



**NATIONS UNIES  
CONSEIL ECONOMIQUE ET SOCIAL**

56275

F0010



**Distr.:  
LIMITEE**

**ECA/STAT/WG/PHC/95/6  
8 novembre 1995**

**Original: FRANÇAIS**

## **COMMISSION ECONOMIQUE POUR L'AFRIQUE**

Groupe de travail régional  
sur les recommandations pour les  
recensements de la population et  
de l'habitat de la série 2000 en Afrique

22-26 janvier 1996  
Addis Abeba, Ethiopie

### **LA CARTOGRAPHIE CENSITAIRE**

#### **TABLE DES MATIERES**

	<b>Page</b>
<b>PREAMBULE</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>LES IMAGES DU SATELLITE SPOT ET LA CARTOGRAPHIE URBAINE</b>	<b>2</b>
<b>LE "GLOBAL POSITIONING SYSTEM" (GPS)</b>	<b>3</b>
<b>LA CARTOGRAPHIE CENSITAIRE DANS LA CONSTITUTION DE BASE/ BANQUE DE DONNEES</b>	<b>6</b>
<b>LA BASE DE SONDAGE AREOLAIRE DANS LES ENQUETES</b>	<b>6</b>

# LA CARTOGRAPHIE CENSITAIRE: LES ENSEIGNEMENTS TIRES DES OPERATIONS PASSEES ET SES NOUVEAUX DEVELOPPEMENTS.

PAR

EQUIPE D'APPUI DU FNUAP/DAKAR

## PREAMBULE

A l'aurée de l'An 2000, alors que dans la Région africaine se prépare la quatrième décennie des recensements généraux de la population et de l'habitat, il importe de faire le point sur le chemin parcouru depuis les premières grandes opérations organisées dans le cadre du programme africain des recensements (PAR) au début des indépendances des Etats.

Par ce petit essai sur la cartographie censitaire, l'auteur ne prétend pas couvrir avec les moindres détails tous les aspects de cette activité. Son humble ambition en écrivant les quelques pages qui suivent est de relater ce qui peut être considéré comme faiblesses des opérations cartographiques déjà menées et de conclure par l'espoir qu'il est permis de fonder sur les nouveaux développements en cartographie censitaire grâce à la micro-informatique, à l'imagerie satellitaire, à la télédétection et au GPS.

Le processus suivi est le suivant:

- Rappel des objectifs généralement assignés à la cartographie censitaire;
- Mention des réussites et de ce furent les faiblesses de ces opérations; et enfin
- Les nouveaux développements en cartographie censitaire.

## INTRODUCTION

Les Etats africains connaissent d'énormes crises économiques et financières à un moment où des changements politiques profonds s'opèrent çà et là. Ces changements porteurs d'espoir pour la grande masse des populations ont pour noms: Démocratisation et Décentralisation. Cette situation nouvelle requiert d'informations toujours plus fines, plus nombreuses, plus à-jour et géographiquement localisées. Aussi importe-t-il de créer ou de maintenir des base/banques de données géographiquement localisées-un Système d'Information Géographique (SIG). C'est dire que le rôle de la cartographie censitaire sera encore accru dans un futur proche dans les opérations de collecte dans la région africaine.

Les objectifs assignés à la cartographie dans les recensements passés se résument comme suit:

- concourir à assurer l'exhaustivité du dénombrement tout en permettant une organisation rationnelle de la collecte par la délimitation d'unités territoriales qui seront chacune confiées à un agent recenseur et à un seul;
- constituer une base aréolaire de sondage pour les enquêtes post-censitaires;
- permettre une publication plus "parlante" des données du recensement;
- fournir d'informations en vue de la création d'une base de données localisées.

Si l'on peut se féliciter du fait que la plupart de ces objectifs ont été atteints dans les opérations passées, force est de reconnaître que celles-ci ont également connu quelques faiblesses.

