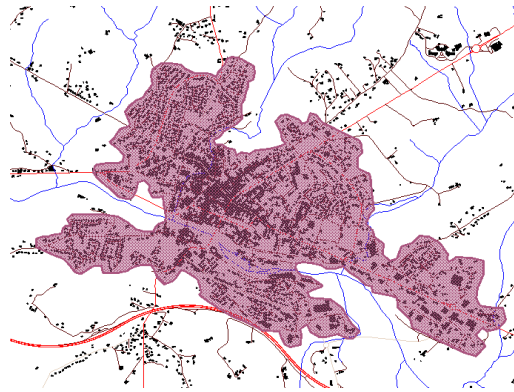


# DIRE QUE MA MAISON EST EN VILLE OU A LA CAMPAGNE CHANGE-T-IL SA GENERALISATION CARTOGRAPHIQUE ?



Limite de la zone urbaine d'Orthez, à main levée.

Stage réalisé par Camille Delahaye,

Encadré par Guillaume TOUYA,  
Master 2 « Géomatique, Géomarketing et Multimédia »,  
Février – Juillet 2010,  
COGIT (IGN), 2 avenue Pasteur, 94160 Saint Mandé

Mots clés: SIG, analyse spatiale, généralisation, sensibilité, statistiques, zones urbaines.

Résumé:

Ce stage s'inscrit dans le cadre de l'automatisation de la généralisation, dont l'objectif est de simplifier des données géographiques afin de les cartographier de manière lisible à plus petite échelle.

Le but est d'étudier la sensibilité des processus de généralisation à la manière de délimiter les zones urbaines. Tout d'abord il est nécessaire de délimiter une zone urbaine, différentes méthodes sont utilisées. Ensuite un test de sensibilité va être effectué sur les résultats obtenus afin d'analyser les effets de bords.

La création d'une interface graphique, la réalisation d'analyses multiples et la manipulation de processus de généralisation ont offerts divers résultats.

Keywords: GIS, spatial analysis, cartographic generalisation, sensibility, statistics, urban areas.

Abstract:

This internship falls under the domain of automated generalisation as a means of improving map reading.

The objective is to study the different generalisation methods of urban zones limits. It is necessary to mark off an urban area, different methods are used. Then a sensibility test is produced from the results, to analyse the limits.

The creation of a graphic user interface, realisation of multiple analysis and the manipulation of generalisation processes provides various results.

## Sommaire

Remerciements.....	4
Introduction.....	6
I-Hypothèses de travail.....	8
A-Données utilisées.....	8
B-Logiciels.....	9
C-Langage de programmation.....	9
II - Les méthodes de généralisation cartographique pour délimiter une zone urbaine.....	10
A-« Etat de l'art ».....	10
B-Méthodologie.....	10
C-Description des méthodes.....	11
Méthode « URBA » (zones tampons), [Boffet, 2001].	11
Méthode « Citiness » [Chaudhry, Mackaness, 2007].	13
Méthode par grille [Walter, 2008].	15
Méthode alternative, des cercles concentriques.	17
Méthode à main levée.....	20
III - Etude des limites.....	22
A-Comparaison à vue d'œil.....	22
B-Mesures et Statistiques.....	24
C-Analyse des statistiques obtenues.....	27
D-Analyse en composantes principales.....	31
IV - Test de sensibilité.....	34
A-Objectifs et méthodologie.....	34
B-Résultats.....	37
Conclusion :.....	38
Bibliographie :.....	39
Annexes :.....	40
Annexe 1 : L'interface graphique.....	40
Annexe 2 : Limite de la zone urbaine d'Hendaye.....	42
Annexe 3 : Paramètre des échantillons.....	43
Annexe 4 : Attributs.....	46
Annexe 5 : Extrait tableau de statistiques sur Urrugne.....	47
Annexe 6 : Graphique de l'ACP.....	48
Annexe 7 : Gestion de projet.....	50

## Table des figures

Figure 1. Zone urbaine généralisée avec Agent [Trévisan et Gaffuri, 2004].....	6
Figure 2. Extrait de carte des Pyrénées-Atlantiques (Géoportail) .....	9
Figure 3. Schéma UML.....	10
Figure 4. Schéma d'un opérateur morphologique de fermeture .....	11
Figure 5. Limite de zone urbaine d'Orthez, méthode « URBA ».....	12
Figure 6. Equation de la « Citiness » pour un bâtiment « j » (a=aire, d=distance, i= le bâtiment le plus proche de j).....	13
Figure 7. Limite de zone urbaine d'Orthez, méthode « Citiness» .....	14
Figure 8. Limite de zone urbaine d'Orthez, méthode « Grille » .....	16
Figure 9. Schéma des bâtiments à l'intérieur du cercle.....	17
Figure 10. Limite de zone urbaine d'Orthez, méthode « Alternative » .....	19
Figure 11. Limite de zone urbaine d'Orthez, méthode « à main levée » .....	20
Figure 12. Limites de zone urbaine d'Orthez, méthode « à main levée » .....	21
Figure 13. Comparaison de limites de zone urbaine d'Orthez.....	23
Figure 14. Zone tampon de 250 mètres autour d'une limite de zone urbaine.....	25
Figure 15. Graphique de moyennes et médianes de la surface de l'unité urbaine d'Urrugne	27
Figure 16. Comparaison d'indices de compacité .....	30
Figure 17. Contour sur la zone urbaine d'Ascain .....	35
Figure 18. Zone urbaine généralisée avec Agent [Trévisan et Gaffuri, 2004].....	35
Figure 19. Zone rurale généralisée avec CartACom [Duchêne, 2004] .....	36
Figure 20. Contour et partition sur la zone urbaine d'Orthez.....	36

## Remerciements

Je remercie particulièrement Guillaume Touya qui m'a encadré tout au long du stage. Sa disponibilité, son partage de compétences ... m'ont permis de mener à bien ce travail de recherche.

Je remercie aussi les chercheurs, stagiaires du COGIT qui m'ont accueillie chaleureusement, qui m'ont fait découvrir le fonctionnement du laboratoire (présentation de thèses, journées de la recherche...).

Merci à Vincent Godard, aux professeurs, et aux étudiants du master « Géomatique, Géomarketing et Multimédia ».

## Introduction

Ce stage a été réalisé au laboratoire COGIT : *Conception Objet et Généralisation de l'Information Topographique* (créé en 1988). Le COGIT est l'un des quatre laboratoires de recherche de l'IGN (Institut Géographique National). Les problématiques liées à l'utilisation des données topographiques vectorielles y sont étudiées. Le laboratoire est actuellement dirigé par Anne Ruas.

Cette étude s'inscrit dans l'axe de recherche « Automatisation de la généralisation » du COGIT. La généralisation cartographique est un processus qui consiste à simplifier l'information contenue dans une base de données géographique pour répondre à un besoin donné. Des actions de sélection, schématisation, harmonisation ont lieu. L'automatisation permet la réalisation plus rapide d'une plus grande variété de cartes.

Le COGIT travaille depuis 1991 sur ce sujet et a développé plusieurs modèles de généralisation automatique dont un : Agent [Ruas, 1999], qui a été intégré au SIG Clarity™ de la société 1Spatial (Figure 1).

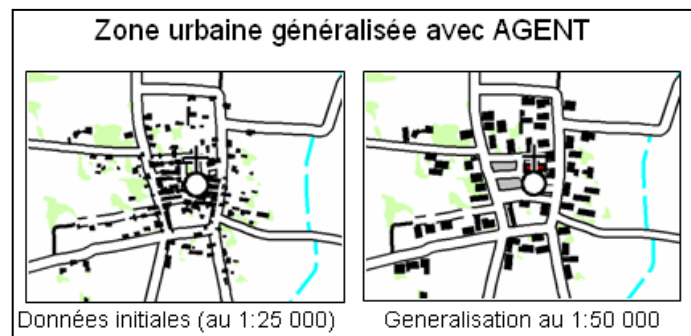


Figure 1. Zone urbaine généralisée avec Agent [Trévisan et Gaffuri, 2004]

Ce stage s'inscrit aussi dans le cadre de la thèse de Guillaume Touya : *Orchestration d'un processus multi-modèles de généralisation d'espaces géographiques hétérogènes* (Dirigée par Anne Ruas, Co-encadrée par Cécile Duchêne).

La thèse peut se résumer ainsi : Les modèles de généralisation existants s'appliquent sur des espaces précis (urbains, ruraux, montagne...). Le but de cette thèse est l'analyse de ces différents territoires, avec la mise en place d'un modèle de collaboration, afin de généraliser complètement des cartes topographiques au 1/50000 ou 1/750000.

La définition des limites de zones urbaines, rurales, de montagne...est assez floue. Il est nécessaire de bien étudier les effets de bords des espaces généralisés.

J'ai cherché à étudier les processus de généralisation en limite de zone urbaine, ce qui est le plus aisé. En effet il existe des méthodes de délimitation de zones urbaines dans la littérature. Aussi cet espace est assez facilement identifiable (homogénéité du bâti et densité de celui-ci).

Tout d'abord j'essaierai d'analyser différentes méthodes de délimitation de zones urbaines notamment à l'aide de recherches bibliographiques. La création d'une interface graphique me permettra de manipuler ces méthodes et de faire varier les différents paramètres pour chacune d'entre elles. Des limites de zones urbaines seront créées. Je les étudierai à vue d'œil. Puis des mesures sur ces limites seront conçues, sur lesquelles seront réalisées des statistiques. Aussi une nouvelle méthode d'analyse spatiale sera développée puis programmée. Ensuite un test de sensibilité sera mis en place. Le processus de généralisation CartACom (Cartographie avec des objets communicants) sera appliqué sur la zone rurale, et le processus Agent sur la zone urbaine. Ainsi nous pourrons répondre aux questions : Quel est l'impact d'une méthode de délimitation d'une zone urbaine sur une telle méthode de généralisation en deux zones (rural, urbain)? Quelle est la méthode de délimitation la plus adaptée à une telle méthode de généralisation?

Dans ce rapport, les hypothèses de travail seront présentées. Puis les méthodes d'analyse spatiale de limite de zones urbaines seront développées. Ensuite des études de limites seront proposées. Après, un test de sensibilité sera exposé. Enfin une conclusion résumera l'état des recherches.

## **I-Hypothèses de travail**

### A-Données utilisées

La BDTOPO ® (base de données topographique) de l'IGN a été utilisée. Elle contient une description des éléments du paysage sous forme de vecteurs de précision métrique. Les éléments qui ont été utilisés dans le cadre de ce stage sont principalement les bâtiments et les routes. L'habitat résidentiel est composé de petites géométries, non régulières, souvent alignées. Les bâtiments industriels et commerciaux possèdent une large taille, ils sont très souvent de forme rectangulaire.

Le territoire sur lequel les recherches ont été réalisées est le sud de la France, plus particulièrement les Pyrénées-Atlantiques (Figure 2). La projection cartographique est en Lambert 3. Quatre villes ont été sélectionnées pour réaliser l'étude : Ascain (environ 4 000 habitants), Urrugne (environ 8 000 habitants), Hendaye (environ 14 000 habitants) et Orthez (environ 11 000 habitants). Ces villes présentent des caractéristiques intéressantes, de plus leur petite taille ont permis de réaliser des traitements assez rapides.

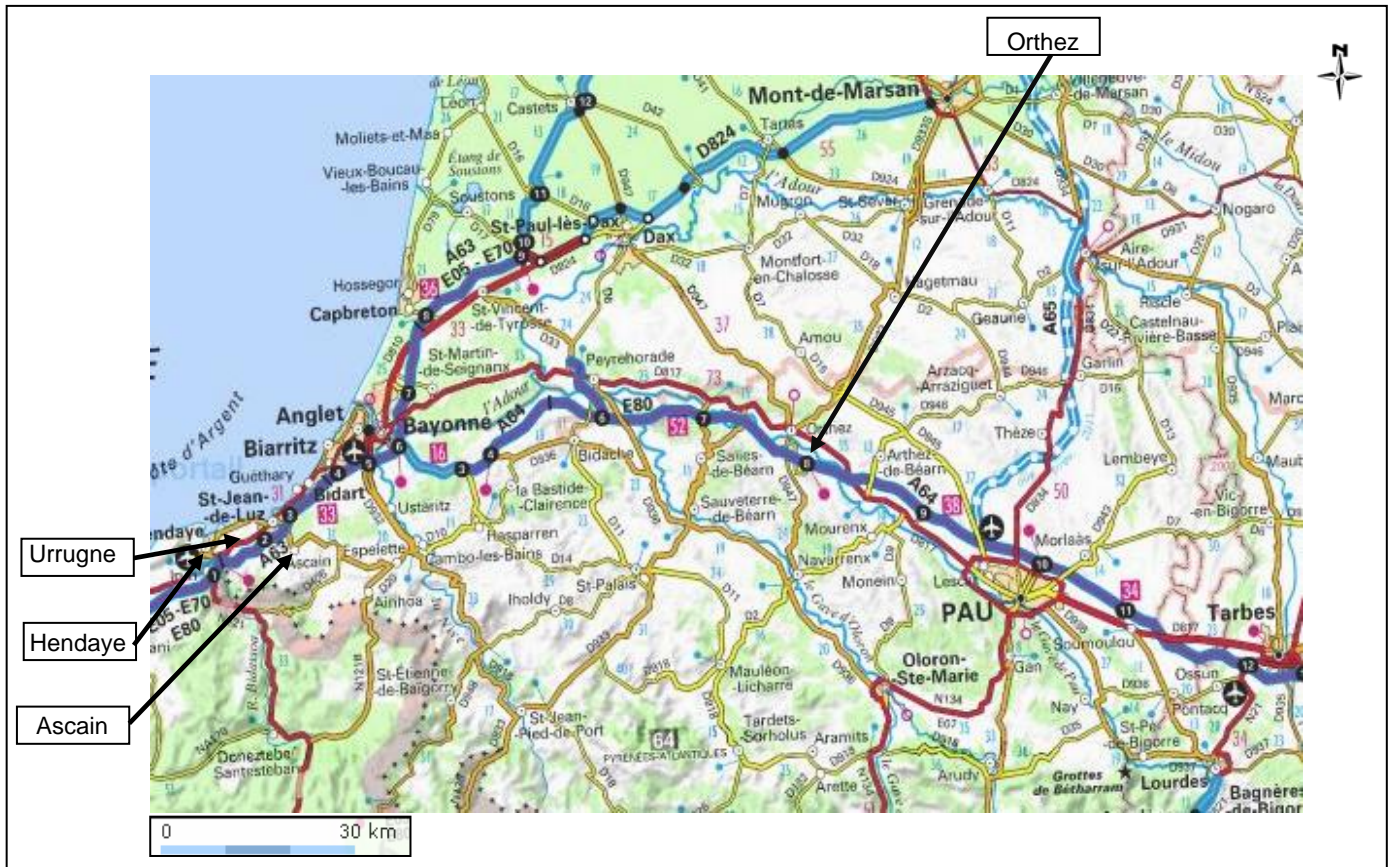


Figure 2. Extrait de carte des Pyrénées-Atlantiques (Géoportail)

## B-Logiciels

Le logiciel SIG qui a permis la réalisation des analyses dans le cadre du stage est Radius Clarity™ (1 Spatial), c'est un environnement de généralisation cartographique. Il est utilisé par l'action de recherche pour développer la généralisation automatique. Sur celui-ci est implémenté le processus de généralisation Agent.

