# Contribution des SIG à l'analyse du paysage urbain d'une métropole d'Afrique tropicale humide (Yaoundé – Cameroun)*

H.B. Nguendo Yongsi et C.R. Bryant
Laboratoire de Développement durable et de Dynamique territoriale
Département de géographie
Université de Montréal
C.P.6128, Succursale Centre-ville Montréal
(Qc) Canada H3C 3J7

F. Pirot
CNRS-SIS-CEIAS-UMR 8564
Centre de compétence thématique
Modélisation, Analyse spatiale et SIG
Maison des Sciences de l'Homme
54, boulevard Raspail, 75008
Paris, France

Dans le monde contemporain, 80 % des informations ont une base spatiale (Laurini 2001). Ceci dénote l'importance des données géographiques dans nos sociétés, notamment des systèmes d'information spatiale pour les actualiser et les mettre à la disposition des usagers. Développés au Canada au début de la deuxième moitié du 20$^{ième}$ siècle (Flanders 2006), c'est dans les années 1970, voire 1980 que les SIG ont connu une véritable expansion et se sont démocratisés (Longley et al 2001). Et leurs applications touchent actuellement tous les aspects de la société dans la mesure où elles vont de la prévention des risques naturels à la santé, du géomarketing à l'archéologie, de la gestion des outils économiques à la sécurité publique et défense (*military monitoring*), de la planification environnementale à l'urbanisation, entre autres (Longley et al 1999; Gatrell et Loytonen 1998).

* La version électronique de cet article avec les figures toutes en couleur est disponible auprès des auteurs.

© Canadian Journal of Regional Science/Revue canadienne des sciences régionales, XXX: 1 (Spring/printemps 2007), 133-154.
ISSN: 0705-4580 Printed in Canada/Imprimé au Canada

De fait, avec l'amplification du phénomène urbain et son extension dans les sociétés post-révolution industrielle des 17$^{ième}$-18$^{ième}$ siècles (Afrique, Asie), les techniques et méthodes classiques de production des informations se sont avérées inaptes à suivre la tendance. Dès lors, la télédétection et les systèmes d'information et de communication géographique se sont présentés comme étant des outils avancés par excellence pour l'analyse spatiale des milieux humains (Cowen 1988). Dans les environnements urbains notamment, le recours aux SIG s'est intéressé aux différentes composantes ressortant de la dynamique de ces types d'espace (Boffet 2000).

- Ainsi en est-il de la croissance spatiale dont les divers facteurs ainsi que les conséquences induites telles que la modification du couvert végétal, l'évolution des modes d'ocupation du sol, entre autres ont été suffisamment analysés (Mundia et Aniya 2005 ; Bonin et al 2001 ; Jean et Bouchard 1991).
- La densification de ces espaces a entrainé la perturbation de la climatologie urbaine dont les conséquences sanitaires sont bien connues (Besancenot 1992). C'est dans cette optique que dans le but d'apprécier de façon assez juste l'élévation de la température urbaine à Atlanta aux USA qu'une technique d'analyse multicritères reposant sur les SIG a été mise au point pour localiser les sites les plus chauds de la ville (Shephered et al 2004). Les effets de cette perturbation constatée dans la climatologie urbaine se sont également fait ressentir dans l'hydrologie urbaine et dont le recours à ces nouvelles techniques d'information a permis d'une part d'élaborer des modèles de réseau hydrographique (Rodriguez et al 2002), et d'autre part de localiser et de cartographier les eaux souterraines potentiellement propres à la consommation humaine (Klimas 1996).
- L'utilisation des SIG en vue de la connaissance détaillée des milieux urbains ne s'est pas limitée à l'espace urbain comme contenant. Du postulat que l'accessibilité constitue un principe majeur d'organisation de la vie économique, les dynamiques spatiales du tissu productif urbain ont été abordées sous l'angle d'une analyse spatiale impliquant largement les systèmes d'information géographique (Fritsch 2003).
- De même, des modélisations spatio-temporelles de distribution des populations et des activités humaines usant des SIG ont été réalisées en vue de respectivement saisir les tendances d'évolution de la population urbaine en Chine (Yue et al 2005), et d'analyser les interactions homme / milieu (Tissot et Cuq 2004).

Toutefois, l'application de ces nouvelles techniques d'analyse spatiale connaît une avancée timide dans la plupart des villes des pays en développement. En effet, le secteur de la géomatique croît lentement dans ce contexte géographique. Au Cameroun par exemple, la seule application à ce jour connue concerne la ville de Yaoundé où l'apport des SIG a consisté à rechercher les zones constructibles utiles aux aménageurs (Assako Assako 1998). C'est donc pour continuer dans cette lancée et contribuer à l'enrichissement de la connaissance détaillée de cette ville-capitale, que nous avons entrepris ce travail.

De fait, la caractéristique principale de Yaoundé comme de la plupart des villes d'Afrique tropicale depuis bientôt quatre décennies, est sa croissance rapide et brutale (Arnaud 1998; INADES 1998 ; Mougoué 2001; Timnou et Mougoué 1988). Ici, l'absence de politique urbaine cohérente a donné lieu à un processus d'urbanisation différenciée (Ondoua 1992 ; Franqueville 1984). Ce processus s'observe dans la diversification du paysage urbain. Aussi, voulons-nous dans cette étude, décrypter ce paysage urbain à travers ce qu'Assako Assako (1997) appelle les « aspects physiques qui définissent la composition urbanistique » à savoir la texture et la structure du bâti, les formes et le coefficient d'occupation du sol. Plus prosaïquement, notre objectif est d'une part de relever avec force détails les divers modes d'occupation du site urbain et de saisir la logique qui soutend une telle diversification, et d'autre part de déterminer les tailles et formes des structures d'habitation et de repérer leur distribution dans l'espace urbain. Bref des informations précises et actualisées que les décideurs (pouvoirs publics) et aménageurs ne disposent pas et dont la possession servira de banques de données voire d'éléments de réflexion et d'appui pour la (re)formulation de leur politique d'habitat du plus grand nombre à Yaoundé.

## Méthodologie

### Cadre spatial de l'étude

Cette étude porte sur la ville de Yaoundé qui se trouve en Afrique centrale, sous les latitudes tropicales certes, mais légèrement au dessus de l'équateur. Plus précisément, elle est localisée entre $3^0$47'-$3^0$56' N et entre $11^0$10'-$11^0$45' E., et se trouve à environ 250 kms de la côte baignée par l'océan Atlantique (figure 1). Capitale politique du Cameroun depuis 1909, Yaoundé est passée du statut de commune urbaine à l'aube de l'indépendance à celui de Communauté urbaine en 1987, avec à sa tête un Délégué du gouvernement. Cette communauté urbaine est divisée en six communes d'arrondissement dirigées chacune par un maire d'arrondissement. La croissance démographique accélérée (9.2 % entre 1976 et 1980) s'est infléchie à 6.5% en 1985 et s'est tassée sous l'effet de la crise économique qui traverse le pays depuis 1986 (kuépié 2002 ; Mougoué 2001).

Du tracé autoritaire de la ville de l'époque coloniale à la première décennie qui a suivi l'indépendance du pays en 1960, Yaoundé a présenté un paysage urbain double diamétralement opposé : un centre ville structuré qu'entourent de nombreux quartiers populaires peu équipés. En vue de contrôler le développement excessif de ces quartiers non structurés, les pouvoirs publics ont durant la décennie 1960-1970, mis en place les quartiers lotis (lotissements communaux) et les quartiers résidentiels modernes destinés à accueillir les hauts cadres de l'État. Mûs par la politique des parcelles assainies préconisées par la Banque Mondiale dans les années 1980, les mêmes pouvoirs publics ont procédé à la construction de quartiers planifiés composés d'immeubles collectifs et de maisons individuelles en pavillon. Toutes ces mutations ont contribué à la modification du paysage urbain.

