers canton par canton et les assembler. Comme l'opération sera ici manuelle, nous allons utiliser la sélection par polygone qui est plus rapide que la sélection SQL. Nous avons vu plus haut que cette sélection pose des problèmes aux limites des polygones. Nous traiterons donc les problèmes des limites en fin d'assemblage.

4.4.2.1 Première phase : assemblage cantonal direct

Les étapes de cette phase sont, pour chaque canton :

- Utilisation de la « sélection par polygone » sur un objet de la table « Canton » : les buffers du canton sont sélectionnés.
- Assemblage des buffers : ne pas oublier de cocher la case « aucune données » afin de ne pas calculer les attributs de l'objet résultant de l'assemblage et donc d'accélérer le traitement. L'assemblage ne passe pas sur certains cantons. On passe alors au canton suivant et les cantons à problème seront traités ensuite.
- Ajout de la sélection à la table « Tache_50m_brute ».

- Suppression de la sélection (touche « Suppr » du clavier) : les buffers d'origine ainsi que le résultat de l'assemblage sont supprimés de la table « Buffer_bati_50m ».
- Sauvegarde des deux tables.

Au fur et à mesure de l'avancement des assemblages, on voit donc la table « Tache_50m_brute » se remplir des assemblages cantonaux et la table « Buffer_bati_50m » se vider des buffers déjà utilisés.

À la fin de cette phase, il ne reste donc, éventuellement, dans la table « Buffer_bati_50m » que les buffers des cantons sur lequel l'assemblage n'a pas fonctionné ainsi que quelques buffers aux limites des cantons (leur présence est due à l'utilisation de la sélection par polygone en lieu et place d'une requête SQL).

4.4.2.2 Seconde phase : assemblage des cantons à problème

Comme l'assemblage des cantons restant ne passe pas directement, l'opérateur va devoir effectuer manuellement une sélection à l'intérieur de ces cantons.

Pour chaque canton restant :

- Sélection d'une partie des buffers de la table « Buffer_bati_50m ».
- Assemblage de ces buffers : si l'assemblage ne passe encore pas, sélectionner un ensemble plus petit de buffers et recommencer l'assemblage jusqu'à ce qu'il fonctionne.
- Ajout de la sélection à la table « Tache_50m_brute ».
- Suppression de la sélection (touche « Suppr ») de la table « Buffer_bati_50m » afin que les buffers déjà assemblés ne soient plus présents.
- Sélection d'un autre sous ensemble de buffers du canton.
- ... jusqu'à ce que l'ensemble du canton soit traité.
- Rendre modifiable la table « Tache_50m_brute ».
- Sélection manuelle des résultats des assemblages de ce canton.
- Assemblage des « sous-assemblages ».
- Rendre la table « Buffer_bati_50m » modifiable.
- Sauvegarde des deux tables.

À la fin de cette étape, la table « Buffer_bati_50m » est presque vide à part éventuellement quelques buffers aux limites des cantons. Afin de les prendre en compte dans le résultat final, réaliser une sélection de tous les objets de cette table puis ajouter la sélection à la table « Tache_50m_brute » et supprimer la sélection de la table « Buffer_bati_50m » qui doit être vide après cette opération.

La table « Tache_50m_brute » est composée d'un objet par canton, objet résultant d'un assemblage direct des buffers d'origine ou de l'assemblage manuel de ceux-ci, ainsi que des buffers n'ayant pas été pris par les différentes sélections et qui sont positionnés aux limites des cantons.

Il reste à assembler cette table pour obtenir un objet départemental.

4.4.2.3 Assemblage départemental

L'assemblage direct des objets de la table « Tache_50m_brute » pose encore souvent problème, l'objet résultant étant complexe et dépassant très souvent les limites du logiciel.

Comme les assemblages restant à réaliser le sont aux limites des cantons, que ce soient des objets cantonaux ou des objets résiduels, nous allons uniquement sélectionner les objets touchant ces limites pour les assembler. Pour ce faire, et être certain de ne pas oublier d'objets à assembler, nous utiliserons la table « Buffer_Limites_cantons » et non directement une table de limites cantonales.