## C-Langage de programmation

Trois langages de programmation peuvent être utilisés pour programmer sur Clarity : Lull, Java et C++. J'ai utilisé la programmation Java, et le logiciel Eclipse : environnement qui permet la programmation orientée objet. Ce langage est couramment utilisé au laboratoire COGIT. De plus la prise en main de ce langage est plus simple à appréhender.

## II - Les méthodes de généralisation cartographique pour délimiter une zone urbaine.

### A-« Etat de l'art »

Un travail de recherche de littérature en analyse spatiale et généralisation a eu lieu, dans le but de trouver différentes méthodes existantes pour délimiter une zone urbaine. Trois de celles-ci ont été sélectionnées : la méthode « URBA » issue de la thèse d'Anabelle Boffet, la méthode « Citiness » développée dans un article de Chaudhry et de Mackaness, la méthode par « Grille » décrite dans un article de Walter (Cf. Bibliographie). Aussi j'ai créé et développé une méthode alternative durant le stage. Ces méthodes proposent différents paramètres, il m'a semblé bon de les comparer.

### B-Méthodologie

Les quatre méthodes d'analyse spatiale peuvent être manipulées dans une interface graphique (Cf. Annexe 1) développée pendant le stage, sur le logiciel Clarity. Celle-ci permet de manipuler des données topographiques issues de la BD TOPO ®.

Pour comparer les limites, j'ai identifié les paramètres pouvant varier pour chacune d'elles, ils sont continus ou discrets. Pour chacun d'eux, des valeurs minimum et maximum ont été définies (à partir des informations dans les articles). Des échantillons de limites ont été créés : avec des variations régulières des paramètres entre le minimum et le maximum, et avec des valeurs tirées au hasard.

Pour chaque limite de zone urbaine est associé un jeu de paramètres. Des classes sont conçues dans Clarity<sup>TM</sup> : une superclasse (Limite\_ZU) qui englobe les quatre sous-classes (les différentes méthodes) (Figure 3).

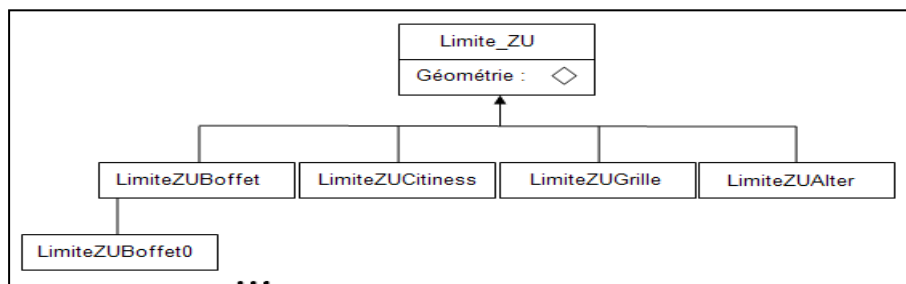


Figure 3. Schéma UML

La correspondance entre le nom de la classe et les paramètres choisis sont stockés dans un fichier Excel. (Cf. Annexe 3)

## C-Description des méthodes

### Méthode « URBA » (zones tampons), [Boffet, 2001].

A. Boffet développe une méthode d'analyse spatiale qui utilise les zones tampons. « La ville est un espace à forte densité de bâtiments, de forme assez compacte et de taille variable ». Les limites de zones urbaines doivent conserver les caractéristiques morphologiques et hiérarchiques des espaces urbains.

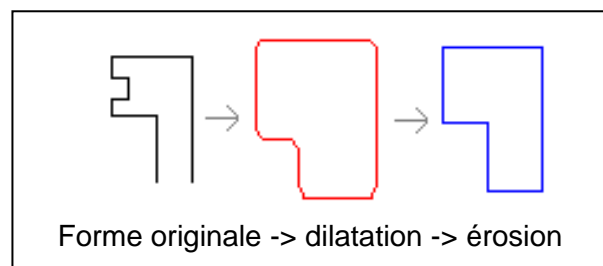
La méthode se base sur la proximité spatiale (distance au voisinage), la densité (surfaces minimum), la régularité (thème, taille, position des éléments), la complémentarité fonctionnelle des bâtiments, selon l'échelle d'analyse.

#### *Application :*

Autour de chaque bâtiment d'un territoire d'étude une zone tampon est créée. Sur l'interface l'utilisateur a le choix de faire varier la zone tampon de 5 en 5, de 10 à 50 mètres. Les zones tampons qui se juxtaposent ou se superposent sont agrégées, résultant la création d'une enveloppe.

Chaque enveloppe est analysée en fonction de sa taille. La surface à partir de laquelle on garde l'objet peut varier de 100 000 à 1 500 000 m<sup>2</sup>. Une classification des villes en fonction de leur taille est prévue, la taille minimum représente l'étendue d'un hameau ou d'un village. Ensuite une seconde dilatation sur les enveloppes les plus grandes (moyennes et grandes villes) est opérée. Les enveloppes connexes ou superposées sont agrégées aux enveloppes de grande taille dilatées (pour prendre en compte l'extension urbaine au delà des routes).

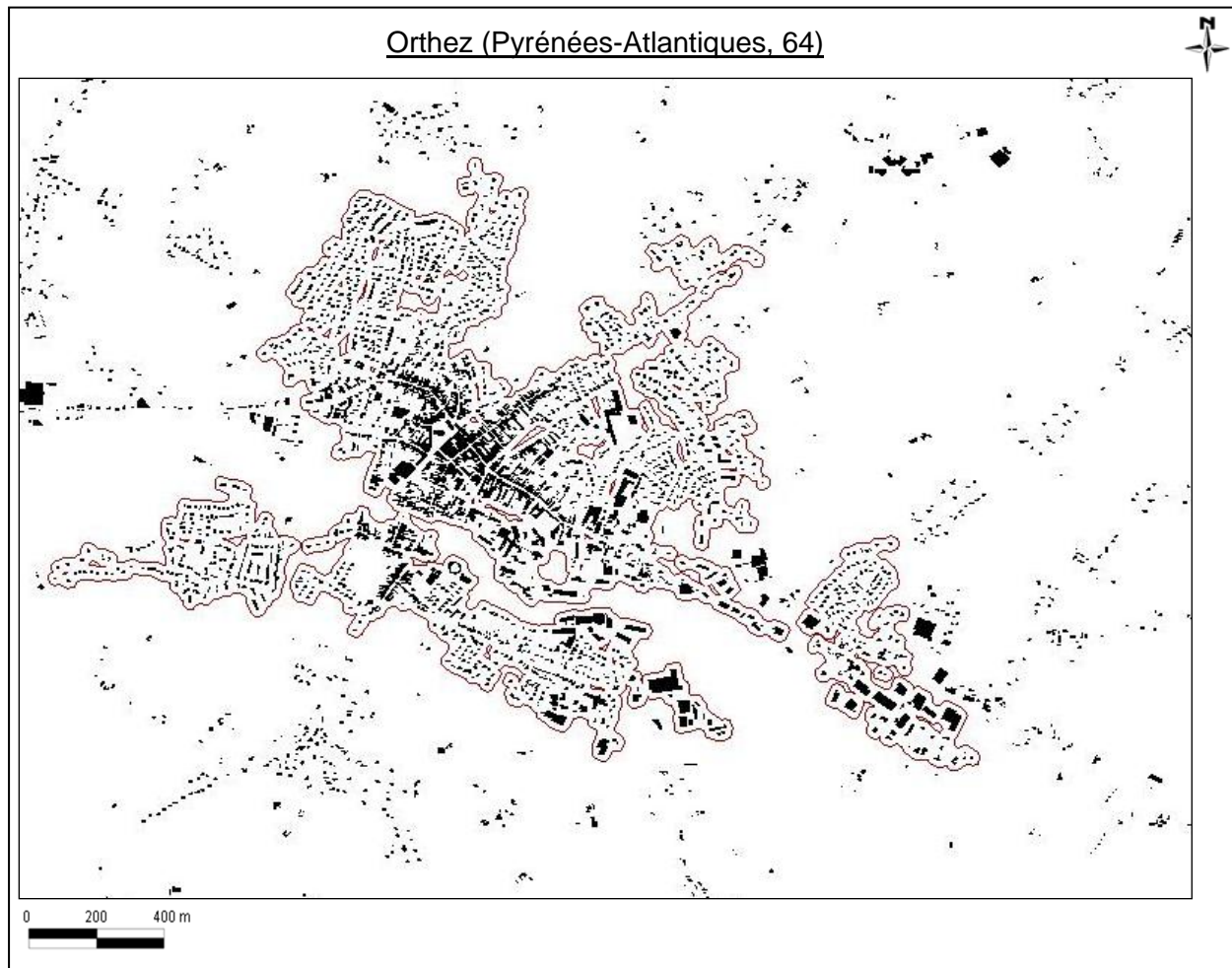
On applique un opérateur morphologique de fermeture à la forme obtenue : une zone tampon est créée à l'extérieur du polygone, puis une seconde à l'intérieur. Ainsi les petits trous et les indentations sont supprimés (Figure 4).



*Figure 4. Schéma d'un opérateur morphologique de fermeture*

Enfin les formes des unités regroupées sont simplifiées afin de les rendre plus compactes et plus simples géométriquement (réduction du nombre de points de la forme compactée). Le seuil de simplification peut être élevé, moyen ou faible. Celui-ci se base sur un algorithme [Douglas et Peuckeur, 1973]. Le polygone obtenu est plus ou moins géométrique selon la forme initiale.

*Exemple de limite:*



*Figure 5. Limite de zone urbaine d'Orthez, méthode « URBA »*

Valeur de la zone tampon : 25 mètres, Seuil de sélection pour obtenir une zone urbaine : 250 000 m<sup>2</sup>, Filtre de simplification de valeur basse.

La limite exclue les trous intérieurs: espaces verts, forêts, espaces urbanisés hors bâtiments... Elle est très proche de la forme des bâtiments.

Les méandres du gave de Pau apparaissent au centre. L'habitat dense est construit en bordure de rivière.

## Méthode « Citiness » [Chaudhry, Mackaness, 2007].

Cette méthode a été développée par O. Chaudhry et W. A. Mackaness. Elle s'appuie sur le calcul de la « Citiness », celle-ci définit le milieu urbain (Figure 6). Cette méthode comme la méthode « URBA » est basée sur une zone tampon autour de chaque bâtiment, cependant le rayon varie en fonction de la valeur de la « Citiness » obtenue. Pour un bâtiment  $j$ , si celui-ci est dans un quartier dense, la valeur de « Citiness » de  $j$  est élevée. Si  $j$  est dans un quartier périphérique, la valeur de « Citiness » de  $j$  est faible.

$$C_j = \frac{\sqrt{a_j} \sqrt{\sum_{i=1}^n a_i}}{\sum_{i=1}^n d_i^2}$$

Figure 6. Equation de la « Citiness » pour un bâtiment «  $j$  » ( $a$ =aire,  $d$ =distance,  $i$ = le bâtiment le plus proche de  $j$ )

### *Application :*

L'utilisateur choisit un nombre de plus proches voisins, la valeur par défaut est 50. Ce nombre peut varier entre 30 et 60 (pour obtenir une limite correcte).

Chaque bâtiment du territoire d'étude obtient une valeur de « Citiness », en utilisant les aires de deux bâtiments plus proches voisins et la distance entre ces bâtiments.

Une zone tampon est appliquée selon les valeurs de « Citiness » obtenues et le nombre de plus proches voisins choisi. Le facteur de proportionnalité de la zone tampon peut varier. Selon la constante du facteur de proportionnalité, la zone tampon peut s'appliquer et ne garder que les zones urbaines denses, les zones urbaines denses à espacées, les zones urbaines très espacées.

La surface à partir de laquelle l'objet est conservé peut varier de 100 000 m<sup>2</sup> à 1 000 000 m<sup>2</sup>.

Exemple de limite :

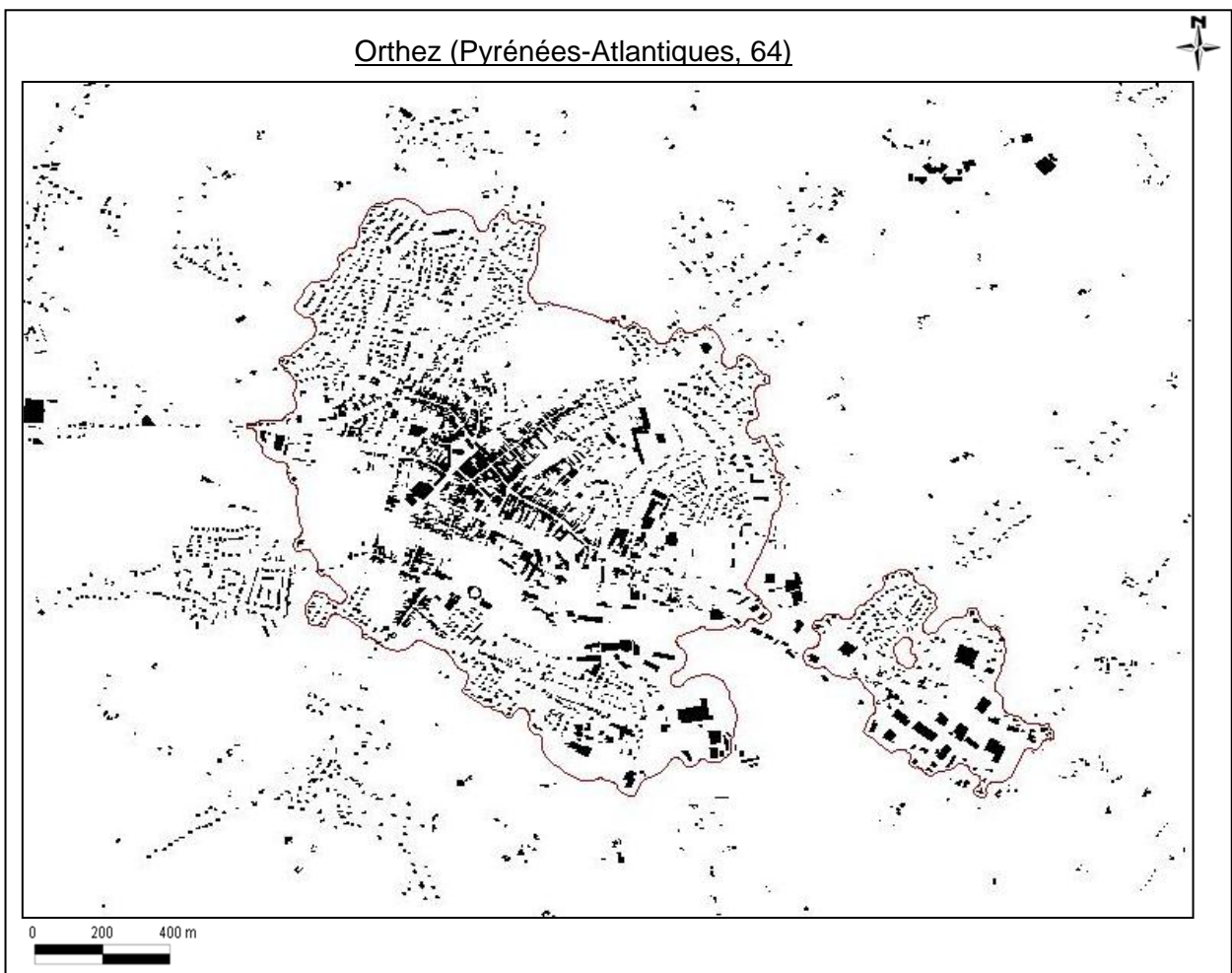


Figure 7. Limite de zone urbaine d'Orthez, méthode « Citiness»

Le nombre de plus proches voisins est égal à 55, un territoire dense à très espacé est pris en compte, aussi la surface minimum pour former une limite de zone urbaine est de 200 000 m<sup>2</sup>.