Diagnostic:

Les principales faiblesses constatées se situent dans:

- le positionnement des sites habités et ceci particulièrement dans les zones problématiques que constituent:
  - les secteurs de nomadisme (dans les pays du sahel),
  - les campements de pygmées (dans la forêt dense équatoriale),
  - les campements de pêche isolés (dans les zones lacustres ou côtières);
- l'actualisation des plans des grandes métropoles (surtout dans leurs périphéries);
- l'archivage et la conservation des cartes;
- la constitution d'une base de sondage aréolaire pour les enquêtes socio-économiques.

### LES IMAGES DU SATELLITE SPOT ET LA CARTOGRAPHIE URBAINE

L'accroissement rapide de la taille des grandes villes fait que la mise-à-jour des plans urbains du dernier recensement (vieux de quelques 10 ans) pose souvent problème aux responsables de la cartographie du recensement. L'objet des quelques lignes suivantes est de montrer que l'utilisation des images satellitaires à haute résolution pourrait constituer une alternative intéressante (du moins sur le plan technique) à la solution du problème.

Le chemin parcouru depuis les premiers essais de l'ORSTOM dans l'utilisation des images satellites SPOT pour la constitution d'une base de sondage aréolaire pour une enquête démographique (Expérience menée à Marseille-France puis à Quito-Equateur) jusqu'à l'expérience récente sur l'étude de la dynamique urbaine menée par une équipe de l'ORSTOM

en collaboration avec des Chercheurs britanniques sur trois villes francophones d'Afrique: Conakry, Ouagadougou et Yaoundé et deux villes anglophones: Ibadan et Nairobi permet de fonder un espoir sur l'utilisation de cette technologie pour la mise-à-jour des cartes censitaires.

L'examen des spatiocartes (-cartes réalisées à partir d'une image satellite et renseignée- c'est-à-dire portant des indications toponymiques) de la ville de Conakry à partir d'une image multispectrale prise en Mars 1990 avec une composition colorée dans les 3 bandes a montré que l'on peut parvenir à une bonne différenciation entre l'urbain et le non urbain, espaces bâtis et non bâtis et à une bonne localisation des tissus dans la ville permettant d'établir une typologie des quartiers. Pour ce faire, on notera que les objectifs urbains se différencient notamment par leurs couleurs, leurs formes, leur texture (homogène ou hétérogène), leurs structures mais aussi leur agencement.

On notera que les grandes artères, la trame et le plan d'ensemble sont plus aisément visibles lorsque l'on dispose de la résolution du canal panchromatique que l'on peut superposer à une image multispectrale. A défaut d'image panchromatique, on peut utiliser le canal X S 3 (proche-infrarouge), la voirie se différenciant la plupart du temps par ses basses valeurs de luminance.

En mode panchromatique, SPOT enregistre une seule image couvrant l'essentiel du domaine visible mais avec une résolution portée à 10 mètres, donc deux fois plus fine qu'en mode XS. Avec ce canal panchromatique c'est la finesse géométrique de l'image qui est privilégiée, ce qui est particulièrement intéressant dans le domaine urbain où les objets à identifier sont souvent de petite taille surtout dans les villes de la région africaine.

Remarque: Le coût de l'acquisition d'une scène SPOT reste encore assez élevé pour les budgets des recensements. Aussi serait-il recommandé d'envisager l'utilisation de ces images lorsque celles-ci sont: soit déjà disponibles dans le pays (c'est-à-dire que seuls les frais de copie sont facturés) soit qu'il s'agisse d'une mise en commun des fonds avec d'autres départements pour la commande d'une prise de vue.

N.B: Espoir est permis que dans un futur assez proche, avec les satellites de la toute dernière génération, qu'il soit disponible (à des fins civiles) des images avec une résolution de l'ordre du mètre et surtout à des coûts abordables. Alors le problème de la cartographie des centres urbains à évolution très rapide trouvera sa solution.