Les opérations à réaliser sont donc :

- Rendre la table « Tache_50m_brute » modifiable.
- Sélection de l'ensemble des objets de cette table.
- Désagrégation de la sélection.
- Réalisation d'une sélection SQL :
« Select Tache_50m_brute.obj from Tache_50m_brute, Buffer_limites_cantons Where Tache_50m_brute.obj Intersects Buffer_limites_cantons.obj Into Selection »
- Assemblage de la sélection.
- Désagrégation de la sélection.
- Sauvegarde de la table.

Et nous obtenons enfin une table comprenant un assemblage départemental des buffers de 50 m des bâtiments du département. Sauvegarde de cette table sous « Dilatation_50m ».

Il reste ensuite à réaliser une érosion de la table « Tache_50_brute », la désagréger et éventuellement à supprimer les trous et objets dont la surface est inférieure à 1 ou 2 hectares. Sauvegarde de cette table sous « Érosion_50m ».

4.4.3 Conclusions sur les méthodes « manuelles » examinées

Aucune des méthodes manuelles automatisables ne fonctionne réellement bien, en particulier dès que la zone d'étude comporte une agglomération importante.

La dernière méthode décrite, « semi-manuelle », donne de bons résultats en général. À titre d'exemple, la tache urbaine du département des Pyrénées Atlantiques a été réalisée en un peu moins d'une journée, trois ou quatre cantons ayant du être traités à la main.

Malheureusement, cette méthode devient beaucoup moins optimale sur des départements plus urbanisés. À titre d'exemple, la moitié des cantons de la Gironde ont du être traités à la main ce qui rend la méthode à peine plus efficace qu'une méthode complètement manuelle.

On peut malgré tout retenir cette méthode pour les « petits » départements mais une autre voie a due être explorée... l'automatisation totale via le développement d'une petite application.

4.5 Méthode automatique

Le développement réalisé s'appuie sur les expériences réalisées afin de trouver une méthode manuelle. Il en reprend les grands principes et en particulier sur le fait que l'assemblage des buffers est impossible sur l'ensemble du département.

L'emprise des données est donc découpée suivant une grille régulière. Des tests ont été réalisés avec plusieurs tailles de grilles pour trouver la maille optimale afin de :

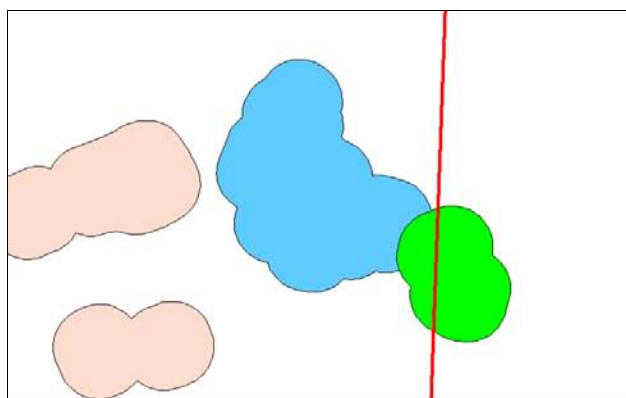
- permettre le plus possible un assemblage direct à l'intérieur des mailles d'une grille,
- limiter le nombre de mailles afin de limiter le nombre de sélections SQL à réaliser ainsi que le nombre d'assemblage inter maille final et donc la durée de traitement.

De ces tests il ressort qu'une constituée de maille de 3 km est le meilleur compromis. Avec une maille de 3 km de côté, l'assemblage des buffers ne passe pas dans 5 ou 6 mailles sur le département de la Gironde et sur une seule sur le département de la Haute Garonne.

Pour ces cas, une gestion d'erreur a été mise en place. Elle consiste, lorsque l'erreur d'assemblage est détectée, à générer, à partir des contours de la maille qui pose problème, des mailles plus petites et imbriquées d'une surface équivalente à 30 % puis 50 % puis 75 % de celle de la maille d'origine (par génération de buffers négatifs), à assembler les objets à l'intérieur du plus petit buffer puis du moyen puis du plus grand et enfin dans la maille initiale.