La limite épouse moins les formes des bâtiments que la méthode « URBA », les bâtiments denses créent de larges zones de « vides » autour d'eux.

## Méthode par grille [Walter, 2008]

Cette méthode a été développée par V. Walter. Elle repose sur l'utilisation d'une grille raster sur-imposée sur les données : on définit quelles cellules de la grille appartiennent au milieu urbain.

Les paramètres pris en compte sont : la rectangularité des routes, la densité de nœuds routiers et la densité des bâtiments. Les données géographiques « vecteurs » sont superposées à des grilles. Les résultats obtenus sont des matrices avec des valeurs de gris plus ou moins importantes selon l'occupation du sol (gris clair pour les régions urbaines denses, gris foncé pour les zones peu urbanisées). Ces matrices sont combinées.

### *Application :*

Les données au format vectoriel sont superposées à des grilles, créant des couches matricielles. Les paramètres sont au choix : selon la régularité des rues, la densité de nœuds routiers, la densité de bâtiments.

L'utilisateur peut choisir la taille du pas du pixel de base de la couche matricielle entre 100 et 500 mètres.

Puis il peut choisir le « radius » de la cellule, rayon qui s'élargit et qui prend en compte la valeur des cellules environnantes pour obtenir des valeurs de cellules homogènes. Il peut obtenir différentes valeurs : 100, 250 et 500 mètres.

Ensuite un choix d'un seuil de similarité entre cellules entre 0.5, 0.8, 1,2 et 1,5 est possible.

Un seuil haut rehausse les détails spatiaux de l'image originale, un seuil bas rend l'image d'apparence plus lisse que l'image originale.

Enfin la surface à partir de laquelle l'objet est gardé peut varier de 100 000 m<sup>2</sup> à 500 000 m<sup>2</sup>.

Exemple de limite :

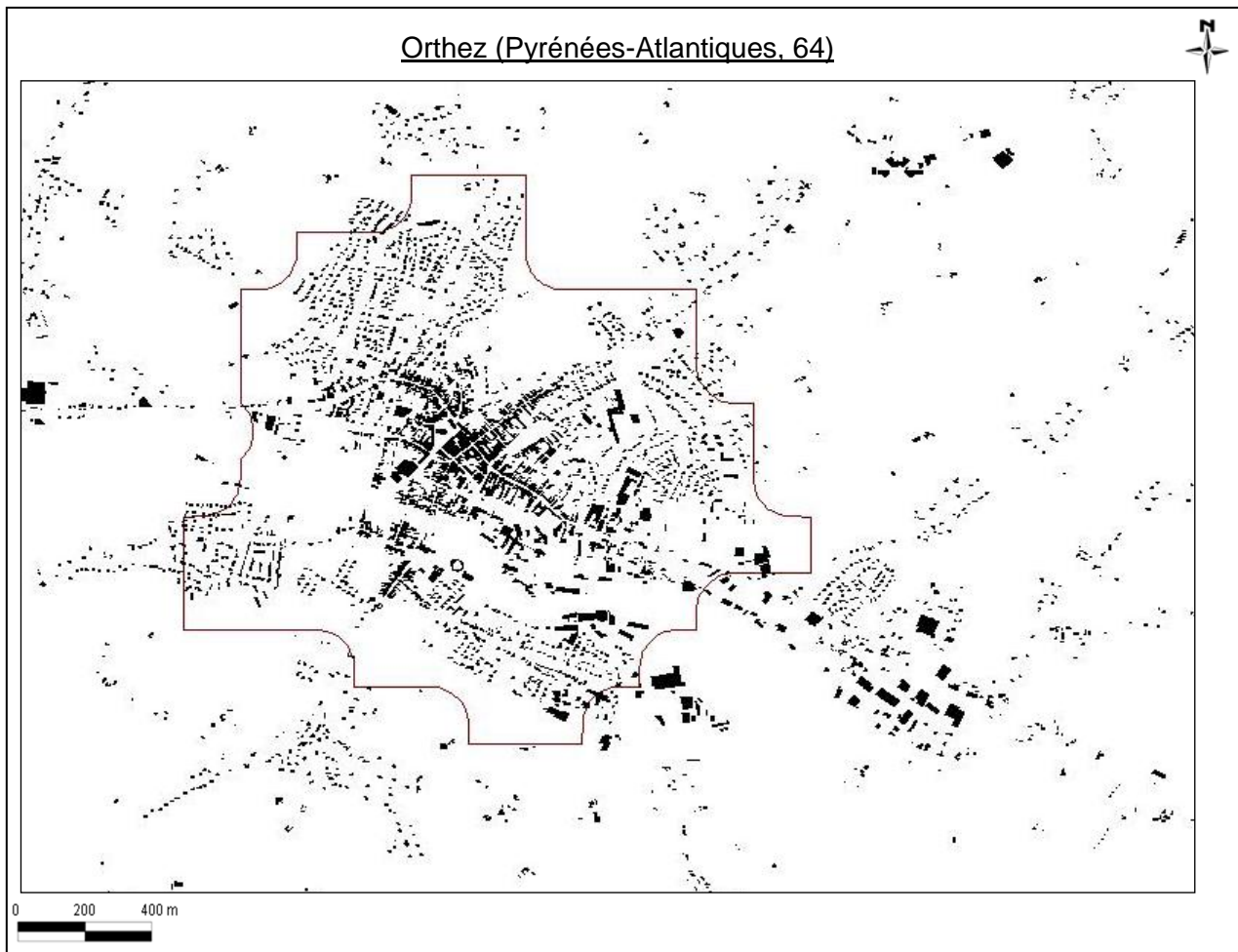


Figure 8. Limite de zone urbaine d'Orthez, méthode « Grille »

Les trois paramètres : rectangularité des routes, densité de nœuds routiers et densité du bâti sont pris en compte, chaque cellule de la matrice obtient une taille de 244 mètres et un « radius » égal à 500 mètres pour chacune des cellules. Le seuil de similarité est de 0.8. Une zone urbaine a une aire supérieure à 250 000 m<sup>2</sup>.

Le travail sur la densité de nœuds est plus pertinent que celui sur la régularité des rues pour définir une zone urbaine. En effet, dans certains centres-villes il peut y avoir de grandes routes orthogonales et dans des zones rurales des routes rectangulaires.

## Méthode alternative, des cercles concentriques.

Cette méthode a été développée pendant le stage. Elle permet de définir une zone urbaine où la densité de bâti est élevée, où le tissu urbain est continu. Les bâtiments doivent être à moins de 200 mètres les uns des autres (seuil utilisé par l'Insee pour définir une unité urbaine). Les bâtiments à l'intérieur du cercle sont regroupés. Les axes routiers sont utilisés pour prendre en compte les bâtiments denses au delà du cercle.

### *Application*

L'utilisateur a un libre choix de définir un centre ou des centres en choisissant des coordonnées planimétriques. Ce centre peut être historique : l'église ou la gare d'une ville, administratif : la mairie d'une ville... Il existe des méthodes pour délimiter automatiquement le centre d'une zone urbaine à partir des bâtiments ou des routes, dont celle de Heinzle [Heinzle et al, 2006]. Cependant l'implémentation de ces méthodes aurait été trop longue pour la durée du stage.

Le seuil de distance entre deux bâtiments les plus proches peut varier de 100, 200, 400 ou 600 mètres.

Des cercles concentriques sont créés autour du point central, ceux-ci s'arrêtent lorsque le seuil de distance est atteint. L'utilisateur peut faire varier les cercles de 200 en 200 mètres, de 400 en 400 mètres ou 600 en 600 mètres.

Un cercle est créé, il correspond au plus grand des cercles concentriques. Tous les bâtiments les plus proches voisins à l'intérieur ont une distance inférieure au seuil de distance (Figure 9).

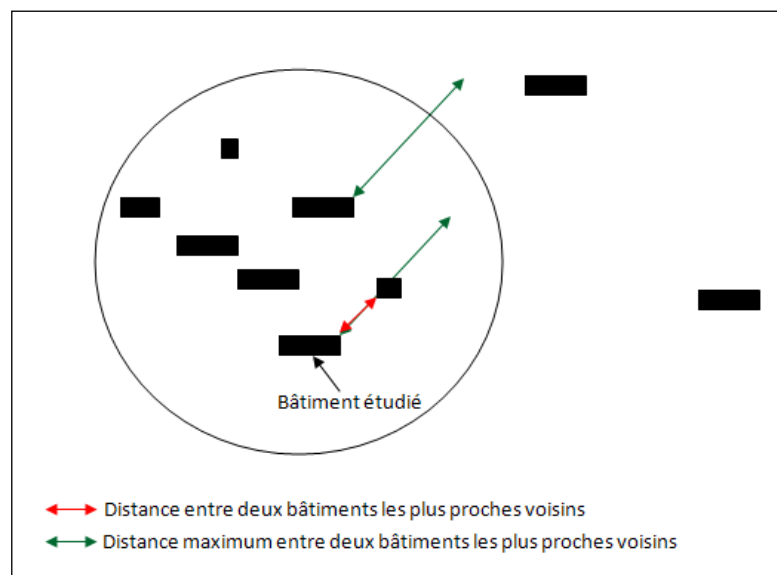


Figure 9. Schéma des bâtiments à l'intérieur du cercle

Une première limite est créée en prenant une enveloppe « concave » des bâtiments inclus dans le cercle. Elle est obtenue à partir de l'enveloppe convexe par l'algorithme du « swinging arm ». Les bâtiments à l'intérieur de ce cercle sont regroupés.

Puis une zone tampon de 250 mètres est conçue autour des tronçons de routes qui intersectent la première limite, le bâti dense est pris en compte avec un seuil de densité égal à 0.6. Ce seuil a été observé. Tant que la densité est supérieure, des zones tampons se créent le long des routes (sur les tronçons) qui intersectent le nouveau polygone. Les bâtiments à l'intérieur des zones tampons sont regroupés et agrégés à la première limite.

Exemple de limite :

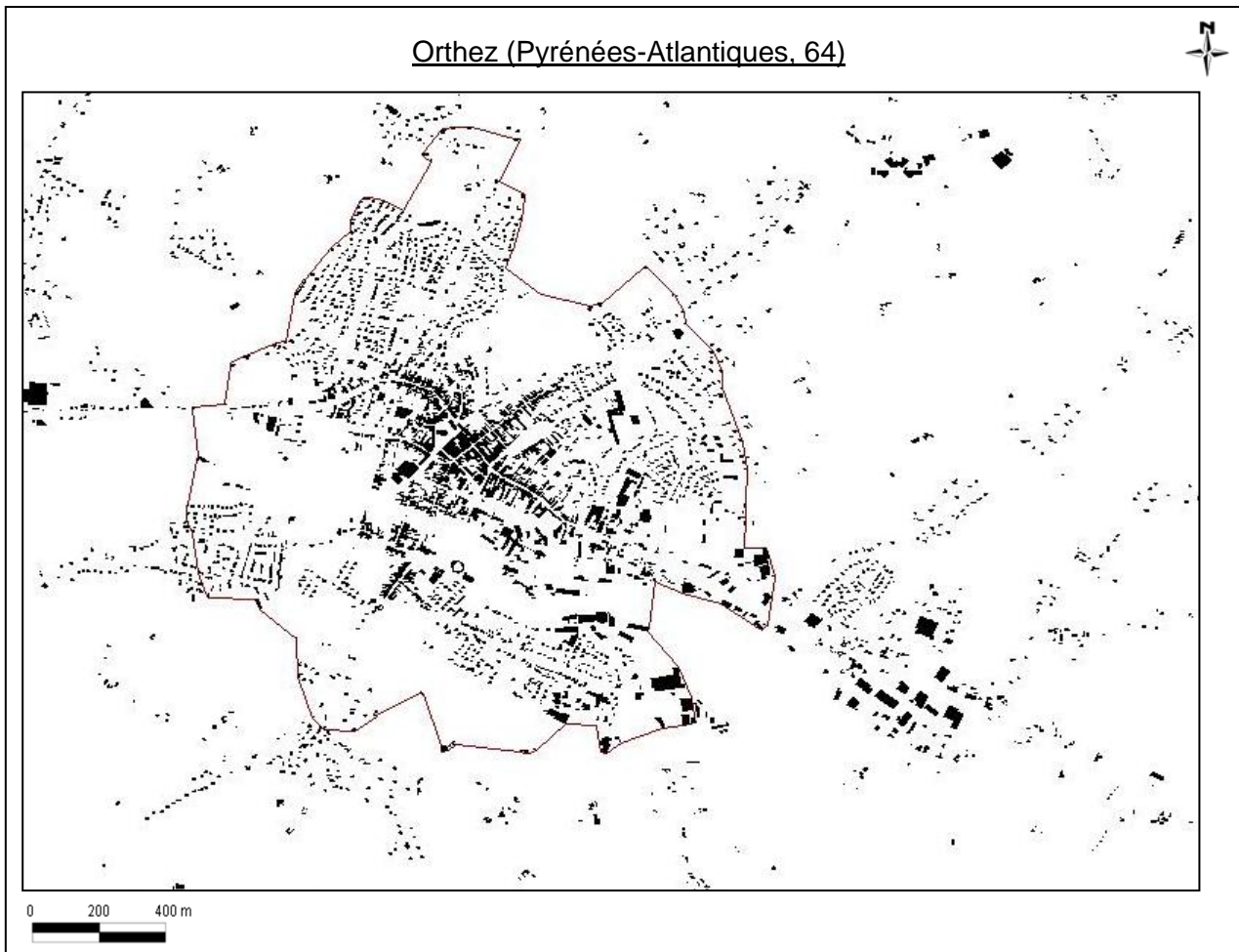


Figure 10. Limite de zone urbaine d'Orthez, méthode « Alternative »

Cette carte est le résultat de la méthode « Alternative », la distance maximum entre les bâtiments les plus proches voisins est de 200 mètres, le diamètre du premier cercle est de 400 mètres.

