

Table des matières

REMERCIEMENTS	3
RÉSUMÉ	4
INTRODUCTION	5
I .SOURCES DE DONNÉES.....	7
Données images satellitaires.....	7
Données vectorielles du Sénégal.....	8
Données statistiques de population	9
II .DEFINITION DES AGGLOMERATIONS	9
Méthode de délimitation des agglomérations.....	9
Validation des résultats à l'aide des images satellitaires à haute résolution et de couche de référence (BaseGEO Senegal)	11
III .DENSITE DE POPULATION ET SURFACE BATIE DES AGGLOMERATIONS URBAINES.....	12
Mesure de la surface bâtie des agglomérations urbaines.....	13
Moyenne de la surface bâtie des villes	14
Evolution de la moyenne de la surface bâtie dans un échantillon de 15 villes : 1975, 1990, 2000 et 2015..	15
Densité de population dans les agglomérations urbaines	17
IV .DIFFÉRENCES DE DENSITÉ DES AGGLOMÉRATIONS URBAINES	19
Cartes d'expansion urbaine des grandes agglomérations du Sénégal, 1975-2015.....	19
V .BAISSE DE LA DENSITÉ DE POPULATION ENTRE 1975 - 1990 DANS 6 VILLES DITES DE 'L'INTÉRIEUR'	23
VI .DENSITÉ DU BÂTI DES AGGLOMÉRATIONS URBAINES.....	24
Cartes de densité du bâti dans les agglomérations.....	24
VII .GRILLE DE POPULATION DE LA SURFACE BÂTIE DES AGGLOMÉRATIONS URBAINES	27
VIII .VARIATION DE LA POPULATION PAR PIXEL DANS LA ZONE BÂTIE EN FONCTION DU CENTRE DE LA VILLE SUR UN ÉCHANTILLON DE 6 VILLES.....	31
Graphiques de la variation de la population en 2015 en fonction de la distance au centre-ville.....	31
Graphiques de l'évolution de la variation de la population en fonction de la distance au centre, 1975 -2015	32
CONCLUSION	35
RÉFÉRENCES	37
ANNEXE:	39
I .Traitement effectué pour définir les agglomérations urbaines	39
II .Indicateurs démographiques.....	41
III .Tableaux : Densité de population et Surface bâties des villes 1976, 1990, 2000 et 2015	48
IV .Model JRC de délimitation des Zones urbaines	55
V .Algorithmes utilisées pour calculer la densité de population.....	56
VI .Description Ficher Géodatabase	57

Table des figures

Figure 1: Découpages du territoire aux différentes périodes de recensement général de la population.....	6
Figure 2.1 : Model de délimitation des agglomérations urbaines	10
Figure 2.2 : Erreurs d'affectation de valeurs de population.....	11
Figure 3.1: Superficie et densité des villes en 1975	15
Figure 3. 2 : Surface totale et la moyenne en km ² de la surface bâtie de 15 villes en 1975, 1990,2000 et 20015.	16
Figure 3.3 : L'évolution de la ville de Saint-Louis du Sénégal.....	18
Figure 4.1 : L'expansion de la ville de Dakar, 1975 - 2015	19
Figure 4.2 : L'expansion de la ville de Thiès de 1975 à 2015.....	20
Figure 4.3 : L'expansion de la ville de Touba, 1975 – 2015	21
Figure 4.4 : L'expansion de la ville de Mbour 1975 – 2015	22
Figure 5.1 : Baisse de densité de population entre 1975 et 1990.....	23
Figure 5.2: Evolution de la population entre 1975 et 1990	24
Figure 6.1 : Densité du bâti de la ville de Dakar en 2015	25
Figure 6.2 : Densité du bâti de la ville de Touba en 2015	25
Figure 6.3 : Densité du bâti de la ville de Thiès en 2015.....	26
Figure 6.4 : Densité du bâti de la ville de Diourbel en 2015.....	26
Figure 7.1: Distribution de la population des villes (1 valeur par ville) à toutes les cellules de la couche 'bâti' en fonction de leur densité de bâti (valeurs 0-255).....	28
Figure 7.2 : Grille de population de la ville de Dakar en 2015	29
Figure 7.3 : Grille de population de la ville de Mbour en 2015.....	29
Figure 7.4 : Grille de population de la ville de Ziguinchor en 2015.....	30
Figure 7.5 : Grille de population de la ville de Saint-Louis en 2015	30
Figure 8.1: variation de la population en fonction de la distance au centre des villes de Ziguinchor, Mbour, Touba et Kaolack en 2015	31
Figure 8.2: Variation de la population en 2en fonction de la distance au centre des villes de Tambacounda, Fatick et Diourbel en 2015	32
Figure 8.3: Evolution de la variation de population de la ville de Fatick.....	32
Figure 8.4: Evolution de la Variation de la population de la ville de Ziguinchor	33
Figure 8.5: Evolution de la Variation de la population de la ville de Diourbel	33
Figure 8.6: Evolution de la Variation de la population de la ville de Mbour	34

REMERCIEMENTS

Mes remerciements s'adressent principalement aux collaborateurs du Grid-Genève, spécialement à Andrea de Bono et Hy Dao. Je tiens à les remercier vivement de m'avoir permis de faire ce stage dans le cadre du Certificat de Géomatique au sein du Grid. Ce fut une expérience enrichissante.

Je remercie vivement Juliet Fall (Professeur et Directrice de Département de Géographie et Environnement, Unige) pour son soutien incontournable. Elle n'a ménagé aucun effort pour que je puisse effectuer ce stage. Mention spéciale à elle.

Je remercie aussi vivement le Professeur Frédéric Giraut (Département de Géographie et Environnement, Unige) qui m'a donné la possibilité de faire cette expérience fructueuse.



RÉSUMÉ

Ce rapport est réalisé dans le cadre d'un stage effectué au Grid-Genève en vue de l'obtention du Certificat Complémentaire en Géomatique à l'université de Genève.

Le développement des SIG (Systèmes d'Information Géographique) et de l'image satellitaire a fait qu'un bon nombre d'informations issues de sources de plus en plus diversifiées devient possible. Les satellites civils qui survolent la planète depuis des années 1960, 1970 permettent la détection et la cartographie des différents écosystèmes (Borderon et Al, 2014). Ce travail analyse, à l'aide d'image satellitaire (données JRC) et de données de recensement de population la relation entre la densité de population et la surface bâtie des agglomérations urbaines du Sénégal. Le traitement est réalisé sur un échantillon de 35 villes en 1975, 43 en 1990, 87 en 2000 et 91 en 2015. Les données de population obtenues pour ces villes sont de 32 en 1975, 34 en 1990, 75 en 2000 et 88 en 2015. Pour certaines villes nous n'avons pas les données de population pour toutes les années, ce qui nécessite des vérifications manuelles sur le choix des villes à analyser afin de suivre l'évolution de la population. Sous Arc gis un traitement de données raster sur la population de la couche GHSL (JRC) est effectué pour délimiter les agglomérations. Le traitement est fait en considérant comme critère pour la zone urbaine que pour chaque pixel de 250 m la population minimum est de 75 personnes.

La mesure de surface bâtie des villes a permis d'observer l'évolution de l'espace urbaine de 1975 à 2015. Cette évolution varie d'une ville à l'autre. Dans les grandes villes deux tendances se dessinent: une catégorie où la ville consomme beaucoup d'espace et s'étale rapidement et une catégorie où la ville consomme moins d'espace et se densifie très fortement. Nous avons mesuré la densité de la population par km² dans les zones bâties et données pour chaque ville le nombre de population par km² et ceci pour toutes les années. Après vérification manuelle et corrections de polygones de ville, nous avons sur un échantillon de 15 villes, mesuré l'évolution de la moyenne de la surface bâtie des années 1975, 1990, 2000 et 2015. Entre 1975 et 1990 une observation de la baisse de la densité de population est effectuée sur un échantillon de 7 villes dites « de l'intérieur ». Dans les villes en générale, la densité de la population varie du centre vers la périphérie et en fonction de la densité du bâti; cependant nous trouvons aussi des différences significatives. Nous faisons également état de la variation de la population des villes du centre vers la périphérie à travers une courbe de distance.

INTRODUCTION

Contexte

Ce Travail est réalisé dans le cadre d'un stage effectué au Grid-Genève¹ (UNEP) en vue de l'obtention du Certificat Complémentaire en Géomatique à l'université de Genève.

L'objectif de ce travail est de produire une analyse de la relation entre la densité de la population et de la surface bâtie des zones urbaines et son évolution dans le temps. Autrement dit, nous allons, à travers une temporalité, mesurer la surface du bâti en fonction du nombre de population selon les villes et selon les différentes catégories agglomérations urbaines au Sénégal. Cette observation s'effectue sur quatre périodes (1975, 1990, 2000 et 2015) allant de 1975 à 2015, soit une évolution de 40ans. L'essentiel des données qui seront présentées résulte d'estimations et de calculs personnels. Pour effectuer ce travail, nous nous sommes posé un certain nombre d'interrogations auxquelles nous allons tenter d'apporter des réponses par analyse spatiale basée sur des données satellitaires (**GHS population grid, derived from GPW4, multitemporal (1975, 1990, 2000, 2015): GHS_POP_GPW4_GLOBE_R2015A, Global multi-temporal settlement data -Beta version 300 m**)² prises à des dates différentes avec une résolution de 250m:

- Comment l'espace du bâti a-t-il évolué de 1975 à 2015 au Sénégal?
- Comment les densités varient d'une ville à l'autre?
- La densité du bâti est-elle conséquente de la variation de la population au Sénégal?
- Les densités des villes dépendent-elles du niveau ou du statut de développement de la zone ou sont-elles pareilles partout?
- Est-ce que les taux varient entre les villes et à des périodes différentes?

L'analyse que nous allons effectuer dans la présente étude, tente de faire ressortir les différences de peuplements et de leurs évolutions dans le temps. Ce n'est certes pas évident mais pas impossible. Le Sénégal est un pays en développement mais qui, du point de vue de l'urbanisation, subit un rythme évolutif extraordinaire au fil des temps. La concentration de populations dans les centres urbaines est conséquente des infrastructures de développement et de la situation économique de la zone mais aussi de son statut administratif. Certes les données statistiques locales et générales existent et peuvent décrire à travers les chiffres des différents recensements la situation évolutive du peuplement. Cela dit, nous allons essayer de combiner ces données statistiques avec celles de l'évolution de la densité du bâti, à travers des images satellitaires pour mesurer spatialement les différences entre les zones urbaines (villes et différentes catégories d'agglomérations).

La nécessité de comprendre le système de l'organisation spatiale de la localité est un aspect fondamental pour comparer, sur le plan spatial et historique, les modifications d'une structure sociale ou économique qui a des composantes régionales spécifiques et qui se trouve modifiée par le processus de développement économique (BAIROCH.P, 1976, p. 304). Il importe donc de rappeler l'historique de l'organisation spatiale (administrative) de la zone d'étude afin de mieux comprendre la nature des différences et de l'évolution des densités de peuplement.

Présentation de la zone d'étude

¹ Le DEWA/GRID-Genève fait partie du groupe global de centres d'information du PNUÉ, connus sous le nom de réseau "Global Resource Information Database" (GRID). Les GRIDs-Genève et Nairobi ont été les premiers centres à être lancés en 1985. Les centres GRID facilitent non seulement l'accès aux données et à l'information environnementales mais en produisent également pour les prises de décisions et la mise en place de politiques; ils soutiennent la révision continue par le PNUÉ de l'état de l'environnement ainsi que des tendances; et ils fournissent des pré-alertes sur les problèmes et les menaces environnementales émergentes.

(<http://www.grid.unep.ch/index.php?lang=fr>)

²http://data.jrc.ec.europa.eu/dataset/jrc-ghsl-ghs_pop_gpw4_globe_r2015a

Le Sénégal est un pays d'Afrique de l'ouest. Ancienne colonie française, il est devenu indépendant en 1960. Il se situe à l'avancée la plus occidentale du continent africain dans l'Océan Atlantique. D'une superficie de 196 722 km², le Sénégal est bordé par l'Océan Atlantique à l'Ouest, la Mauritanie au Nord et à l'Est, le Mali à l'Est et la Guinée et la Guinée Bissau au Sud. La Gambie forme une enclave dans le Sénégal, pénétrant à plus de 300 km à l'intérieur des terres.

Depuis l'indépendance, le découpage administratif du Sénégal a connu plusieurs retouches. Dans le but de corriger une certaine disparité entre les sept régions d'origine, le Sénégal Oriental étant onze fois plus étendue que la région du Cap Vert, plusieurs réformes ont eu lieu. Entre autre initiative, la Décision de l'Etat de limiter le nombre de départements à trois par région en 1984 avec la loi n° 84-22 du 24 mars et la création de quatre nouvelles régions (Ziguinchor, Kolda, Kaolack et Fatick) (Africapolis, Dynamique de l'urbanisation 1950-2020, approche géo-statistique, Afrique de l'ouest, non daté). Avec le découpage territorial mise en place en 1996, on note de nouvelles évolutions, avec d'abord la création de la région de Matam en 2002 (loi n°04/2002 du XXXX, modifie la loi n°22-02), ensuite la création du département de Koungueul en 2006 et enfin, en 2008, l'érection des départements de Kaffrine, Kédougou et Sédhiou en région. Ce tableau ci-dessous résume le découpage du territoire selon les années de recensement général de la population.

Figure 1: Découpages du territoire aux différentes périodes de recensement général de la population.

1976	1988	1996	2002*
8 régions	10 régions	10 régions	11 régions
départements	30 départements	30 départements	34 départements
arrondissements	Arrondissements ou zone urbaine	91 arrondissements	92 arrondissements
communautés rurales	communauté rurale ; pas de terminologie pour le plus petit maillage des zones urbaines mais le nom de la localité	Communauté rurales / commune	
villages		villages	villages

* Onze régions dont les chefs-lieux sont les principales villes : Dakar, Diourbel, Fatick, Kaolack, Kolda, Louga, Matam, Saint Louis, Tambacounda, Thiès, Ziguinchor.

Source: Africapolis, dynamique de l'urbanisation, 1950-2020: approche géostatistique, Afrique de l'ouest, Non daté.

Au dernier recensement de 2013, avec la loi n° 2013-10 du 28 décembre 2013 portant Code général des collectivités locales, le territoire comprend des circonscriptions administratives (14 régions, 45 départements et 117 arrondissements) et des collectivités locales (45 départements et 557 communes). Depuis le 28 décembre 2013, les anciennes communautés rurales sont érigées en communes. Les communes de Dakar et de Thiès ont le statut de ville et sont divisées en communes d'arrondissement (www.au-senegal.com, site d'information au cœur du Sénégal/ Sénégal-administratif).

Définition officielle de l'urbain au Sénégal

Selon le document d'Africapolis sur les dynamiques d'urbanisation 1950-2020, fiches par pays: "Plusieurs définitions officielles de l'urbain sont utilisées au Sénégal:

- Les Services de l'Urbanisme: est urbaine une localité de plus de 5000 habitants,

- La DAT (Direction de l'Aménagement du Territoire): 2 500 habitants confèrent le statut d'urbain".
- La Direction de la Statistiques utilise parfois aussi un seuil démographique plus élevé 10.000 habitants que celui donné dans les rapports de recensements.

En 2002, la définition de l'urbain se réfère implicitement à celle de la commune. «Ainsi, le milieu urbain est constitué par l'ensemble des localités érigées en communes, et ce, quel que soit leur nombre d'habitants» (ANSD, RGPH 2002, 2006, p. 42). Toutefois, la définition comporte un critère démographique par défaut puisque selon le code des collectivités locales de 1996 (article 79), «ne peuvent être constituées en commune que les localités ayant un développement suffisant pour pouvoir disposer des ressources propres nécessaires à l'équilibre de leur budget. Aucune commune ne peut être constituée si elle ne comprend pas une population groupée d'au moins 1 000 habitants » (cité par THIAM, 2008, p. 132).

La conséquence de ces différences fait qu'une définition précise de la ville devient assez relative.

Le critère administratif considère le statut administratif de la localité ainsi que les limites à l'intérieur desquelles une agglomération est une ville ou non. Le statut de la localité est privilégié et les limites des entités administratives définissent le périmètre urbain. Sont donc considérées comme villes les localités érigées en communes. Le critère démographique prend en compte le nombre d'habitants d'une agglomération. Ce statut est utilisé par l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD), pour caractériser les villes avec une population de 10000 habitants. Le critère morphologique prend en compte l'apparence et la continuité du bâti selon un seuil de distance. Le critère fonctionnel considère la ville selon sa capacité de pôle d'attraction et d'existence des infrastructures de services et d'emplois. Autrement dit une agglomération urbaine vaste et très peuplée qui concentre la majorité des activités humaines.

Pour cette étude, nous allons nous focaliser sur un critère démographique et considérons comme urbain une agglomération d'au moins 10 000 habitants. Le choix de ce critère et de ce seuil est motivé par le fait qu'au Sénégal, avec la fréquence de changement de définition du seuil démographique pour la ville, ainsi que les différences entre les régions elles-mêmes, la définition standard du seuil ne s'applique pas pour tout le pays. Par exemple, certaines agglomérations de 5000 habitants sont considérées comme villes dans certaines régions alors que pour d'autres régions une agglomération de 5000 habitants est rurale.

I .SOURCES DE DONNÉES

Données images satellitaires

Les données d'images satellitaires utilisées pour ce travail sont issues des travaux du Centre Commun de Recherche. Le **Centre Commun de Recherche (CCR)**, *Joint Research Centre (JRC)*, en anglais, est le laboratoire de recherche scientifique et technique de l'Union européenne. Le JRC abrite le projet GHSL qui produit des couches de données mondiales sur les établissements humains: Global Human Settlement Layer (GHSL). Le "Global Human Settlement Layer" (GHSL), est un cadre pour produire de l'information spatiale mondiale sur la population et sur la taille physique des colonies sur la planète. Le GHSL produit des informations spatiales mondiales sur la présence des ouvrages humaines ("artificial surfaces") sur la planète.

- **GHSL Landsat - Global multi-temporal settlement data for 1975, 1990, 2000 and 2014 (Global multi-temporal settlement data -Beta version 300 m)**

Le GHSL Landsat est un jeu de données raster qui produit des informations spatiales mondiales sur la présence des ouvrages humaines et au fil du temps. Ceci sous forme de cartes de densité de bâti. Il utilise la collection 'Global Land Survey'(GLS) de l'imagerie Landsat, qui est une collection soigneusement coordonnée des images à haute résolution pour la modélisation globale et est produite par le Global Land Cover Facility (www.landcover.org). Cela a permis à la cartographie des colonies de peuplement dans le temps jusqu'à l'année 1975. En outre, Landsat GHSL utilise Landsat-8 à partir de 2013/2014 pour la dernière couverture.

➤ **GHS population grid, derived from GPW4, multitemporal (1975, 1990, 2000, 2015)**
GHS_POP_GPW4_GLOBE_R2015A

Grille de populations calculée par le JRC et dérivée de GPW4 (Gridded Population of the World, version 4)³, pour 1975, 1990, 2000 et 2015. Les données sont publiées en moyenne et basse résolution (250m et 1km respectivement) et projetées en World Mollweide (EPSG: 54009).

L'information est extraite d'images Landsat organisées en quatre collections correspondant aux époques 1975, 1990, 2000 et 2014. Cet ensemble de données raster spatial représente la distribution et la densité de la population, exprimées par le nombre de personnes par cellule. Les estimations de la population résidentielle pour les années cibles 1975, 1990, 2000 et 2015 fournies par GPWv4 ont été désagrégées des unités de recensement ou des unités administratives. Le GHSL s'appuie sur la conception et la mise en œuvre de nouvelles technologies d'exploration de données spatiales permettant de traiter automatiquement et d'extraire des analyses et des connaissances à partir d'une grande quantité de données hétérogènes.

Comme objectif principal, la couche mondiale d'établissement des humains (GHSL) rend compte de la présence de zones bâties dans les différentes époques à la résolution spatiale permise par le capteur Landsat⁴.

Données vectorielles du Sénégal

➤ **Données vectorielles au 1/1 000 000 (ces données couvrent l'ensemble du Sénégal)**

➤ **Données vectorielles au 1/200 000 (données pour l'ensemble du Sénégal)**

Ces données sont extraites de la plateforme Base de Données Géographiques du Sénégal (Base Geo Sénégal)⁵. Cette plateforme permet de télécharger des données géospatiales sur le Sénégal : ortho-images, modèles numériques de terrain et de données normalisées aux échelles 1:50 000, 1:200 000, et 1: 1000 000.

Les données au 1/1 000 000 utilisées ici fournissent des informations au niveau national. La couche informe sur les limites administratives de niveau 1 et 2 (régions et départements), sur les agglomérations du Sénégal, les noms des localités au niveau national et sur les infrastructures etc.

Les données au 1/200 000 fournissent des informations plus détaillées à un niveau plus petit. Les données sont fournies par localité et informent sur les agglomérations de toutes les entités administratives, les noms et localités de toutes les divisions administratives, les réseaux d'eau, les infrastructures routières et les infrastructures de bases (points d'eau, santé, aéroports, éducation etc.).

Les localités sont des régions, des départements, des communes, les arrondissements, les quartiers des communes et des villages. Ces données fournissent les informations assez détaillées tant au niveau national qu'au

³The Gridded Population of the World (GPW) series, now in its fourth version (GPWv4), models the distribution of human population (counts and densities) on a continuous global surface" <http://sedac.ciesin.columbia.edu/data/collection/gpw-v4>

⁴http://ghsl.jrc.ec.europa.eu/ghs_pop.php

⁵ <http://www.basegeo.gouv.sn>

niveau local sur les infrastructures et les découpages administratifs, mais malheureusement elles ne donnent pas de renseignements sur le nombre de population des localités. Nous sommes donc obligés de chercher les données statistiques de population dans d'autres sources d'information.

Données statistiques de population

L'ANSD a ouvert une plateforme de diffusion des micro-données et des méta-données des enquêtes réalisées par tout le Système Statistique National (SSN), dénommée Archivage National des Données d'enquêtes du Sénégal ((ANADS) : <http://anads.ansd.sn/>). Des rapports et données statistiques de recensement sont tirés de cette plateforme ainsi dans d'autres sources de données:

- Données de Recensement Général de la population et de L'Habitat (RGPH) 1976 et 1988, tirées des rapports de la plateforme de l'ANSD;
- Population des villes en 2015, tirées du rapport de projection de la population, ANSD, Février 2016⁶;
- Population des villes en 2000, tirées du site de Tageo.com⁷, annuaire mondiale des villes dans la rubrique population des principales villes du Sénégal en 2000;
- Population des villes en 1976 et 1988, tirées du site de Thomas Brinkhoff, CityPopulation⁸.