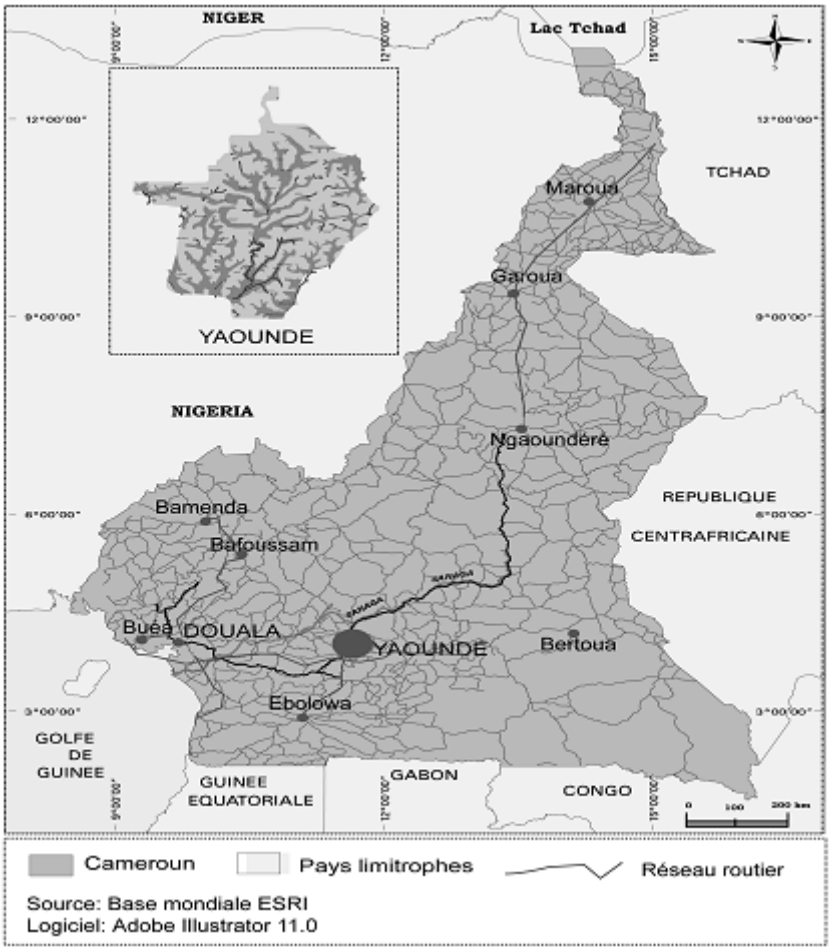



**FIGURE 1 La ville de Yaoundé au Cameroun**

## Matériel et méthodes

Le support utilisé est la carte polyvalente de la ville. Cette carte renferme un assez grand nombre d'éléments dont la topographie, l'hydrographie, et l'occupation du sol qui nous intéresse. Ce support se présente sous la forme d'un fichier numérisé dont les données proviennent des missions aériennes effectuées sur la ville en 1991. Ces données ont été néanmoins actualisées en 1994 par le service d'urbanisme du Ministère de l'urbanisme et de l'habitat.

La modélisation est la méthode que nous avons utilisée pour analyser le paysage urbain. Toutefois, nous nous sommes appuyés sur notre bonne connaissance du site pour compléter et corroborer les informations issues des différents calculs. Les traitements quant à eux, se sont faits sou faits sous Unix et sous

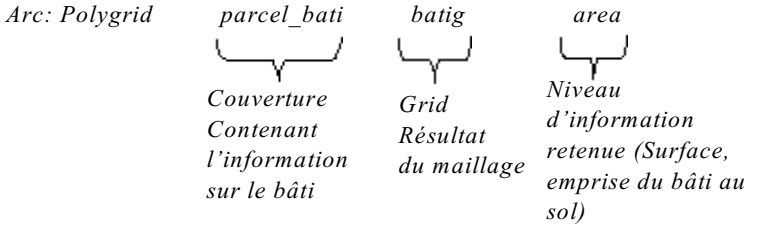
Windows XP professionnel, à partir des opérateurs logiques spatiaux que propose le logiciel ArcInfo (version 8.2) développé par ESRI.

## Traitements et résultats

Le paysage urbain est appréhendé uniquement à travers le bâti. Deux informations (l'une spatiale et l'autre aspatiale) toutes dérivées de la tesselation[1] ont été calculées (Burrough et McDonnell 1998). Le calcul s'est fait à base de l'information spatiale qui était connue à savoir l'emprise au sol du bâti. Ces deux informations dérivées sont la texture du bâti[2] et la densité moyenne du bâti.[3] Mais comment ces deux informations sont-t-elles passées de la forme spatiale à celle aspatiale?

### *Préalable méthodologique : le maillage de l'information spatiale*

Afin de pouvoir créer les deux informations dérivées évoquées ci-haut, il était nécessaire que l'information spatiale déjà connue (emprise au sol du bâti) soit sous forme maillée (Deblomac et al 1994 ; Pirot et Saint Gérand 2000). La création du maillage régulier possédant la topologie, la relation topologique «Grid» s'est faite sur le parcellaire urbain. Ce parcellaire a été structuré selon un graphe planaire topologique sans isthme «Couverture». En fonction de la plus petite unité d'observation et surtout dans le souci de ne pas perdre des informations, nous avions choisi une maille de taille fine (2 mètres). Mais l'incapacité du logiciel à supporter un si grand nombre de parcelles aménagées dans la ville[4] nous a amené à limiter la taille de la maille à 4 mètres. La commande qui a permis de «mailler» le parcellaire urbain c'est-à-dire de réaliser cette structure régulière topologique s'appelle «Polygrid»[5] que l'on trouve dans le module Arc du logiciel. L'écriture de cette commande est la suivante :




1. Encore appelée triangulation parce que la maille a la forme de triangles. La méthode mathématique de calcul utilisée ici est celle dite de Delauney.
2. Nature de la structure et de la trame du bâti.
3. Surface moyenne occupée par le bâti au sol.
4. Environ 174 000 parcelles aménagées dans la ville ont été comptabilisées.
5. La commande Polygrid permet de calculer une structure régulière topologique à partir d'une structure sous forme de graphe planaire topologique sans isthme qu'on appelle couverture et qui est porteuse de plusieurs informations.

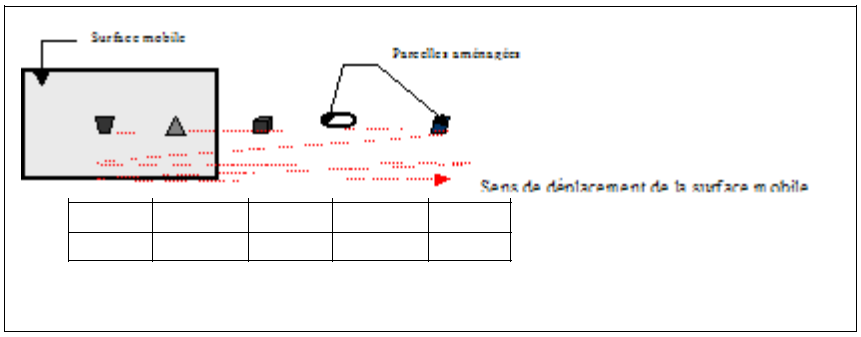



**FIGURE 2 Mode opératoire de l'analyse du bâti urbain selon la méthode des voisinages par le déplacement d'une surface mobile (sous ArcInfo/Grid)**

Par cette commande, nous procédons à la création de la structure de l'information spatiale et thématique sous forme de 'Grid' pour le niveau d'information ou thème 'area'. Dans cette structure maillée régulière, chaque maille est localisée géographiquement et contient une et une seule information thématique. Ceci contrairement aux graphes planaires topologiques sans isthme ('couvertures ') qui renferment plusieurs informations thématiques du fait qu'ils soient reliés par le graphe dual topologique (Denègre et Salgé 1996).