La limite est collée aux bâtiments, une zone tampon aurait pu être appliquée autour du polygone. Seulement cette nouvelle limite pourrait traverser des bâtiments, et rendre la méthode moins rigoureuse.

Dans certains cas les limites créées avec la méthode « Alternative » peuvent obtenir une forme très digitée, lorsque le mitage urbain est important.

### Méthode à main levée.

Des limites de zones urbaines ont été réalisées à main levée, d'après une interprétation visuelle grâce au logiciel Quantum GIS.

La forme a une connotation subjective liée à la notion de perception qui est fonction des acquis de chaque individu. Les limites ont été réalisées pendant le stage par des personnes internes au laboratoire COGIT (spécialiste, stagiaire...).

Exemples de limites :

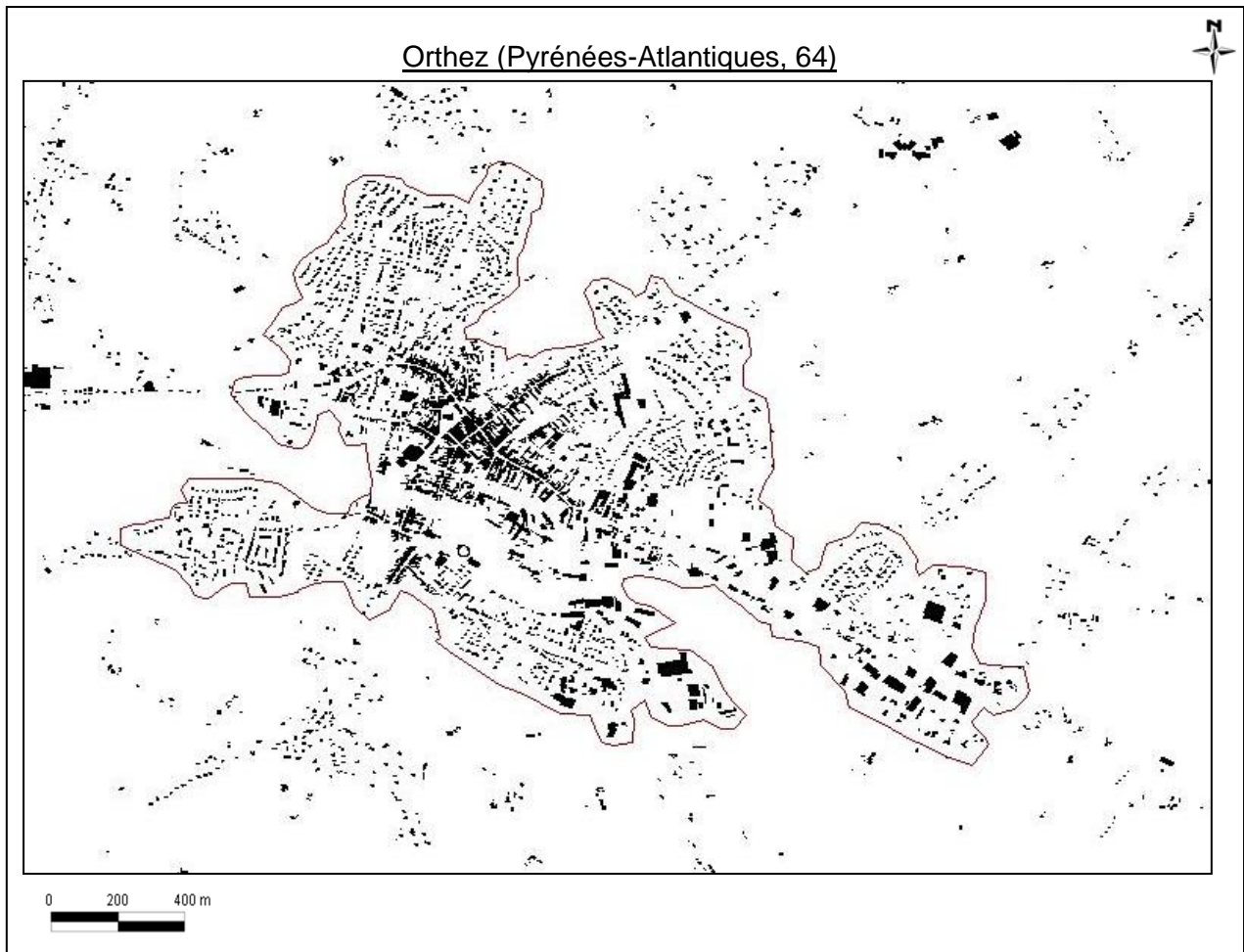


Figure 11. Limite de zone urbaine d'Orthez, méthode « à main levée »

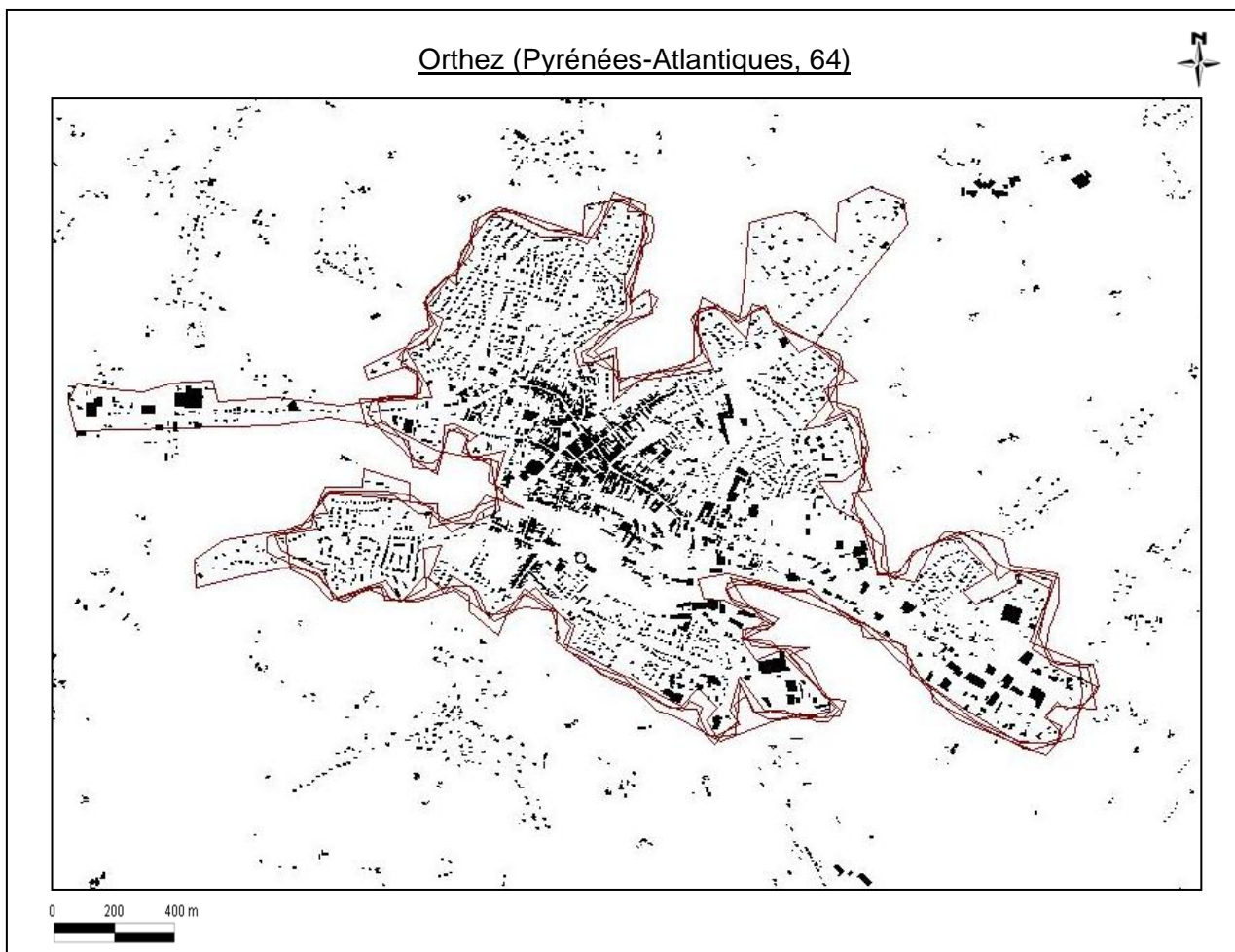


Figure 12. Limites de zone urbaine d'Orthez, méthode « à main levée »

Voici un échantillon de 4 limites réalisées à main levée (Figure 12), trois d'entre elles sont très similaires (à quelques bâtiments près). Cependant une limite prend en compte un territoire plus important. En effet les bâtiments denses à gauche correspondent à une zone commerciale en périphérie de zone urbaine. Aussi la continuité des bâtiments au nord ouest est difficile à couper. Les limites sont créées à partir des bâtiments et du réseau routier (forte proportion sur une carte urbaine).

Les non-spécialistes se soucient moins des détails, les limites sont très rectangulaires.

Ces limites de zones urbaines se rapprochent des limites créées avec la méthode « URBA ». Elles n'obtiennent pas une forme ronde, elles sont étirées. Une enveloppe est créée autour des bâtiments proches et denses, cette limite n'est pas collée aux bâtiments.

Une vingtaine d'échantillons de limites (aux paramètres différents) de zones urbaines ont été réalisés pour chacune des 4 méthodes : « URBA », « Citiness », « Grille » et « Alternative » sur le département des Pyrénées-Atlantiques. Les paramètres des échantillons ont été choisis, mais ils ont aussi été pour certains échantillons tirés au hasard.

### **III - Etude des limites**

#### A-Comparaison à vue d'œil

Les différences entre limites se marquent non pas par un bâtiment mais des groupes de bâtiments qui sont exclus ou inclus dans la structure d'ensemble, selon la méthode et les paramètres sélectionnés.

Les bâtiments à l'extérieur des limites de zones urbaines sont essentiellement de type résidentiel, aussi des bâtiments industriels, commerciaux et agricoles sont présents. Les églises, les bâtiments administratifs, les équipements sportifs sont concentrés en ville.

La comparaison à vue d'œil de différents algorithmes montre des similarités, les différentes structures des extrémités sont plus ou moins confondues (Figure 13).

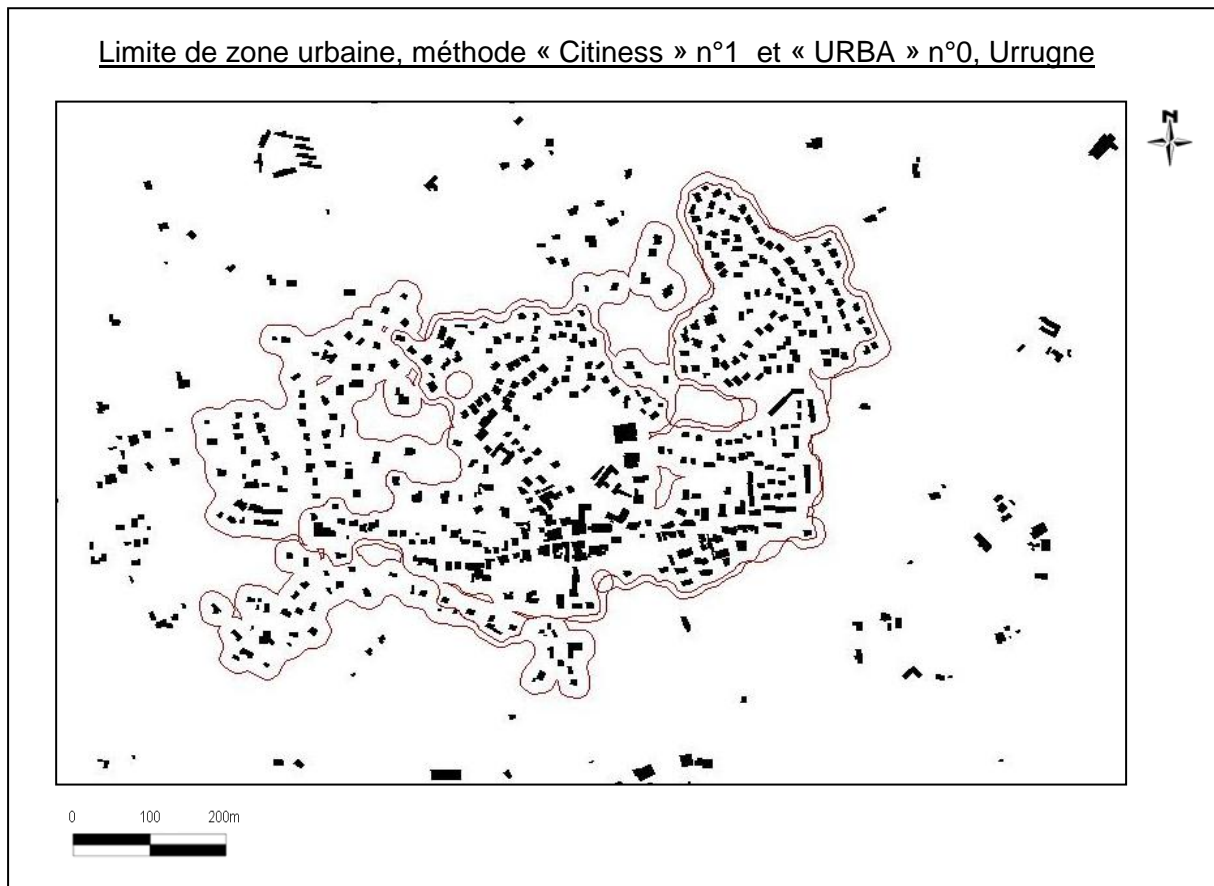


Figure 13. Comparaison de limites de zone urbaine d'Orthez

Les limites de zones urbaines « Grille » et « Alternative » obtiennent en général une surface plus étendue que les limites réalisées avec les deux autres méthodes. Le nombre de bâtiments et d'espaces vides sont plus importants. Elles ont une forme très géométrique : rectangle et cercle.