Les données sont issues des recensements de population et de l'habitat du Sénégal de 1976 et 1988⁹.

II .DEFINITION DES AGGLOMERATIONS

L'objectif de ce Travail est de faire une analyse de la relation entre la surface bâtie des zones d'agglomérations urbaines et l'évolution de la population dans le temps au Sénégal. Le traitement consiste à déterminer les agglomérations urbaines et à délimiter la surface bâtie des zones d'étude. La variété des définitions d'une ville selon le contexte fait qu'avoir une idée précise d'une ville devient complexe. Pour réaliser ce travail nous considérons l'hypothèse qu'une ville est une agglomération urbaine d'au moins 10 000 habitants en 2015.

Le logiciel ArcMap a été utilisé pour le traitement de données cartographiques et la réalisation des cartes. Nous avons aussi utilisé Excel pour faire un certain nombre de calculs et la réalisation des graphiques.

Méthode de délimitation des agglomérations

Les données du Sénégal sont été extraites de celles des zones bâties et populations mondiales des années 1975, 1990, 2000 et 2015 du GHSL. Les couches de base du GHSL sont projetées en mode **Word_ Mollweide**. Pour le traitement des données du Sénégal nous avons utilisé la projection **WGS_2984_UTM_Zone 28N**.

Le traitement va consister à regrouper (les valeurs) des pixels pour définir les zones urbaines. Pour ce faire, nous avons utilisé le model de JRC.

Agglomération urbaine = zone urbaine + zone périurbaine

- Zone urbaine: pour un pixel de 250m de résolution une population ≥ 300 habitants.
- Zone périurbaine: pour un pixel de 250m de résolution une population ≥ 75 habitants, la zone rurale n'a pas était prise en compte dans cette étude (Cf. image).

Le traitement a été fait sous ArcMap avec comme procédure l'extraction des cellules qui ont une valeur ≥ 75 (résolution 250m). Ensuite les pixels ne doivent pas être isolés. L'étape suivante consiste à regrouper ces pixels par région.

⁶ Voir annexe pour les données de population.

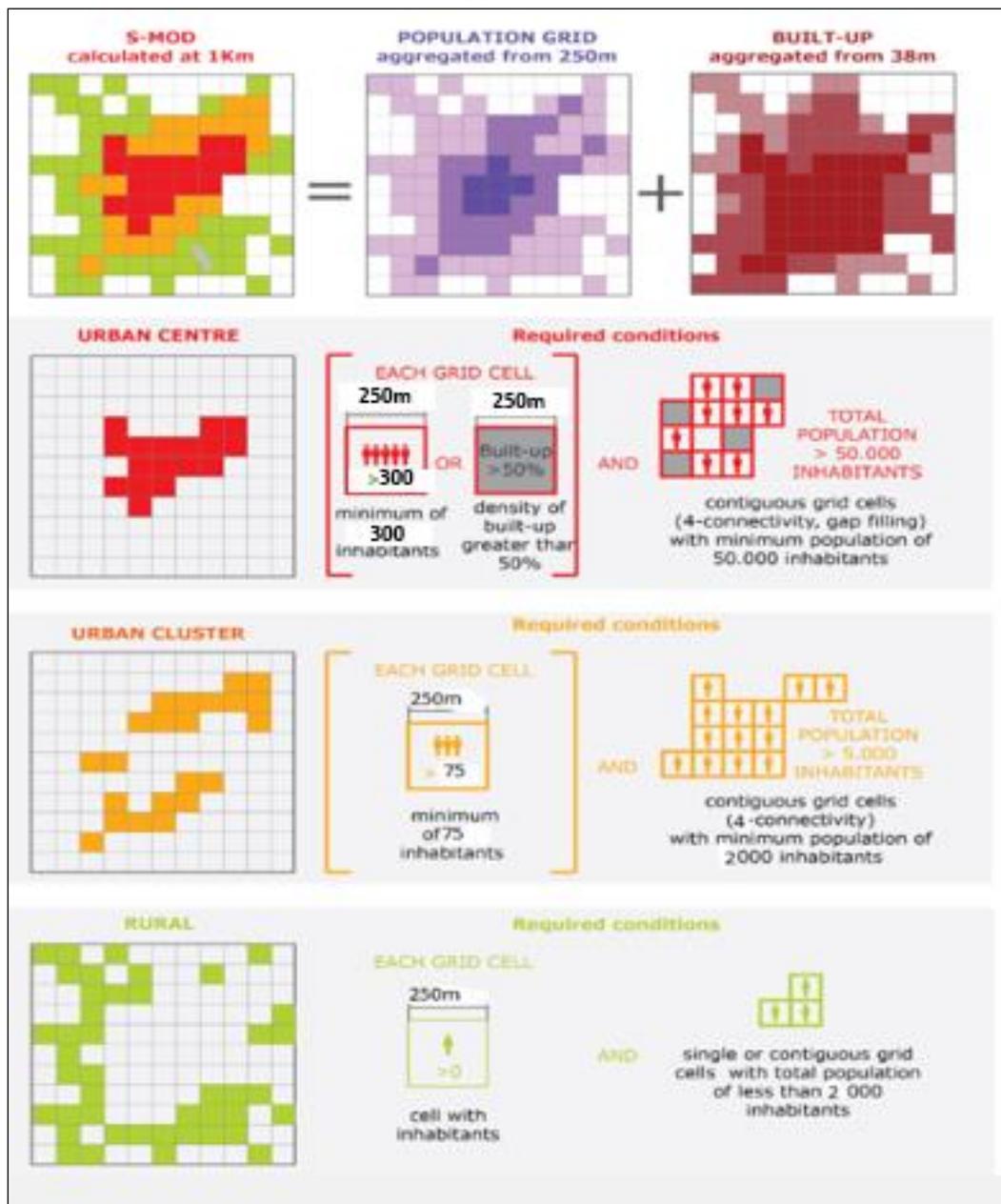
⁷<http://www.tageo.com/index-e-sg-cities-SN.htm>

⁸www.citypopulation.de

⁹ Citypopulation.de utilise des données de recensement fournies par l'Agence nationale de la statistique et de la Démographie du Sénégal (ANSD)

A de l'aide de l'outil 'Region Group' nous avons effectué l'opération avec un regroupement d'au moins 4 cellules (pixels) contiguës avec un minimum de population de 2000 habitants¹⁰. Nous avons utilisé le système de JRC "The GHSL Settlement Model"¹¹ adapté avec les données utilisées pour délimiter les agglomérations et définir les zones urbaines. (Figure 2.1)

Figure 2.1 : Model de délimitation des agglomérations urbaines



Source: GHSL Settlement modifié. (<http://ghsl.jrc.ec.europa.eu/data.php>)

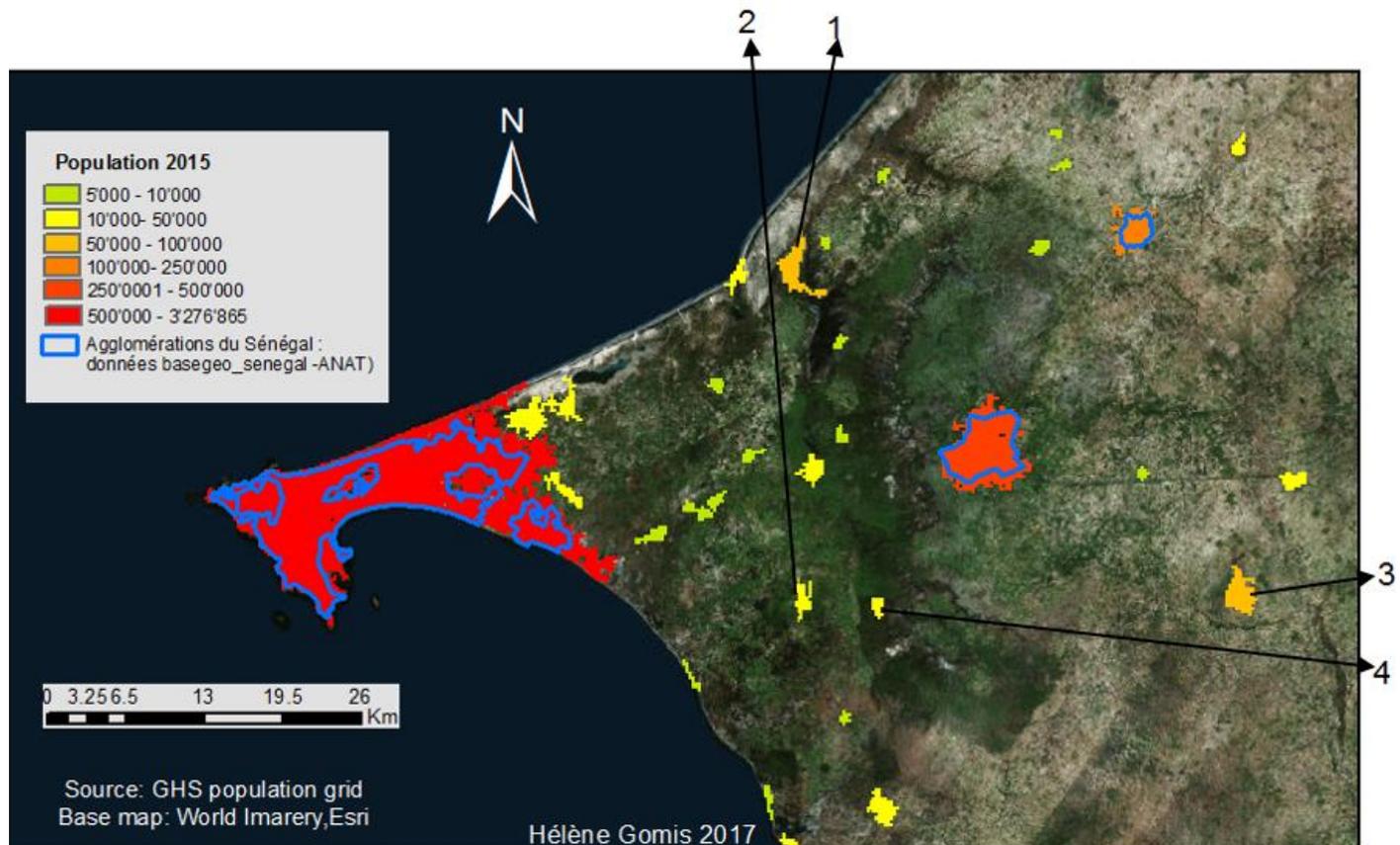
¹⁰ Voir le détail du traitement en annexe en annexe I

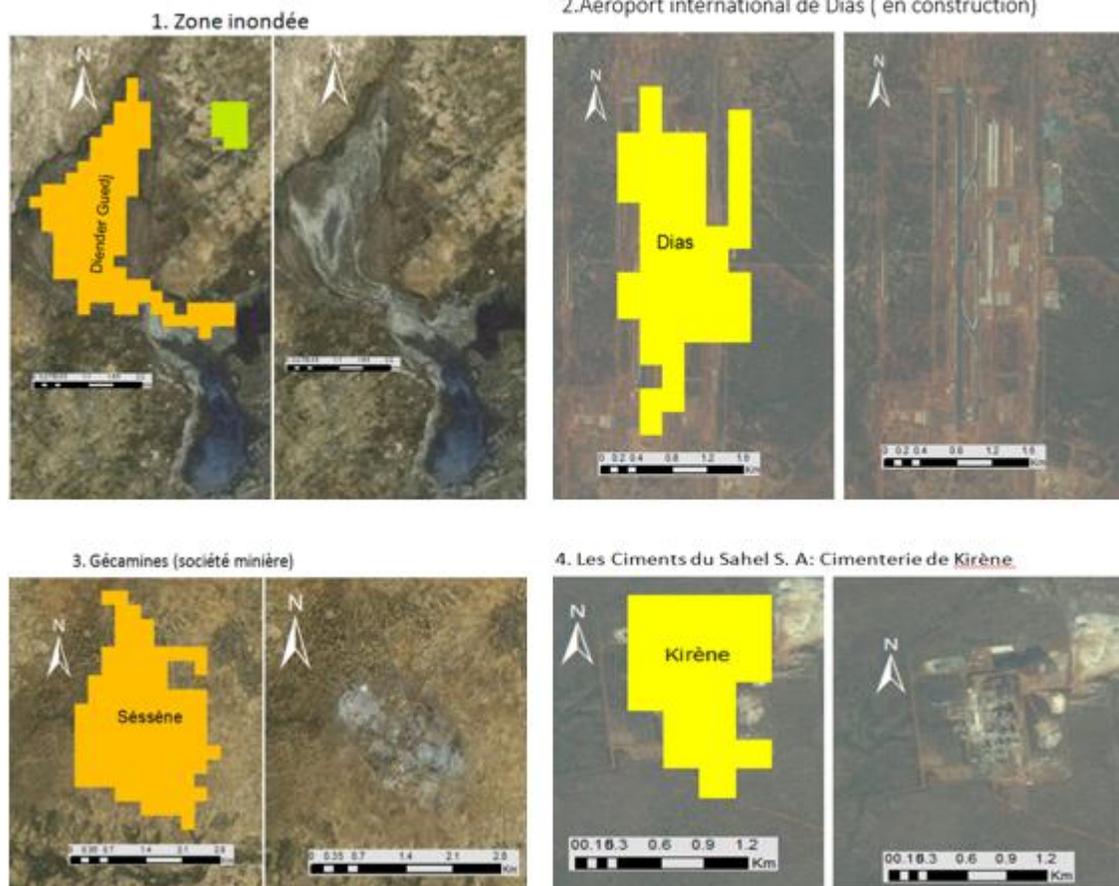
¹¹ Voir le Model JRC en annexe

Ce traitement nous a permis de définir les zones d'agglomérations urbaines avec les données de "GHS population grid". Ces mêmes agglomérations (GHS population) obtenues sont comparées avec les données d'agglomérations de la couche vecteur fournie au niveau local avec le site de base Geo (Base de données géographiques, Anat, Sénégal). Cependant nous avons constaté quelques incohérences dans la distribution de données de populations fournies par la couche de GHSL. La distribution de populations faite par le GHSL a attribué un certain nombre de populations à des pixels qui ne sont pas dans des zones d'habitations mais qui sont considérés par le satellite comme du bâti (zone d'habitations). Ces endroits correspondent à des zones soit d'eau, soit de carrières ou d'infrastructures (sociétés, industries, carrières), etc. (figure 2.2).

Validation des résultats à l'aide des images satellitaires à haute résolution et de couche de référence (BaseGEO Senegal)

Figure 2.2 : Erreurs d'affectation de valeurs de population





En Dehors du fait que nous avons constaté ces erreurs, nous avons remarqué aussi que les valeurs de populations attribuées ne sont pas cohérentes. Par exemple des valeurs de populations de tout un département attribuées à une seule localité. Pour la ville de Podor, par exemple, le nombre de populations fourni par le GHS population en 2015 est de 450 022 alors que selon l'ANSD la population de la ville de Podor est de 12 229 habitants en 2015. Pour avoir des valeurs plus réalistes, nous avons donc utilisé les données statistiques de recensement et de projections de populations d'autres sources de données pour évaluer la densité de population.

III. DENSITE DE POPULATION ET SURFACE BATIE DES AGGLOMERATIONS URBAINES.

Pour mesurer la densité, l'unité utilisée est la ville. Nous entendons par ce terme, la localité chef-lieu d'une unité administrative. La ville est constituée d'un centre qui constitue le noyau attractif, administratif et économique d'une localité. Ce noyau (centre-ville) est entouré d'espaces d'habitations dites périphériques avec lesquelles il forme une agglomération urbaine. En nous conformant à la division administrative du Sénégal, nous avons tendance à confondre une agglomération urbaine et une ville en tant qu'entité administrative. Par exemple le département est une entité administrative avec en son sein un espace urbain et un espace rural. Dans certains contextes et pour des études plus larges à une échelle plus globale, il est assimilé à une ville. Une agglomération urbaine est un ensemble contigu de bâtis avec un certain nombre de population. Dans le cas de notre étude, nous considérons comme agglomération urbaine une localité d'au moins de 10 000 habitants. Une ville qui a évolué dans le temps tant du point de vue de son statut que des infrastructures de base. C'est en général les villes des anciennes concentrations de populations avec un minimum d'infrastructures, lieux de destination des migrants à

la recherche de travail aux périodes de soudure. Les termes 'ville' et 'agglomérations urbaines' sont parfois utilisés de façon similaire.

Les grandes et les petites villes varient d'une région à l'autre. La taille de la population des agglomérations varie de 2000 à plus de 3 000 000 selon les villes.

Nous avons des estimations assez détaillées de la population habitant les villes en 2015, informations tirées d'un rapport de projection de la population de la base de données de la Direction de la Statistique du Sénégal (ANSD)¹². En 2000 les données de populations utilisées sont issues du site www.tageo.com (population des villes du Sénégal en 2000). Pour les années 1975 et 1990, nous n'avons pas pu avoir les données détaillées pour chaque ville.

Ainsi nous avons utilisé les données de populations issues des recensements de populations de 1976 pour l'année 1975 et 1988 pour l'année 1990. Ces données publiées par **Thomas Brinkhoff** sont prises du site www.city.population.com, qui utilise lui-même les données de L'ANSD. En somme pour l'année 1976, nous avons pu joindre 35 villes à des polygones dont 32 avec leurs populations; pour l'année 1988 nous avons 43 villes avec leurs populations; pour l'année 2000 nous avons 87 dont 75 avec leurs populations; pour 2015, nous avons 91 villes dont 88 avec leurs populations¹³.

Mesure de la surface bâtie des agglomérations urbaines.

Dans le but de déterminer la superficie de chaque espace bâti des agglomérations, le traitement a consisté à transformer les couches rasters des différentes agglomérations en polygone. En transformant les rasters en vecteurs sous Arc Gis, la superficie de chaque polygone est calculée automatiquement (Shape Area). Nous avons ensuite avec une couche de points 'des localités du Sénégal' renseignant sur les noms des villes, fait une jointure spatiale pour attribuer à chaque polygone d'agglomération le nom de la ville correspondante. Des vérifications et des corrections manuelles sont aussi effectuées pour ajuster les résultats. Après ce traitement, nous avons obtenu une couche avec comme information dans la table attributaire, les agglomérations et la taille de la surface bâtie d'agglomération. Pour compléter l'information, des tables Excel (CSV)¹⁴ des données de populations des différentes villes sont jointes à la table des couches de polygone pour renseigner sur le nombre de population de chaque polygone de ville¹⁵. Avec cette opération le logiciel calculant automatiquement la superficie des polygones, nous obtenons les informations sur le nombre de population et la superficie de chaque ville, information qui nous permettra de calculer la densité de population de chaque agglomération.

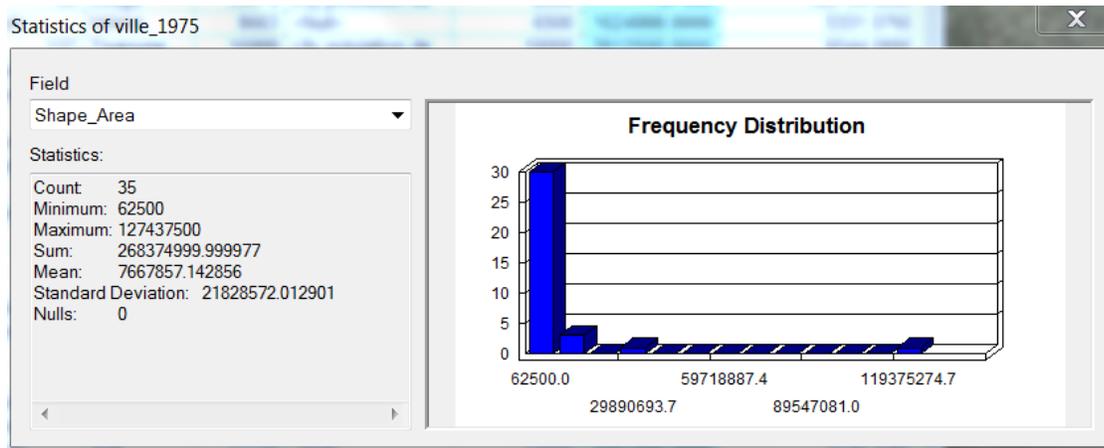
¹² Rapport de projection de la population, ANSD, Février 2016.

¹³ Voir annexe: tableaux de population des villes.

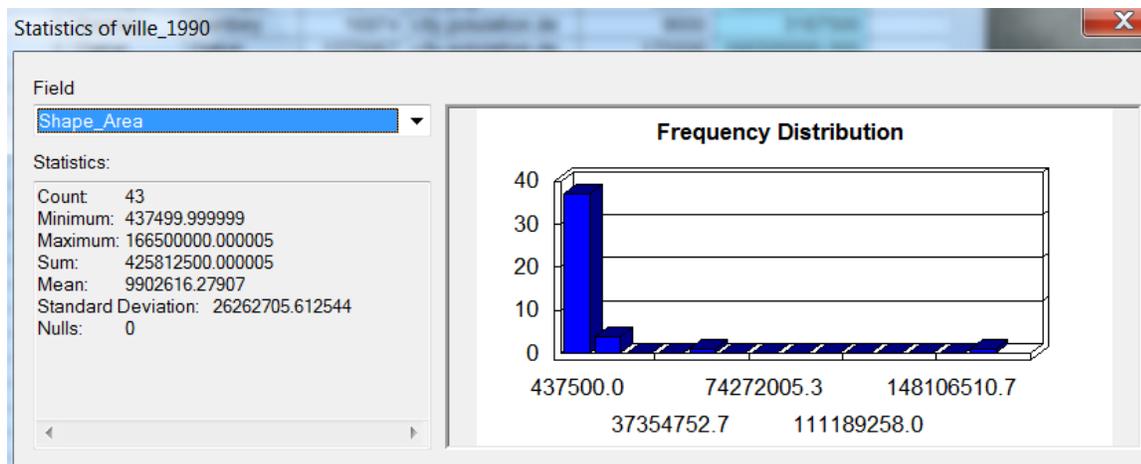
¹⁴ Voir annexe: tableaux des superficies et densité de population de chaque agglomération.