Il avait également été prévu de mettre en place une gestion d'erreurs lors de l'assemblage aux frontières mais les tests réalisés sur le département de la Gironde et sur celui de la Haute Garonne ont montré que cet assemblage ne posait pas de problème, bien que certains objets sur Bordeaux ou Toulouse atteignent les 150 000 segments... la gestion de ces erreurs n'est donc pas mise en place pour le moment.

Par contre, il arrive que l'assemblage aux frontières laisse quelques objets non assemblés. Cela arrive lorsqu'un objet d'une maille de la grille intersecte un objet de la maille voisine mais que ce dernier ne touche pas la frontière. Dans l'illustration ci-dessous, l'objet en bleu est issu de l'assemblage de la maille de gauche, l'objet en vert de celle de droite or la frontière de la maille (en rouge) intersecte seulement un des deux objets et ils ne seront donc pas assemblés.



Pour pallier ce problème, nous réalisons l'assemblage aux frontières à l'aide de buffers, dont la largeur est la largeur utilisée pour les buffers sur les bâtiments, sur les limites des mailles.

Dans le listing des opérations ci-dessous, pour des raisons de lisibilité, nous avons fixé la taille des mailles à 3 km, le rayon des buffers à 50 m et l'UMC à 1 ha mais ces trois valeurs

restent à la discrétion de l'utilisateur et sont modifiables à l'exécution. De même le nom de la table qui contient les objets participants à la tâche urbaine est nommée « Batiments » mais n'importe quelle table MapInfo contenant des objets surfaciques peut être ouverte.

Enfin, la génération des buffers initiaux posant problème sur le département de la Haute Garonne, nous n'effectuons pas une génération sur l'ensemble de la table en une seule fois mais une génération itérative avec sauvegarde de la table tout les 50 000 objets.

Les opérations réalisées sont donc :

- **initialisation du contexte :**
 - ouverture de la table « Batiments » du département,
 - génération de buffers de 50 m autour des bâtiments (lissage 3 segments par cercles, un tampon par objet, mode de calcul cartésien),
 - sauvegarde de la sélection dans une table « Buffer_50m »,
 - fermeture sans sauvegarde de la table « Batiments »,
 - ouverture de la table « Buffer_50m »,
 - suppression des attributs de la table « Buffer_50m » sauf l'attribut « hauteur »,
 - génération d'une grille de polygones de 3 km de coté dans une table « Grille_3km » avec un attribut « Description » entier,
 - modification de la valeur de l'attribut « Description » par comptage du nombre d'objets de la table « Buffer_50m » situés « à l'intérieur » de chaque objet de la table « Grille_3km »,
 - suppression des objets de la table « Grille_3km » dont l'attribut « Description » est inférieur à 1 (pour enlever les mailles qui ne contiennent aucun buffer, et donc où la sélection échouerait),
 - compactage de la table « Grille_3km »,
 - sauvegarde de cette table,
 - sélection des objets de cette table,
 - transformation des polygones en polygones,
 - génération de buffers de 50 m sur la sélection,
 - enregistrement de la sélection dans une table « Grille_3km_lignes »,
 - fermeture de la table « Grille_3km » sans sauvegarde,
 - ouverture des tables « Grille_3km » et « Grille_3km_lignes »,
 - création et ouverture d'une table « Dilatation_50m » s'appuyant sur la structure de la table « Buffer_50m »,
- **réalisation de l'assemblage à l'intérieur des mailles :**
 - réalisation d'une boucle pour i allant de 1 jusqu'au nombre de lignes de la table « Grille_3km » :
 - sélection SQL :
« Select Buffer_50m.obj From Buffer_50m, Grille_3km
Where Buffer_50m.obj Within Grille_3km.obj
And Grille_3km.Description = i »
 - assemblage de la sélection,
 - si l'assemblage échoue faire un assemblage en quatre fois (voir plus bas),
 - ajout de la sélection dans la table « Dilatation_50m »,