Les limites les plus représentatives sont celles réalisées avec la méthode « URBA », aussi les limites réalisées à main levée en sont très proche. Elles prennent en compte un grand nombre de bâtiments résidentiels. La quantité d'espaces vides et de trous est moins importante dans ces limites.

## B-Mesures et Statistiques

J'ai saisi toutes les limites de zones urbaines créées dans l'interface graphique, une à une afin d'obtenir de nouveaux attributs (Cf. Annexe 4) : les attributs de mesures ci-dessous.

Les statistiques s'effectuent à partir de ces mesures quantitatives et qualitatives :

### -La taille de l'unité :

- Calcul de son aire : l'emprise au sol de la limite.
- Calcul de son périmètre.

### -La forme du polygone :

- Calcul des indices de compacité du polygone. Le cercle est utilisé ici comme figure géométrique de référence pour décrire les différents degrés de compacité morphologique.

Une forme peut être appréhendée avec différents indicateurs de compacité: Ils obtiennent une valeur comprise entre 0 et 1.

Les compacités de Miller et de Mac Eachren (1985) acquièrent des résultats similaires. Ces indicateurs de compacité sont basés sur l'aire et le périmètre du polygone, et sont maximisés par un cercle.

La compacité maximale est obtenue lorsque, compte tenu de la surface occupée, la longueur du périmètre est la plus courte possible. L'indice compare le périmètre de la tache urbaine au périmètre théorique d'un cercle qui aurait la même surface. Donc si l'indice est proche de 0 la forme est linéaire, si celui-ci approche 1 la forme est circulaire.

La compacité d'Ehrenberg est basée sur l'aire du cercle circonscrit au polygone, créé à partir du plus long diamètre. Elle mesure le degré de remplissage de la forme par rapport au cercle.

La compacité de Schumm est calculée à partir du plus long diamètre de la surface géométrique et de son aire. Elle souligne l'étirement plus ou moins important de la forme. Elle est maximisée par un cercle.

La compacité de Lee and Salle (1970) s'appuie sur une comparaison de la forme avec un cercle centré au centroïde et de même surface que le polygone.

La compacité de Boyce and Clark (1964) se fonde sur le calcul de radiales régulièrement espacées entre le centre et le bord du polygone. C'est un indice de digitation. Cette compacité augmente quand la distance qui sépare le centre d'un cercle inscrit à la forme à l'extrémité d'une radiale est supérieure au diamètre de ce cercle. Cet indice mesure l'étirement d'une forme.

- Calcul de la largeur minimum à l'intérieur du polygone (entre deux points opposés).
- Calcul de la taille des trous : parcs et jardins, stades, cimetières, aérodomes...

-La densité du polygone:

- Calcul de la taille des espaces vides. Une zone tampon de 10 mètres est construite autour de chacun des bâtiments. La surface de l'espace restant donne la taille des espaces vides.
- Calcul de la distance maximum entre deux bâtiments, les plus proches voisins.

-L'étude se base sur les limites de zones urbaines, que ce passe t'il en périphérie...à l'intérieur d'une zone tampon de 250 mètres autour de la limite de zone urbaine :

- Calcul de l'aire de la zone tampon
- Calcul du ratio des bâtiments
- Calcul de la densité des bâtiments (aire totale des bâtiments/aire totale de la zone tampon)
- Calcul de la répartition des bâtiments selon leur nature : autres; administratif ; industriel, agricole ou commercial; transports; sportif; religieux.

Ici la zone tampon de 250 mètres pour la limite de zone urbaine « URBA » correspond à la zone hachurée verte (Figure 14).

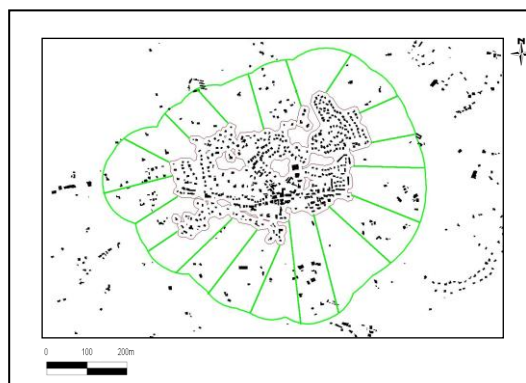


Figure 14. Zone tampon de 250 mètres autour d'une limite de zone urbaine

Pour chacun des groupes de mesures obtenus pour chaque méthode sur les limites de zones urbaines, j'ai calculé des statistiques descriptives (Cf. Annexe 5):

- ◆ La *moyenne arithmétique*, elle résume la distribution d'un caractère quantitatif. Elle représente le centre de gravité d'une distribution quantitative.
- ◆ La *médiane* est la valeur telle que la moitié des valeurs lui est inférieure et l'autre moitié supérieure.
- ◆ L'*étendue* d'une distribution correspond à la valeur maximum d'une variable, à quoi l'on soustrait la valeur minimum.
- ◆ L'*écart-type* est l'écart moyen des valeurs à leur moyenne arithmétique. Il mesure la dispersion autour de la moyenne d'un caractère quantitatif. C'est la racine carrée de la variance.
- ◆ La *variance* est la somme des carrés des écarts à la moyenne.  
Pour comparer des écarts-type « relatifs » d'où l'on a effacé les différences de moyenne il est nécessaire de définir un indice de dispersion relative : *coefficient de variation* (écart-type/moyenne)
- ◆ L'*écart interquartile* (Q3-Q1) : c'est l'intervalle de valeurs existant entre le premier quartile (25% des effectifs) et le 3eme quartile (75% des individus).

Les distributions sont symétriques (fonction Gaussienne), la majorité des valeurs se situent entre la moyenne moins une fois l'écart-type et la moyenne plus une fois l'écart-type. Aussi pour chacune des mesures réalisées les médianes et les moyennes de limites de zones urbaines pour chaque méthode sont plus ou moins confondues (Figure 15).

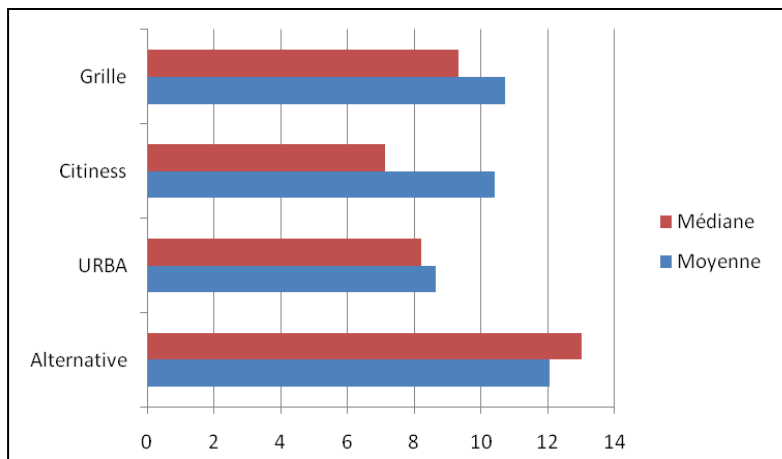


Figure 15. Graphique de moyennes et médianes de la surface de l'unité urbaine d'Urrugne

### C-Analyse des statistiques obtenues

J'ai défini un point aux coordonnées géographiques : X et Y, autour duquel toutes les limites dont ce point est à l'intérieur, ont vu leurs attributs créés précédemment enregistrés. Cet enregistrement s'effectue dans un fichier Excel.

Les statistiques obtenues pour les différentes limites de zones urbaines possèdent des caractéristiques communes.

Créer une limite de zone urbaine d'Hendaye est difficile. Hendaye étant situé au bord de la mer et à la frontière franco-espagnole, cela génère des effets de bords pour certaines méthodes (« Grille », « Citiness »), les comparaisons sont donc faussées (Cf. Annexe 2).

Pour Urrugne le point central correspond à l'église Saint-Vincent (X:319091, Y:6262832). Le nombre de limites entourant ce point est de 70 pour 74 échantillons de limites créées. Le centroïde d'Orthez est l'église Saint-Pierre (X:394703, Y:6272691). Le cœur de la zone urbaine d'Ascain a été déterminée à l'œil, aucune église n'est présente à Ascain (X:325318, Y:6260599).

Les limites de zones urbaines qui obtiennent les plus grandes aires sont celles créées avec les méthodes « Grille » et « Alternative ». Les limites sont très régulières. Cependant en moyenne le périmètre des limites créées avec la méthode « URBA » est toujours plus élevé. En effet les limites « URBA » ont une forme plus sinueuse, au plus proche des formes des bâtiments.

Les contours des formes obtenues avec la méthode « URBA » ont une forme irrégulière : indentée. Les distances minimum à l'intérieur des polygones sont toujours très faibles. Aussi elles sont très peu compactes pour l'indice de Miller. Les limites des méthodes : « Alternative », « Grille » et « Citiness » ont des valeurs d'indices assez élevées pour certaines limites : les contours des formes se rapprochent du cercle.

Urrugne obtient une moyenne de  $8.6 \text{ km}^2$  pour la méthode « URBA », un périmètre moyen de 9.5 km. Les compacités moyennes de Miller et Mac Eachren sont égales à 0.12, la forme se rapproche plus d'une ligne que d'un cercle.

En moyenne une zone urbaine d'Urrugne conçue avec la méthode « Citiness » possède une aire de  $10.4 \text{ km}^2$ , un périmètre moyen de 5.7 km. Les compacités moyennes de Miller et Mac Eachren sont égales à 0.33.

En ce qui concerne l'indice de Ehrenberg il varie peu selon les méthodes, les surfaces des formes occupent assez bien l'espace d'un cercle circonscrit créé à partir du plus long diamètre à l'intérieur des formes.

Les valeurs les plus basses, pour les indices de Ehrenberg et de Schumm sont obtenues pour la méthode « URBA », les polygones sont plus étirés. Ils évoluent dans le même sens, si l'un est élevé, l'autre aussi...

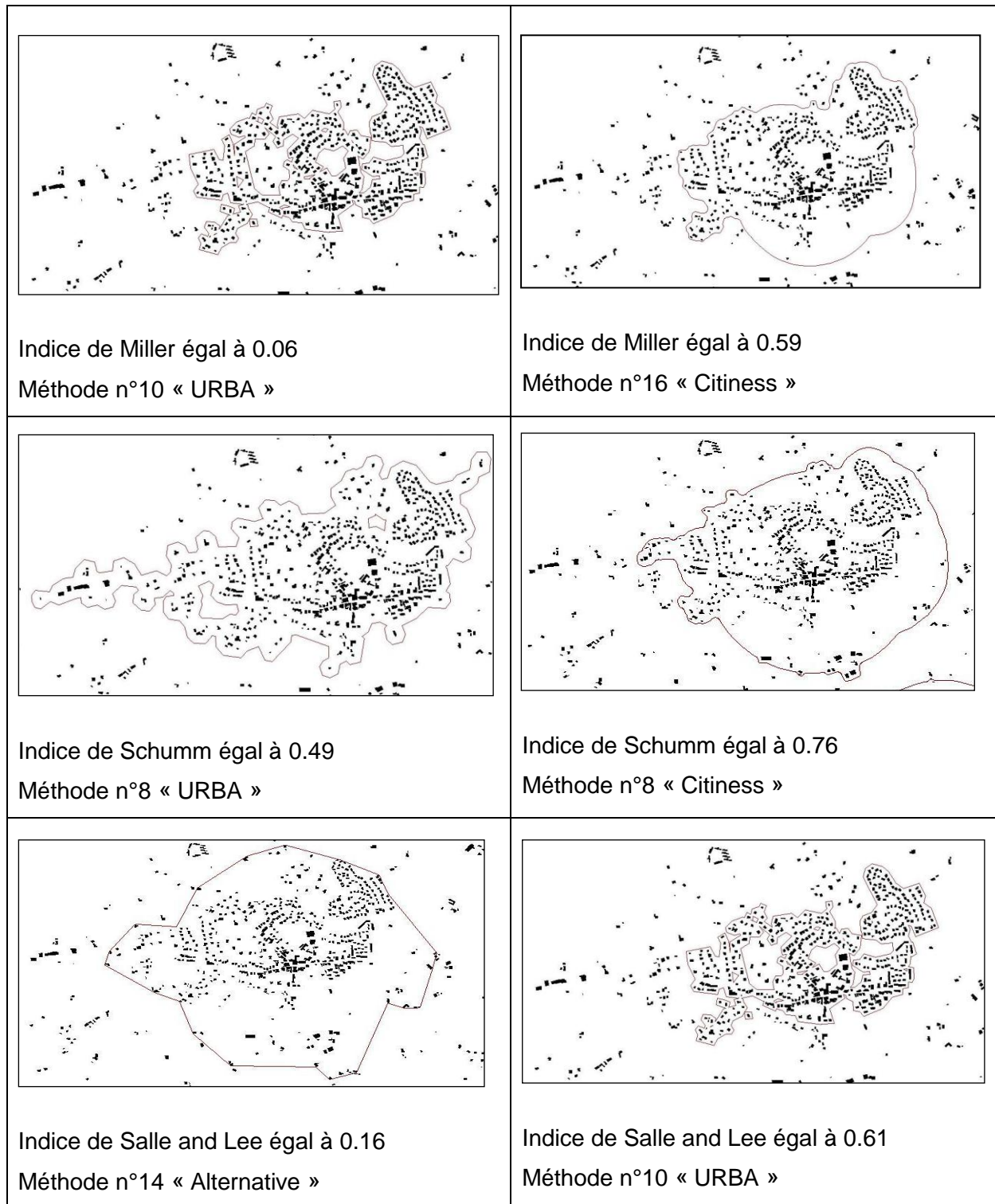
Après une comparaison entre les indices de Miller et de Schumm, ceux-ci sont plus éloignés pour la méthode « URBA », en effet moins une forme est ronde plus elle est étirée.

Pour les indices de Lee and Salle ils sont plus élevés pour la méthode « URBA ».

Les indices de Boyce and Clarck sont plus importants pour les méthodes « Alternative » et « Grille ». Cet indice de compacité est toujours élevé pour toutes les méthodes. Les radiales sont peu éloignées du centre du cercle inscrit, ceci est dû à la régularité des formes. Cependant une limite de zone urbaine de forme biscornue pour ces méthodes peut obtenir un indice de Boyce and Clarck faible.