¹⁵ Détail du traitement en annexe.

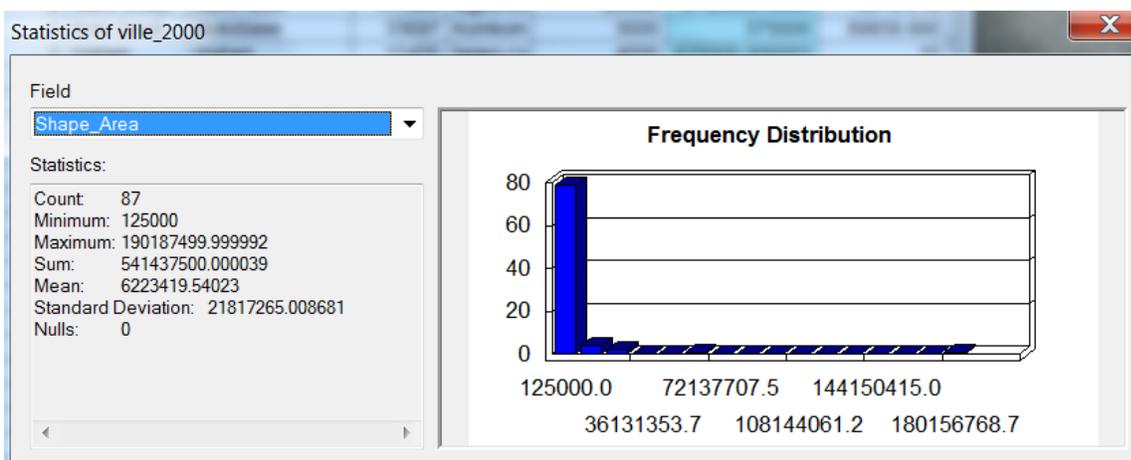
Moyenne de la surface bâtie des villes



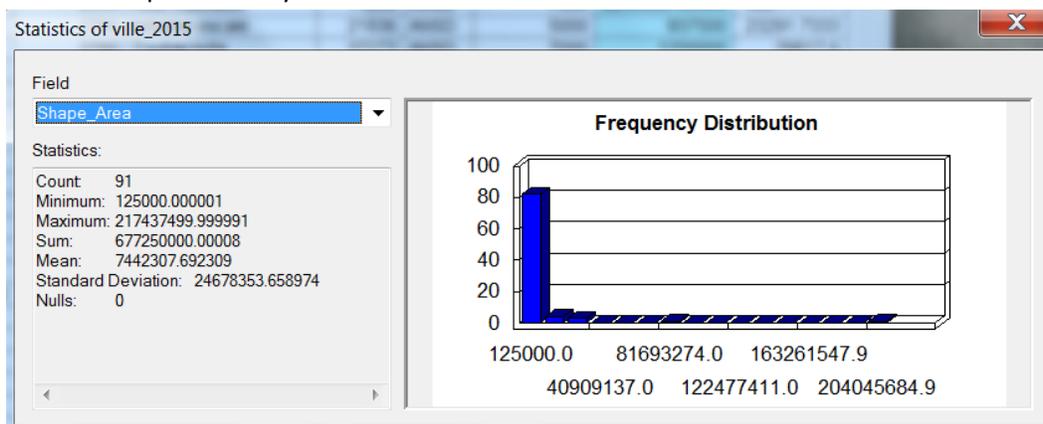
Sur un échantillon de 35 villes en 1975 la surface totale de la surface bâtie est de 268 375 000 m² soit 268 km² avec une superficie moyenne 7 667 857 m² soit 8 km².



Sur un échantillon de 43 villes en 1990 la surface totale de la surface bâtie est 425 812 500 m² soit 426 km² avec une superficie moyenne de 9 902 616 m² soit 10 km².



Sur un échantillon de 87 villes en 2000 la surface totale de la surface bâtie est de 541 437 500 m² soit 541 km² avec une superficie moyenne 6 223 420 m² soit 6 km².



Sur un échantillon de 91 villes en 2015 la surface totale de la surface bâtie est de 677 250 000 m² soit 677 km² avec une superficie moyenne 7 442 308 m² soit 7 km².

Evolution de la moyenne de la surface bâtie dans un échantillon de 15 villes du Sénégal de 1975, 1990, 2000 et 2015.

Figure 3.1: Superficie et densité des villes en 1975

city	Superficie (km2) 1975 en km2	Densité 1975 (pers/km2)
St_louis	5.44	16306
Mékhé	1.62	5331
Tivaoune	2.81	6044
Touba	38.12	777
Thies	14.63	7880
Dakar	127.44	6382
Diourbel	7.37	7289
Nguékhokh	0.50	9636
Mbour	6.06	6095
fatick	2.81	3555
Kaolack	16.12	6459
Tambacounda	3.69	6979
kolda	2.06	9188
Bignona	5.94	2443
Sedhiou	1.12	8295
Ziguinchor	18.56	3752
Rosso	0.06	<Null>
Richard toll	0.19	26096
Louga	0.19	189755
Kayar	1.25	2859
Bakel	0.19	35035
Mbacké	3.25	7812
Pout	0.06	117024

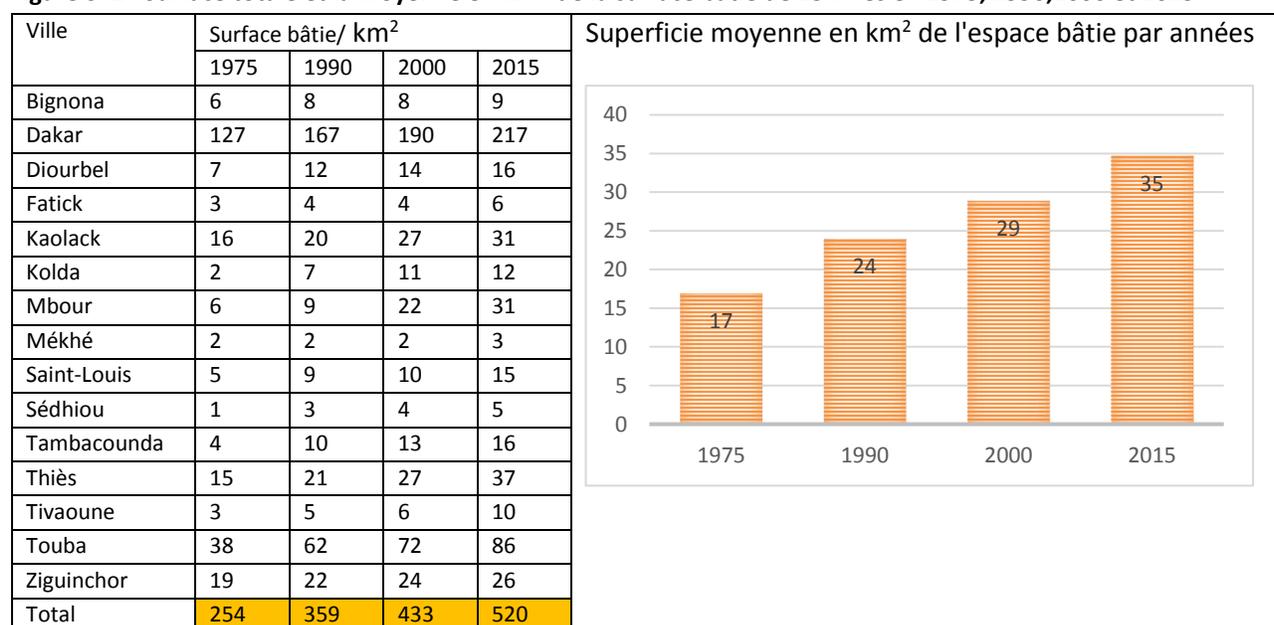
khombole	0.38	18125
Bambey	0.75	13113
Gossas	0.13	58920
Guinguinéo	0.69	15924
Gandiaye	0.06	<Null>
Joal	3.56	3135
Kahone	0.25	<Null>
Kafrine	0.69	16625
Nioro du Rip	0.25	31736
Velingara	0.50	17510
Kedougou	0.31	24714
Goudomp	1.31	2885

Après vérification manuelle, nous avons constaté aussi que la taille de certaines polygones n'est pas cohérente au regard du nombre de populations de la ville. Ces anomalies dues à des erreurs au niveau des données de base, induisent à des résultats erronés. Nous avons ainsi, sur un échantillon de 15 villes, mesuré la moyenne de la surface bâtie pour les années 1975, 1990, 2000 et 2015. (Figure 3.3.2).

Les villes sont choisies par rapport à l'exactitude ou à la cohérence de la superficie et du nombre de population qui se rapproche au mieux à la réalité. En effet dans des villes comme Louga, Bakel, Gossas, Nioro etc. (cf. Figure 3.3.1) on se retrouve avec des chiffres trop élevés de densité de population dus aux superficies erronées de la surface bâtie. Ces anomalies pourraient provenir des erreurs de captages des images par le satellite.

La superficie de la ville de Louga, par exemple, après définition des agglomérations est de 0,19 km², résultat erroné qui démontre nettement les erreurs. En 2015, par exemple, La superficie de la ville de Louga est de 4,25¹⁶ alors que selon les sources officielles la superficie de la ville est 18 km². Ces erreurs sont remarquées dans plusieurs villes, entre autres Kédougou, Nioro du Rip, Gossas, Pout, Bakel, Louga etc.

Figure 3. 2 : Surface totale et la moyenne en km² de la surface bâtie de 15 villes en 1975, 1990,2000 et 2015.



¹⁶ Cf. annexe IV:(Surface bâtie et densité de population 2015)

L'évolution de l'espace urbain est un phénomène explicite de l'urbanisation des pays africains en général et du Sénégal en particulier. Le Sénégal, comme plusieurs pays africains, **subit** une urbanisation rapide. Selon le rapport de la Banque Mondiale, "La place des villes dans un Sénégal émergent" publié par le site de DakarActu, avec près de la moitié de la population du Sénégal qui réside en zones urbaines, le pays présente un taux d'urbanisation supérieur à la moyenne observée en Afrique subsaharienne (40%).

La proportion des citadins a quasiment doublé ces dernières décennies. De 23% dans les années 1960, elle est passée à 43% en 2013 et devrait et devrait s'établir à 60 % à l'horizon 2030¹⁷. Pour l'ingénieur urbaniste Thiaw Seydou dans une publication du Club de Réflexion Urbain du Sénégal¹⁸: " Dans nos pays, l'urbanisation n'est pas toujours le résultat d'un développement économique, elle est surtout le produit de l'accroissement naturel de la population, des flux migratoires notamment de l'exode rural et de l'attraction économique et psychologique exercée par les centre urbains". Ceci dit, une nouvelle tendance se fait remarquée aujourd'hui dans l'évolution de l'espace urbaine.

Selon l'urbaniste, la croissance urbaine au Sénégal ne se traduira pas seulement par l'augmentation de la population des grandes villes (Dakar, Thiès, Mbour, Touba, les villes centre régional...). Aujourd'hui une des grandes mutations de l'urbanisation au Sénégal réside dans le fait que les villes moyennes vont absorber une partie relativement importante des effectifs des nouveaux urbains.

Densité de population dans les agglomérations urbaines

Les données de populations sont utilisées pour calculer la densité de population de la surface bâtie de chaque agglomération urbaine.

Nous avons donc utilisé la formule classique en divisant la population totale d'une ville avec la superficie de la surface bâtie en km²: population / surface (km²). Elle est typiquement mesurée en personne par km² (1 km² = 100 hectare), c'est donc l'unité que nous utilisons ici.

En terme quantitatif, lorsque le nombre de personnes occupant une superficie fixe double, la densité double ou augmente. Si la superficie occupée par un nombre fixe de personnes double ou augmente, la densité est réduite de moitié ou diminue en fonction de l'accroissement de l'espace occupée.

Si la population d'une ville croît plus vite que sa superficie, sa densité augmente, elle devient moins «étalée» (Angel.S et al, 2010). Cette caractéristique décrit les villes où on observe de plus en plus la promotion de l'habitat en hauteur conséquence de la forte demande de logements et de la saturation de l'espace bâti.

Si la surface bâtie de la ville croît plus vite que sa population, sa densité diminue, elle devient plus «étalée». Par exemple, entre 1975 et 2015 la population de la ville de Saint-Louis, ancienne capitale du Sénégal est passée de 88 665 à 220 981 personnes soit une augmentation de 196%, sa zone bâtie s'est accrue de 5 km² à 15 km² (500 ha à 1500 ha) soit une augmentation de 300%. Pendant cette même période nous constatons deux tendances dans l'évolution de la densité.

Entre 1975 et 1990 sa densité est passée de 16 307 personnes par km² à 12 315 personnes par km². Ici la surface croît plus vite que sa population et sa densité diminue. Entre 1990 et 2000 elle passée de 12 315 à 16 919. Ici on remarque une forte augmentation de la densité. La surface bâtie est passée de 9 à 10 km² soit une augmentation de seulement 1 km², Pendant que la population est passée 113 917 à 171 300. Pendant cette période la ville de Saint-Louis est plus étalée. Entre 2000 et 2015, la densité a diminué légèrement et la surface a augmenté de 5 km² en passant de 10 à 15 km². Ici la surface évolue au même rythme que la population.

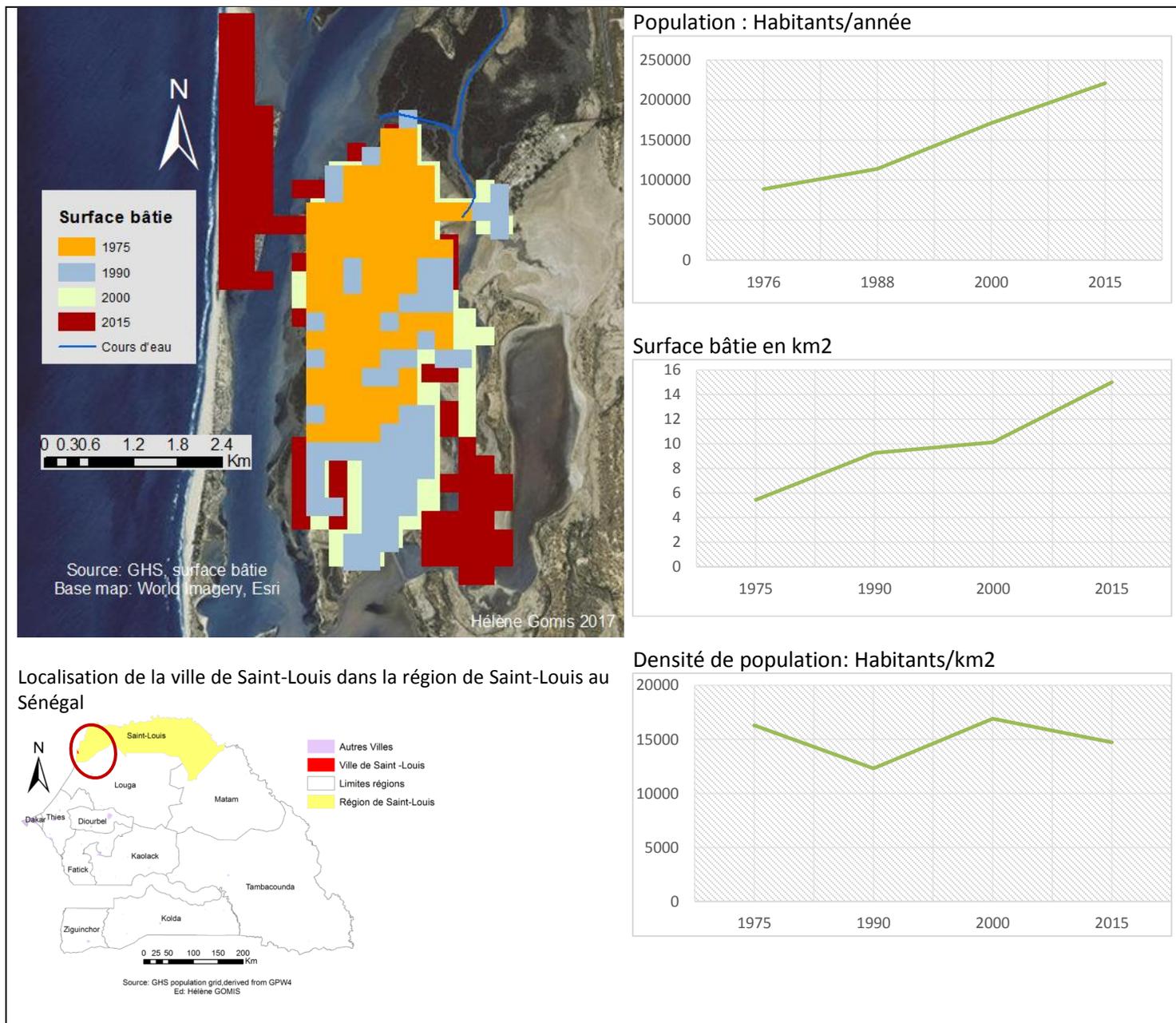
¹⁷ http://www.dakaractu.com/Rapport-Banque-Mondiale-La-place-des-villes-dans-un-Senegal-emergent_a113119.html

¹⁸ Présentation publiée sur le site du club de réflexion du Sénégal en 2012:

<http://www.cluburbain.org/index.php/2012-11-23-08-17-17/cru-dans-les-medias/l-urbanisation-au-senegal-enjeux-et-perspectives>

La ville de Saint-Louis est un cas particulier au Sénégal. Le rythme d'évolution démontre une variation de densité qui décrit la caractéristique des villes qui changent de statut. La région de Saint-Louis était la capitale du Sénégal. De 1895 à 1902, à son apogée, elle cumulait les fonctions de **Capitale des colonies du Sénégal et de celle de l'Afrique Occidentale Française** (Sénégal, Mauritanie, Soudan, Guinée et Côte d'Ivoire). Elle était l'une des plus importantes villes d'Afrique, la plus active politiquement et économiquement, la mieux urbanisée et la première par sa population blanche. **Capitale du Sénégal jusqu'en 1957**, elle fut également **Capitale de la Mauritanie** de 1920 à 1960¹⁹.

Figure 3.3 : L'évolution de la ville de Saint-Louis du Sénégal



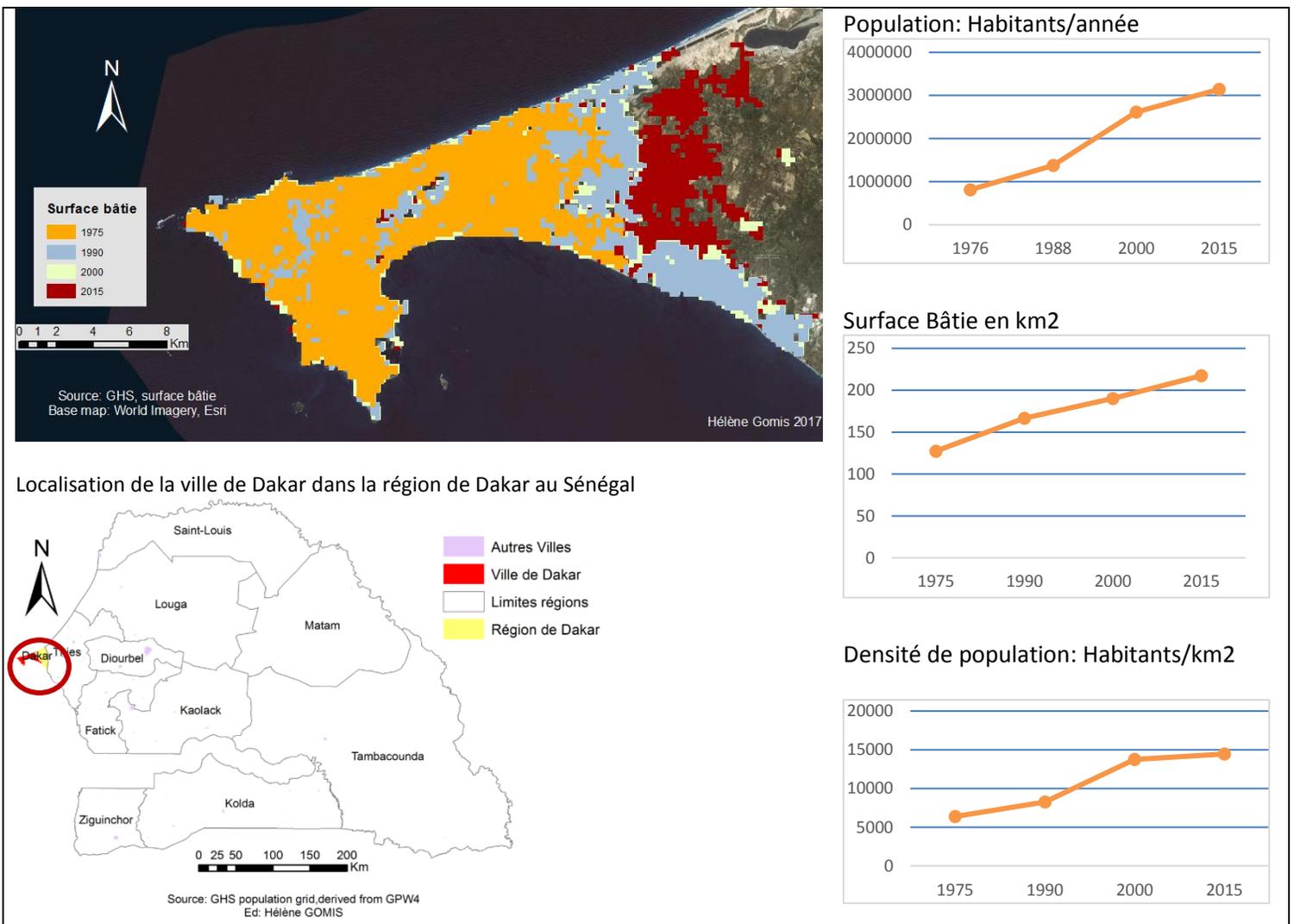
¹⁹<http://www.saintlouisdusenegal.com/histoire-de-saint-louis-du-senegal/>

IV .DIFFÉRENCES DE DENSITÉ DES AGGLOMÉRATIONS URBAINES

Cartes d'expansion urbaine des grandes agglomérations du Sénégal, 1975-2015

Dans cette partie de l'étude, nous nous intéressons aux agglomérations urbaines les plus peuplées et les plus denses du Sénégal. Dans ces villes en général, nous observons une consommation spatiale avec les progressions continues de l'espace bâti entre 1975 et 2015, mais aussi une forte augmentation de la population urbaine. Chaque ville présente des particularités dans son rythme d'évolution et selon les années. La ville de Dakar évolue plus fortement par exemple au niveau de sa population alors que Mbour évolue plus fortement au niveau de sa surface. Nous allons analyser chaque catégorie de façon plus précise. Leur point commun est l'évolution progressive à tous les paramètres de 1975 en 2015.