### LE "GLOBAL POSITIONING SYSTEM" (G P S)

C'est un système permettant de déterminer les coordonnées d'un lieu (longitude, latitude et altitude) à partir des données d'une constellation de satellites gravitant autour de la terre.

Le système GPS comprend trois segments:

- l'Espace - Constitué de 24 satellites gravitant suivant 6 plans d'orbite d'environ 60° d'inclinaison sur l'équateur. Chaque satellite placé

à 11 000 mille nautiques effectue deux tours de la Terre en 24 heures.

- le Contrôle: Quatre stations terrestres dirigées par le Département de la Défense des Etats-Unis d'Amérique assurent le suivi des satellites, les mesures télémétriques, la commande et le contrôle ainsi que la charge des données à bord des satellites par la Station-maître (Master Station).
- le Récepteur: Petit boîtier portatif qui permet d'obtenir les coordonnées du point où l'on se situe.

Il importe avant l'utilisation d'un GPS pour le positionnement d'une localité sur la carte de rappeler certaines notions de base de la cartographie. Avant de comparer des données géographiques issues de différentes sources, ces données doivent se référer à un même datum et dans le même système de Coordonnées.

- le Datum: Les dimensions et l'aplatissement de la Terre peuvent être de manière physique décrits de deux façons: par des mesures topographiques ou par des mesures graviométriques. Les deux méthodes se trouvent combinées lorsque la hauteur par rapport au niveau moyen des mers est donnée.
- le Géoïde est une représentation de la surface de la Terre où la gravitation terrestre est une constante. Il peut également être défini comme la surface normale en tout point de la Terre, à la verticale du lieu et coïncidant avec le niveau moyen des mers.

Malheureusement, le géoïde est une surface physique extrêmement complexe. Les modèles mathématiques ne le définissent que de façon approchée (ne pouvant donner une représentation exacte). C'est l'ellipsoïde-surface engendrée par une ellipse tournant autour d'un de ses axes qui est utilisée à cette fin.

Cependant, la grandeur du demi-grand axe et l'aplatissement de l'ellipsoïde (qui permettent de définir l'ellipsoïde qui convient le mieux à un territoire donné) de même que la position de son centre par rapport à celui de la Terre, varient.

L'ellipsoïde utilisé par le GPS est le GRS-80. Le datum utilisé par le GPS est appelé World Geodetic System 1984 (WGS-84). Le demi-grand axe de l'ellipsoïde GRS-80 est 6 378 137,0 m et le demi-petit axe est de 6 356 752,3 mètres.

### Le Système de Coordonnées:

Un datum représente un modèle de référence de la Terre mais ne spécifie pas comment un lieu spécifique de la surface terrestre est identifié. Une fois le datum déterminé, on doit

déterminer comment représenter un point de la surface terrestre en fonction du datum. Les coordonnées géographiques longitude et latitude sont généralement utilisées. Le défi ou gageure au cartographe, est: comment représenter une Terre qui est sphéroïdale sur une surface plane (une feuille de papier) sans distorsion? Les formules mathématiques qui transforment les longitudes et latitudes (X et CP) en abscisses et ordonnées (x et y) s'appellent projections cartographiques. La carte idéale représenterait correctement les superficies, les distances, les directions et l'aplatissement. Mais une telle carte n'existe pas. Un ou plusieurs de ces paramètres subissent des distorsions. Le cartographe doit choisir le type de projection qui convient mieux à la forme du territoire à cartographier, à la position de celui-ci, et également au but ou objet de la carte. Il existe plusieurs systèmes de coordonnées locaux.

Exemple: Ellipsoïde de Clarke 1880 du Datum ADINDAN pour le Mali et le Sénégal.

Pays	Les constantes de transformation Molodensky				
	$\Delta x$	$\Delta f \times 10^4$	$\Delta x(m)$	$\Delta y(m)$	$\Delta z(m)$
Mali	-112,145	-0.54750714	-123	-20	220
Sénégal	-112,145	-0.54750714	-128	-18	224

où

$\Delta x$  - différence entre le demi-grand axe du modèle WGS-84 et le datum local.