Comparaison d'indices de compacité faibles et élevés obtenus pour les limites de zones urbaine d'Urrugne (Figure 16).

(Pour obtenir les paramètres de chacune des limites ci-dessous, Cf. annexe 3)



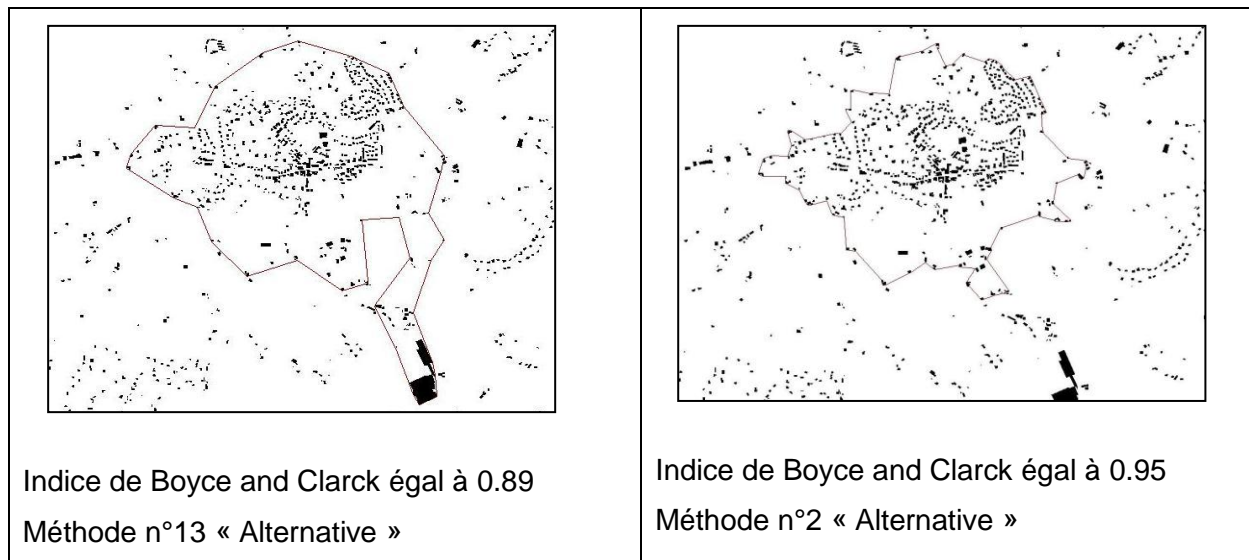


Figure 16. Comparaison d'indices de compacité



La distance maximale entre deux bâtiments est en moyenne plus élevée dans les méthodes « Alternative » et « Grille », le territoire pris en considération est plus important, donc les bâtiments deviennent de plus en plus espacés. Les trous : parcs, espaces boisés... sont très importants à l'intérieur des limites « URBA », ils sont visibles à l'œil. Alors que ceux-ci sont moins représentés dans les autres limites. Les espaces vides à l'intérieur des limites sont nombreux pour chacune des limites (en nombre croissant : « URBA », « Citiness », « Grille » et « Alternative »), une zone urbaine n'est pas composée que de bâtiments.

Les bâtiments en bordure de limite de zone urbaine (zone tampon de 250 mètres) sont peu nombreux et très espacés, la densité de bâtiments est faible. Ils appartiennent majoritairement à la catégorie : « autres ». En effet l'habitat est de type pavillonnaire, peu d'infrastructures sont présentes (majoritairement des infrastructures industrielles, agricoles ou commerciales). Cependant dans la zone tampon autour des limites de zones urbaine « Grille » se concentre une grande quantité de bâtiments.

Globalement les coefficients de variation sont faibles, donc les dispersions de valeurs autour de chaque moyenne sont peu importantes.

## D-Analyse en composante principale

*La réalisation d'une analyse en composantes principales sur Urrugne met en avant ces résultats :*

Les individus sont au nombre de 69, ce sont les échantillons réalisés pour chacune des méthodes. Les variables sont quantitatives, elles correspondent aux mesures réalisées pour chacune des limites. Elles ont été centrées-réduites. La question posée ici est : Quelles sont les limites qui se ressemblent ou diffèrent selon : la taille, la forme, la densité des polygones, et la composition d'une zone tampon de 250 mètres autour des polygones ?

*Après observation des matrices de corrélation et de valeurs-tests :*

- Les compacités d'Ehrenberg et Schumm sont corrélées à l'aire des polygones (coefficients de corrélation proche de 0,5).
- Les espaces vides sont très corrélés à l'aire des polygones.
- Les espaces contenant des trous sont très corrélés au périmètre des polygones.
  
- Les compacités de Miller et Mac Eachren sont complètement corrélées. Et les compacités d'Ehrenberg et de Shumm sont fortement corrélées.
- La largeur minimum est très corrélée aux compacités de Miller/Mac Eachren .
- Les compacités de Miller/Mac Eachren sont très corrélées aux compacités de Ehrenberg/Schumm (coefficient de corrélation est égal à 0,76).
- Les compacités d'Ehrenberg/Schumm sont très corrélées aux compacités de Boyce and Clarck.
- Cependant les valeurs de compacité de Salle Lee ne sont pas corrélées aux autres valeurs de compacité (coefficient est toujours proche de -0.80).
  
- Le nombre de bâtiments est très corrélé à la densité de bâtiments.
- Le nombre de bâtiments est très corrélé aux bâtiments de catégorie « autre ».

*Après observation des tableaux de corrélations de variables actives avec les facteurs et des anciens axes unitaires :*

Les trois premiers axes sont retenus (76% de l'inertie), les variables qui influencent le plus le premier axe sont : le périmètre, la compacité de Salle Lee et les trous (parcs, jardins...), le second axe : le nombre de bâtiments, la densité de bâtiments, le nombre de bâtiments de catégorie « autre », le troisième axe : Compacités de Miller et de Mac Eachren.

*Après observation du premier plan factoriel : (Cf. Annexe 5)*

Sur le graphique du premier plan factoriel la méthode « URBA » n°3 est la plus représentative pour l'axe 1. Les méthodes « URBA » et « Citiness » sont assez bien représentées sur cet axe. Les limites construites avec ces méthodes obtiennent des zones urbaines de forme assez peu étendue, aussi elles ont un périmètre plus important que les deux autres méthodes.

Sur l'axe 2 la méthode « Grille » est très bien représentée. Les limites construites avec la méthode « Grille » regroupent un grand nombre de bâtiments en périphérie de limite (zone tampon de 250 mètres), la plupart de catégorie « autre » (habitat résidentiel). En effet le bâti est dense.

*Après observation du premier cercle des corrélations : (Cf. Annexe 5)*

L'axe 1 est construit en opposition aux compacités d'Ehrenberg/Shumm, de MacEachren/Miller, de Boyce and Clarck.

Ces résultats ont aussi été observés pour Ascain et Orthez.

Cette partie a mis en évidence les particularités de chacune des méthodes :

- Les limites de zone urbaine créées avec la méthode d'analyse spatiale « URBA » concentrent beaucoup de bâtiments, elles sont très denses. Leur forme est allongée et indentée au plus proche des formes du bâti.
- Les limites créées avec la méthode « Citiness » sont assez proches des limites « URBA », cependant un bâtiment très dense influence fortement la construction de la limite, engendrant des zones de vides. Leurs formes sont arrondies.
- Les limites conçues avec la méthode « Grille » sont très rectangulaires et composées de beaucoup d'espaces vides. Une quantité importante de bâtiments résidentiels sont en bordure de limite de zone urbaine.
- Les limites élaborées avec la méthode « Alternative » sont de forme géométrique et contiennent de nombreux espaces vides.

## IV - Test de sensibilité

### A-Objectifs et méthodologie

La sensibilité sur les limites de zones urbaines est étudiée.

Un contour est créé, celui-ci englobe les échantillons de limites, il prend en compte une zone urbaine et une zone rurale alentour. Il est très régulier, de forme arrondie. Ce contour est une zone tampon de 1200 mètres créé à partir de la limite qui acquiert la surface médiane de l'ensemble des limites. Ainsi le contour est le plus représentatif de l'ensemble des limites (la plupart sont comprises à l'intérieur). La médiane sépare une série de valeurs en 2, de plus les distributions sont symétriques. Il aurait pu être créé de différentes façons : en prenant en compte la limite qui a la plus grande aire, ou la plus petite aire. Cependant ces limites peuvent ne pas être représentatives de l'échantillon complet. Le contour aurait pu être conçu à partir de la zone urbaine la plus compacte, mais cette limite pourra être trop ronde et ne pas prendre en compte des limites étirées.

En ce qui concerne le contour sur la zone urbaine d'Ascain (Figure 17), les limites sont au nombre de 70 à l'intérieur. La zone tampon a été créée à partir de la limite urbaine n°18 de la méthode « Grille » (aire médiane = 14,87 km<sup>2</sup>) (Cf. Annexe 3). La zone autour de la limite de zone urbaine obtient une aire de 10,42 km<sup>2</sup>.

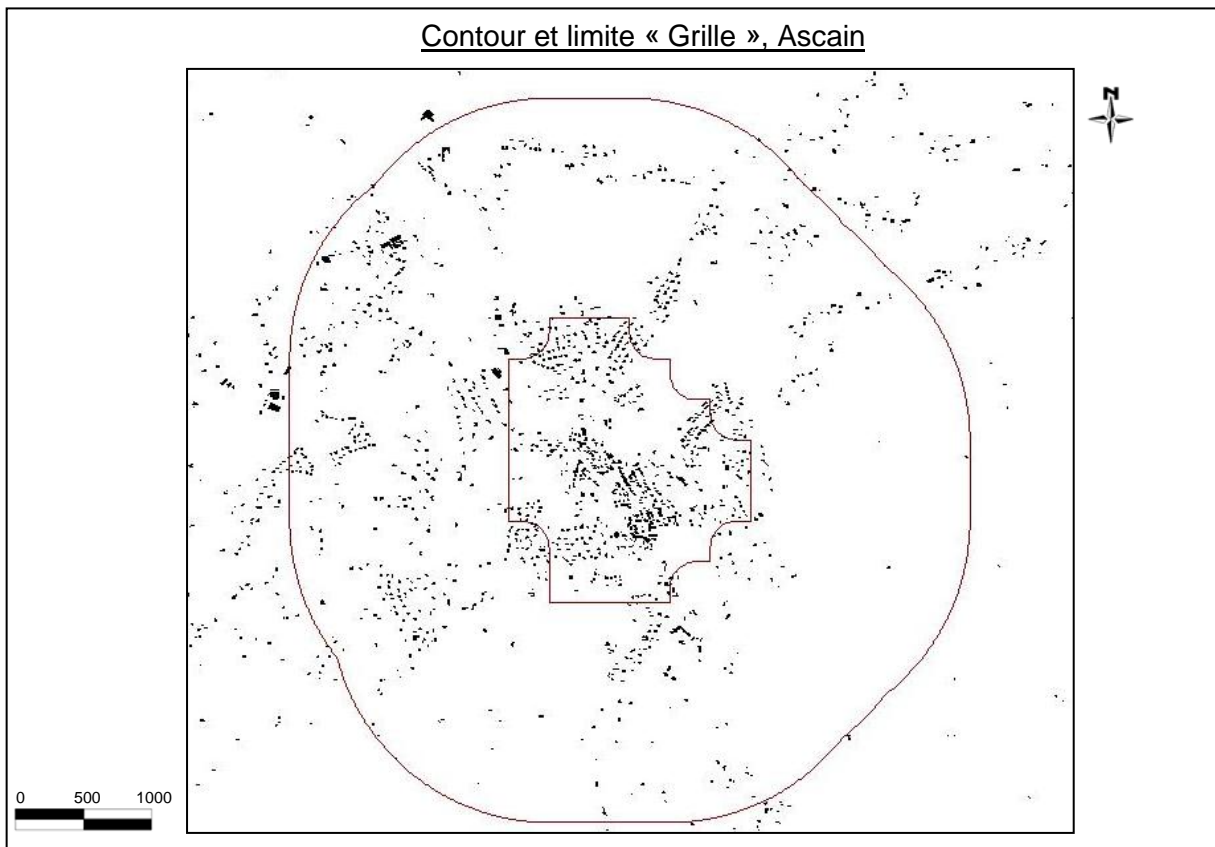


Figure 17. Contour sur la zone urbaine d'Ascain

A l'intérieur de ce contour des méthodes de généralisation sont appliquées :

- Agent pour des espaces denses et bien structurés (milieu urbain). Les agents sont organisés hiérarchiquement (objets simples – groupes d'objets).

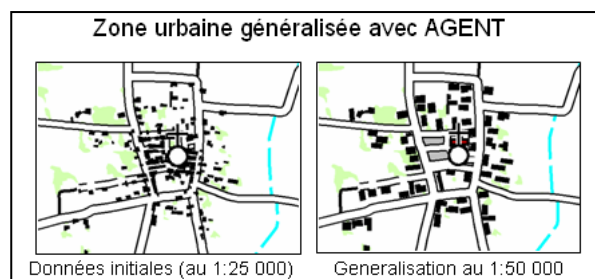


Figure 18. Zone urbaine généralisée avec Agent [Trévisan et Gaffuri, 2004]

- CartACom, système multi-agents pour des espaces peu denses.

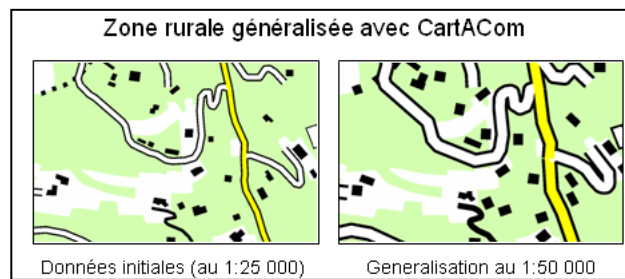


Figure 19. Zone rurale généralisée avec CartACom [Duchêne, 2004]

Il est nécessaire de créer des partitions : diviser l'espace entre le contour et la limite en différentes zones pour optimiser le temps d'application des différentes méthodes de généralisation. Cette division s'effectue à partir du réseau routier (Figure 20).