Figure 4.1 : L'expansion de la ville de Dakar, 1975 - 2015



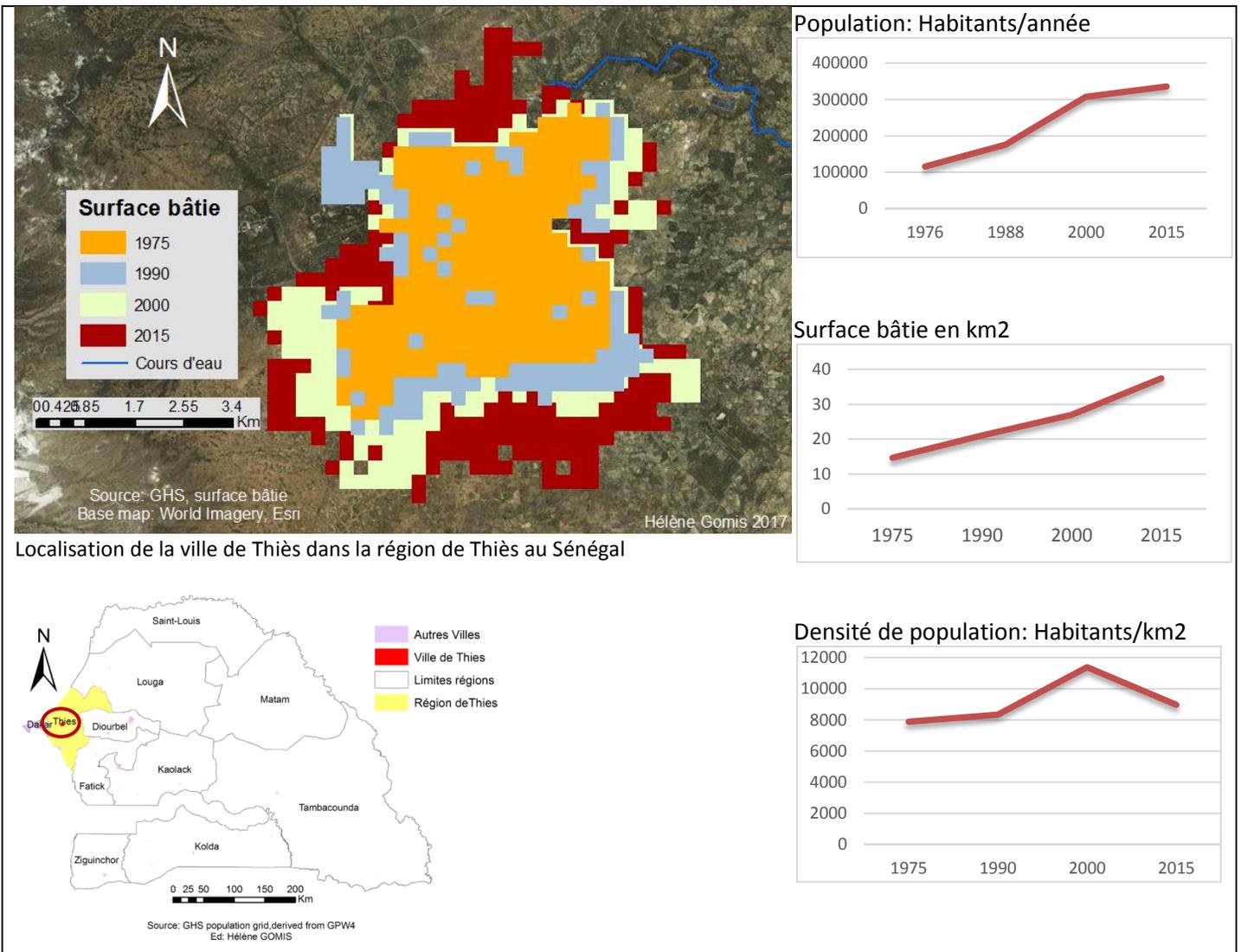
La ville de Dakar est la capitale de la république du Sénégal et de la région de Dakar. Avec sa double fonction à la fois ville administrative et ville économique, elle subit une urbanisation rapide.

Sous la double action des apports migratoires depuis les campagnes et de l'accroissement naturel, la région de Dakar s'est très rapidement développée.

La population de la ville de Dakar est passée de 813 317 en 1976 à 3 142 912 en 2015, soit une augmentation de 2 329 595. En 40 ans la population à Dakar a quadruplé. La surface bâtie est passée de 127 km² soit 12 700 hectares en 1975 à 217 km² soit 21 700 hectares, une augmentation de 9 000 hectares en 40 ans. Cette évolution est aussi observée au niveau de la densification de la population qui est passée de 6 328 personnes par km² en 1976 à 14 454 personnes km², soit une augmentation de 8 126 personnes par km².

Une forte évolution de la ville de Dakar est observée dans les deux catégories (densité et population). Depuis l'année 1975, aucune rupture ni régression n'est constatée. La population se densifie au rythme de son évolution. La consommation spatiale est aussi remarquable. Entre 1975 et 2015 la ville de Dakar s'est étalée au point de former une seule agglomération urbaine avec toute sa banlieue et les villes environnantes, Rufisque, Pikine et Guédiawaye. Cependant sa population évolue plus vite que sa surface, conséquence de la forte densité évolutive.

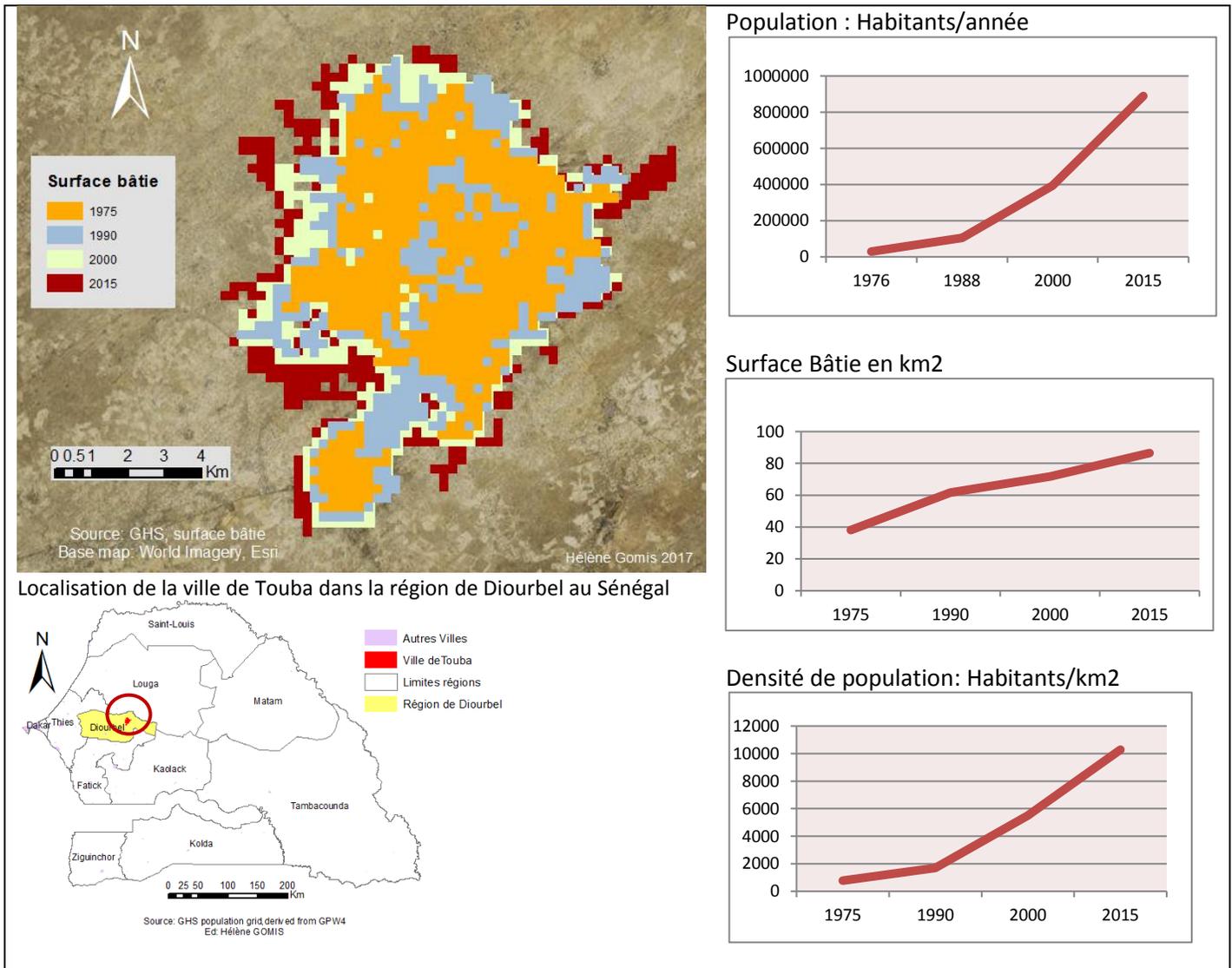
Figure 4.2 : L'expansion de la ville de Thiès de 1975 à 2015



Dans la ville de Thiès, agglomération la plus proche du point de vue distance de la ville capitale Dakar, on constate une évolution progressive de la population qui est passée de 175 465 en 1976 à 335 608 en 2015. Elle est la troisième ville la plus peuplée du Sénégal après Dakar et Touba. Cette évolution a connu son avènement entre 1990 et 2000 avec une augmentation poussée de la population de 175 465 à 307 400 soit une augmentation de 131 935 personnes.

Pendant cette même période on constate une légère augmentation de l'espace qui est passée de 21 km² à 27 km². Cette forte augmentation de la population qui d'emblée, ne s'est pas accompagnée d'une consommation accrue de l'espace, explique l'augmentation extraordinaire de la densité de population par km² en 2000. La densité est passée de 8 331 km² en 1990 à 11 385 personnes par km² en 2000 soit une augmentation de la densité de 3 054 personnes par km². Entre 1976 et 1988, en 12 années la densité a augmenté que de 451 personnes par km², en passant de 7 880 à 8 331. En 2015 la population a légèrement augmenté par rapport en 2000, mais on constate une extension de l'espace bâti de 10 km² qui est passé de 27 km² en 2000 à 37km² en 2015. Cette faible augmentation de la population avec une forte consommation de l'espace est soldée par une chute de la densité de population de 11 385 en 2000 à 8 964 en 2015

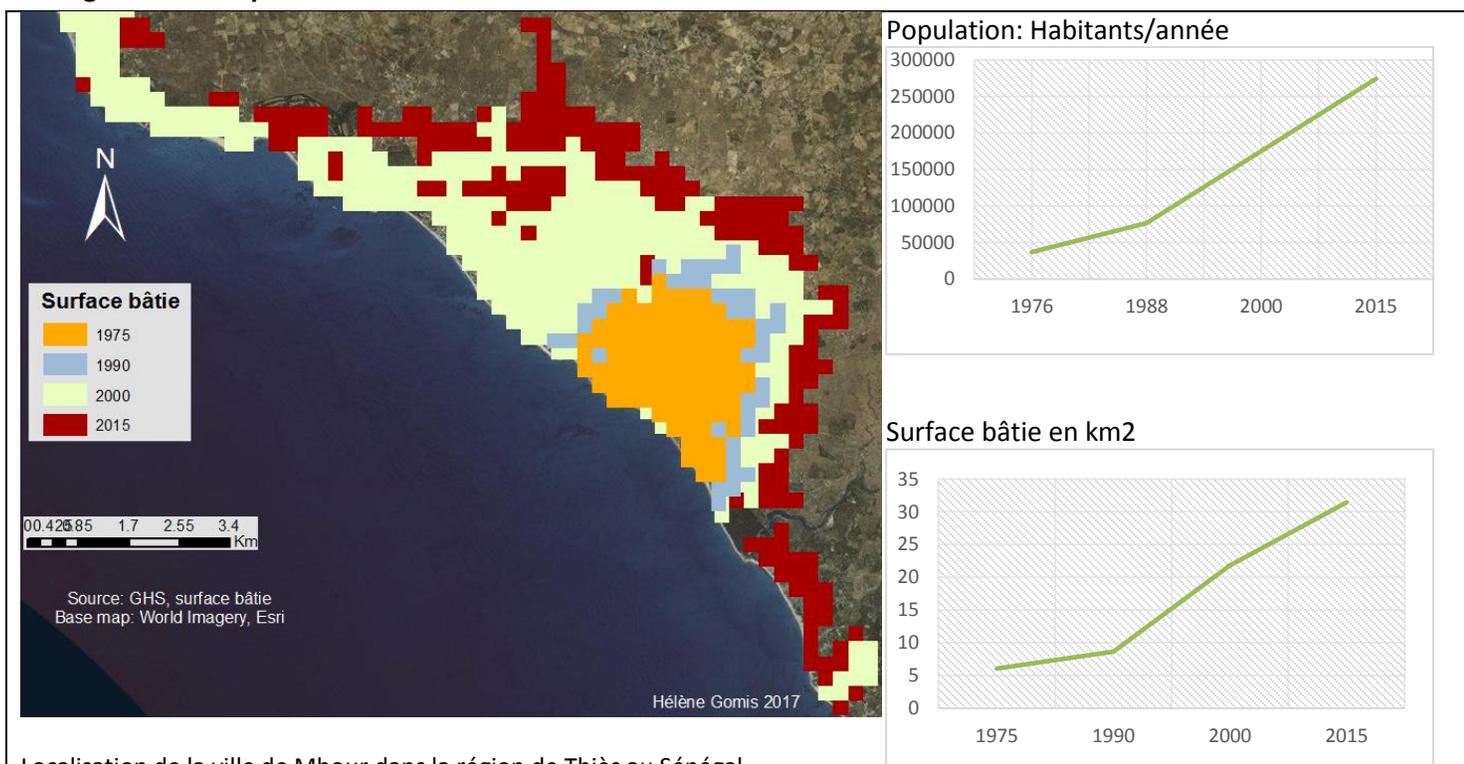
Figure 4.3 : L'expansion de la ville de Touba, 1975 – 2015



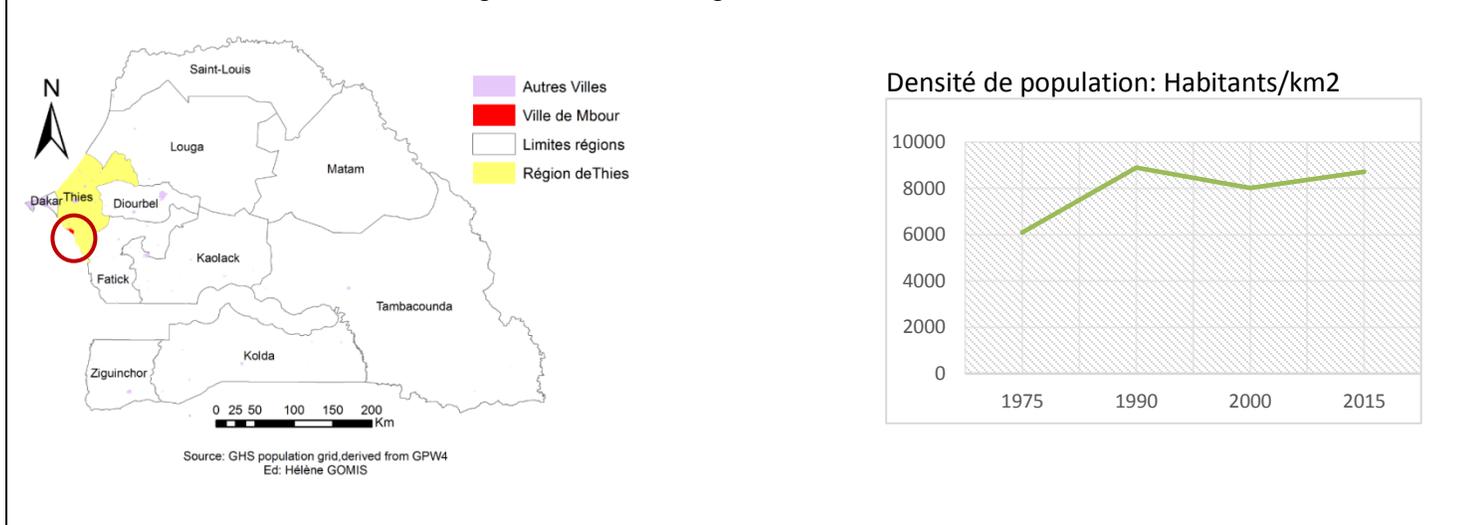
L'agglomération de Touba est un phénomène complexe. Considérée par l'administration sénégalaise et selon le découpage administratif comme un village, Touba est la deuxième ville du point de vue démographique la plus peuplée du Sénégal. A un rythme très rapide, est sa population évolue de façon exponentielle. En 1988 le village de Touba était séparé de sa ville chef-lieu de son département Mbacké (figure 4.3).

A partir de 1990 l'extension spatiale de Touba engendre une conurbation avec sa localité chef-lieu formant ainsi une seule agglomération urbaine. Les graphiques ci-dessus montrent bien la tendance évolutive de la population de la densité ainsi l'augmentation de l'espace Bâti. En 1976 lors du recensement général de la population du Sénégal, la population de Touba était de 29 634, en 1988 elle est passée à 104 502. En douze ans sa population a triplé. Cette évolution est observée sur toutes les années. Au même rythme que la population, la densité augmente aussi fortement ainsi la surface bâtie.

Figure 4.4 : L'expansion de la ville de Mbour 1975 – 2015



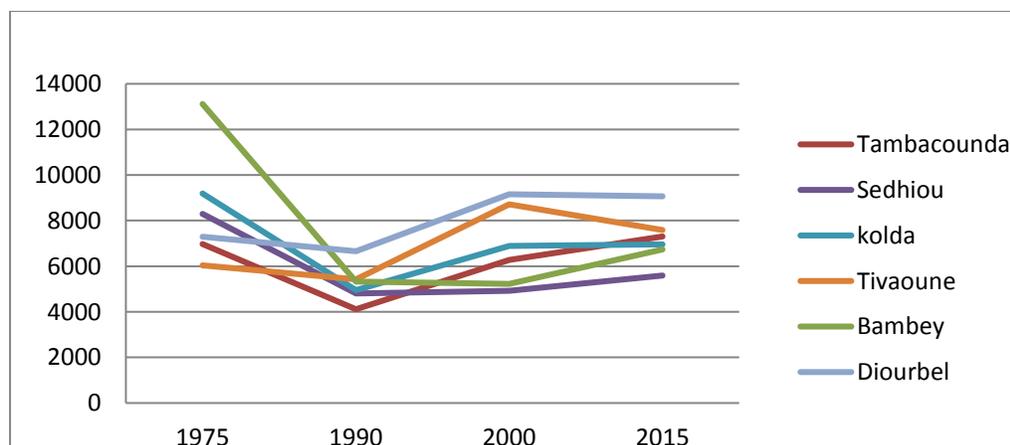
Localisation de la ville de Mbour dans la région de Thiès au Sénégal



Les graphiques ci-dessus montrent l'évolution de la population, de la surface bâtie et la densité de population de l'agglomération de Mbour. La ville de Mbour est située dans la région de Thiès le long de la côte. C'est le principal centre urbain de la petite côte (Figure 4.4). Petite agglomération urbaine en 1976 de 39 952 personnes avec une surface de 6 km² (soit 600 hectares), sa population a évolué en 1988 de 39 000 habitants. Par contre au niveau extension de l'espace de l'espace bâti, la surface n'a pas évolué au même rythme que la population. On constate une légère extension allant de 6 km² à 9 km². La juxtaposition de ces deux phénomènes (augmentation de la population et faible extension de la surface bâtie) est à l'origine du pique de densité qu'a connu Mbour en 1990. La densité est passée de 6 095 pers/ km² en 1975 à 8 899 en 1990 pers/km² (graphique densité de population). A partir de 1990 à 2000 une autre phase se remarque, une consommation accrue de l'espace bâti (carte: expansion de Mbour) avec une superficie allant de 9 à 22 km² (graphique Surface bâtie) soit une augmentation de 13 km². L'extension de la surface bâtie fait de Mbour une grande agglomération formant ainsi une conurbation avec les localités environnantes telle Saly Portudal et Saly Ninakhniakhal entre autre. Pendant cet intervalle la population a aussi fortement augmentée, mais la consommation de l'espace est telle qu'on a une chute de la densité de population de 8 899 pers/km² en 1990 avec une population de 76 751 habitants, à 8 018 pers/km² en 2000 pour une population de 174 900 habitants. De 2000 jusqu'en 2015 la tendance reste évolutive tant de point de vu population que l'occupation spatiale. La courbe de densité reprend sa forme évolutive au même rythme. Selon un rapport de l'audit urbain²⁰ de Mbour, avec l'installation de l'administration coloniale l'agglomération se transforme rapidement en un centre urbain actif de la traite arachidière et en nœud de l'échange au niveau commercial. En 1922, elle devient le chef-lieu administratif de la sous-région et fut érigée en commune le 4 décembre 1926 (audit urbain de Mbour, 2000). La saturation de la ville capitale Dakar doublée de la crise économique du pays impulse l'avènement de Mbour en exploitant les potentialités locales. La ville de Mbour occupe une place importante dans le système socioéconomique de la région de Thiès mais aussi de tout le pays. Elle attire de plus en plus de population venant de l'extérieure et joue un rôle central dans les flux d'échanges commerciaux. Son dynamisme économique provient de l'essor des activités halieutiques et du développement touristique.