*L'analyse de la texture du tissu urbain*

La structure du tissu urbain a été déterminée en fonction du caractère homogène ou hétérogène du bâti, et ce en regard du bâti voisin. Le caractère homogène ici correspond à la situation où le mode d'occupation du sol par le bâti dans la maille retenue est similaire aux mailles voisines. Et le caractère hétérogène en revanche correspond à la situation où le mode d'occupation du sol par le bâti dans la maille retenue est significativement différent au mode d'occupation dans les mailles voisines. C'est dire que la détermination de l'homogénéité ou de l'hétérogénéité du paysage urbain a été calculée pour chaque maille prise individuellement mais confrontée aux mailles situées au voisinage immédiat. Pour cette détermination de l'homogénéité ou de l'hétérogénéité du bâti, nous avons utilisé la fonction de voisinage dénommée «focal variety» (Tomlin 1990). Le mode d'opération a été le suivant:

- Dans un premier temps, nous avons défini une surface mobile de 10 m * 10 m sur laquelle s'applique le calcul de la fonction focale,
- Ensuite, cette surface mobile a été centrée sur chaque maille,

Enfin, la surface s'est mise à se déplacer de la gauche vers la droite à partir de la première maille située en haut à gauche du Grid (figure 2).

La commande utilisée pour cette opération a été la suivante:

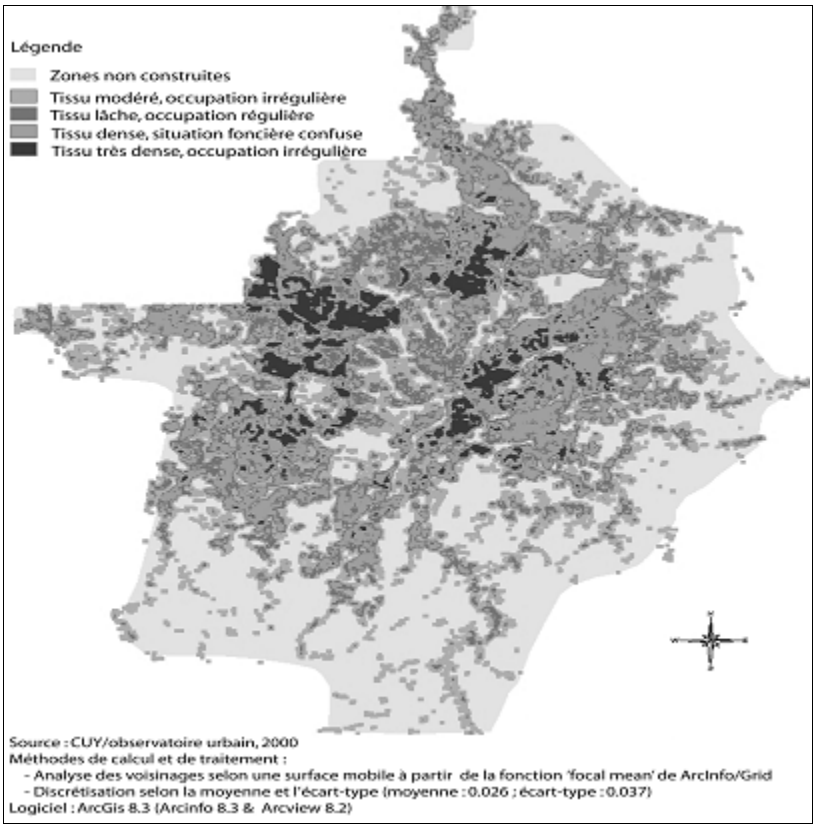



**FIGURE 3 Modélisation spatiale du tissu urbain, mis au jour à travers le mode et l'importance de l'occupation du sol par le bâti en 1994**

| | |
|---|---|
| *Grid: bativariety* | *= focalvariety (batig, rectangle, 10, 10)* |
| *Bativariety* | *= le résultat attendu c-a-d l'homogénéité ou l'hétérogénéité* |
| *Focal variety* | *= algorithme de calcul* |
| *Batig* | *= le bâti sous la forme maillée et topologique* |
| *Rectangle* | *= forme géométrique de la surface mobile* |
| *10 m* | *= longueur de la surface mobile* |
| *10 m* | *= largeur de la surface mobile.* |

Les valeurs-résultats affichées par l'algorithme l'ont été sous forme de codes en chiffre croissant (de 1 a 78) ; les valeurs faibles renvoyant à l'homogénéité et les valeurs fortes à l'hétérogénéité.

Nous appuyant sur la littérature sur les mécanismes d'accès à la terre ou à l'occupation du sol urbain d'une part, et d'autre part sur notre connaissance de la zone d'étude, nous avons décodé ces valeurs et les avons discrétisées. Les critères de discrétisation ont été la situation foncière du sol et l'importance de l'occupation de ce sol urbain. La figure 3 présente le résultat final.

*L'analyse de l'emprise du bâti au sol*

Dans une ville en croissance libre comme Yaoundé où les quartiers spontanés se caractérisent par un bâti compact aux parcelles nombreuses, minuscules, difformes et surtout multifonctionnelles,[6] la mesure précise de la densité du bâti s'avère difficile. L'évaluation de l'emprise du bâti au sol permet dans ce cas d'avoir une idée acceptable de la densité d'occupation du sol. Plus précisément, pour nous il a été question de la mesure de la surface moyenne occupée par le bâti au sol.

La détermination de cette surface moyenne occupée par le bâti a été calculée maille par maille. Pour chaque maille retenue, le calcul s'est fait en regard des mailles contiguës. La fonction de voisinage qui a servi au calcul de cette surface moyenne du bâti est la fonction focale dite «focal mean». Tout comme «focal variety», «focal mean» est une fonction développée par Tomlin (1990) et qui se trouve intégrée au module Grid de ArcInfo 8.2. Le mode opératoire du traitement et de calcul est celui schématisé dans le précédent paragraphe, sauf qu'à la place de «focal variety», on a plutôt «focal mean».

Ainsi, le calcul ou traitement s'est effectué à l'aide de la commande qui suit :

*Grid: surbatmoy = focalmean (batig, rectangle, 10, 10)*
*Surfbatmoy = surface moyenne du bâti atendue*
*Focal mean = algorithme de calcul*
*Batig = le bâti sous la forme maillée et topologique*
*Rectangle = forme géométrique de la surface mobile*
*10 m = longueur de la surface mobile*
*10 m = largeur de la surface mobile.*

Souhaitant obtenir la surface moyenne en $km^2$, nous avons relancé la commande en prenant soin de convertir les dimensions de la surface mobile (Grid : surfbatmoy$km^2$ \ 10 000). La figure 4 montre les résultats de ces traitements.

Afin de rendre cette carte explicite, nous avons déterminé des classes de superficie selon la distribution de la variable surface moyenne du bâti par $km^2$. Les bornes de classes ont été définies en fonction des valeurs de l'écart-type et de la moyenne de la variable d'étude (surface moyenne du bâti). A partir donc des paramètres de tendance centrale[7] et en fonction de l'allure de la courbe de l'histogramme des valeurs, nous avons défini quatre classes de surface moyenne :

*classe 1 = é-¼σ ≤ 0.01675 * surface moyenne faible*
*classe 2 ≥ é-¼σ et é+¼σ = [0.01675 – 0.03525] * surface moyenne modérée*
*classe 3 ≥ é+¼σ et é+ 1σ = [0.03525 – 0.063] * surface moyenne grande*
*classe 4 ≥ é+ 1σ ≥ 0.063 * surface moyenne très grande*

6. Dans les parcelles de ces quartiers, coexistent unités d'habitation, petit commerce de détail, jardin et champ de cases, petit élevage.
7. Ces paramètres sont : l'écart-type (σ = 0.037), la moyenne (é = 0.026), la valeur minimum (0.003), la valeur maximum (0.930)