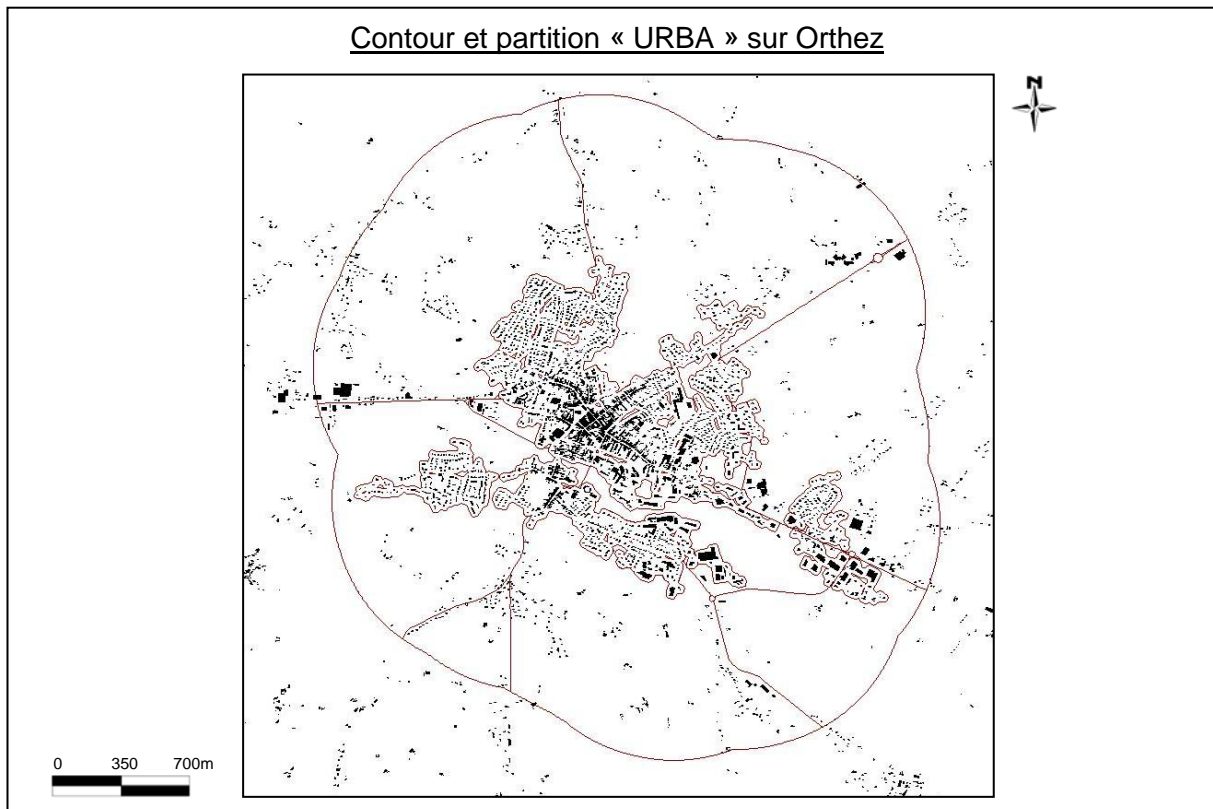


Figure 20. Contour et partition sur la zone urbaine d'Orthez

Les bâtiments généralisés sont copiés dans une nouvelle classe, en fonction de la limite de zone urbaine utilisée.

## B-Résultats

Les différences seront analysées quand la limite de zone urbaine varie avec divers paramètres.

En cours d'analyse.

## **Conclusion :**

Opérer une distinction objective et précise entre les zones urbaines et les zones rurales est nécessaire pour appliquer les processus de généralisation cartographique sur un territoire. La dilution et la fragmentation des bâtiments sur le territoire, qui accompagnent le mouvement de desserrement des populations et des activités vers les périphéries, troublent la lecture des limites des zones urbaines dans le paysage.

La ville est définie administrativement, la zone urbaine se définit à partir de l'extension des zones bâties continues (là où se concentre la majorité de la population et des activités).

Durant ces 4 mois et demi j'ai créé une interface graphique me permettant de manipuler diverses méthodes d'analyse spatiale pour délimiter les zones urbaines. J'ai programmé une méthode alternative de délimitation de zone urbaine pour permettre plus de comparaison dans l'étude de sensibilité. Puis j'ai analysé statistiquement les différences obtenues entre différents échantillons de limites, créés à partir de différents paramètres pour chaque méthode. Actuellement j'applique les méthodes de généralisation CartACom et Agent à mes zones d'études, ensuite la sensibilité pourra être étudiée.

Ce stage m'a permis de mettre en pratique mes connaissances en analyse spatiale (étude d'un phénomène spatial), en géomatique (utilisation de la BD TOPO®, manipulation d'un logiciel SIG), en statistiques (statistiques descriptives et analyses de données)... Il m'a offert la possibilité d'apprendre un nouveau langage de programmation : Java. De plus il m'a fait découvrir le fonctionnement d'un laboratoire de recherche. Enfin le stage m'a permis de mieux appréhender la construction d'une carte IGN (données généralisées).

Ce stage est une première immersion dans le monde professionnel nécessaire pour le futur (s'adapter à une tâche, s'intégrer au sein d'une équipe...).

Les résultats et les méthodes obtenus seront intégrés au modèle de généralisation collaborative développé dans la thèse de Guillaume Touya. Les recherches effectuées pourront être appliquées à d'autres territoires difficiles à délimiter : les zones de montagne et zones rurales, les zones périurbaines ou les zones côtières.

## Bibliographie :

Boffet A., « Analyse multiniveau des espaces urbains », *Revue Internationale de Géomatique*, volume 12, n°2, 2002, page 215 à 223

Bonin O. « Sensitivity analysis and uncertainty analysis for vector geographical application », *Accuracy* 06, 5 au 7 juillet 2006, Lisbonne, p 319 à 328

Bard S. « Méthode d'évaluation de la qualité de données géographiques généralisées Application aux données urbaines », *Dirigée par Bernadette Bouchon-Meunier, Co-encadrement : Anne Ruas*, thèse janvier 2004

Chaudhry O., Mackaness W. « Automatic identification of urban settlement boundaries for multiple representation databases », *ScienceDirect, Computers, Environment and Urban Systems* 32 (2008) 95–109

Chaudry O. et Mackaness W. « Visualisation of Settlements Over Large Changes In Scales », 8th ICA WORKSHOP on Generalisation and Multiple Representation, Coruna, 7 au 8 juillet 2005

Dumolard P., Dubus N., Charleux L. « Les statistiques en géographie », Belin, 2003

Guerois Marianne « Les formes des villes européennes vues du ciel », *Dirigée par Denise Pumain*, thèse 2003

Paul Hardy, Melanie Hayles, & Patrick Revell, « CLARITY - A NEW ENVIRONMENT FOR GENERALISATION USING AGENTS, JAVA, XML AND TOPOLOGY » ICA Generalisation Workshop, Paris, April 2003

Heinzle F., Anders K.-H., Sester M., « Pattern recognition in road networks on the example of circular road detection. » *ISPRS Archives*, P153-167, Volume 4197, 2006

Regnauld Nicolas, Généralisation du Bâti : structure spatiale de type graphe et représentation cartographique ». *Dirigée par Robert Jeansoulin, Co-encadrement : JP Lagrange*, thèse 1998

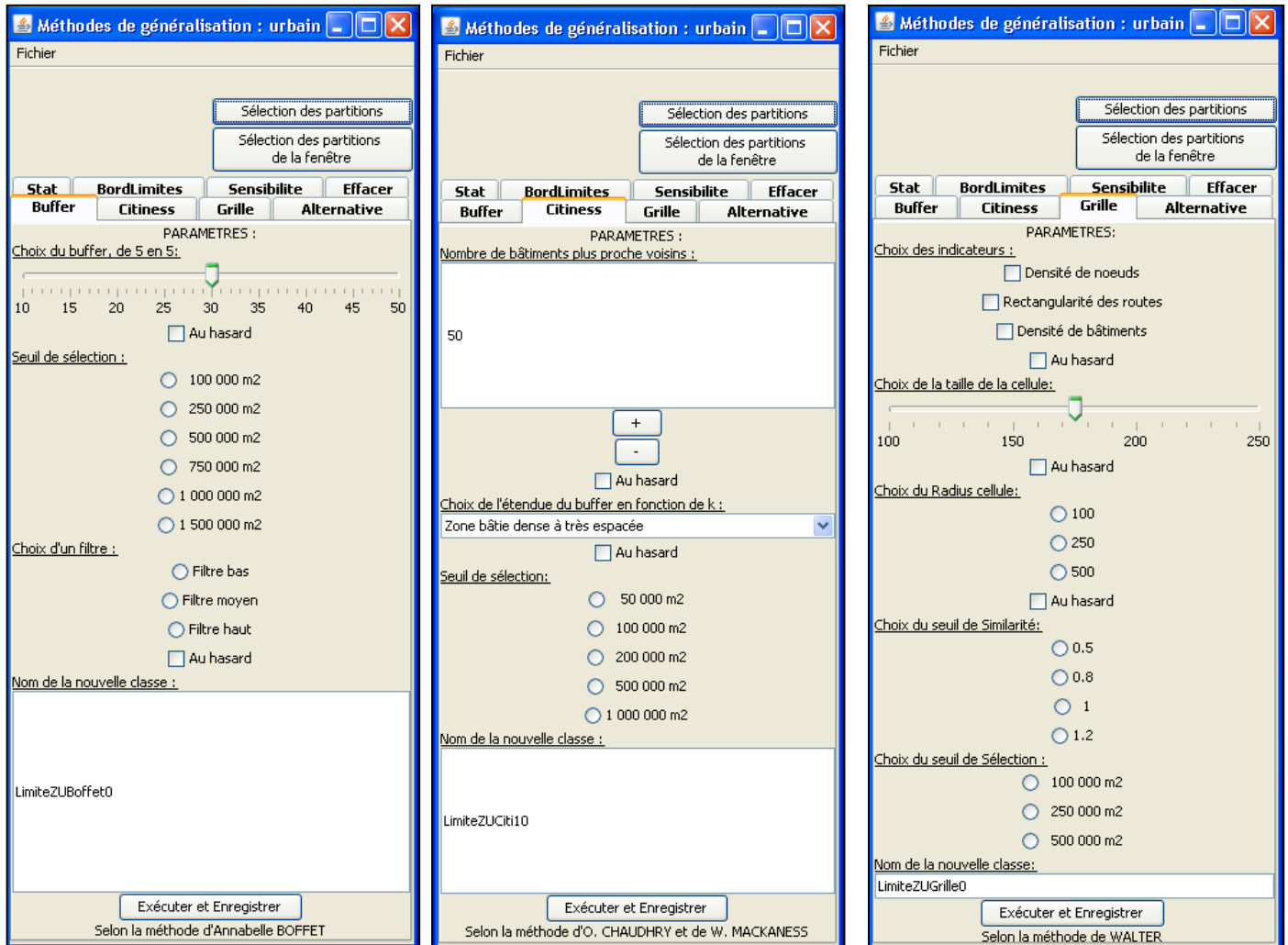
Ruas Anne, « Modèle de généralisation de données géographiques à base de contraintes et d'autonomie. » *Dirigée par Jacques Désarménien*, thèse 1999

Sylvie Lamy « Les défis du numérique », *Mappemonde* 49, 1998 n°1

Walter V. « Automatic Interpretation of Vector Databases with a Raster-Based Algorithm », *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol.XXXVII, Beijing, 2008, p175-180

## Annexes :

### Annexe 1 : L'interface graphique



Onglets de l'interface graphique sous Clarity, permettant de manipuler les méthodes « URBA », « Citiness » et « Grilles ».

Méthodes de généralisation : urbain

Fichier

Sélection des partitions

Sélection des partitions de la fenêtre

Stat BordLimites Sensibilite Effacer

Buffer Citiness Grille Alternative

PARAMETRES :

Choix des coordonnées du centre de(s) la ville(s) (milieu dense):

Coordonnées de X:

Coordonnées de Y:

Coordonnées de X:

Coordonnées de Y:

Coordonnées de X:

Coordonnées de Y:

Coordonnées de X:

Coordonnées de Y:

Cercles concentriques de rayon de:

200 mètres

400 mètres

600 mètres

800 mètres

Au hasard

Distance maximum entre les bâtiments (mètres) :

100 200 300 400 500

Au hasard

Nom de la nouvelle classe :

LimiteZUAlter26

Exécuter et Enregistrer

Méthodes de généralisation : urbain

Fichier

Sélection des partitions

Sélection des partitions de la fenêtre

Buffer Citiness Grille Alternative

Stat BordLimites Sensibilite Effacer

PROPRIETES :

Calculs sur une limite de zone urbaine:

Nom de la limite :

LimiteZU

Calculs

Comparer les mesures autour d'un point central:

Point central : Valeur de X

Point central : Valeur de Y

Enregistrer

Méthodes de généralisation : urbain

Fichier

Sélection des partitions

Sélection des partitions de la fenêtre

Buffer Citiness Grille Alternative

Stat BordLimites Sensibilite Effacer

SENSIBILITE :

Création d'une zone tampon à partir de coordonnées géographiques autour de la limite qui obtient une aire médiane :

Valeur du X:

Valeur du Y:

Nom de la limite utilisée:

LimiteZU

Nom du contour :

Contour1

Calculs et enregistrement

Nom de la limite pour le calcul de bâtiments

LimiteZU

Calcul

Le premier onglet permet de manipuler la méthode « Alternative », le second d'enregistrer des mesures (onglet statistiques) pour chacune des limites. L'onglet « sensibilité » est utile pour former un contour autour de la limite de zone urbaine qui obtient une aire médiane.

L'onglet « effacer » permet d'effacer les limites de zones urbaines créées précédemment, l'onglet « bord de limite » permet de calculer combien de bâtiments sont présents entre deux limites, et de définir à quelle catégorie ils appartiennent.

Annexe 2 : Limite de la zone urbaine d'Hendaye



Le nombre de plus proche voisins pris en compte est égal à : 45, la zone bâti est dense à espacée, la superficie minimale pour définir une zone urbaine est de 200 000 m<sup>2</sup>.

Cette grande forme est due à la proximité de la frontière franco-espagnole, mais aussi à la zone industrielle des Joncaux qui est composée de bâtiments proches et très denses, rompant avec la continuité de l'habitat résidentiel.