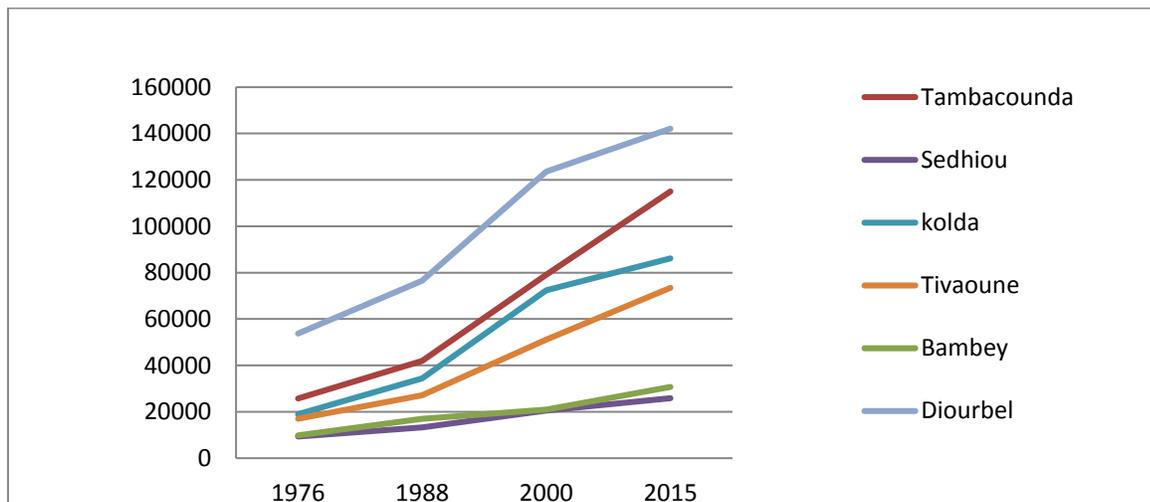
V .BAISSE DE LA DENSITÉ DE POPULATION ENTRE 1975 - 1990 DANS 6 VILLES DITES DE 'L'INTÉRIEUR'

Figure 5.1 : Baisse de densité de population entre 1975 et 1990



²⁰Audits urbain, organisationnel et financier, préparation du contrat de ville de la commune de Mbour-rapport final cabex-sarl – 25 février 2000

Figure 5.2: Evolution de la population entre 1975 et 1990



Dans cette partie de l'analyse, nous mettons l'accent sur l'intervalle 1975-1990. La courbe de densité (Figure 5.1) démontre une baisse de la densité de population dans 6 villes de l'intérieur. En effet, malgré l'évolution progressive de la population (Figure 5.2) due à l'accroissement naturel de la population, la densité a chuté. Ce phénomène est dû d'une part à l'avènement de la forte période migratoire (migration interne) qu'a connu le pays pendant cette période. En effet, après la sécheresse des années 1970 qui a secoué toute l'Afrique de l'ouest, une forte vague de déplacement de populations s'est fait sentir de l'intérieur du pays vers la région de Dakar, ville Capitale du Sénégal et vers les grandes villes comme Thiès, Mbour et Touba. Ces villes ('intérieur') à caractère rural avaient comme activités principales l'agriculture et l'élevage. La détérioration de leurs secteurs d'activité due à la sécheresse a eu comme conséquence des déplacements qui est à l'origine de la chute de densité. D'autre part la consommation de l'espace justifie aussi cette baisse de Densité.

VI .DENSITÉ DU BÂTI DES AGGLOMÉRATIONS URBAINES

L'agglomération urbaine - la "ville bâtie" - est la plus facile à visualiser, identifier et classer par télédétection (Parr, 2007, 382. cité par Angel.S et al, 2010). Des images satellitaires ont permis de mesurer les zones urbaines dans le but de calculer la densité.

La densité du bâti est exprimée en fonction du pourcentage du bâti à l'intérieur de chaque pixel:

La plage des valeurs va de 0 à 255

- ✓ 0 = 100 % inexistence de bâti à l'intérieure du pixel
- ✓ 127= 50 % de bâti
- ✓ 255= 100 % de bâti

Plus les valeurs de pixel diminuent, plus le pourcentage du bâti dans la zone diminue

[Cartes de densité du bâti dans les agglomérations](#)

Figure 6.1 : Densité du bâti de la ville de Dakar en 2015

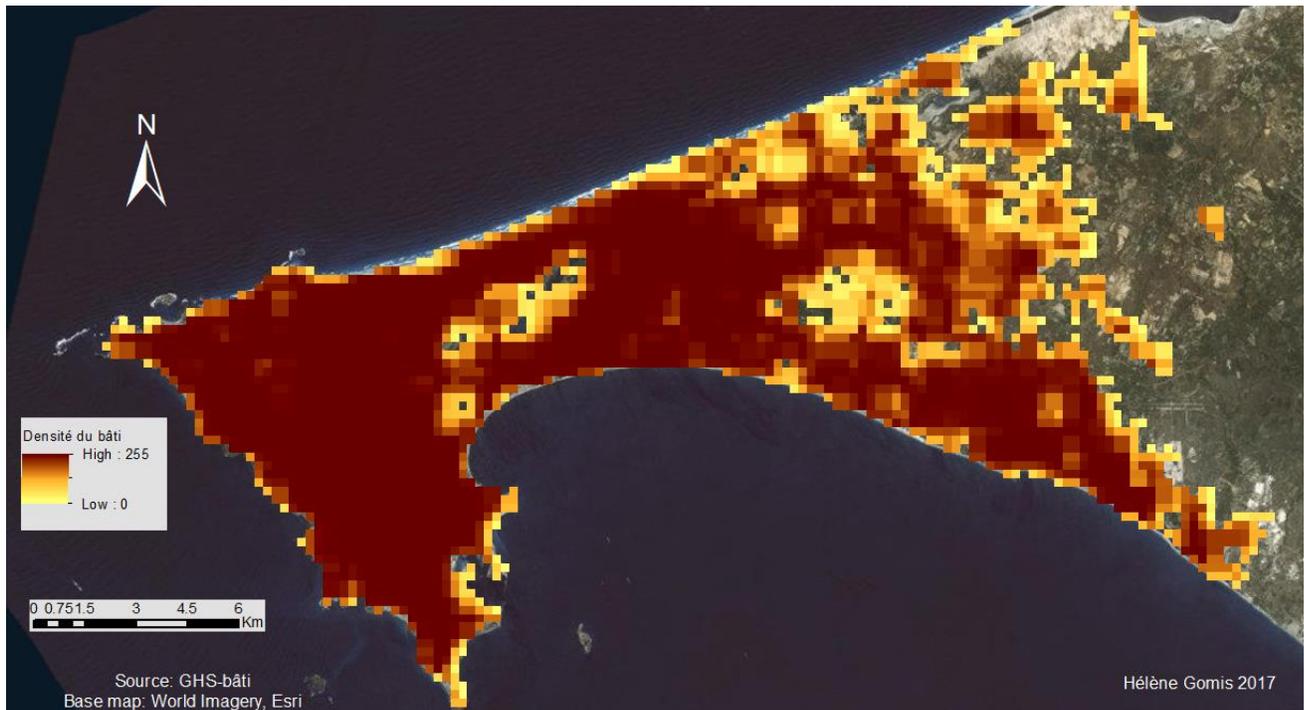


Figure 6.2 : Densité du bâti de la ville de Touba en 2015

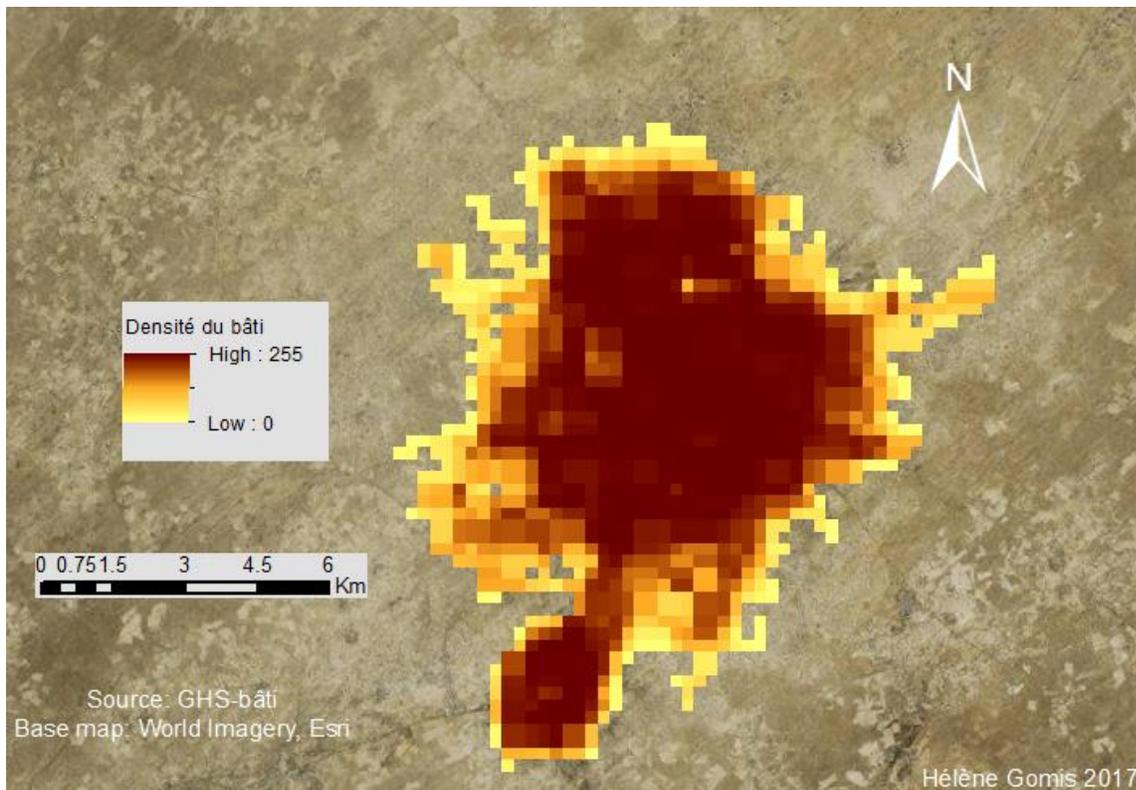


Figure 6.3 : Densité du bâti de la ville de Thiès en 2015

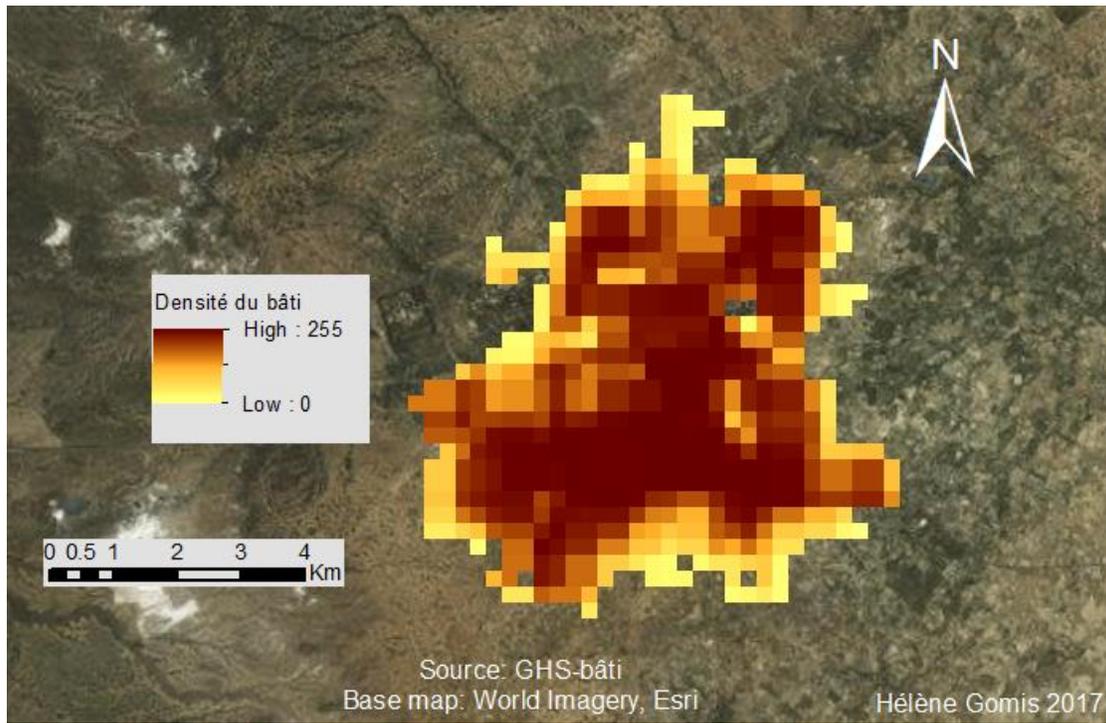
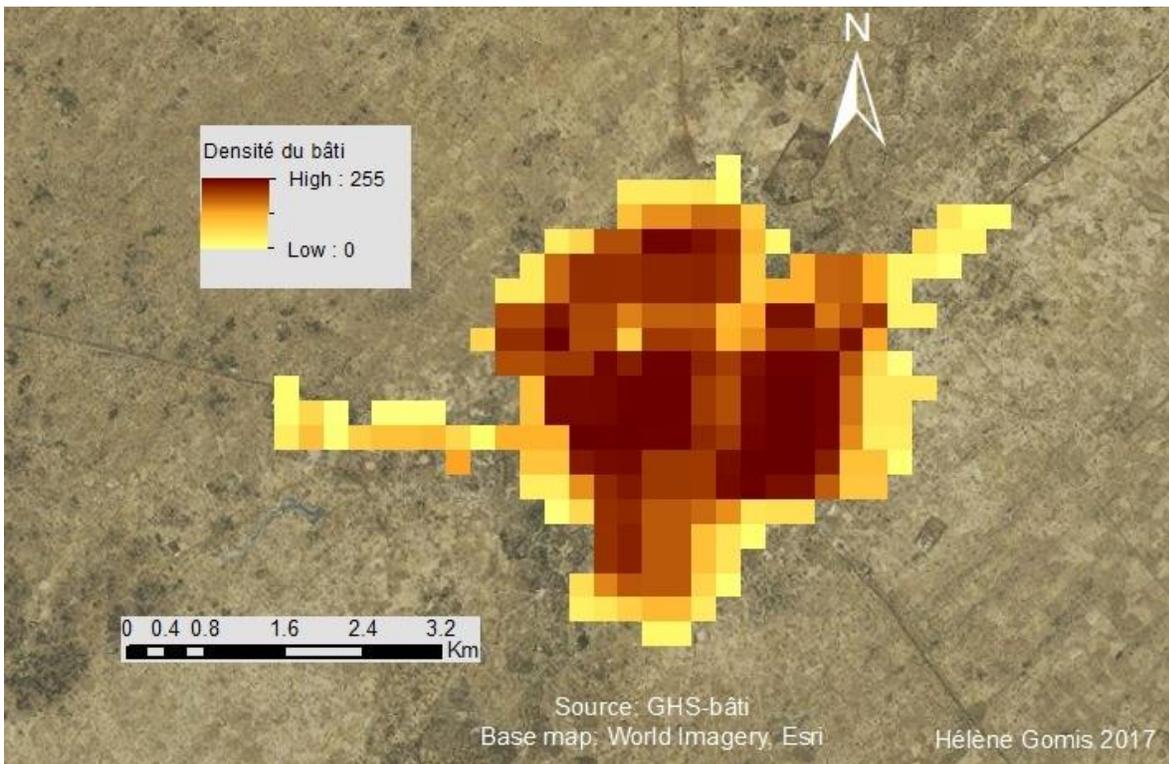


Figure 6.4 : Densité du bâti de la ville de Diourbel en 2015



VII .GRILLE DE POPULATION DE LA SURFACE BÂTIE DES AGGLOMÉRATIONS URBAINES

Nous n'avons pas les informations sur la superficie moyenne d'un habitant urbain, nous nous sommes alors posé la question de savoir quel est le nombre de citoyens par cellule.

En fonction de la densité du bâti de la couche GHSL bâtie nous avons redistribué la population utilisée ici pour l'analyse (issues des sources de données locales) à chaque pixel.

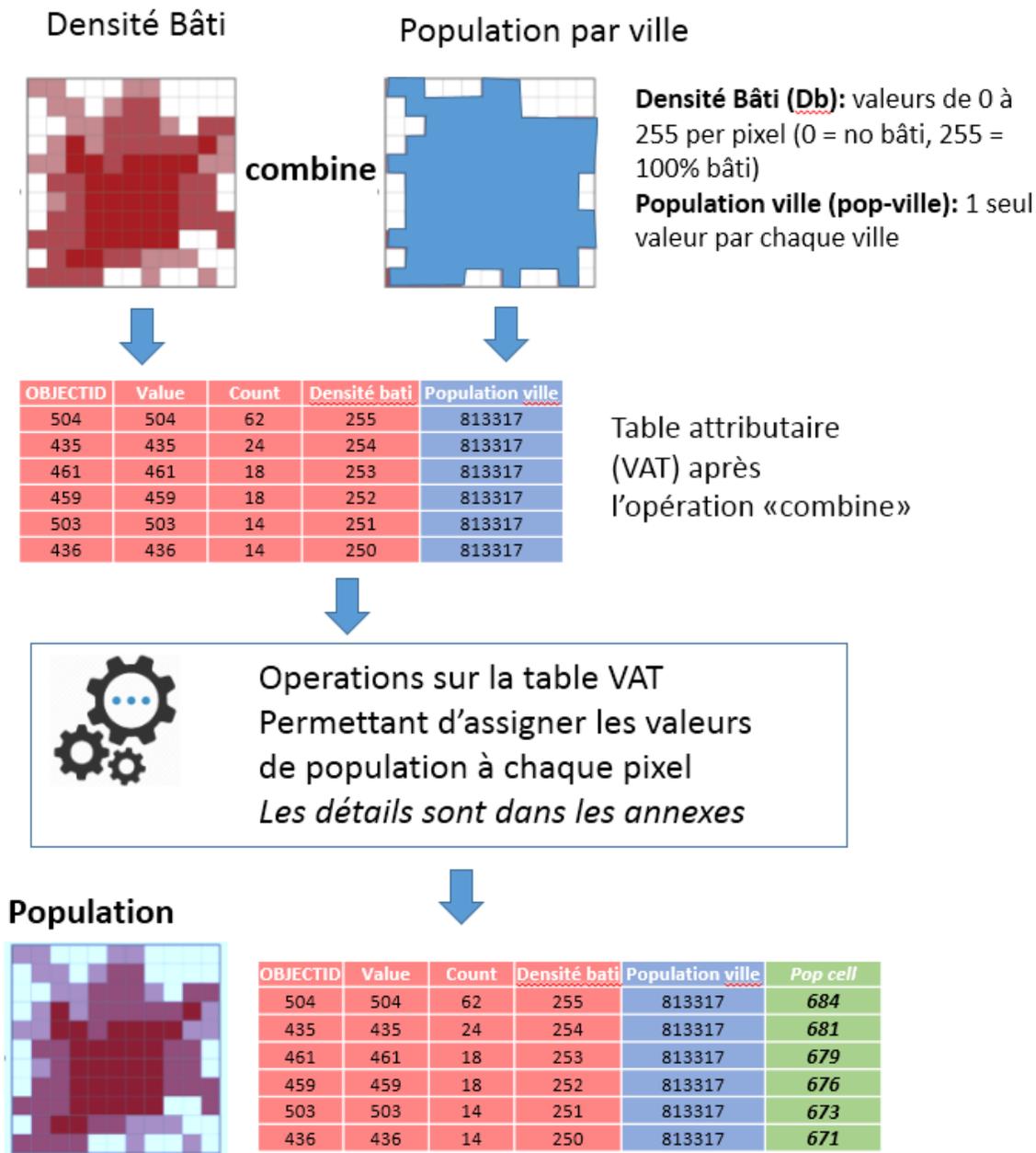
L'objectif final de ce traitement est d'observer la variation de la population par km² et ou par pixel par rapport aux centres villes.

Le nombre de personnes par pixel est recalculé en fonction de la valeur des pixels de la couche du bâti. La valeur des pixels du bâti variant de 0 à 255, on considère que les pixels qui ont une valeur 0, n'ont pas de bâti, les pixels de 127 sont à 50% de bâti et 255 à 100% de bâti.

La figure suivante montre les étapes majeures du processus. Il est important de remarquer que nous partons du postulat qu'il y a une relation directe entre la densité du bâti dans les agglomérations urbaines et la densité de la population.

Rapport-Gratuit.com

Figure 7.1: Distribution de la population des villes (1 valeur par ville) à toutes les cellules de la couche 'bâti' en fonction de leur densité de bâti (valeurs 0-255)



Les algorithmes utilisés pour cette estimation sont illustrés dans les annexes (Annexe IV).

Pour chaque ville nous avons donc le nombre de population par pixel. Ceci nous permet entre autre de suivre la variation de la densité de population du centre vers la périphérie.