- fin de la boucle
- sélection de tous les objets de la table « Dilatation_50m »,
- désagrégation de la sélection,
- sauvegarde de la table « Dilatation_50m »,
- **réalisation de l'assemblage inter-maïlles :**
- réalisation d'une boucle pour i allant de 1 jusqu'au nombre de lignes de la table « Grille_3km_lignes » :
 - sélection SQL :


```
« Select Dilatation_50m.obj from Dilatation_50m, Grille_3km_lignes
      Where Dilatation_50m.Obj Intersects Grille_3km_lignes.Obj
      And Grille_3km_lignes.Description = i »
```
 - assemblage de la sélection,
 - désagrégation de la sélection,
- fin de la boucle
- enregistrement de la table « Dilatation_50m »
- **réalisation de l'érosion**
- sélection de tous les objets de la table « Dilatation_50m »
- génération de buffers de -50 m à l'intérieur des objets (lissage 3 segments par cercles, un tampon par objet, mode de calcul cartésien)
- désagrégation de la sélection,
- enregistrement de la sélection dans une table « Erosion_50m »
- **éventuelle suppression des objets et trous dont la surface est inférieure à l'UMC**
- sélection des objets de la table « Erosion_50m »
- réalisation d'une « fusion/simplification » sur la sélection,
- enregistrement de la sélection sous une table « Tache_50m_1ha »
- **gestion des erreurs d'assemblage par assemblage en quatre fois :**
- sélection :


```
« Select Grille_3km.obj from Grille_3km Where Grille_3km.Description = i »
```
- création d'un objet « Mon_buffer » en réalisant un buffer de – (pas de la grille * 30 puis 20 puis 10) m depuis la sélection,
- sélection SQL :


```
« Select Buffer_50m.obj From Buffer_50m, Grille_3km
      Where Buffer_50m.obj Within Mon_buffer »
```
- assemblage de la sélection,
- sélection SQL :


```
« Select Buffer_50m.obj From Buffer_50m, Grille_3km
      Where Buffer_50m.obj Within Grille_3km.obj
```

And Grille_3km.Description = i »

- assemblage de la sélection,
- insertion de la sélection dans la table « Dilatation_50m »,
- fin de la gestion des erreurs d'assemblage.

4.6 Utilisation de tous les objets de la BD TOPO pour générer l'enveloppe de la tache urbaine

4.6.1 Tous les objets dès le départ

L'outil décrit au paragraphe précédent permet de définir automatiquement l'enveloppe d'une tache urbaine départementale à partir des bâtiments de la BD TOPO.

Nous avons vu dans la première partie de l'étude que d'autres objets devaient être pris en compte, les zones d'activités et les voies de communication entre autres. Nous avons donc modifié l'outil pour qu'il ouvre toutes les tables utiles et les concatène en une seule avant de commencer les traitements.

À ce stade, de nouveaux problèmes sont apparus et l'assemblage suivant les mailles est devenu beaucoup plus problématique dans les zones urbaines importantes.

Le nombre d'objets a également augmenté de manière significative. À titre d'exemple, il y a plus de 170 000 tronçons routiers et ferrés sur la Gironde. De plus, en zone urbaine, les buffers des tronçons routiers se superposent fortement entre eux et avec ceux des autres objets. Cette première remarque nous a fait penser à séparer les traitements initiaux en deux. Nous allons donc traiter les tronçons routiers et ferrés à part.

Cette séparation réalisée, le programme fonctionne bien sur l'ensemble des autres objets retenus. Reste donc à traiter le cas des tronçons de voies de communication.

4.6.2 Premières remarques sur la gestion des tronçons

L'assemblage des buffers des tronçons seuls pose souvent problème, même en limitant l'assemblage avec le même système de maille comme on le fait pour les autres objets.

En examinant à la main les zones où l'assemblage ne passait pas, il s'est avéré que certains buffers posaient problème. Visiblement, MapInfo génère parfois des buffers non fermés à partir d'objets linéaires... il faut donc avant assemblage vérifier la fermeture des objets par un nettoyage fusionnant les nœuds proches.