### Annexe 3 : Paramètre des échantillons

#### 1/ Limites méthode « URBA »

Nom de la limite	Valeur du buffer	Seuil de sélection	Valeur du filtre
LimiteZUBoffet0	25	250000	Filtre bas
LimiteZUBoffet1	25	250000	Filtre moyen
LimiteZUBoffet2	25	250000	Filtre haut
LimiteZUBoffet3	15	250000	Filtre moyen
LimiteZUBoffet4	35	250000	Filtre moyen
LimiteZUBoffet5	45	250000	Filtre moyen
LimiteZUBoffet6	30	250000	Filtre haut
LimiteZUBoffet7	13	250000	Filtre haut
LimiteZUBoffet8	47	250000	Filtre haut
LimiteZUBoffet9	37	250000	Filtre moyen
LimiteZUBoffet10	18	250000	Filtre haut
LimiteZUBoffet11	22	250000	Filtre bas
LimiteZUBoffet12	43	250000	Filtre moyen
LimiteZUBoffet13	10	250000	Filtre bas
LimiteZUBoffet14	44	250000	Filtre bas
LimiteZUBoffet15	23	250000	Filtre haut
LimiteZUBoffet16	32	250000	Filtre moyen
LimiteZUBoffet17	26	250000	Filtre haut
LimiteZUBoffet18	20	250000	Filtre moyen
LimiteZUBoffet19	31	250000	Filtre bas

#### 2/ Limites méthode « Citiness »

Nom de la limite	Nombre de voisins	Constante K	Seuil de sélection
LimiteZUCiti0	55	0	200000
LimiteZUCiti1	55	1	200000
LimiteZUCiti2	55	2	200000
LimiteZUCiti3	45	2	200000
LimiteZUCiti4	45	1	200000
LimiteZUCiti5	50	0	200000

LimiteZUCiti6	50	1	200000
LimiteZUCiti7	50	2	200000
LimiteZUCiti8	30	0	200000
LimiteZUCiti9	30	1	200000
LimiteZUCiti10	30	2	200000
LimiteZUCiti11	15	2	200000
LimiteZUCiti12	66	0	200000
LimiteZUCiti13	37	2	200000
LimiteZUCiti14	47	2	200000
LimiteZUCiti15	42	1	200000
LimiteZUCiti16	24	2	200000
LimiteZUCiti17	33	1	200000
LimiteZUCiti18	26	1	200000
LimiteZUCiti19	38	0	200000

### 3/ Limites méthode « Grille »

Limite Nœud routiers rectangularité Densité des bâtiments Taille des cellules Radius

1	VRAI	VRAI	VRAI	200	250
2	VRAI	VRAI	VRAI	150	100
3	VRAI	VRAI	FAUX	200	250
4	FAUX	VRAI	VRAI	200	250
5	VRAI	FAUX	VRAI	200	250
6	VRAI	FAUX	FAUX	200	250
7	FAUX	VRAI	FAUX	200	250
8	FAUX	FAUX	VRAI	200	250
9	VRAI	VRAI	VRAI	244	500
10	VRAI	VRAI	FAUX	146	100
11	VRAI	FAUX	VRAI	165	250
12	VRAI	FAUX	FAUX	142	100
13	VRAI	VRAI	FAUX	213	250
14	FAUX	VRAI	VRAI	198	250
15	FAUX	FAUX	VRAI	180	500
16	VRAI	VRAI	FAUX	239	250

17	VRAI	VRAI	FAUX	128	100
18	FAUX	VRAI	VRAI	152	500
19	VRAI	VRAI	VRAI	221	500
20	FAUX	FAUX	VRAI	175	500

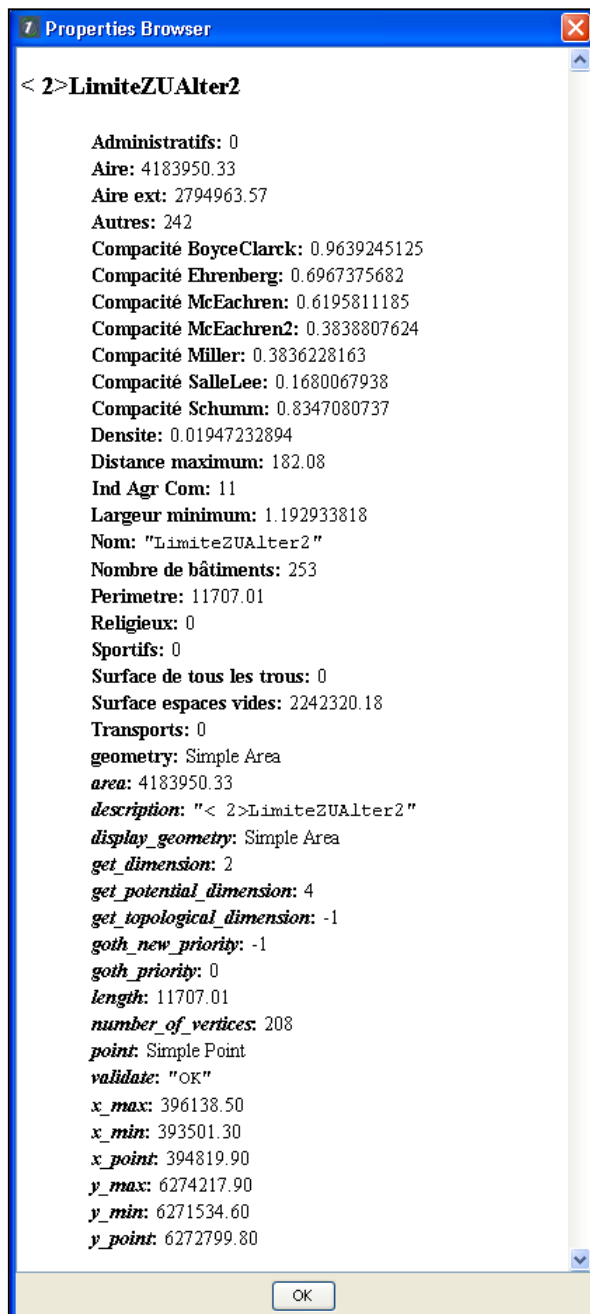
Pour toutes ces méthodes le seuil de similarité est égal à 0.8 et le seuil de sélection à 250 000 m2.

#### 4/ Limites méthode « Alter »

Limite      Diamètre du cercle      Distance bâtiments

0	200	100
1	200	200
2	400	100
3	400	200
4	400	300
5	400	400
6	600	100
7	600	200
8	600	300
9	600	400
10	600	500
11	800	200
12	800	300
13	800	400
14	800	500

## Annexe 4 : Attributs

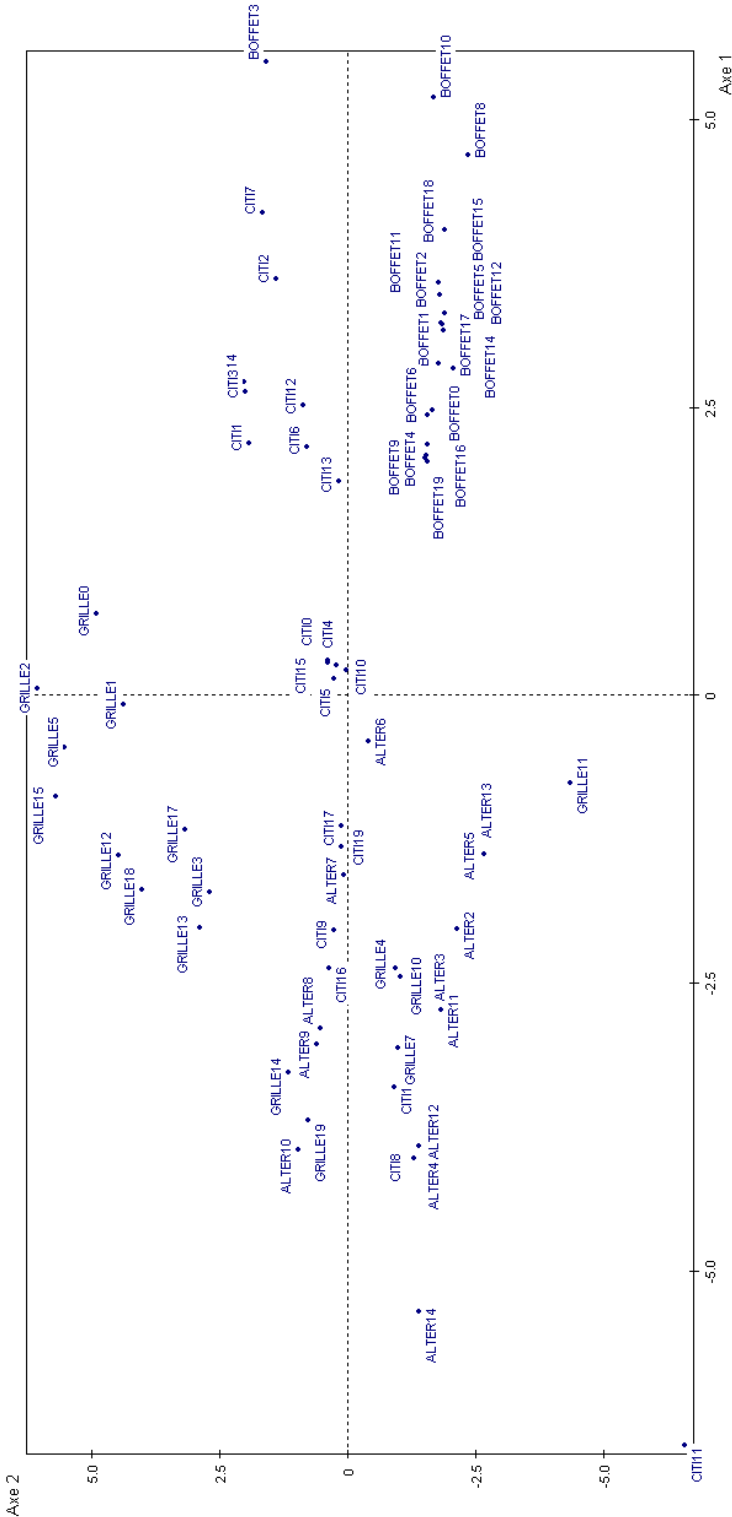


*Annexe 5 : Extrait d'un tableau de statistiques*

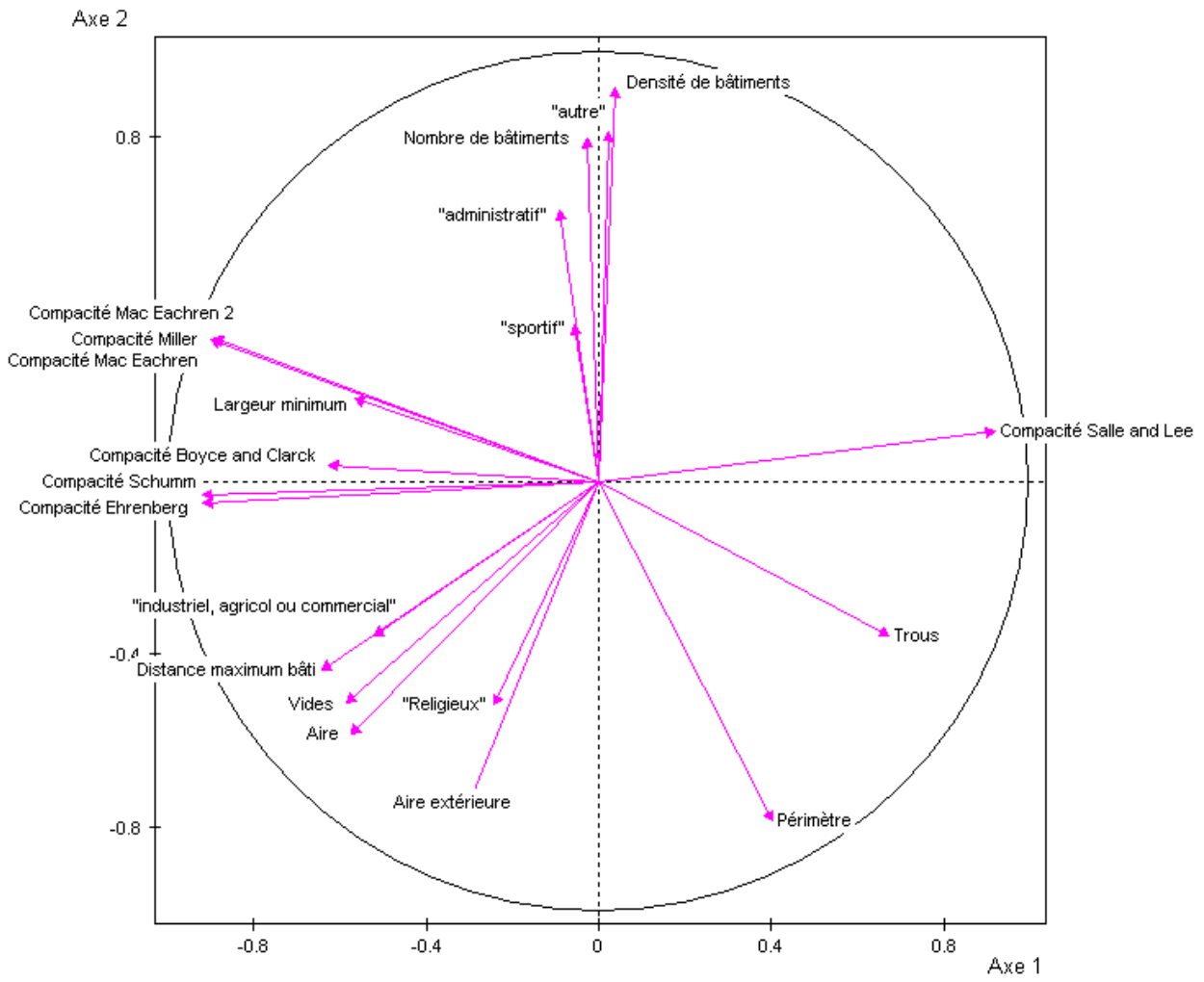
NOM_CLASSE	AIRE	AIREEXT	PERIMETRE	LARGEUR_MIN	COMPMiller	COMPMacEachren
MOYENNE	1117800,62	1456894,57	6661,40717	40,22126396	0,37866824	0,587243684
MEDIANE	942363,305	1417088,83	5832,31829	16,82195764	0,39078451	0,62533613
ETENDUE	6309607,42	2299470,37	11797,986	320,7203023	0,698164	0,624956346
ECART-TYPE	818361,372	356207,044	2382,74986	59,44244149	0,20658217	0,184574409
VARIANCE	6,6972E+11	1,2688E+11	5677496,89	3533,40385	0,04267619	0,034067712
Ecart inter-quartile	586766,828	274255,75	3888,7689	60,42539665	0,38406548	0,326939848
coef interquartile	0,62265458	0,19353462	0,66676212	3,592054976	0,98280631	0,522822579
coed de variation	0,73211748	0,24449748	0,35769467	1,477885965	0,54554923	0,314306333

Valeurs obtenues en utilisant toutes les limites de zones urbaines d'Urrugne.

Annexe 6 : Graphique de l'ACP



Des individus de la méthode « Alternative » obtiennent un point commun, leurs valeurs sont les mêmes.



# Annexe 7 : Gestion de projet