Figure 7.2 : Grille de population de la ville de Dakar en 2015

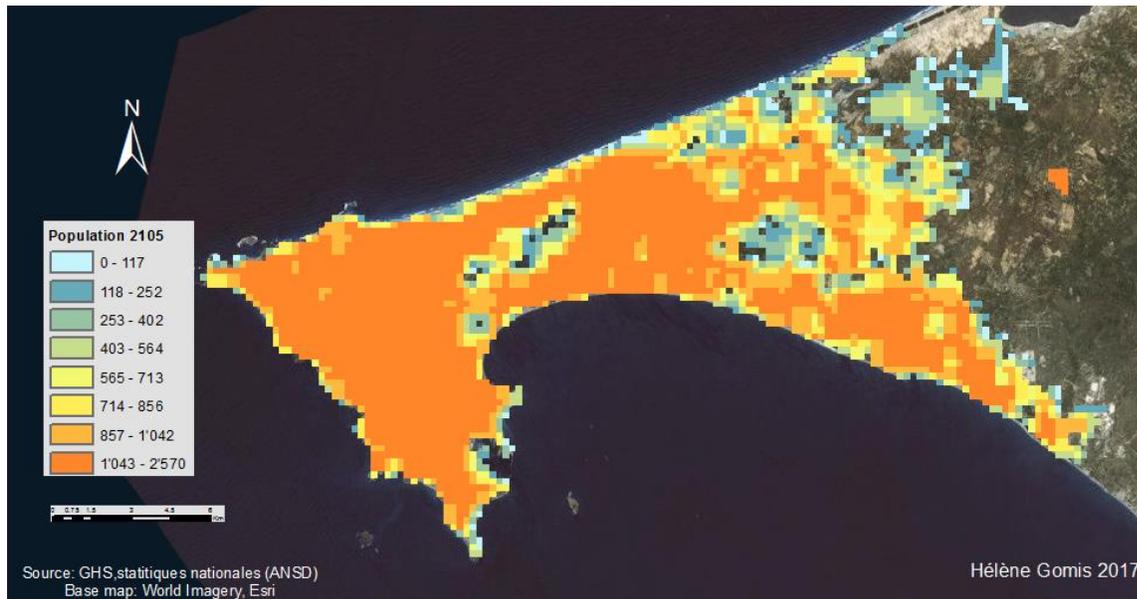


Figure 7.3 : Grille de population de la ville de Mbour en 2015

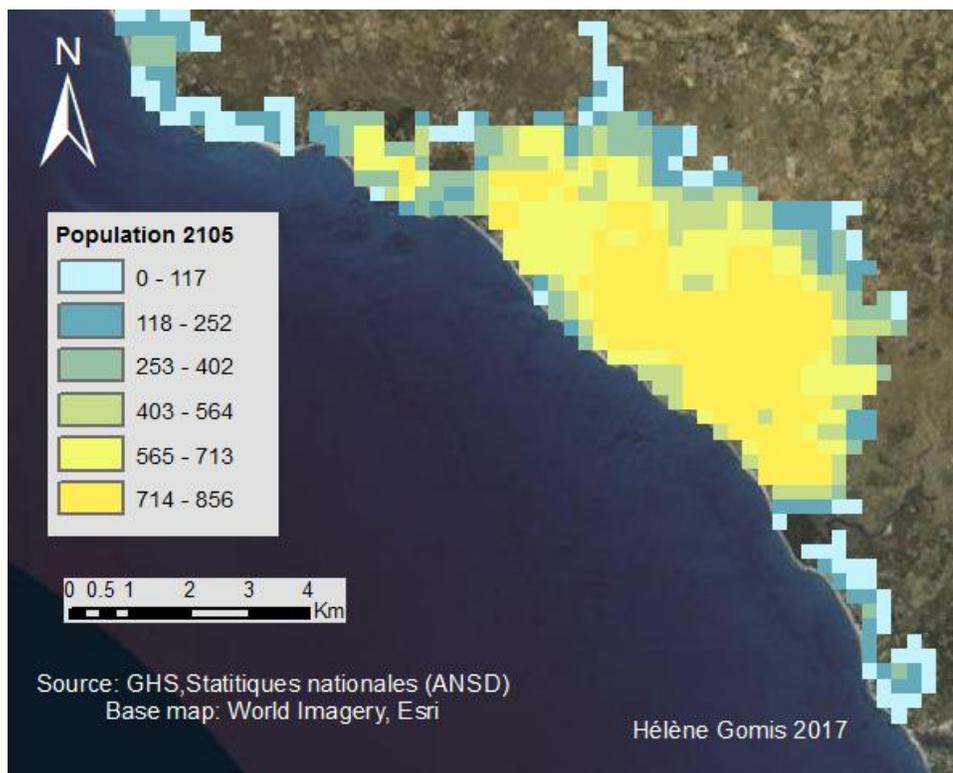


Figure 7.4 : Grille de population de la ville de Ziguinchor en 2015

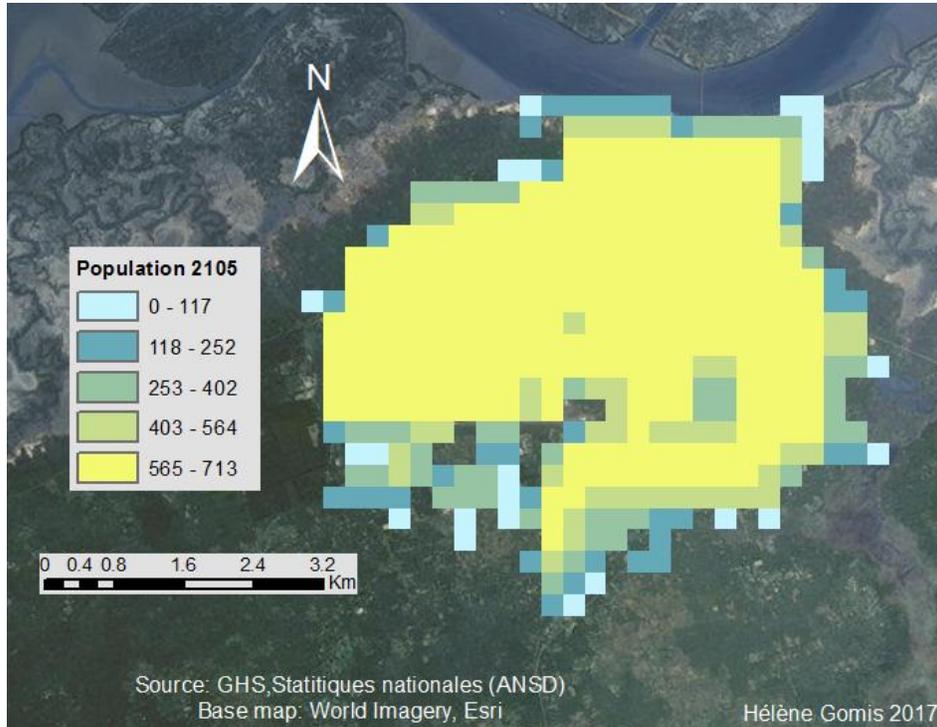
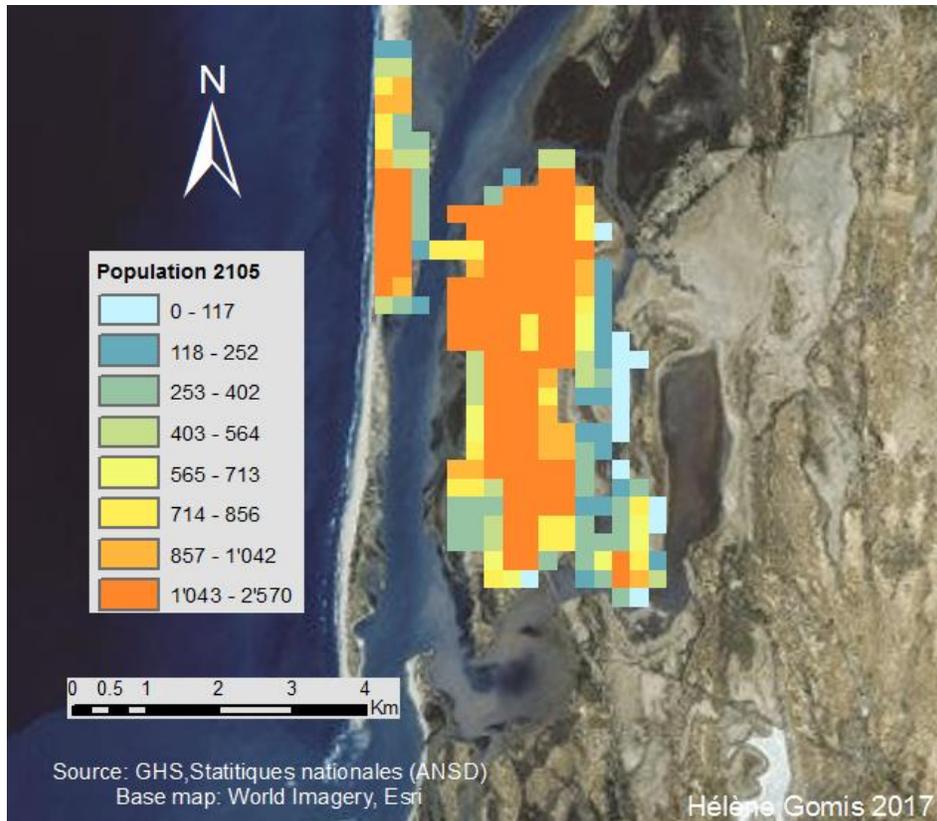


Figure 7.5 : Grille de population de la ville de Saint-Louis en 2015



VIII .VARIATION DE LA POPULATION PAR PIXEL DANS LA ZONE BÂTIE EN FONCTION DU CENTRE DE LA VILLE SUR UN ÉCHANTILLON DE 6 VILLES.

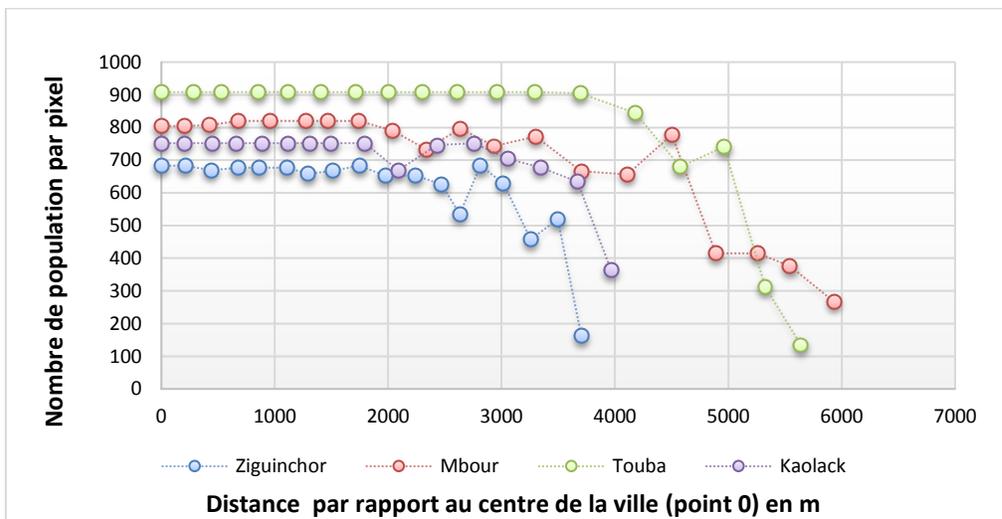
Pour observer la variation de la densité, nous avons créé une couche de points et tracés manuellement ; un profile allant du centre-ville vers sa périphérie. Nous avons extrait les valeurs de population pour chaque point: "Extrat multi value to point" en ajoutant la géométrie des attributs (add geometry attributes, point x, point y). Les coordonnées x et y des points ont permis de calculer la distance entre eux à l'aide de la formule de Pythagore:

$$c = \sqrt{(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2}$$

Nous avons ainsi calculé la distance entre les deux points en m. A partir de point 0 (centre) d'une ville nous avons la variation de la population au fur et à mesure qu'on s'éloigne du centre-ville.

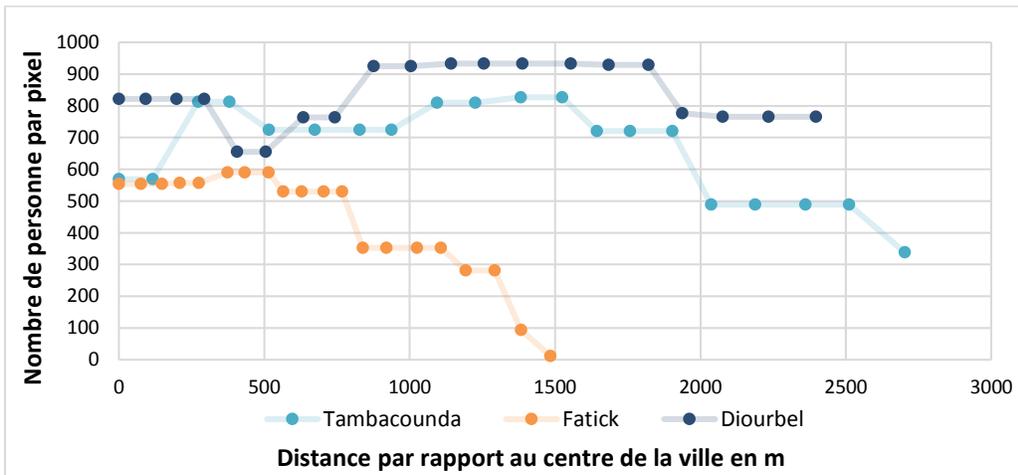
Graphiques de la variation de la population en 2015 en fonction de la distance au centre-ville

Figure 8.1: variation de la population en fonction de la distance au centre des villes de Ziguinchor, Mbour, Touba et Kaolack en 2015



Cette graphique montre que dans les villes de Ziguinchor, Mbour, Touba et Kaolack, le nombre de population diminue du centre-ville vers la périphérie. Les centres constituent dans cette observation un véritable pôle d'attraction.

Figure 8.2: Variation de la population en 2en fonction de la distance au centre des villes de Tambacounda, Fatick et Diourbel en 2015



Ces courbes montrent que dans les villes de Tambacounda, Fatick et Diourbel l'évolution du nombre de population n'est pas linéaire. La densité varie en fonction de la localité mais pas en fonction du centre. Nous constatons plutôt la densification de la périphérie. Ce phénomène pourrait s'expliquer par le fait que ces villes sont agricoles et que la population préfère habiter dans la périphérie et être plus près des zones agricoles que des centres villes.

[Graphiques de l'évolution de la variation de la population en fonction de la distance au centre, 1975 - 2015](#)

Figure 8.3: Evolution de la variation de population de la ville de Fatick

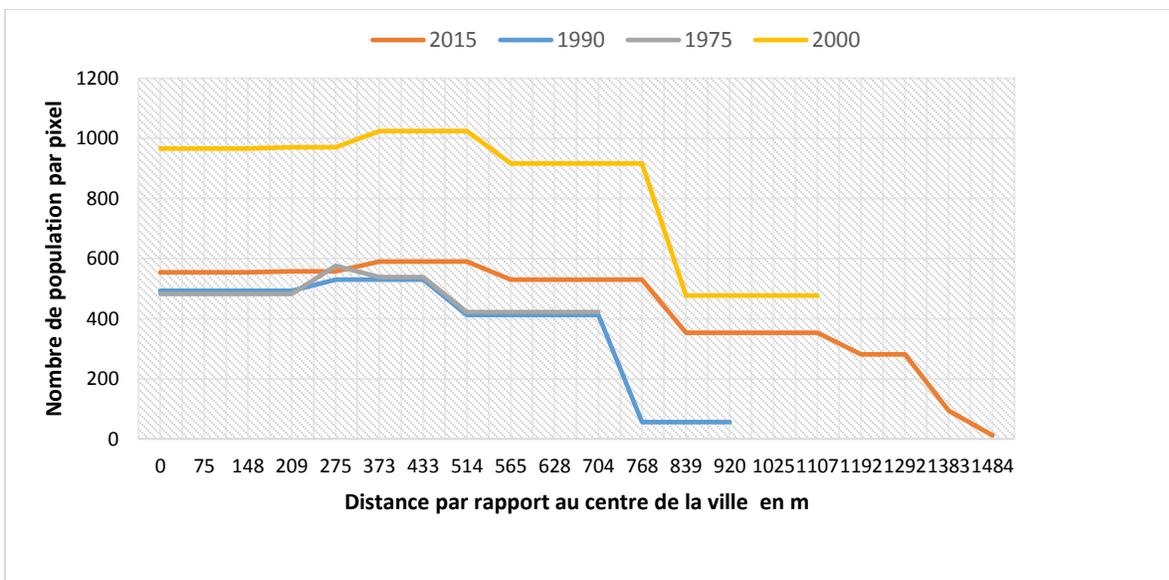
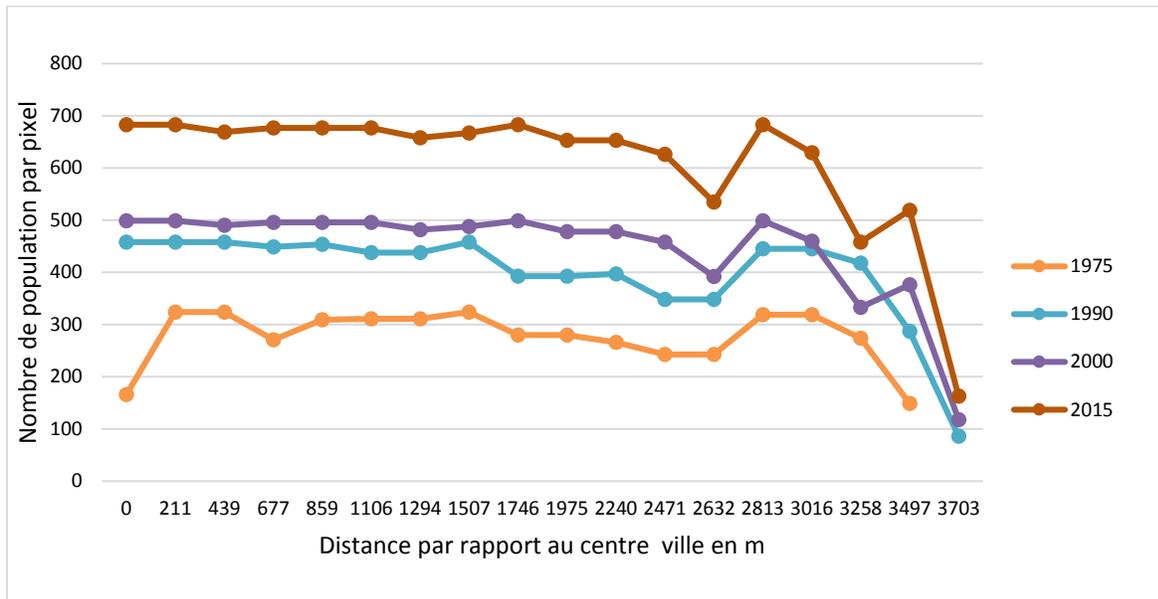


Figure 8.4: Evolution de la Variation de la population de la ville de Ziguinchor



Dans les villes de Fatick et de Ziguinchor les courbes évolutives (Figure 8.3 et Figure 8.4) montrent que le nombre de population diminue de plus en plus lorsque qu'on s'éloigne de la ville. En effet dans ces deux villes depuis 1975 jusqu'en 2015 la tendance reste la même. Le fait que le nombre de population diminue montre que la ville est en train de s'étaler. Les faibles nombres qu'on constate dans la périphérie décrivent les constructions et l'installation continues de populations hors du centre de la ville.

Figure 8.5: Evolution de la Variation de la population de la ville de Diourbel

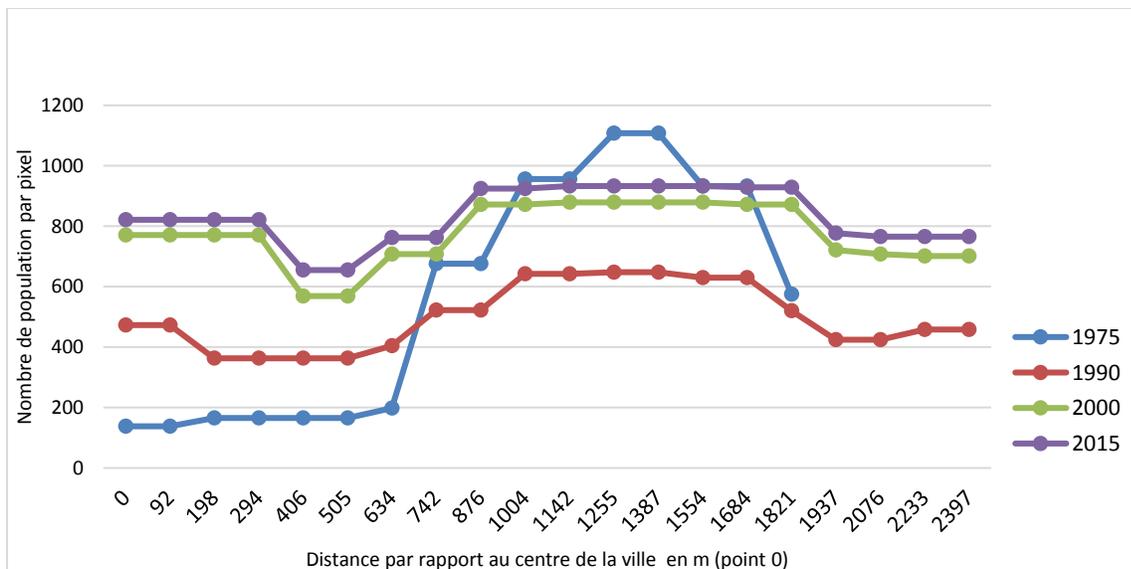
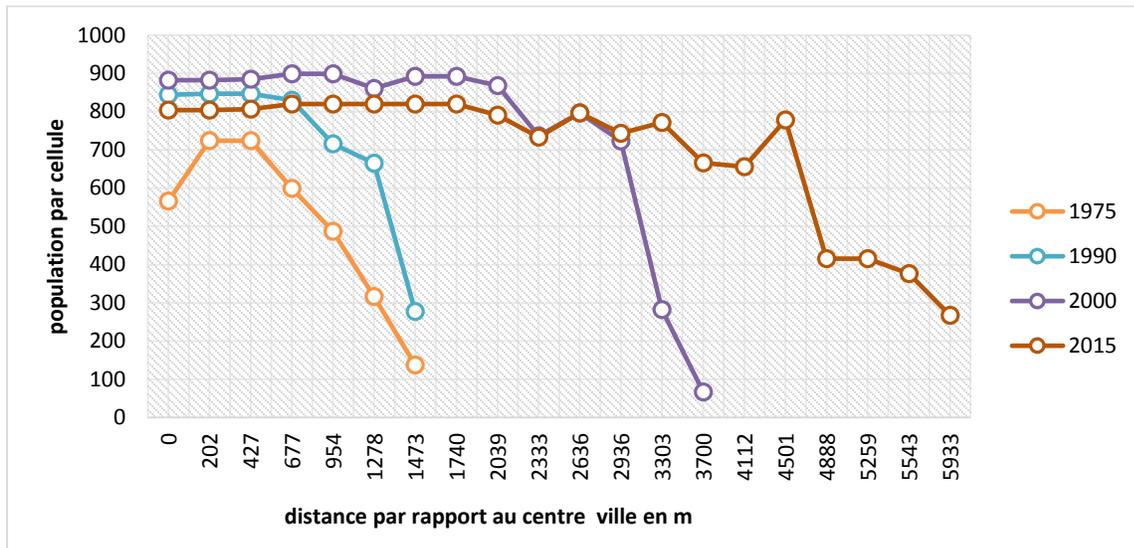


Figure 8.6: Evolution de la Variation de la population de la ville de Mbour



L'analyse de la courbe de Variation de la population du centre vers la périphérie des villes de Diourbel et de Mbour décrivent deux phénomènes. La courbe de la ville de Diourbel montre qu'en 1975 le nombre de populations augmente en fonction qu'on s'éloigne de la ville. On n'est passé de 138 personnes par pixel au centre de la ville à 1108. Cette tendance est restée pareil pendant les années 1990, 2000 et 2015 même si on constate une baisse du nombre de populations en 1990, conséquence de la crise post-sècheresse des années 70. A partir de 2000 le nombre de population par pixel évolue mais la variation reste fluctuante en fonction de la distance au centre. Pour la ville de Mbour la variation des courbes montrent à la fois une augmentation du nombre de populations par pixel en fonction des années mais aussi une diminution du centre vers la périphérie. Cette situation démontre non seulement une urbanisation rapide avec un étalement urbain frappant, mais aussi une densification progressive de la ville de 1975 à 2015.