Même avec cette précaution supplémentaire, l'assemblage ne passe pas toujours. Et nous avons donc exploré d'autres voies.

4.6.3 Assemblage des tronçons avant « bufferisation »

Il y a une différence structurelle entre les objets de type « bâtiments » et les tronçons de voies de communication. Les premiers sont disjoints alors que les seconds ne le sont pas. De cette remarque est venue l'idée d'assembler les tronçons maille par maille avant de générer leurs buffers.

L'assemblage est très rapide, la génération des buffers passe sans problème.

Nous nous retrouvons donc avec des buffers construits sur les tronçons maille par maille et nous insérons ce résultat dans la table des buffers assemblés maille par maille à partir des autres objets retenus, avant l'assemblage aux frontières. Un assemblage maille par maille est alors réalisé à nouveau, sans que cela ne pose de difficulté, puis l'ensemble est assemblé aux frontières des mailles.

La réalisation de ces opérations sur le département de la Gironde s'est effectué en une grosse demi journée sans erreur.

Malheureusement, l'érosion, qui n'avait pas posé de problème jusque là, ne passe plus. En effet, alors que nous avions plusieurs objets à éroder auparavant, l'inclusion des voies de communication fait que nous nous retrouvons avec un énorme objet départemental qui dépasse les capacités de MapInfo lors de l'érosion. De plus, l'érosion des parties de cet objet correspondant en zone rurale à des tronçons génère des micro objets multiples qui posent problème également.

4.6.4 Sélection des tronçons « utiles »

Quand on regarde de près l'apport des tronçons de communication dans l'enveloppe de la tache urbaine, on se rend compte que l'on a en gros trois configurations :

- en zone urbaine dense, les buffers des tronçons sont majoritairement inclus dans l'assemblage des buffers des autres objets. Ces tronçons n'apportent rien et nous pouvons les éliminer pour alléger les traitements,
- en zone rurale ou péri-urbaine, les tronçons sont souvent isolés et le résultat d'une dilatation-érosion de ces tronçons n'a pour résultat que de petites scories dues soit au erreurs d'arrondis des calculs soit aux calculs dans les virages. Ces tronçons n'apportent donc rien au résultat final, voire génère des scories inutiles et nous pouvons donc les éliminer pour alléger les traitements,
- à proximité du résultat de l'assemblage des buffers des autres objets, les buffers des tronçons viennent boucher des « trous » ou relier des zones qui seraient disjointes autrement. Ces tronçons, touchant l'assemblage des buffers des autres objets, sont donc intéressants et sont donc les seuls qu'il faille retenir.

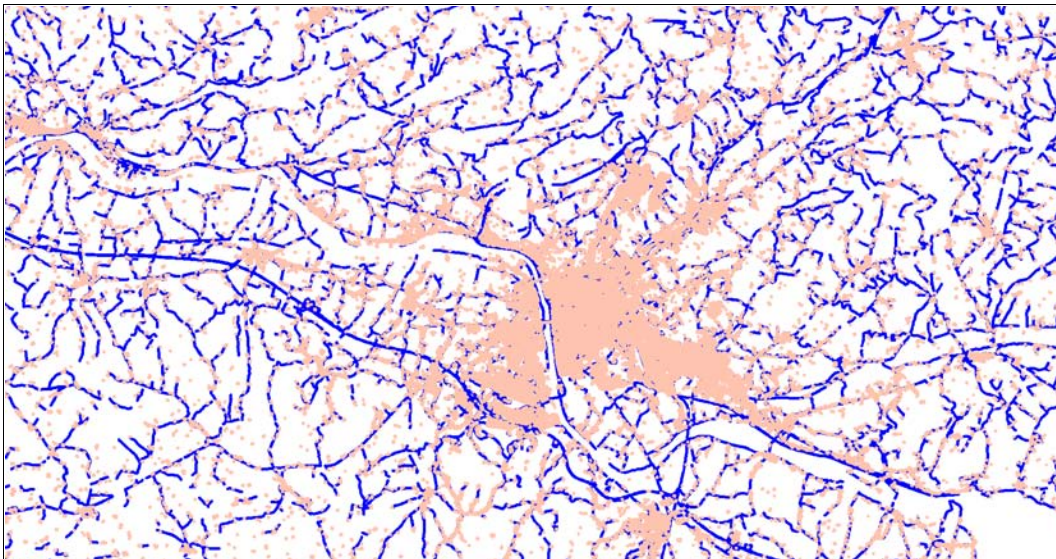
Nous avons donc modifié le programme pour qu'il génère la dilatation assemblée des buffers des autres objets sur l'ensemble de la zone de travail avant de commencer à traiter les tronçons.