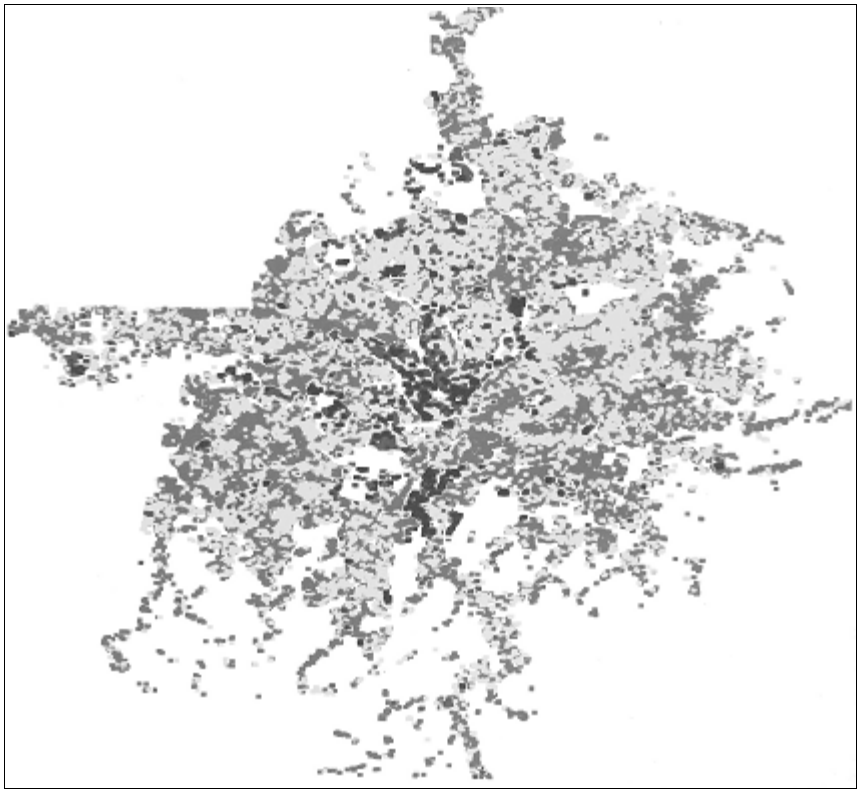


**FIGURE 4 Surface moyenne du bâti a Yaoundé d'après la fonction «Focal mean» sous ArcInfo 8.3**

Il s'agit là des classes théoriquement constituées. Pour les appliquer aux parcelles constituant notre fichier numérisé, nous avons développé un programme dénommé *Do cell*, chargé d'affecter un code à chaque parcelle c'est-à-dire de faire correspondre chaque parcelle à sa classe d'appartenance. Ce programme se présente ainsi que suit

*Do Cell I__I* *if surfbatmoykm*$^2$ < *0.01675 ; begin ; surfcode1 = 1 ; else*
*if surfbatmoykm*$^2$ ≥ *0.0325 ; begin ; surfcode2 = 2 ; else*
*if surfbatmoykm*$^2$ < *0.063 ; begin ; surfcode3 = 3 ; else*
*if surfbatmoykm*$^2$ ≥ *0.063 ; begin ; surfcode4 = 4 ; end.*

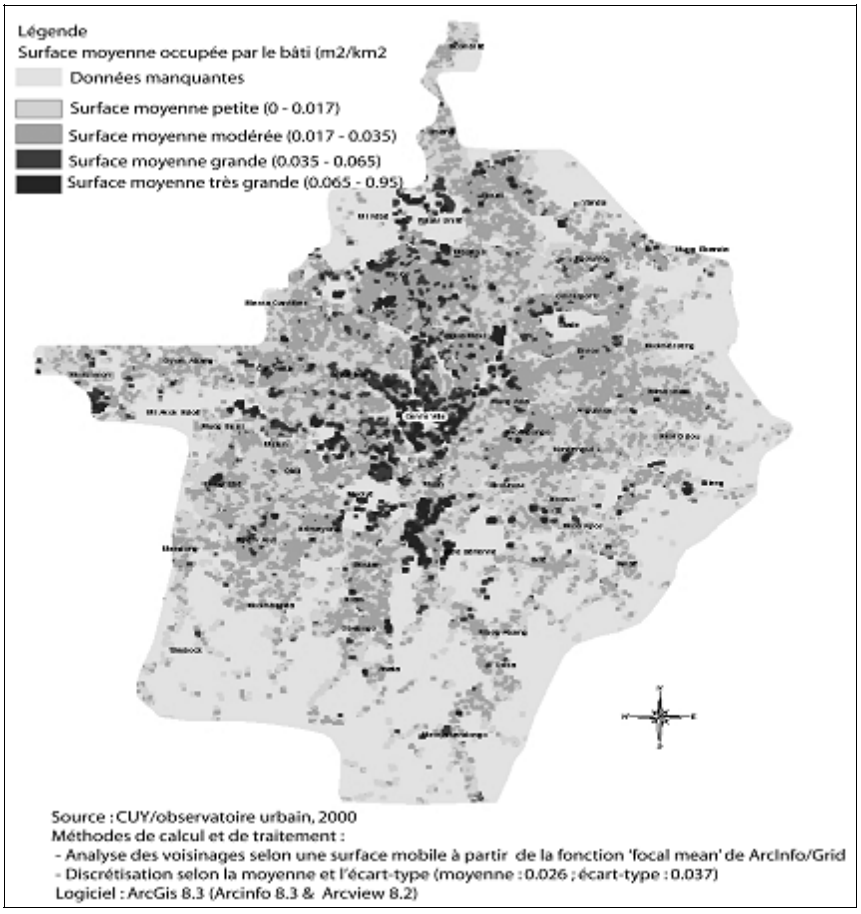



**FIGURE 5 Modélisation spatiale de la surface moyenne occupée par le bâti/constructions urbaines (m2/km2) en 1994**

La figure 5 présente les résultats de cette application. Celle-ci souligne la caractérisation du tissu urbain selon le critère de surface moyenne d'occupation du sol en quatre classes d'inégale importance.

## Discussion

Les figures 3 et 5 ci-dessus nous présentent la configuration du tissu urbain de Yaoundé selon les modes d'occupation du sol et de surface moyenne occupée par le bâti. Ceci permet de constater le caractère hautement différencié de l'urbanisation de cette métropole tropicale. Toutefois, ces figures paraissent trop générales pour celui qui veut mener des investigations plus précises sur un aspect bien déterminé. Aussi, nous a-t-il semblé nécessaire de décomposer les nombreuses

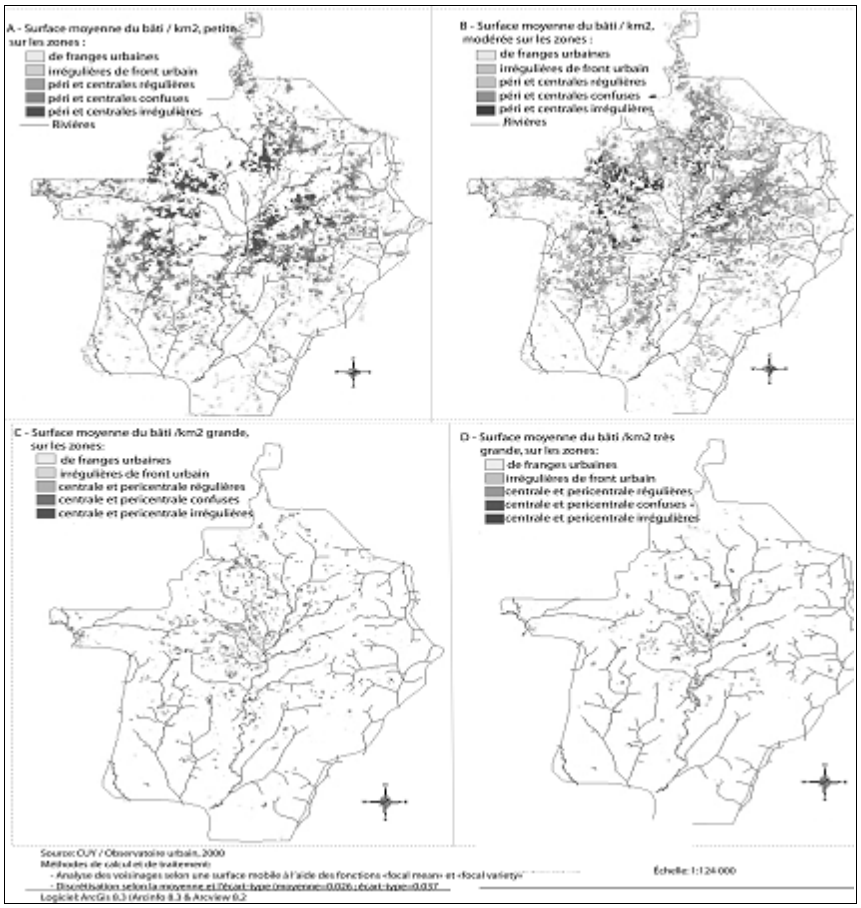



**FIGURE 6 Surface moyenne occupée par le bâti, et mode d'occupation du sol urbain**

informations contenues dans ces cartes et de procéder à des combinaisons qui rendent plus claires la lecture du paysage urbain de Yaoundé.