CONCLUSION

Les images satellitaires sont, de nos jours, des outils d'informations pertinents. Le but de ce travail était de produire à travers des images satellitaires prises à des dates différentes, la relation entre la densité de la population et la surface bâtie des zones urbaines au Sénégal (1975-2015).

Des cartes de la zone urbanisée pour chaque ville et pour chaque date ont été créées et la superficie de chaque polygone de zone urbanisée a été calculée à l'aide du logiciel ARCGIS. La population associée à chaque carte a été insérée à partir des données disponibles sur la population.

Ces données de population issues des différentes sources de données sont utilisées ici pour calculer et mesurer la densité de la population. La mesure de la densité de population a permis d'observer des différences dans l'évolution des villes.

En effet, dans toutes les agglomérations du Sénégal la surface bâtie des zones urbaines évolue progressivement. Cependant en fonction des villes on constate des différences dans le rythme d'évolution. Dans la ville capitale, Dakar (ville administrative, politique et économique), la population évolue plus vite que sa surface, conséquence d'une forte densité évolutive de la population et du bâti. Aussi l'évolution varie dans cette ville en fonction des périodes. Par exemple, entre 1990 et 2000 on constate une faible évolution de l'espace qui passe de 167 à 190 km², soit seulement une augmentation de 23 km². Pendant cette période la densité de population a fortement augmenté de 8 259 à 13 743 habitants/ km². Les faibles densités ou les densités en baisse sont les plus simples indicateurs de l'étalement urbain (Angel.S et al, 2010).

Dans la ville de Touba (ville religieuse), la population évolue au même rythme que la surface pendant toute la période. L'évolution rapide de la ville de Touba est due à son influence religieuse et de l'excellence de la localité en tant que lieu de pèlerinage de la communauté Mouride (Confrérie musulmane de majorité au Sénégal).

Entre 1975 et 1990 on a aussi constaté une baisse de la densité de population dans 6 villes (Tambacounda, Sédhio, Kolda, Bambey, Diourbel). Villes dites de l'intérieur du pays à caractère agricole, leur vocation agricole a été très touchée par la sécheresse des Années 70 qui a frappé l'Afrique de l'Ouest.

Nous avons aussi observé, à travers des cartes de densité, la variation de la densité du bâti des agglomérations urbaines. Pour chaque ville le nombre de population est redistribué par pixel et en fonction de la densité du bâti. Les courbes de variations de la population du centre vers la périphérie ont permis de constater deux variétés: des villes (exemple Ziguinchor, Fatick) où la population diminue en fonction de la distance du centre; des villes (exemple) où la population, en fonction de la distance du centre, ne suit pas une courbe linéaire. Le nombre de population par pixel peut augmenter ou diminuer selon que l'on s'éloigne du centre.

L'évolution de la variation de la population par cellules dans les zones urbaines varie donc d'une zone à l'autre. Dans tous les cas la population et la surface bâtie des villes évoluent de façon progressive au Sénégal. Ce phénomène témoigne du rythme d'urbanisation rapide du Sénégal à l'instar des pays d'Afrique.

En synthèse, cette analyse montre les différences (entre les villes) de l'évolution de la surface bâtie et de la densité de population. Cependant nous proposons un certain nombre de recommandations qui pourront être utiles pour approfondir le sujet.

Recommandations:

- Evaluer la densité du bâti en fonction de la distance aux grandes voies de circulation.
- Faire une étude détaillée avec des données fiables (données GHS à 34 m maintenant disponibles dans le domaine public) de toutes les communes du Sénégal.
- Spatialiser les différences d'évolution de la population des zones urbaines et des zones rurales. Évolue-t-elle de la même façon ?

- Faire une étude de projection : essayer d'évaluer les développements futurs de la zone bâtie en fonction des valeurs de la population.



RÉFÉRENCES

Africapolis. Dynamique de l'urbanisation 1950-2020: Approche géostatistique. Afrique de l'ouest. Non daté. Accès:

http://www.afd.fr/webdav/site/afd/shared/PUBLICATIONS/THEMATIQUES/autrespublications/BT/Africapolis_fiches_pays.pdf

Angel. S. The Persistent Decline in Urban Densities: Global and Historical Evidence of 'Sprawl, Lincoln Institute of Land Policy, 2010. Accès: <http://www.lincolninst.edu/publications/working-papers/persistent-decline-urban-densities>

Audits urbain, organisationnel et financier, préparation du contrat de ville de la commune de Mbour–rapport final cabex-sarl – 25 février 2000. Accès: http://geradsn.org/etudes/audit/audit_mbour.pdf

Banque Mondiale, Perspectives urbaines, Ville Emergentes pour un Sénégal Emergent. Non daté. Accès: <http://documents.worldbank.org/curated/en/666911467995082776/pdf/106306-FRENCH-WP-P124695-PUBLIC-Senegal-report-cover.pdf>

Borderon. M, et al. Qualifier les espaces urbains à Dakar, Sénégal Résultats préliminaires de l'approche croisée entre télédétection et données censitaires spatialisées. Article 670, 27 mars 2014. Accès: <https://cybergeog.revues.org/26250>

Direction de la statistique. Rapport définitif du recensement de la population de 1976. ANSD, Banque de données des indicateurs Sociaux du Sénégal n° 2007_2009. Accès: http://www.ansd.sn/ressources/publications/BADIS_2007-2009.pdf

Direction de la statistique. Rapport National, Résultats définitifs, Recensement Général de la population et de L'habitat 1988, DPS, Juin 1993.

Direction de la statistique. Résultats du deuxième recensement général de la population et de l'habitat 1988: Rapport Final. Dakar, Sénégal: Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD), 1988. Accès: <http://anads.ansd.sn/index.php/catalog/REC>

Direction de la statistique. RGPH 3 – Rapport national de présentation des résultats définitifs .ANSD .Décembre 2006. Accès: <http://anads.ansd.sn/index.php/catalog/REC>

Pesaresi. M. et al, JRC TECHNICAL REPORTS: Operating procedure for the production of the Global Human Settlement Layer from Landsat data of the epochs.

RGPH. Troisième Recensement Général de la Population et de l'Habitat – RGPH – 2002, Rapport National de Présentation, ANSD, Juin 2008.

RGPHAE. Rapport définitif de recensement General de la population et de l'habitat 2013, ANSD, Septembre 2014.

Liens:

ANSD, Archivage National des Données du Sénégal: <http://anads.ansd.sn/index.php/catalog/REC>

ASND-Accès aux bases de données:

http://www.ansd.sn/index.php?option=com_content&view=article&id=134&Itemid=262

Découpage administratif du Sénégal: <http://www.au-senegal.com/les-regions-du-senegal,3605.html>

European Commission-Global Human Settlement: <http://ghsl.jrc.ec.europa.eu/>

European Commission-Global Human Settlement-DATA: http://ghsl.jrc.ec.europa.eu/ghs_pop.php

Projection de la population du Sénégal au 31 Décembre 2000:

<http://www.komkom.sn/tps/superfic.htm#ZIGUINCHOR>

The European commission's science and Knowledge: <https://ec.europa.eu/jrc/>

Tageo.com-worldWide Index- Sénégal: [http://www.tageo.com/index-e-sg-cities-SN-step-1.htm\(population_des_villes_du_Sénégal_en_2000\)](http://www.tageo.com/index-e-sg-cities-SN-step-1.htm(population_des_villes_du_Sénégal_en_2000))

UNEP/GRID-Geneva metadata catalogue:

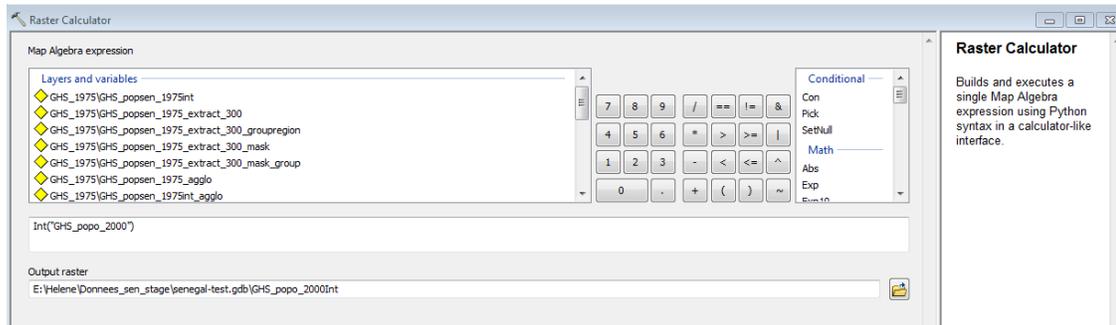
<http://datacore.grid.unep.ch/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/a8747526-dd16-4c92-ae48-2469ba063498>

ANNEXE:

I. Traitement effectué pour définir les agglomérations urbaines

Couche raster de population de GHSL en 1975,1990,2000 et 2015 (250 m de résolution)
procédure:

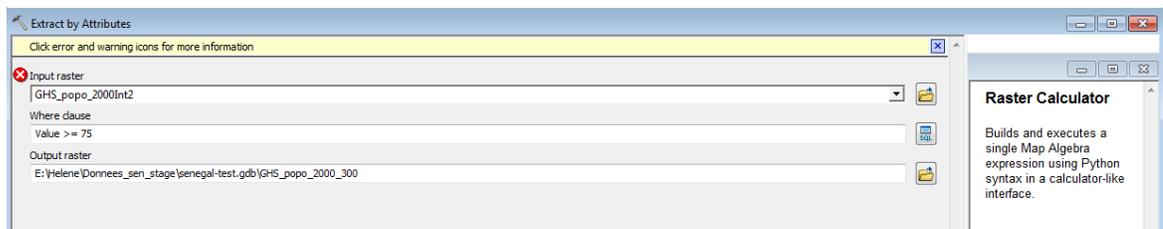
Transformation de la couche : "float en interger" :



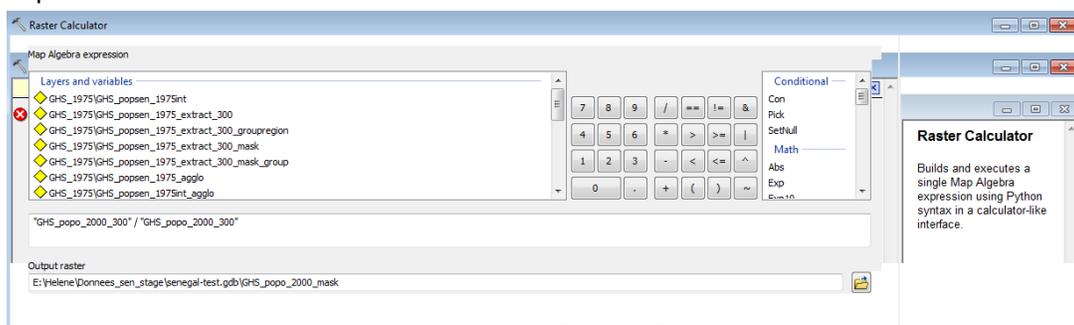
Après avoir transformer les raster en 'integer' et dans l'optique de définir nos zones urbaines, nous sommes parti du fait que dans chaque pixel de 1 km de résolution on a un minimum de population de 300 habitants. Vu que nous travaillons dans une résolution de 250m, nous en avons déduit pour chaque pixel un minimum de population de 75 habitants.

Nous allons donc faire une extraction : sélectionner les cellules ≥ 75 (300m/4):

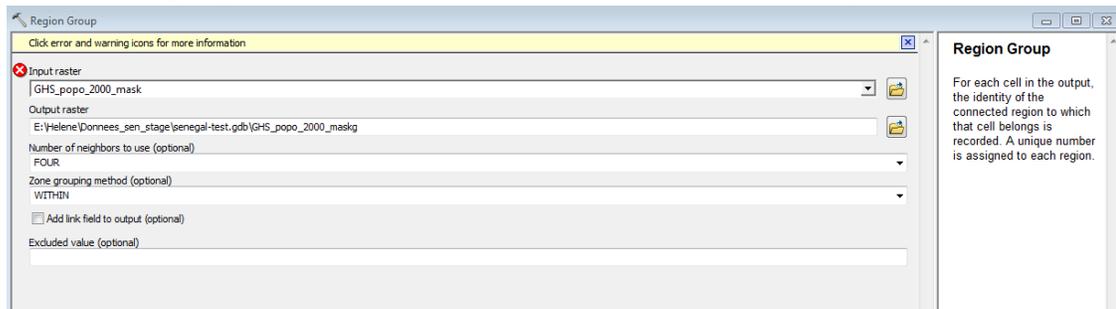
Avec la couche de population (GHS_pop_sen_2000) en 'integer' en entrée et en sortie la couche de population avec les cellules des valeurs extraites (≥ 75) : GHS_pop_2000_300)



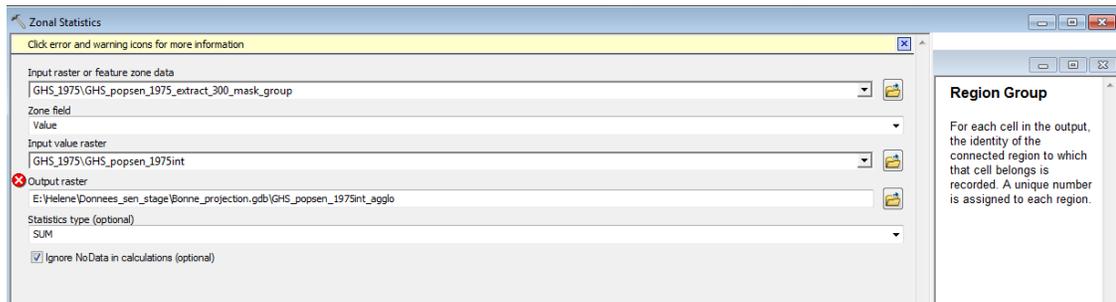
Après avoir extrait les cellules de population supérieure à 75 habitants, il faut les regrouper par région. Pour ce faire, nous avons d'abord, à l'aide de 'raster calculator', unifié les cellules en divisant la couche obtenue après extraction par elle-même.



Ensuite nous avons regroupé les cellules en utilisant les voisins d'au minimum quatre cellules.



Pour finir nous avons fait une zonale statistique pour assigner une valeur unique à chaque région. Nous obtenons en couche de sortie les agglomérations avec le nombre de populations assigné à chaque cellule par le GHSL.



Ces opérations sont effectuées pour toutes les années.

II. Indicateurs démographiques

I. Indicateur démographique nationale: population du Sénégal

Année	Population totale	données	Densité/km2
1975	4 972 571	projection/estimation	-
1976	4 997 885	RGP	25
1988	6 896 808	RGPH	35
1990	7 298 412	Projection/estimation	-
2000	9 582 542	Projection/estimation	-
2002	9 858 48	RGPH	50
2013	13 508 715	RGPH	69
2030	22 326 369	Projection/estimation	-

Source: RGPH: I, II, III, VI, base de données ANSD et BADIS ed 2007-2009 ANSD, protection de la population du Sénégal (rapport final ANSD 2013).

Tableau 2.4 : Taux d'accroissement de la population du Sénégal entre 1976 et 2013

	Année de recensement			Population 2013		Taux d'accroissement annuel moyen		
	1976	1988	2002	Provisoires	Définitifs	1976-88	1988-02	2002-13
Sexe								
Homme	2 472 622	3 353 599	4 852 764	6 428 189	6 735 421	2,6%	2,7%	2,6%
Femme	2 525 263	3 543 209	5 005 718	6 445 412	6 773 294	2,9%	2,5%	2,3%
Résidence								
Urbaine	1 713 295	2 653 943	4 008 965	5 824 977	6 102 800	3,7%	3,0%	3,5%
Rurale	3 284 590	4 242 865	5 849 517	7 048 624	7 405 915	2,2%	2,3%	1,7%
Sénégal	4 997 885	6 896 808	9 858 482	12 873 601	13 508 715	2,7%	2,5%	2,5%

Source : ANSD. RGPHAE 2013

1. Villes et populations 1976

city	Population 1976	source
St_Louis	88665	city.polulation.de
Mékhé	8663	city.population.de
Tivaoune	16999	city.polulation.de
Touba	29634	city.polulation.de
Thiès	115245	city.polulation.de
Dakar	813317	city.polulation.de
Diourbel	53754	city.polulation.de
Nguékhokh	4818	city.population.de
Mbour	36952	city.polulation.de
fatick	9998	city.polulation.de
Kaolack	104154	city.polulation.de
Tambacounda	25735	city.population.de
kolda	18951	city.polulation.de
Bignona	14507	city.polulation.de
Sedhiou	9332	city.polulation.de
Ziguinchor	69646	city.polulation.de
Rosso	<Null>	city.polulation.de
Richard toll	4893	city.polulation.de
Louga	35579	city.polulation.de
Kayar	3574	city.population.de
Bakel	6569	city.population.de
Mbacké	25390	city.population.de
Pout	7314	city.population.de
khombole	6797	city.population.de
Bambey	9835	city.polulation.de
Gossas	7365	city.population.de
Guinguinéo	10948	city.population.de
Gandiaye	<Null>	city.population.de
Joal	11170	city.population.de
Kahone	<Null>	city.population.de
Kafrine	11430	city.population.de
Nioro du Rip	7934	City.population.de
Velingara	8755	city.polulation.de
Kedougou	7723	city.polulation.de
Goudomp	3786	city.population.de

2. Villes et populations 1988

city	population_1988	source
St_louis	113917	city.polulation.de
Mékhé	12109	city.population.de
Tivaoune	27117	city.polulation.de
Bakel	7959	city.polulation.de
Touba	104502	city.polulation.de
Thies	175465	city.polulation.de
Diourbel	76548	city.polulation.de
Nkhékhokh	7862	city.population.de
Mbour	76751	city.polulation.de
Fatick	18416	city.polulation.de
Kaolack	150961	city.polulation.de
Tambacounda	41885	city.polulation.de
Bignona	22237	city.polulation.de
Sedhiou	13212	city.polulation.de
Ziguinchor	124283	city.polulation.de
Velingara	14068	city.polulation.de
Podor	7469	city.population.de
Rosso	4925	city.polulation.de
Richard toll	29611	city.polulation.de
Matam	10722	city.population.de
Louga	52057	city.polulation.de
ourosogui	6402	city.population.de
Dahra	11150	city.population.de
Kayar	7307	city.population.de
Pout	10763	city.population.de
Khombole	9824	city.population.de
Sébikotane	11125	city.population.de
Rufisque	142340	city.population.de
Bambey	16974	city.polulation.de
Dakar	1375067	city.polulation.de
Gossas	9298	city.population.de
Guinguinéo	12887	city.population.de
Gandiaye	5175	city.population.de
Thiadiaye	6171	city.population.de
Joal	19003	city.population.de
Kaffrine	16957	city.population.de
Passi	3953	city.population.de
koungheul	10719	city.population.de
Sokone	8552	city.population.de
Nioro du Rip	11841	city.population.de
Kolda	34337	city.polulation.de

Goudomp	6408	city.population.de
Kédougou	11216	city.polulation.de

3. Villes et populations 2000

city	Population 2000	source
Saint louis	171300	tageo.com
Mekhe	19500	tageo.com
Tivaouane	51200	tageo.com
Touba	394094	Komkom.sn
Thiès	307400	tageo.com
Dakar	2613700	tageo.com
Diourbel	123600	tageo.com
NGuekhokh	6200	tageo.com
Mbour	174900	tageo.com
Fatick	23149	ANSD
Kaolack	172000	ANSD
Tambacounda	79200	tageo.com
Kolda	72400	tageo.com
Bignona	41900	tageo.com
Sedhiou	20600	tageo.com
Ziguinchor	153269	ANSD
Podor	7600	tageo.com
Rosso-senegal	24170	Komkom.sn
Richard-toll	42621	ANSD
Ndombo sandjiry	<Null>	komkom.sn
Bokidiawe	33697	Komkom.sn
Matam	12400	tageo.com
Louga	102800	Tageo.com
Ourossogui	9600	tageo.com
Kanel	5600	tageo.com
Linguere	11300	tageo.com
Kebemer	18100	tageo.com
Dahra djolof	16900	tageo.com
Ndande	12900	Komkom.sn
Waounde	11300	tageo.com
Semme	3800	tageo.com
Mboro	11809	ANSD
Darou khoudoss	<Null>	<Null>
Moudery	20874	tageo.com
Darou mousty	9918	Komkom.sn
Diawara	<Null>	<Null>
Pire goureye	19862	Komkom.sn
Mbayene	9939	Komkom.sn
Baba garage	15549	Komkom.sn

kayar	28500	tageo.com
Bakel	10400	tageo.com
Sangalkam	<Null>	<Null>
Pout	29400	tageo.com
Khombole	14600	tageo.com
K. Daouda Sar	<Null>	<Null>
Sebikotane	<Null>	<Null>
Dangalma	22261	Komkom.sn
Diamniadio	<Null>	<Null>
Bambey	20900	ANSD
Karang poste	<Null>	tageo.com
Mbar	26452	Komkom.sn
Gossas	10700	tageo.com
Ngaparou	<Null>	<Null>
Thiadiaye	7800	tageo.com
Warang	3000	tageo.com
Guinguineo	15500	tageo.com
Gandiaye	6500	tageo.com
Sibassor	7000	<Null>
Joal- fadiouth	37000	tageo.com
Kahone	2900	tageo.com
Fimela	14731	Komkom.sn
Foundiougne	4700	tageo.com
Kaffrine	31300	tageo.com
Passy	4700	tageo.com
Koumpentoum	14871	Komkom.sn
Koungheul	14700	tageo.com
Ndoffane	22484	Komkom.sn
Mabo	26902	Komkom.sn
Sokone	14700	tageo.com
Keur madiabel	13506	Komkom.sn
Ndrame escale	15179	Komkom.sn
Toubacouta	9800	tageo.com
Wack ngouna	26710	tageo.com
Nioro	20800	tageo.com
Medina-sabakh	16800	tageo.com
K. Ayip gueye	<Null>	<Null>
Velingara	25800	tageo.com
Medina gounass	14100	tageo.com
Boukiling	23996	Komkom.sn
Diofior	6700	tageo.com
Kafountine	<Null>	tageo.com
Diaoube- kabendou	<Null>	<Null>
Saraya	6280	tageo.com