Nous générons ensuite les buffers des tronçons et réalisons une requête pour ne conserver que ceux qui intersectent la dilatation des autres objets sans y être totalement inclus. Cette sélection est très très longue et prend de l'ordre d'une semaine (quand elle arrive à passer) sur le département de la Gironde. Il reste un peu moins de 22 000 buffers sur les plus de 170 000 au départ. Cette opération est malgré tout exagérément longue et ne réussit que très rarement.

Pour tenter de fiabiliser et d'accélérer les traitements, nous transformons les polygones issus de la dilatation (des objets autres que voies de communication) en polygones. Nous réalisons ensuite une sélection pour ne garder que les buffers de voies de communication intersectant ces polygones. Nous avons pu valider que cette sélection est beaucoup plus rapide que la précédente et demande de l'ordre de deux heures sur un département comme celui des Landes par exemple.

Si cette sélection est impérative pour que l'ensemble de la chaîne de production de l'enveloppe de la tache urbaine aboutisse, elle ne passe pas ou beaucoup trop rarement pour qu'on puisse considérer que la méthode est répétable. De plus, si la sélection des buffers des voies de communication touchant la dilatation des autres objets est « simple » conceptuellement, elle n'est pas toujours complètement optimale, par exemple parce que

certains buffers structurant étant écartés parce que ne touchant pas la dilatation. D'autre part, les tronçons retenus avec cette méthode sont encore beaucoup trop nombreux en zone rurale (voir illustration ci-dessous) et l'érosion de l'ensemble reste très problématique.



Nous allons cependant continuer à dérouler la méthode comme si nous avions trouvé un moyen « intelligent » de choisir les buffers de voies de communication à conserver et une solution technique fiable pour le faire.

Reste ensuite à assembler les buffers des voies sélectionnés avec la dilatation des autres objets.

4.6.5 Assemblage total

L'assemblage direct de l'ensemble constitué de la sélection des buffers de voies de communication et de la dilatation issue des autres objets ne passe pas.

Nous avons donc ensuite tenté d'assembler avec la dilatation des autres objets les buffers des voies un à un. L'assemblage se fait doucement... très doucement... et nous avons arrêté les calculs au bout de 5 jours alors qu'environ seulement 2 700 buffers (sur les plus de 20 000 retenus) avaient été assemblés avec la dilatation des autres objets. Cette manière d'assembler n'est donc pas satisfaisante non plus.

Nous avons ensuite tenté un assemblage maille par maille de ces buffers de voies avec les assemblages par maille des buffers des autres objets avant un nouvel assemblage aux frontières des mailles de ces assemblages. Ces opérations ne sont plus aussi complexes et aboutissent sur de petites zones test mais passent beaucoup plus difficilement sur de grandes zones, un département par exemple.

Enfin, l'érosion de la table « Dilatation » ainsi constituée reste très problématique, d'une part à cause de la complexité des objets à éroder mais également à cause de la génération de micro objets dus à l'érosion autour des voies de communication isolées, en particulier en zone rurale.