### Lecture de la densité du bâti en regard du mode d'occupation du sol

Pour mieux comprendre la structuration du bâti dans la ville, nous avons voulu présenter la situation particulière de chacun des quatre niveaux d'information contenus dans la figure de synthèse 3. Cette décomposition permet de voir que les parcelles aménagées sont inégalement distribuées dans l'espace urbain. En regard avec le mode d'occupation du sol, on remarque deux choses :

- d'abord que l'agglomération de Yaoundé est plus constituée de petites et moyennes parcelles aménagées, que de grandes et très grandes parcelles

(illustrations A&B versus illustrations C&D de la figure 6, ce qui traduit le caractère hautement résidentiel de la ville.

- Ensuite que ces parcelles ne se distribuent pas de la même manière au sein de l'espace. En effet, les secteurs urbains où la surface moyenne du bâti au sol est petite ou modérée sont davantage les franges urbaines\ fronts d'urbanisation et autres parties péricentrales où la situation foncière est précaire et confuse. En revanche, c'est dans la partie centrale de la ville et accessoirement celle péricentrale (notamment en direction du Nord-Ouest) que se trouvent concentrées les grandes parcelles aménagées (schémas C&D ci-dessus).

Cette localisation un tant soit peu atypique procède de l'histoire de la ville et des mécanismes d'accès au sol urbain. De fait, à l'image d'un grand nombre de capitales de pays d'Afrique noire, créées sur d'anciens comptoirs de commerce au bord de la mer, la fondation de Yaoundé aurait elle aussi obéi à des considérations d'ordre écono-mique (Coquery-Vidrovitch 1993). En 1887, une expédition dirigée par les lieutenants Kund et Tappenbeck part de Kribi.[8] Elle a pour but de remonter la vallée du fleuve Nyong pour découvrir le tracé exact de la ligne de partage des eaux entre le bassin de ce dernier et celui du Congo, d'étudier les possibilités économiques de cet arrière-pays encore inconnu, et enfin de localiser quelques sites favorables à l'installation de postes militaires (Njike 2000). En 1889, cette expédition arrive dans le «pays des Ewondo»[9] et décide de créer dans sa partie centrale un poste militaire, qu'ils dénomment «Yaunde Station» (Curt Von Morgen 1893). À sa création, c'est un modeste poste de cinq cases, qui va s'agrandir jusqu'à avoir 25 cases en 1892. C'est autour de ce «noyau allemand» qu'éclot et va évoluer la ville.

Afin de stimuler la croissance de la ville, les Allemands entreprennent la construction de commerces et de bureaux sous forme de grandes bâtisses. La modernisation qui va se poursuivre avec l'arrivée des Français sera marquée par le développement de l'infrastructure ferroviaire dont la gare marchandise et autres entrepôts qui occupent de larges espaces. Ce qui justifie les grandes parcelles aménagées du secteur central de la ville, tout comme celui du Nord ouest avec la construction de l'usine de fabrication de cigarettes (Bastos) et la création de l'abattoir. Ce développement socio-économique va entraîner l'afflux de migrants. Ne pouvant plus s'installer dans la partie centrale déjà occupée, ces néo-citadins vont se diriger vers les zones péricentrales et autres franges urbaines alors contrôlées par les populations autochtones dont la conception du droit au sol sera mise à rude épreuve du fait de l'arrivée des Occidentaux (Youana 1983). De fait, chez les populations autochtones de la capitale, le droit traditionnel sur la terre voulait celle-ci soit un bien indivis, inaliénable. Legs des ancêtres, la terre était perçue comme un bien collectif qui devait se transmettre de génération en génération. Ce

8. Cette expédition comprenait en outre le zoologiste Weissenborn, le botaniste Braun, des soldats africains (Dahoméens et Togolais) et des porteurs locaux Batanga et Mabea (Medou 1973).
9. Ainsi était dénommé Yaounndé avant la colonisation allemande.

symbole de reproduction lui conférait un caractère sacré qui interdisait toute cession. Les membres du groupe qui en jouissaient n'avaient que le droit d'usage collectif et non de propriété (Assongmo 2002). Mais ce droit foncier coutumier, hostile à l'appropria-tion des terres, n'allait pas résister à l'air du temps.

Les Européens arrivent au 19ième siècle, et avec eux, le droit foncier européen. L'introduction des cultures de rente et de la monnaie dans le circuit des échanges vient compléter la perturbation de l'ordre foncier ancien. Les populations autochtones se sentent alors obligées de revoir leur perception vis-à-vis de la terre. C'est ainsi qu'on assiste de plus en plus à des appropriations individuelles ou collectives (par lignage) des terres dont on n'est plus simplement usufruitier, mais davantage propriétaire. Du fait de l'enjeu matériel et financier que de telles privatisations représentent, la transmission des terres n'est plus lignagère, mais se fait par achat, location ou héritage (Ndjapon 1989). Cette mutation n'entraîne pas pour autant la sécurité, car les transactions foncières qui se font dans ce cadre coutumier se situent en marge du dispositif légal mis en place par les autorités coloniales. Dispositif cependant peu explicite, puisqu'il reconnaît tacitement le droit coutumier si les terres sont effectivement occupées :

> *Celui qui occupe un terrain depuis cinq ans dans sa région d'origine en est propriétaire, s'il l'occupe en vertu d'une coutume incontestée* (Décret du 17 janvier 1959, cité par Assongmo 2002).

> *Sont considérées comme en la possession des individus ou collectivités, les superficies qu'ils ont effectivement occupées conformément à la coutume (*Décret du 9 janvier 1963, cité par Youana 1983).

Cette dualité du contexte foncier, dans lequel on note une ambiguïté et une certaine souplesse,[10] va conférer aux propriétaires autochtones le droit et la liberté de disposer et de morceler à volonté leurs terres. Cette brèche ouverte dans les décrets de 1959 et de 1963, et élargie dans l'ordonnance de 1974, donne la possibilité aux propriétaires coutumiers d'immatriculer leurs terres et d'obtenir le titre foncier, gage de sécurité totale**.** Mais, ils ne l'ont pas fait. Au contraire, poussés par le gain, de nombreux propriétaires ont morcelé à l'extrême leurs terrains, réduisant les parcelles vendues à des superficies trop étroites pour répondre aux critères d'immatriculation[11] (Nguendo Yongsi 2004). D'où l'existence dans ces zones, de parcelles aménagées sur de petites superficies et sur des sols au statut foncier précaire ou ambigu.

---

10. L'ordonnance du 6 juillet 1974, en distinguant le domaine national, a introduit les notions d'immatriculation des terrains et des titres fonciers. A côté de ce droit officiel, elle a reconnu également l'existence du droit coutumier. Cette superposition des droits a été interprétée comme suit : les terres non immatriculées appartiennent à l'État s'il en a besoin pour des objectifs nationaux de développement. Dans le cas contraire, elles restent propriétés coutumières.
11. Pour introduire un dossier d'immatriculation foncière en vue de l'obtention d'un titre foncier, la parcelle à titrer doit avoir une superficie minimale de 400 m2.