Marsassoum	8800	tageo.com
Thionck-essyl	8000	tageo.com
Goudomp	10000	tageo.com
Kedougou	16400	tageo.com

4. Villes et populations 2015

city	Population 2015	source
Saint louis	220981	ANSD
Mekhe	24232	ANSD
Tivaouane	73462	ANSD
Touba	889281	ANSD
Thies	335608	ANSD
Dakar	3142912	ANSD
Diourbel	142111	ANSD
NGuekhokh	28551	ANSD
Mbour	274307	ANSD
Fatick	30149	ANSD
Kaolack	248490	ANSD
Tambacounda	115035	ANSD
Kolda	86157	ANSD
Bignona	29568	ANSD
Sedhiou	25859	ANSD
Ziguinchor	218145	ANSD
Podor	12229	ANSD
Rosso-senegal	16720	ANSD
Richard-toll	60976	ANSD
Ndombo sandjiry	4803	ANSD
Bokidiawe	56435	ANSD
Matam	18586	ANSD
Louga	110300	ANSD
Ourossogui	16898	ANSD
Kanel	14006	ANSD
Linguere	16365	ANSD
Dahra djolof	34820	ANSD
Ndoffane	13714	ANSD
Waounde	8436	ANSD
Semme	7438	ANSD
M?boro	29248	ANSD
Darou khoudoss	56432	ANSD
Moudery	25291	ANSD
Darou mousty	40361	ANSD
Diawara	8084	ANSD
Pire goureye	24690	ANSD

M?bayene	9851	ANSD
Baba garage	16809	ANSD
Cayar	24909	ANSD
Bakel	14291	ANSD
Sangalkam	12651	ANSD
Pout	25061	ANSD
Khombole	16462	ANSD
K. Daouda Sar	<Null>	<Null>
Sebikotane	29092	ANSD
Dangalma	34692	ANSD
Diamniadio	24999	ANSD
Bambey	30725	ANSD
Mbar	29109	ANSD
Gossas	13539	ANSD
Ngaparou	10060	ANSD
Thiadiaye	15817	ANSD
Warang	4000	Est_2012
Guinguinéo	17423	ANSD
Gandiaye	14693	ANSD
Diofior	12061	ANSD
Sibassor	8655	ANSD
Joal- fadiouth	48481	ANSD
Kahone	15131	ANSD
Fimela	26899	ANSD
Foundiougne	7274	ANSD
Kaffrine	42510	ANSD
Passy	13404	ANSD
Koumpentoum	10745	ANSD
Koungheul	22517	ANSD
Mabo	27104	ANSD
Dimiska	1860	PEPEAM
Ndande	25351	ANSD
Sokone	15722	ANSD
Keur madiabel	11209	ANSD
Ndrame escale	21836	ANSD
Toubacouta	37272	ANSD
Nioro alassane tall	34583	ANSD
Tawfekh	<Null>	<Null>
Wack ngouna	39246	ANSD
Nioro	22099	ANSD
Medina-sabakh	46105	ANSD
Karang poste	15593	ANSD
K. Ayip gueye	<Null>	<Null>
Velingara	34167	ANSD
Medina gounass	51227	ANSD

Madina wandifa	13034	ANSD
Boukiling	6852	ANSD
Kafountine	33302	ANSD
Diaoube- kabendou	27797	ANSD
Saraya	2909	ANSD
Marsassoum	7507	ANSD
Thionck-essyl	8913	ANSD
Kedougou	32071	ANSD
Goudomp	13743	ANSD

III .Tableaux : Densité de population et Surface bâties des villes 1976, 1990, 2000 et 2015

Surface bâtie et densité de population 1975

city	pop_1976	surface_1975 en m2	densite_1975 p/km2
St_louis	88665	5437500	16306
Mékhé	8663	1625000	5331
Tivaoune	16999	2812500	6044
Touba	29634	38125000	777
Thies	115245	14625000	7880
Dakar	813317	127437500	6382
Diourbel	53754	7375000	7289
Nguékhokh	4818	500000	9636
Mbour	36952	6062500	6095
fatick	9998	2812500	3555
Kaolack	104154	16125000	6459
Tambacounda	25735	3687500	6979
kolda	18951	2062500	9188
Bignona	14507	5937500	2443
Sedhiou	9332	1125000	8295
Ziguinchor	69646	18562500	3752
Rosso	<Null>	62500	<Null>
Richard toll	4893	187500	26096
Louga	35579	187500	189755
Kayar	3574	1250000	2859
Bakel	6569	187500	35035
Mbacké	25390	3250000	7812
Pout	7314	62500	117024
khombole	6797	375000	18125
Bambey	9835	750000	13113
Gossas	7365	125000	58920

Guinguinéo	10948	687500	15924
Gandiaye	<Null>	62500	<Null>
Joal	11170	3562500	3135
Kahone	<Null>	250000	<Null>
Kafrine	11430	687500	16625
Nioro du Rip	7934	250000	31736
Velingara	8755	500000	17510
Kedougou	7723	312500	24714
Goudomp	3786	1312500	2885

1. Surface bâtie et densité de population 1990

city	popo_1988	Shape_Area en m2	densité_1990 P/ km2
St_louis	113917	9250000	12315
Mékhé	12109	2312500	5236
Tivaoune	27117	5000000	5423
Bakel	7959	1062500	7491
Touba	104502	61687500	1694
Thies	175465	21062500	8331
Diourbel	76548	11500000	6656
Nkhékhokh	7862	1312500	5990
Mbour	76751	8625000	8899
Fatick	18416	3937500	4677
Kaolack	150961	19750000	7644
Tambacounda	41885	10187500	4111
Bignona	22237	7687500	2893
Sedhiou	13212	2750000	4804
Ziguinchor	124283	21625000	5747
Velingara	14068	2125000	6620
Podor	7469	1187500	6290
Rosso	4925	625000	7880
Richard toll	29611	5187500	5708
Matam	10722	562500	19061
Louga	52057	3187500	16332
ourosogui	6402	1250000	5122
Dahra	11150	937500	11893
Kayar	7307	1562500	4676
Pout	10763	2062500	5218
Khombole	9824	1625000	6046
Sébikotane	11125	437500	25429
Rufisque	142340	19250000	7394
Bambey	16974	3187500	5325
Dakar	1375067	166500000	8259

Gossas	9298	1750000	5313
Guinguinéo	12887	2125000	6064
Gandiaye	5175	625000	8280
Kahone	<Null>	437500	<Null>
Joal	19003	4062500	4678
Kaffrine	16957	2812500	6029
Passi	3953	812500	4865
koungheul	10719	1437500	7457
Sokone	8552	2687500	3182
Nioro du Rip	11841	2125000	5572
Kolda	34337	6937500	4949
Goudomp	6408	1312500	4882
Kedougou	11216	500000	22432

2. Surface bâtie et densité de population 2000

CITY	Pop_2000	Shape_Area en m2	densite_2000 P/km2
Saint louis	171300	10125000	16919
Mekhe	19500	2500000	7800
Tivaouane	51200	5875000	8715
Touba	394094	71687500	5497
Thies	307400	27000000	11385
Dakar	2613700	190187500	13743
Diourbel	123600	13500000	9156
NGuekhokh	6200	2625000	2362
Mbour	174900	21812500	8018
Fatick	23149	4375000	5291
Kaolack	172000	27125000	6341
Tambacounda	79200	12625000	6273
Kolda	72400	10500000	6895
Bignona	41900	7812500	5363
Sedhiou	20600	4187500	4919
Ziguinchor	153269	23875000	6420
Podor	7600	1500000	5067
Rosso-senegal	24170	1062500	22748
Richard-toll	42621	4687500	9092
Ndombo sandjiry	<Null>	375000	<Null>
Bokidiawe	33697	375000	89859
Matam	12400	625000	19840
Louga	102800	3750000	27413
Ourossogui	9600	1812500	5297
Kanel	5600	375000	14933
Linguere	11300	125000	90400

Kebemer	18100	187500	96533
Dahra djolof	16900	1562500	10816
Ndande	12900	1000000	12900
Waounde	11300	875000	12914
Semme	3800	750000	5067
Mboro	11809	2750000	4294
Darou khoudoss	<Null>	1062500	<Null>
Moudery	20874	562500	37109
Darou mousty	9918	3562500	2784
Diawara	<Null>	1312500	<Null>
Pire goureye	19862	1625000	12223
Mbayene	9939	562500	17669
Baba garage	15549	437500	35541
kayar	28500	2125000	13412
Bakel	10400	1187500	8758
Sangalkam	<Null>	500000	<Null>
Pout	29400	2312500	12714
Khombole	14600	2125000	6871
K. Daouda Sar	<Null>	625000	<Null>
Sebikotane	<Null>	812500	<Null>
Dangalma	22261	500000	44522
Diamniadio	<Null>	812500	<Null>
Bambey	20900	4000000	5225
Karang poste	<Null>	125000	<Null>
Mbar	26452	375000	70539
Gossas	10700	2687500	3981
Ngaparou	<Null>	4937500	<Null>
Thiadiaye	7800	1937500	4026
Warang	3000	562500	5333
Guinguineo	15500	2312500	6703
Gandiaye	6500	1500000	4333
Sibassor	7000	750000	9333
Joal- fadiouth	37000	5375000	6884
Kahone	2900	625000	4640
Fimela	14731	750000	19641
Foundiougne	4700	1562500	3008
Kaffrine	31300	3937500	7949
Passy	4700	1062500	4424
Koumpentoum	14871	500000	29742
Koungheul	14700	1312500	11200
Ndoffane	22484	1000000	22484
Mabo	26902	250000	107608
Sokone	14700	2812500	5227
Keur madiabel	13506	1500000	9004
Ndrame escale	15179	500000	30358

Toubacouta	9800	625000	15680
Wack ngouna	26710	500000	53420
Nioro	20800	2187500	9509
Medina-sabakh	16800	687500	24436
K. Ayip gueye	<Null>	625000	<Null>
Velingara	25800	2125000	12141
Medina gounass	14100	2250000	6267
Boukiling	23996	750000	31995
Diofior	6700	125000	53600
Kafountine	<Null>	2562500	<Null>
Diaoube-kabendou	<Null>	437500	<Null>
Saraya	6280	312500	20096
Marsassoum	8800	1750000	5029
Thionck-essyl	8000	3250000	2462
Goudomp	10000	1937500	5161
Kedougou	16400	625000	26240

3. Surface bâtie et densité de population 2015

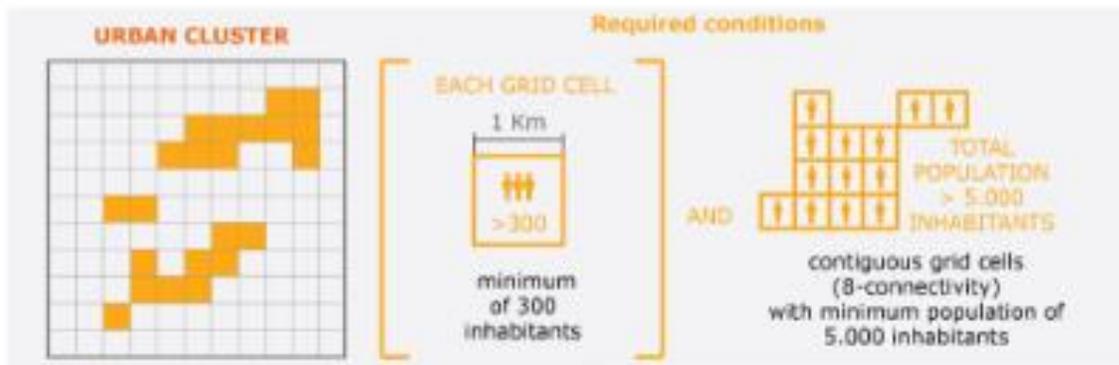
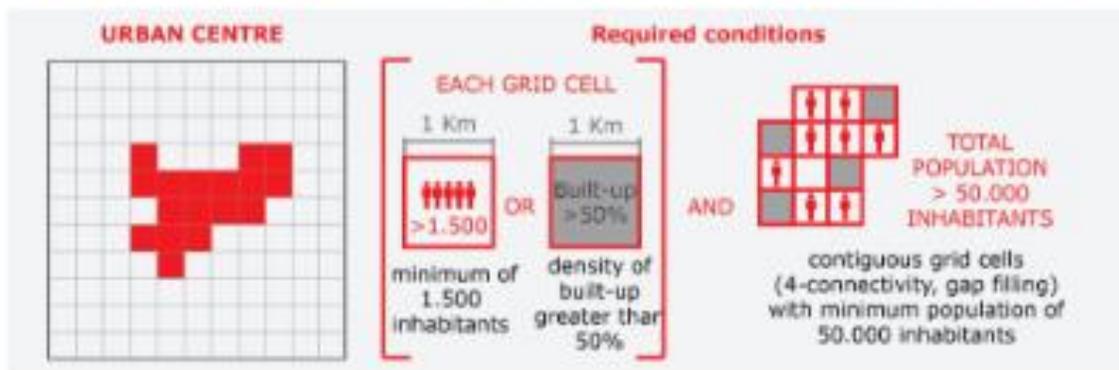
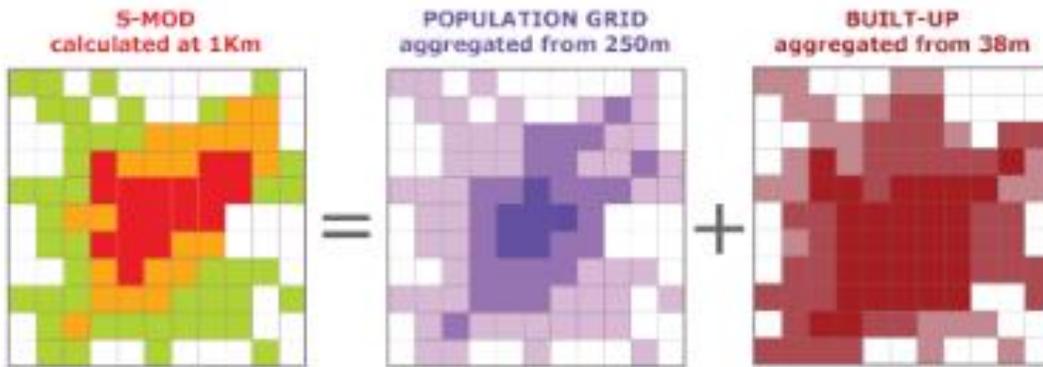
CITY	Pop_2015	surface_2015 en m2	densite_2015 p/m2
Saint louis	220981	15000000	14732
Mekhe	24232	2687500	9017
Tivaouane	73462	9687500	7583
Touba	889281	86500000	10281
Thies	335608	37437500	8964
Dakar	3142912	217437500	14454
Diourbel	142111	15687500	9059
NGuekhokh	28551	4562500	6258
Mbour	274307	31437500	8725
Fatick	30149	5625000	5360
Kaolack	248490	31437500	7904
Tambacounda	115035	15750000	7304
Kolda	86157	12375000	6962
Bignona	29568	8687500	3404
Sedhiou	25859	4625000	5591
Ziguinchor	218145	25750000	8472
Podor	12229	1500000	8153
Rosso-senegal	16720	1062500	15736
Richard-toll	60976	5750000	10605
Ndombo sandjiry	4803	562500	8539
Bokidiawe	56435	312500	180592
Matam	18586	625000	29738
Louga	110300	4250000	25953
Ourossogui	16898	2187500	7725

Kanel	14006	437500	32014
Linguere	16365	312500	52368
Dahra djolof	34820	2312500	15057
Ndoffane	13714	1312500	10449
Waounde	8436	1062500	7940
Semme	7438	750000	9917
M?boro	29248	3312500	8830
Darou khoudoss	56432	1250000	45146
Moudery	25291	625000	40466
Darou mousty	40361	3875000	10416
Diawara	8084	1187500	6808
Pire goureye	24690	1687500	14631
M?bayene	9851	875000	11258
Baba garage	16809	437500	38421
Cayar	24909	2125000	11722
Bakel	14291	1437500	9942
Sangalkam	12651	562500	22491
Pout	25061	3187500	7862
Khombole	16462	2375000	6931
K. Daouda Sar	<Null>	3062500	<Null>
Sebikotane	29092	1375000	21158
Dangalma	34692	1187500	29214
Diamniadio	24999	2187500	11428
Bambey	30725	4562500	6734
Mbar	29109	687500	42340
Gossas	13539	2937500	4609
Ngaparou	10060	5687500	1769
Thiadiaye	15817	2125000	7443
Warang	4000	2312500	1730
Guinguinéo	17423	2625000	6637
Gandiaye	14693	1875000	7836
Diofior	12061	1687500	7147
Sibassor	8655	1187500	7288
Joal- fadiouth	48481	5437500	8916
Kahone	15131	687500	22009
Fimela	26899	875000	30742
Foundiougne	7274	1750000	4157
Kaffrine	42510	4062500	10464
Passy	13404	1312500	10213
Koumpentoum	10745	500000	21490
Koungheul	22517	1187500	18962
Mabo	27104	437500	61952
Dimiska	1860	7375000	252
Ndande	25351	187500	135205
Sokone	15722	3937500	3993

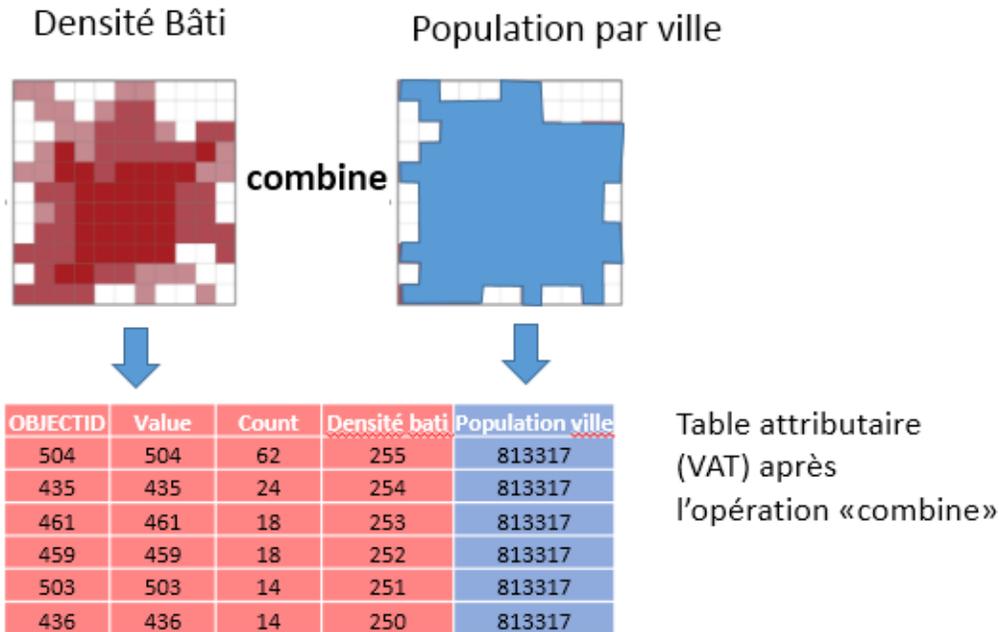
Keur madiabel	11209	2250000	4982
Ndrame escale	21836	937500	23292
Toubacouta	37272	1250000	29818
Nioro alassane tall	34583	250000	138332
Tawfekh	<Null>	1250000	<Null>
Wack ngouna	39246	687500	57085
Nioro	22099	2250000	9822
Medina-sabakh	46105	625000	73768
Karang poste	15593	2625000	5940
K. Ayip gueye	<Null>	687500	<Null>
Velingara	34167	2312500	14775
Medina gounass	51227	3062500	16727
Madina wandifa	13034	1937500	6727
Boukiling	6852	125000	54816
Kafountine	33302	4375000	7612
Diaoube-kabendou	27797	875000	31768
Saraya	2909	875000	3325
Marsassoum	7507	1875000	4004
Thionck-essyl	8913	3687500	2417
Kedougou	32071	2000000	16036
Goudomp	13743	2250000	6108

IV .Model JRC de délimitation des Zones urbaines

The GHSL Settlement Model



V. Algorithmes utilisés pour calculer la densité de population



Densité Bâti (Db): valeurs de 0 à 255 per pixel (0 = no bâti, 255 = 100% bâti)

Population ville (pop-ville): 1 seul valeur par chaque ville

BUT: distribuer la population des villes (1 valeur par ville) à toutes les cellules de la couche bâti en fonction de leur densité de bâti (valeurs 0-255)

$$\text{Avg pop-ville} = \text{Pop-ville} / \text{sum(nombre cells per ville)}$$

OBJECTID	Value	Count	Densité bâti	Pop-ville	Avg pop ville
504	504	62	255	813317	398.9

$$\text{Nb-cells -Db} = \text{Nb-cells} * \text{Db}$$

Le Nb-cells -Db est le nombre total de cells pour chaque classe de Densité de bâti

OBJECTID	Value	Count	Densité bâti	Pop-ville	Avg pop ville	Nb-cells-Db
504	504	62	255	813317	398.9	15810

$$\text{Densité normalisée} = \text{Db} * 100 / (\text{sum (Nb-cells-Db)} / \text{sum(nombre cells per ville)})$$

OBJECTID	Value	Count	Densité bâti	Pop-ville	Avg pop ville	Nb-cells-Db	Dens-norm
504	504	62	255	813317	398.9	15810	171

$$\text{Population per ville} = \text{Avg pop-ville} * (\text{Densité normalisée} / 100)$$

OBJECTID	Value	Count	Densité bâti	Pop-ville	Avg pop ville	Nb-cells-Db	Dens-norm	Pop cell
504	504	62	255	813317	398.9	15810	171	684

VI. Description Ficher Géodatabase

Données : Données de population de GHS 250m (résolution)
Données du bâti de GHS 300m (résolution)
Données vectorielles du Sénégal 1/ 1000000 et 1/200 000

Données sen_stage: Senegal-1. gbd
Senegal-2. Gdb
Projet: Hl_sen_sg.mxd
Limite_senmxd
Settlements_mxd

sen_pop_new: - Sen_pop_new
-Raster_population_batie.gdb
-Copie_donnees.gdb

Rapport-Gratuit.com