Au final, les opérations réalisées pour générer l'enveloppe de la tache urbaine sont donc :

- ouverture des tables BATIMENTS, AIRE_TRIAGE, RESERVOIR, CIMETIERE, CONSTRUCTION_SURFACIQUE, TERRAIN_SPORT, PISTE_AERODROME, POSTE_TRANSFORMATION, SURFACE_ACTIVITE, SURFACE_ROUTE
- fusion de ces tables dans une table « Objets_Tache »
- ouverture des tables TRONCONS_ROUTE, TRONCONS_VOIE_FERRE
- fusions de ces tables dans une table « Voies_Com »
- génération des buffers autour de tous les objets
- création de la grille
- suppression des mailles vides
- fusion des « Buffers_Objets_Tache » maille par maille avec reprise d'erreurs, sauvegarde de ce résultat dans une table « Assemblage_Mailles »
- fusion inter maille de ces objets et sauvegarde dans la table « Dilatation »
- transformation des polygones de la table Dilatation en polylignes
- sélection des buffers des voies intersectant ces polylignes
- insertion de ces objets dans la table « Assemblage_Mailles »
- renommage de « Assemblage_Mailles » en « Dilatation »
- fusion maille par maille de la table « Dilatation »
- fusion inter maille de la table « Dilatation »
- génération de buffers négatifs sur les objets de la table « Dilatation » et sauvegarde dans la table « Érosion »

On le voit, si la prise en compte des voies de communication de manière automatique est très problématique, surtout sur de grandes zones et en particulier en zone rurale. Aucune solution n'a pour l'instant été trouvée pour ne conserver que les voies structurantes dans les traitements et les voies explorées, outre les problèmes techniques qu'elles posent, ne permettent pas d'être certain d'avoir gardé toutes les voies de communication structurantes et en gardent beaucoup trop qui ne le sont pas.

5. Conclusions – questions ouvertes

Dans la première partie de l'étude, nous avons vu quels objets issus de la BD TOPO devaient être pris en compte pour la détermination de l'enveloppe de la tache urbaine et qu'ils devaient l'être avec un critère unique de détection de proximité et d'assemblage, 50 m en l'occurrence.

Partant de cette liste d'objets et de leurs caractéristiques, une nomenclature à deux niveaux a été définie pour un MOS urbain. Cinq postes de premier niveau et 20 de second niveau la composent.

Un mode de détermination de zones homogènes s'appuyant sur cette nomenclature a été exploré et illustré sur une zone urbaine pour l'exemple. Malgré tout, même si cette méthode est stable, il reste quelques questions en suspend, en particulier l'ordre dans lesquels les postes liés au bâti doivent être traités. En effet, le découpage de l'enveloppe de la tache urbaine, et donc la détermination des zones correspondant aux différents postes de la nomenclature, dépend de l'ordre dans les quels les postes sont pris en compte. Mais, au delà de cet ordre, la méthode de détermination des zones homogènes peut être mise en cause et d'autres voies pourraient être explorées, l'approche par la densité par exemple.

Au delà de ces questions, nous n'avons pas approché la détermination du mitage en zone péri urbaine ou rurale et ce phénomène mériterait d'être étudié pour trouver une méthode s'appuyant sur les objets de la BD TOPO permettant de le mettre en avant.

La seconde partie de cette étude a démontré qu'il n'était pas possible de définir une méthode manuelle automatisable de constitution de l'enveloppe de la tache urbaine.

Si le développement d'un utilitaire en Map Basic a été réalisé, il n'en reste pas moins que nous sommes très près des limites de MapInfo (mais d'autres logiciels SIG bureautiques également) voire parfois au delà lorsque nous travaillons sur des départements « chargés » comprenant de grosses agglomérations. Durant les tests, une machine haut de gamme a été utilisée (quadri processeur opteron, 4 Go de RAM, ...). Les temps de traitements sur un département comme la Gironde ou la Haute Garonne ne dépassent pas une journée (hors voies de communication), bien que MapInfo n'utilise qu'un seul processeur. Malgré tout, il arrive que les traitements n'aboutissent pas. Il est même arrivé trois fois que des traitements sur de gros volumes de données « cassent » MapInfo au point qu'il faille **une réinstallation système** pour que MapInfo fonctionne à nouveau... Ainsi, même en découpant les opérations d'assemblage pour que les calculs intermédiaires rentrent dans les capacités des outils, la multitude d'opérations à réaliser reste un problème qui demandera sans doute une optimisation du développement réalisé.