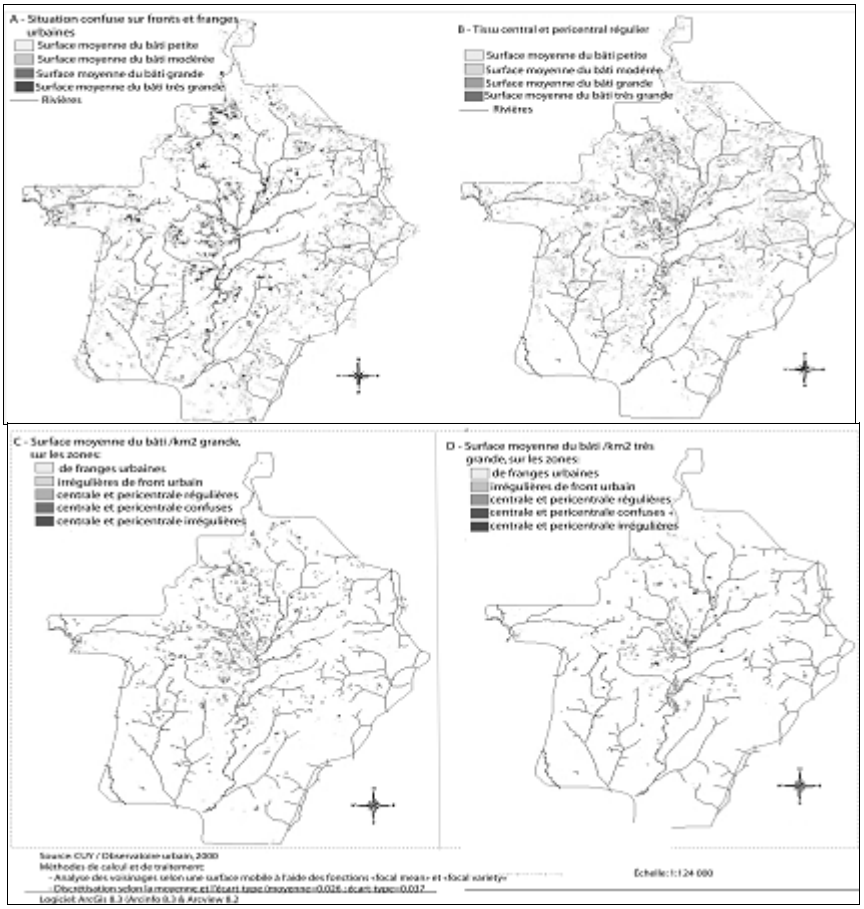



**FIGURE 7 Modélisation du mode d'occupation du sol, et surface moyenne occupée par le bâti**

## Lecture du mode d'occupation du sol en regard de la surface moyenne du bâti

Les villes d'Afrique connaissent une croissance urbaine galopante depuis bientôt cinquante ans. Elles vivent et rendent compte dans leurs paysages, des mutations profondes liées à une ouverture grandissante sur le monde, notamment l'impact de la colonisation. Parmi les moteurs de ces mutations, figure le foncier. En effet, l'accès à la terre est un enjeu majeur pour tous, ruraux comme citadins pour qui trouver une parcelle de terre pour construire sa maison demande du temps et des

moyens financiers. Dans les pays où l'État est affaibli, des acteurs concurrents se manifestent rapidement témoignant de ce fait de la résurgence de pouvoirs coutumiers pré-coloniaux (Wandji 1999 ; Bopda 1985). Ces derniers avancent à l'État des arguments d'autochtonie (« on est originaire d'ici ») ou invoquent les services rendus au temps de la colonisation (les « chefs médaillés ») pour obtenir cet accès

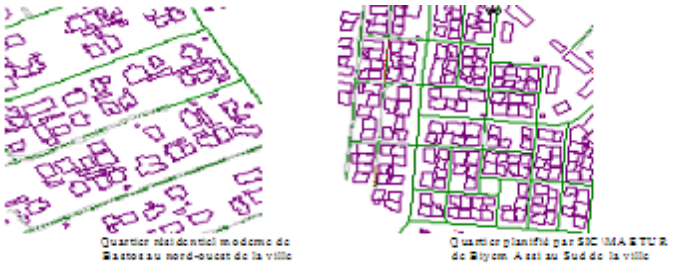



**FIGURE 8 Le parcellaire dans les quartiers réguliers**

à la terre. Cette concurrence entre pouvoirs traduit l'importance du fait ancien dans la construction du paysage urbain, mais surtout participe à la création de villes ex-nihilo où les quartiers des «Blancs» réguliers, sont séparés des quartiers des «Noirs» parfois réguliers, mais très souvent irréguliers. C'est dire que cette dualité, évidente dans la plupart des villes au Sud du Sahara procède du statut foncier des terres sur lesquelles se développent ces quartiers. Qu'en est-il de Yaoundé au Cameroun? La figure 3 nous en dit déjà, mais les modes d'occupation du sol ici s'imbriquent tellement que l'élaboration de cartes détaillées s'avère nécessaire. Les illustrations A, B, C & D de la figure 7 permettent de mieux saisir le fait foncier dans la ville aux fins d'éventuelles actions prioritaires à entreprendre.

Ainsi, le tissu urbain qui découle du mode d'occupation du sol à Yaoundé se décline en trois composantes: les tissus régulier, irrégulier et non défini. Ils sont d'une part la traduction de la superposition du droit moderne et du droit traditionnel sur la terre décrite plus haut, et d'autre part le reflet de l'histoire de l'évolution de la ville.

- Le tissu régulier (figure 8) : Il concerne les secteurs urbains où le mode d'occupation et d'installation s'est fait de manière régulière. Les parcelles sont dotées de titres fonciers valides délivrés par les autorités. Disséminé dans l'espace urbain, ce tissu est largement présent dans les parties centrales (centres administratif et commercial, quartiers centraux des autochtones et des migrants de la première heure) et péricentrale de la ville (quartiers populaires planifiés mis en place par les pouvoirs publics). Jouissant de la sécurité du sol, le bâti est plus ou moins lâche et les constructions assez ordonnées.
- Le tissu irrégulier (figure 9) : Il couvre les secteurs urbains irrégulièrement occupés par les citadins. Ce sont des secteurs écologiquement fragiles, classés non constructibles. Il s'agit des fonds de vallées marécageuses (dans les parties centrales) et des versants de collines (dans les parties péricentrales). Profitant du laxisme des pouvoirs publics et de l'absence de contrôle par les autochtones, ces secteurs sont pris d'assaut par les néo citadins en

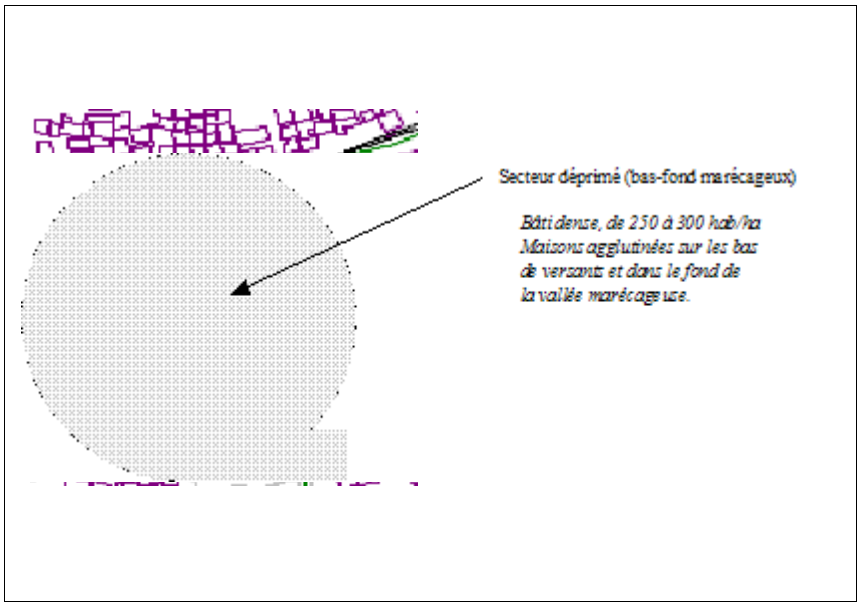



**FIGURE 9 Le parcellaire dans les quartiers irréguliers : cas du quartier Etam-Bafia au Centre Est**
Source : Communauté urbaine de Yaoundé\DST\Observatoire urbain, 2002