$\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$  - représentent respectivement les différences entre la position du Centre de la Terre selon le modèle WGS-84 et le datum local suivant les axes X,Y et Z,  $\Delta f(x \ 10.000)$  - la différence dans l'aplatissement entre le WGS-84 et le datum local.

#### Quelques précautions à observer dans l'utilisation des GPS en cartographie censitaire:

La plupart des récepteurs utilisés dans la cartographie censitaire étant de coût modique, donc pas assez sophistiqués pour permettre d'opérer la transformation de datum, ils calculent et éventuellement conservent les positions dans le WG S-84 datum. Il existe des progiciels permettant le transfert d'un datum à un autre sur un micro-ordinateur (ex/ le GEO-PC, PFINDER, etc...) Il est très important lorsque l'on effectue des positionnements dans les voisinages d'une frontière d'Etat, de tenir compte de ces corrections pour éviter des distorsions aux conséquences qui pourraient être fâcheuses.

Bien qu'en cartographie censitaire seule la planimétrie est d'intérêt, il est cependant déconseillé d'effectuer de positionnement en mode 2D (Longitude et latitude). Car une erreur même de 10 m dans la 3<sup>è</sup> coordonnée (l'altitude), entraîne une erreur de l'ordre de 50 mètres en planimétrie. On opérera donc toujours en mode 3D c'est-à-dire l'observation de 4 satellites serait nécessaire pour obtenir la valeur des 4 inconnues que sont la longitude, la latitude, l'altitude et la correction du temps.

## **LA CARTOGRAPHIE CENSITAIRE DANS LA CONSTITUTION DE BASE/BANQUE DE DONNEES**

Dans la constitution de base/banque de données localisées, les principales difficultés rencontrées seraient causées par:

- les erreurs de toponymie (transcription des noms des localités et des lieux-dits);
- le manque d'unicité ou d'harmonisation des codes géographiques utilisés par les différents services ou départements.

L'on ne répètera jamais assez, l'importance qu'il y a à observer une toponymie correcte et un code géographique unique. On notera que la digitalisation des fonds de cartes ou carte de base a été presque toujours effectuée soit par le service géographique national, l'Université, le D chargé de la planification physique (Burkina, Côte d'Ivoire, Mali, etc...), soit par une institution régionale (AGRHYMET au Niger).

Les logiciels généralement utilisés sont: ARC-Info/ARC-View, Atlas Gis, Idrisi, etc... Il serait recommandé la numérisation des cartes de zones de dénombrement (ZD). L'utilisation de la tablette de digitalisation type (Summagraphic) ou de scanner pour numériser ces cartes ne présenterait pas de difficultés majeures. De même POPMAP pourrait bien convenir dans la constitution et la gestion de telle banque de données.

## **LA BASE DE SONDAGE AREOLAIRE DANS LES ENQUETES**

La création d'une base de sondage pour les enquêtes de la période intercensitaire, a été un des objectifs de la Cartographie. Dans la plupart des cas, cet objectif a été atteint. Car le coefficient de variation calculé sur la base des tailles en population et/ou ménages a été bien inférieur aux 30% admissibles. Il y a eu cependant quelques cas où on a été amené à remembrer les unités de taille trop importantes ou de regrouper les faibles unités en vue de réduire la variance intergrappes avant de procéder au tirage de l'échantillon.

Il est à noter que le découpage censitaire opéré a toujours respecté le découpage administratif existant. On s'est cependant très peu soucié du respect des zones écologiques. Il serait recommandé de veiller à ce que les opérations à venir tiennent compte par exemple des zones agro-climatiques. Ainsi les enquêtes agricoles par exemple pourraient utiliser les mêmes unités comme base areolaire de sondage. On réduirait ainsi les coût des recensements agricoles tout en améliorant la qualité des résultats par rapport à l'enquête sur la base de la liste des villages car sera réduite l'erreur d'échantillonnage.