Par ailleurs, l'expérimentation conduite ne nous a pas encore permis de trouver une solution pour traiter les voies de communication. Outre l'aspect conceptuel encore à explorer, il conviendrait de tester d'autres outils SIG sur ce type de problématique. On le voit, cette étude résulte d'un besoin simple : étudier l'emprise de l'urbanisation à grande échelle de manière homogène sur un vaste territoire.

Cette formulation simple évoque immédiatement deux questions sous-jacentes auxquelles cette étude répond partiellement, et qui sont : comment déterminer l'enveloppe sur un vaste territoire ? et : Quelle nomenclature adopter à partir des objets de la BD TOPO ?

Mais explorer ces questions amène à s'en poser d'autres (mitage, approche par la densité...) qui pourraient donner lieu à une prolongement d'exploration de ce vaste sujet. Et on l'a également vu, pour répondre à ces questions et produire ces données sur un grand territoire, une méthode ne suffit pas et le développement d'un outil simple mais robuste semble indispensable.

Bibliographie

- Ajouc C, *Rapport de stage des différentes expériences menées en France sur la notion de MOS (mode d'occupation des sols)*. Agence d'urbanisme de l'aire avignonnaise ; 2007
- Blassenac C., Di Salvo M. *Comité de suivi tache urbaine. Analyse des résultats du questionnaire aux DRE, DDE et CETE*. Lyon : CERTU ; 2006
- Cuniberti E, Di Salvo M, Frandon C, Giraud E. *Les bases de données géographiques d'occupation du sol : volet tache urbaine*. Lyon : CERTU ; 2005
- Demeules V, Gondeaux P, Robin FX, Vigné P. *Méthodes pour réaliser un historique du bâti*. Lyon : CERTU ; 2007
- Deprêt Y. *Utilisation de la télédétection pour la mesure de la « tache urbaine » en Basse-Normandie*. Rouen : CETE Normandie-Centre ; 2004
- Di Salvo M, Gadais M, Roche-Woillez G. *Y a-t-il des phénomènes de densification ou de dédensification ? Approche de la question et proposition d'indicateurs*. Lyon : CERTU ; 2005 (Programme ACTEUR)
- Di Salvo M. *Caractérisation des espaces artificialisés de Corine Land Cover® à l'aide des bâtiments de la BD TOPO®*. In « Signature ». Lyon : CERTU ; 2007, n° 36
- Di Salvo M. *Quelle est la consommation d'espace par les transports et par l'urbanisation ? Rapport de synthèse et d'expérimentation*. Lyon : CERTU ; 2007
- Guérois M. *Les formes des villes européennes vue du ciel. Une contribution de l'image Corine Land Cover à la comparaison morphologique des grandes villes d'Europe occidentale*. Th D Géographie, Paris 1 ; 2003
- Metzger P. *Densification et extensions urbaines*. In « Études foncières ». 2003, n° 105

© ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire
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.

Téléchargement : juin 2008

ISSN : 1263-2570

ISRN : Certu/RE--08-25--FR

Certu

9, rue Juliette-Récamier

69456 Lyon cedex 06

☎ (+33) (0) 4 72 74 59 59

Internet www.certu.fr

Rue Pierre Ramond
Caupian
BP C
33165
Saint-Médard-en-Jalles
Cedex
Téléphone :
05 56 70 66 33
télécopie :
05 56 70 67 33

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

Arche Sud
92055
La Défense cedex
téléphone :
01 40 81 21 22
télécopie :
01 40 81 94 49
www.logement.equipement.gouv.fr

Certu

*Service technique placé sous l'autorité
du ministère chargé de l'Écologie, de l'Énergie,
du Développement durable et de l'Aménagement du territoire,
le Certu (centre d'Études sur les réseaux, les transports,
l'urbanisme et les constructions publiques)
a pour mission de contribuer au développement
des connaissances et des savoir-faire et à leur diffusion
dans tous les domaines liés aux questions urbaines.
Partenaire des collectivités locales
et des professionnels publics et privés,
il est le lieu de référence où se développent
les professionnalismes au service de la cité.*