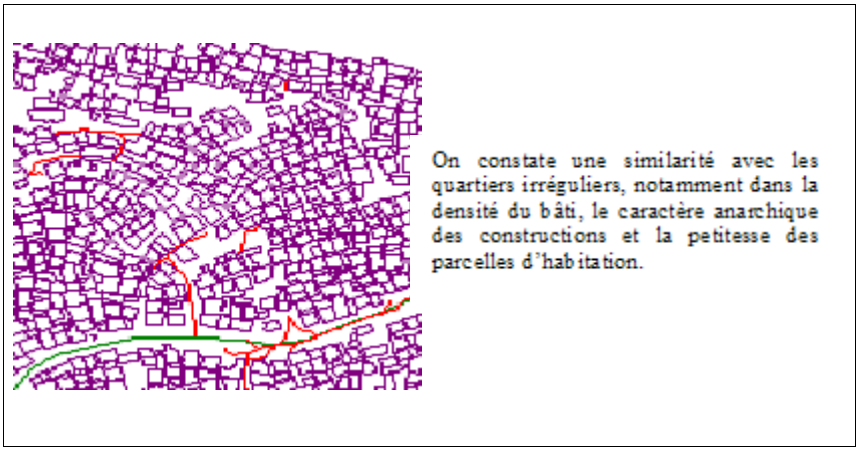



**FIGURE 10 Le parcellaire dans les quartiers a situation foncière confuse : cas du quartier Briquetterie dans la deuxième couronne péricentrale de la ville**
Source : Communauté urbaine de Yaoundé\DST\Observatoire urbain, 2002

quête d'un toit. Les quartiers Messa Carrière au nord-ouest de a ville et de Etam Bafia au centre-est développés respectivement sur des secteurs pentus et enfoncés sont des exemples.

- Les secteurs à situation confuse (figure 10) : Ils correspondent aux secteurs urbains où des deux types de droit d'accès précités (droit moderne et droit traditionnel), aucun ne prime. Le droit et la liberté reconnus aux autochtones ''propriétaires'' se bute a l'article 1 de l'ordonnance n 74-1 du 06 juillet 1974 qui fait des terres urbaines comme rurales, la propriété de l'État. Cette cacophonie débouche sur une situation de précarité manifeste qui se traduit par une occupation anarchique et dense du sol. Ce mode d'occupation est davantage caractéristique des fronts d'urbanisation, des franges urbaines et des quartiers de la deuxième couronne péricentrale de la ville.

## Conclusion

Depuis le dernier quart du siècle dernier, l'Afrique au Sud du Sahara offre les taux d'urbanisation les plus élevés de la planète. À la quasi absence d'urbanisation précoloniale s'est substituée pendant la colonisation et même après, une urbanisation différenciée dominée par une occupation aléatoire et anarchique du sol. Au regard de la place et du rôle du foncier dans la sécurisation des investissements, dans l'augmentation des productions locales et partant, dans la lutte contre la pauvreté et la mise en place des fondements d'un véritable développement durable, il était nécessaire de disposer d'informations actualisées et précises sur le tissu urbain. Cette étude présente l'avantage de pouvoir servir de banque de données pour les futures études sur la ville. Dans les arènes politiques locales où le foncier est une ressource politique fondamentale, où son évocation sert d'instrument par l'intermédiaire duquel les acteurs politiques cherchent à atteindre des enjeux politiques plus déterminants, ou encore si les conflits ou modes d'actions qui l'entourent ont des implications telles qu'elles structurent la sphère des relations politiques locales, cette étude peut aider à l'élaboration de législations cadre, à l'expérimentation d'outils et d'approches aussi bien de sécurisation foncière que de politiques de décentralisation, et donc de la nécessité d'impliquer l'ensemble des acteurs. Ce travail présente néanmoins des limites. En effet, les informations géographiques portant essentiellement sur le «monde réel», «on ne saurait ignorer les imprécisions de mesure, les ambiguités de définition et les erreurs d'observation ou d'interprétation» (Jeansoulin 2004). La principale limitation à ce travail est liée à la qualité de l'information. Cette qualité apparaît ici comme l'écart entre le contenu de l'information archivée et l'information qui était souhaitée pour un usage. En d'autres termes, parce que les données présentes sur la carte polyvalente numérisée de la ville qui nous a servi d'unique document de référence ont été reproduites in extenso à partir des photographies aériennes, certaines constructions dont l'information archivée laissait croire à des bâtiments à usage administratif, commercial ou industriel ne l'étaient en réalité pas. Ceci a introduit un biais de classifiaction dans ce sens qu'ils ont été considérés comme relevant des secteurs planifiés où le mode d'occupation du sol est régulier. Toutefois, le fait que cela n'a concerné que quelques bâtisses de la deuxième couronne péricentrale, on peut considérer de minime le biais. Cette remarque vient confirmer la nécessité de compléter les données produites par ces nouvelles techniques d'information

géographique (télédétection, SIG) qui se focalisent sur leurs fonctionnalités techniques (Roche et Hodel 2004), par des observations sur le terrain. Ce n'est qu'en faisant une navette entre ces deux (laboratoire – terrain) que l'on peut aboutir à une restitution exacte de la réalité.

## Bibliographie

Arnaud, M. 1998. *Dynamique de l'urbanisation de l'Afrique au sud du Sahara*. Paris : Isted/Ministère des Affaires étrangères, de la Coopération et de la francophonie.

Assako Assako, R.J. 1997. «Essai de différenciation des quartiers de Yaoundé à l'aide d'une image HRV de Spot», dans J.-MMDubois, J.P. Donnay, A.Ozer, F. Boivin et A.Lavoie (dir.). *Télédétection des milieux urbains et périurbains.* Montréal : Editions Aupelf-Uref/Coll.Universités francophones, 145-153

_____.1998. «Apport de la télédétection et du SIG dans la recherche des zones constructibles d'un site urbain de collines : le cas de Yaoundé (Cameroun)». *L'espace géographique*, 27 : 122- 128

Assongmo, T. 2002. *Les quartiers marginaux de l'agglomération de Yaoundé : logique de constitution et problèmes d'aménagement*. Toulouse : Thèse de Doctorat de Géographie N.R.

Besancenot, J.P. 1992. « Climat, santé et aménagement des villes tropicales ». *Cahiers d'Outre-mer*, 45 : 15-35.

Boffet, A. 2002. «Analyse multi niveaux des espaces urbains». *European Journal of GIS and spatial Analysis*, 12: 215-260.

_____. 2000. «Creating Urban Information for Cartographic Generalisation». International Symposium on Spatial Data Handling, Pékin/China, October 18-23th.

Bonin, M., X. Augusseau et M. Arnaud. 2001. «SIG et statistiques pour l'analyse des dynamiques d'occupation et d'utilisation du sol- Application a une commune du parc naturel régional des Monts d'Ardèche et a une zone d'accueil de migration dans le sud-ouest du Burkina-Faso». *European journal of GIS and spatial analysis*, 11: 369-372.

Bopda, A. 1985. *Dynamique de l'espace urbain à Yaoundé : reconstruction et expansion post coloniales du bâti*. Yaoundé : thèse de Doctorat de 3è cycle de géographie.

Burrough, P.A. et R.A. Mcdonnell. 1998. *Principles of Geographical Information Systems*. New York, Oxford: Oxford University Press.

Brent, H.G.and R.L. Bowerman. 2004. *Using GIS to Evaluate the Accessibility of Family Planning Services in the Central Valley of Costa Rica*. Waterloo: School of Urban and Regional Planning & Department of Systems Design Engineering, University of Waterloo.

Communauté Urbaine de Yaoundé. 1990. *Yaoundé, une ville en plein essor*. Yaoundé: Communauté Urbaine de Yaoundé.

Coquery-Vidrovitch, C. 1993. *Histoire des villes d'Afrique noire: des origines à la colonisation*. Paris: Albin Michel.

Cowen, D.J. 1988. «GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences? ». *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54: 1551-1554.

Curt Von Morgen. 1893. *À travers le Cameroun du Sud au Nord. Traduction de Laburthe-Tolra(1972)*.Yaoundé : Archives d'histoire et de Sociologie de l'Université fédérale du Cameroun.

De Blomac, F., R. Gal, M. Hubert, D. Richard et C. Tourret. 1994. *ARC / INFO, concepts et application en géomatique*. Paris :HERMES.

Denegre, J. et F. Salgé. 1996. *Les Systèmes d'information géographique*. Paris : Que sais-je ?

Devilers, R., Y. Bédard et M. Gervais. 2004. «Indicateurs de qualité pour réduire les risques de mauvaise utilisation des données géospatiales». *Revue internationale de géomatique,* 14 : 35-57.

Flanders, K. 2006. «O Canada! Canadians and Open Source»**.** *Caglialist Digest*. 27 : 6-8.

Franqueville, A.1984. *Yaoundé, construire une capitale*. Paris : orstom/collection Mémoires.

Fritsch, B. 2003. «Accessibilité et dynamiques spatiales du tissu économique. Essai de modélisation sur l'agglomération nantaise». *European Journal of GIS and spatial Analysis*. 13 : 461-477.

Gatrell, A. et M. Loytonen. 1998. *GIS and Health*. London: Taylor and Francis.

Goodchild, M. et R. Jeansoulin. 1998. *Data Quality in Geographic Information: from Error to Uncertainty*. Paris: Hermes.

INADES, 1998. *Villes africaines d'hier, d'aujourd'hui et de demain : bibliographie commentée*. Abidjan: INADES Documentation.

Jean, M. and A. Bouchard.1991. "Temporal Changes in Wetland Landscapes of a Section of the Saint-Lawrence River (Canada)". *Environmental Management,* 15 : 241-250.

Jeansoulin, R. 2000. «Information géographique incertaine, problèmes de qualité et intelligence artificielle», dans J.-P. Péneau (dir.). *Modélisation de la ville*. Paris : Anthropos.

_____. 2004. «Incertitude et Qualité en Information Géographique: des concepts ontologiques à la révision des croyances. Les résultats du projet européen REVIGIS». *Journée de séminaires dans le cadre de la revue I3 "Information - Interaction - Intelligence*". Paris: Hermes.

Klimas, A.A. 1996. «Methodology for Mapping Shallow Groundwater Quality in Urbanized Areas: A Case Study from Lithuania». *Environmental Ecology,* 27: 320-328.

Kuépié, M. 2002. *L'accès à la responsabilité familiale à Yaoundé : évolution intergénérationnelle et facteurs explicatifs*. Paris : Thèse de Doctorat de Démographie.

Laurini, R. 2001. **"**Real Time Spatio-Temporal Databases". *Transactions on Geographic Information Systems, Guest Editorial,* 5: 87-98

Lassoued, Y., O. Boucelma et R. Jeansoulin. 2004. «Data and Quality Integration in GIS». *Proceedings of 24th Urban Data Management Symposium*. Chioggia (Italy), October 27-29th.

Le Bris, E. 1993. « Ville irrégulière, ville non maîtrisée ». *Afrique contemporaine*, numéro special: 218-224.

Longley, P.A., M.F. Goodchild, D.J. Maguire et D.R. Rhind. 1999. Geographical Information Systems, Vol. 1: *Principles and Technical Issues*, Vol. 2: *Management Issues and Applications*. New York: Wiley.

_____. 2001. *Geographic Information, Systems and Science*. New York: Wiley.

Medou, G. C. 1973. *Yaoundé à l'époque coloniale (1887-1960)*. Essai de monographie urbaine. Yaoundé : mémoire de DES.

Mougoué, B. 2001. « Croissance spatio-démographique de Yaoundé et ses conséquences au cours de la 2è moitié du 20èS ». *Deuxièmes rencontres scientifiques du GRES*. Yaoundé, Chambre de l'Agriculture, 17-21 mars.

Mundia, C.N. et M. Aniya. 2005. «Analysis of Land Use/Cover Changes and Urban Expansion of Nairobi City Using Remote Sensing and GIS». *International Journal Of Remote Sensing*, 26: 2831-2849.

Ndjapon, D. 1989. *Les paysages urbains dans le secteur Nord-Ouest de Yaoundé***.** Yaoundé : mémoire de maîtrise de géographie.

Njike, Y. 2000. *Yaoundé, une ville en pleine expansion : 1922-1959.* Yaoundé : mémoire de maîtrise en Histoire.

Nguendo Yongsi, H.B. 2004. *Espace urbain et maladies diarrhéiques a Yaoundé – Cameroun.* Paris : Thèse de Doctorat de géographie de la santé.

Ondoua Owoutou, 1992. *La transition démographique au Cameroun et le cas particulier de Yaoundé*. Bordeaux : Thèse de Doctorat de Géographie.

Pirot, F. et T. Saint-Gérand. 2000. *Initiation aux systèmes d'information géographique et le logiciel ArcInfo, approche sous UNIX/NT*. Paris : EHESS.

Roche, S. et T. Hodel. 2004. «L'information géographique peut-elle améliorer l'efficacité des diagnostics du territoire? ». *Revue internationale de géomatique*, 14 : 9-34.

Rodriguez, F., H. Andrieu, J. Yerchoff et J. Creutin. 2002. «Intérêt des banques de données urbaines pour l'hydrologie : utilisation d'un SIG pour une analyse hydrologique de la ville*»*. *European Journal of GIS and spatial Analysis,* 12: 13-22.

Shephered, J.M., O.O. Taylor et C. Garza. 2004. «A Dynamic GIS-Multiciteria Technique for Siting the NASA-Clark Atlanta Urban Rain Gauge Network». *Journal of Atmospheric and Ocean Technology*, 21 : 1346-1363.

Timnou J.P., and B. Mougoué. 1988. «Urbanisation et cadre de vie. Yaoundé». *Cameroon Urban Review*, 2 : 399-412.

Tissot, C. et F. Cuq. 2004. «Apport des SIG pour la modélisation spatio-temporelle d'activités humaines». *European Journal of GIS and spatial Analysis,* 14 : 83-96.

Tomlin, D. C. 1990. *Geographic Information Systems and Cartographic Modelling*. Prentice-Hall College.

Youana, J. 1983. *Les quartiers spontanés péri centraux de Yaoundé. Une contribution à l'étude du problème de l'habitat du plus grand nombre en Afrique*. Yaoundé : thèse de Doctorat de 3è cycle de géographie.

Yue, T.X, Y. Wang, J.Y. Liu, L. Chen and Wi Lee. 2005. «Surface Modelling of Human Population Distribution in China». *Ecological Modelling*, 181 : 461-478.

Vasseur, B., R. Devillers, A. Frank et R. Jeansoulin. 2005. «Évaluation de la qualité externe de l'information géographique : une approche ontologique», dans R. Devillers et T. Jeansoulin (dir.). *Qualité de l'information géographique.* Paris : Hermès.

Wandji, C. 1999. *La production du logement à Yaoundé : cas du quartier Biteng.* Yaoundé : mémoire de DIPES II.